

EDGAR STANLEY FREED

El hombre que más sabía de caliche en el mundo

Beatriz Oelckers
Gabriel Meruane

INVENTOR
EDGAR STANLEY FREED
Pennis, Davis, Martin & Edmonds
ATTORNEYS

El 5 de septiembre de 1922 el vapor de 122 pasajeros Santa Elisa atracó en el pequeño pero ajetreado puerto de Antofagasta, uno de los principales puntos de embarque de salitre desde el desierto de Atacama en Chile hacia el resto del mundo. La parada fue breve, porque no era precisamente el punto más turístico ni escénico para los pasajeros que hacían la larga ruta Nueva York-Valparaíso.

La visión era más bien desoladora: un pueblo de construcciones ligeras, caminos de tierra, sin un solo árbol ni brizna de pasto, rodeado de acantilados rocosos e igual de secos. Bajo un sol abrasador, entre nubes de polvo, ruidos de carros descargando cerros de blanco salitre en el muelle y gritos de hombres que lanzaban sacos de nitrato de sodio en las bodegas de los cargueros, descendió del barco un químico norteamericano de 32 años que no hablaba ni una palabra de español: Edgar Stanley Freed, un hombre de mirada abstraída, anteojos redondos, pelo claro y un sombrero anticuado. Era la primera vez que salía de su país y viajaba, como

decía en su pasaporte, “con el objetivo de erigir y operar una planta piloto de nitrato de sodio”. Venía a levantar una planta experimental de salitre.

Con las piernas algo débiles sobre la tierra firme después de 21 días en barco, arrastró por el muelle su maleta y unos pesados baúles repletos de libros, tubos, frascos y aparatos químicos, su diploma de Doctor en Química Física obtenido en el prestigioso MIT de Boston, extraños aparatos de medición y muestras de caliche: el mineral terroso y duro como piedra que miles de hombres extraían a punta de picota y pala de la superficie de la pampa para obtener de él nitrato de sodio, salitre, la principal fuente de riqueza de Chile en esos años.

Con el salitre se fertilizaban los cultivos y se fabricaban explosivos, era un elemento esencial para la vida y para la guerra. Stanley Freed lo sabía bien porque llevaba un año experimentando obsesiva y meticulosamente con caliche en el laboratorio del poderoso imperio de los hermanos Guggenheim en Nueva York. Era parte de un grupo

EDGAR STANLEY FREED

El hombre que
más sabía de caliche
en el mundo

{ memoria
creativa }



{ memoria creativa }

Concepto e idea original: Sebastián Freed y Memoria Creativa

Autores: Beatriz Oelckers y Gabriel Meruane

Edición y diseño: Memoria Creativa

Fotografías: Archivo Sebastián Freed

ISBN 978-956-418-543-9

RPI 2024-A-8218

Impreso en Spencer, Santiago de Chile 2024

Índice

8	..... Prólogo
10	..... Presentación
16	..... Infancia y juventud
30	..... La resolución de un complicado puzzle químico
60	..... El nacimiento del sistema Guggenheim en María Elena y Pedro de Valdivia
86	..... La riqueza del desecho
112	..... La hazaña del sistema de evaporación solar
134	..... Hondo duelo en la pampa
156	..... Anexo 1: La libreta manuscrita de Freed
172	..... Anexo 2: El superintendente de la pampa
192	..... Anexo 3: Un referente en la academia
202	..... Anexo 4: Las patentes de invención
208	..... Anexo 5: Evaporación solar, la innovación que perdura

Prólogo

Este libro contiene la historia de un notable científico de Estados Unidos que llegó al desierto de Atacama por tres años y se quedó toda su vida. Aquí están reunidas las pioneras investigaciones del Doctor E. Stanley Freed, un ingeniero químico formado en el MIT que llegó en los años 30 del siglo XX a la pampa y cuyo recuerdo, tristemente, se ha ido desvaneciendo en el tiempo.

El Doctor Freed vio nacer y morir las oficinas salitreras en el desierto, ayudó a levantar dos plantas de producción con una tecnología que revolucionó la industria, vio crecer desde sus cimientos los míticos pueblos de María Elena y Pedro de Valdivia, encontró en la pampa una esposa, tuvo dos hijos a los que adoró y forjó amistades entrañables. Con sus adelantados inventos científicos ayudó al salitre chileno a sobrevivir a la demoledora crisis de la Gran Depresión de 1929.

Leal hasta el último día de su vida, se desveló buscando maneras de dar nuevos aires a la producción de salitre y de subproductos como yodo, bórax y sulfato de sodio. Cuando todos desesperaron, él vislumbró un nuevo futuro para la industria. Sus visionarios proyectos, como las pozas de evaporación solar, se adelantaron varias décadas a la actual explotación del caliche y se siguen utilizando en su amado desierto de Atacama.

Muy pocos conocen su historia y la frágil memoria del país ha ido olvidando al “hombre que en el mundo tenía el más completo conocimiento de las características físicas y químicas del caliche”, como publicó *El Mercurio de Antofagasta* tras su inesperado deceso en 1950.

Qué honor que se escriba eso de un científico que trabajó con abnegación para hacer crecer con su ingenio y perseverancia una industria del siglo XX que se desvanecía.

Este libro rescata con respeto y admiración la memoria de un gran talento de esta compañía, en aquellos lejanos tiempos en que aún no llevaba por nombre SQM, y pone en valor parte de sus extensísimas investigaciones, un patrimonio del que estamos inmensamente orgullosos.

Aspiramos a que el espíritu innovador del Doctor Freed y su amor por la pampa contagie a todos los lectores.

Pablo Pisani

Gerente de Asuntos Corporativos SQM Yodo Nutrición Vegetal



Presentación

Por Sebastián Freed Huici

Bisnieto del Doctor E. Stanley Freed

La historia de la Industria Salitrera se ha centrado en el auge del salitre, cubriendo desde su formación hasta su deterioro durante la Primera Guerra Mundial o hasta la Gran Depresión Económica de 1929. Esto ha sido así porque se dice que dicha industria prácticamente quedó destruida tras la creación del sustituto sintético del salitre o que “murió” tras los devastadores efectos de la crisis económica. Sin embargo, no existe un seguimiento exhaustivo de qué ocurrió después.

Hace varios años recuerdo haberle preguntado a mi abuelo quién fue su padre, mi bisabuelo. Con mucha admiración, me indicó que fue un estadounidense que llegó a Chile en 1922 y que creó los pozos de evaporación solar para la extracción del salitre en el norte chileno. Aquello me pareció fascinante, pero a mi corta edad no me cuestioné las fechas. Más adelante, y habiendo asistido a más clases de historia, le pregunté a mi abuelo cuándo su padre había creado dichos pozos y me respondió que en la década de 1940. Aquello me generó varias dudas, pues no entendía por qué su padre había creado un sistema para la extracción de un producto que ya «no se producía».

Mi bisabuelo murió de un ataque cardíaco a los 61 años cuando mi abuelo tenía 15 y, si bien sabía que su padre había dedicado su vida al resurgimiento de la industria salitrera, no conocía los detalles de sus invenciones y, por lo mismo, no tenía todas las respuestas a mis preguntas, entendiéndolo que el acceso a la información era más limitado en el milenio pasado.

Mi abuela Marcela Huici, nuera del Doctor Freed, a quien no conoció pero sí se interesó por su historia, armó una carpeta con los recortes de diarios y de revistas que iba encontrando, que fue muy valiosa para mi familia, porque contenía mucha información acerca de este intrigante pariente. Recuerdo que mi hermano mayor se interesó tanto en esta historia que en honor a mi bisabuelo bautizó Caliche a su equipo de fútbol.

Todo esto hizo que quisiera saber más sobre el Doctor E. Stanley Freed,

con quien siento una importante conexión. Decidí investigar qué había hecho y como no encontraba libros que lo mencionaran, llamé por teléfono a asociaciones de historiadores hasta que un día tuve la suerte de encontrar un artículo del Licenciado en Historia Pablo Muñoz Acosta. En su trabajo, él daba a conocer detalles inéditos del Archivo del Salitre, al que había dedicado varios años de su vida como archivista del Archivo Nacional de Chile. Me contacté con Pablo Muñoz y gracias a él descubrí cientos de documentos técnicos elaborados por mi bisabuelo. Además, don Pablo me abrió los ojos cuando me dijo: “Tu bisabuelo no solo creó un sistema, reinventó una industria al investigar y determinar cómo extraer cada uno de los subproductos del caliche”. Aquello reforzó mis ganas de recopilar material con el objetivo de que su historia fuera conocida.

Durante mi época escolar y universitaria fui muchas veces a la Biblioteca Nacional y al Archivo Nacional en busca de diarios y documentos, y encontré un libro escrito por el expresidente Eduardo Frei Montalva, que en su tiempo de senador hizo una visita a la pampa salitrera. En dicho libro, el expresidente, citando una revista técnica, indicó que el sistema de evaporación solar creado por el doctor Freed era una proeza que el país no había valorado ni agradecido suficientemente.

Con este hallazgo me di cuenta de lo positivo que es para el país entender que la Industria del Salitre no murió, sino que se reinventó. Tiempo después, gracias a don Pablo, tuve la fortuna de conocer a Sergio González Miranda, Premio Nacional de Historia 2014, quien concordó en que esta historia debía conocerse y gentilmente me puso en contacto con el investigador Nelson Arellano-Escudero, quien escribió artículos contando parte de ella.

En 2017, junto a Nelson y a su profesor guía de tesis doctoral, Antoni Roca-Rosell, hicimos una visita ilustrativa a las dependencias de SQM en María Elena, Pedro de Valdivia y Coya Sur, donde aprendimos que los inventos del Doctor Freed seguían vigentes. Esta era mi tercera visita a María Elena y la segunda a la Planta de Evaporación Solar, dado que un año antes había podido conocer por primera vez la invención de mi bisabuelo. En esta última visita, los ingenieros de SQM Mario Pérez y Alejandro Lara, quienes fueron entrevistados para este libro, nos contaron que a pesar de las décadas transcurridas, el cemento Freed sigue usándose para el mantenimiento y reparación de las pozas.

En ese mismo viaje, en una cena en Antofagasta, conocí a Patricio Espejo Leupin, a quien Nelson Arellano y yo le contamos con entusiasmo nuestro reciente recorrido. Él se interesó en nuestros relatos y nos contó que siempre había tenido un interés genuino en rescatar historias de personajes de la Región de Antofagasta. Tuvimos una conexión inmediata y pronto se embarcó en la escritura de un libro sobre la historia del Doctor Freed.

Publicado en 2021, *Edgar Stanley Freed, los Guggenheim y la industria del salitre* no solo rescata la historia de mi bisabuelo, considero que es el libro más completo que existe sobre la historia de la industria salitrera entre 1920 y 1950. Me entusiasmé tanto que no solo lo ayudé a buscar alguna información, también compartí con él parte del archivo fotográfico que mi familia conserva. Durante el mismo proceso, tuvimos la suerte de ponernos en contacto con el destacado historiador Ricardo Couyoumdjian, quien escribió un excelente prólogo de aquel libro.

Un par de años después me escribió Beatriz Oelckers, quien es Doctora en Química y Vicepresidenta de Investigación en Nitratos y Yodo de SQM, interesada en conocer las patentes que habían dado origen al sistema de evaporación solar creado por mi bisabuelo. Si bien el Doctor Freed creó varios sistemas, en general dichas patentes eran asignadas a la empresa en la que él trabajaba. De todas maneras, unos años antes junto a Patricio Espejo habíamos logrado identificar cada una de esas patentes, las que ya son parte del patrimonio intelectual nacional. Beatriz tuvo acceso a dichos documentos, los cuales están disponibles en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial.

Tras la conversación con Beatriz, surgió la idea de hacer un homenaje a mi bisabuelo para resguardar su legado. Al inicio, el desafío para aportar nuevo conocimiento era enorme, pues en los trabajos anteriores ya se había dado a conocer muchísimo material. Afortunadamente, surgieron varias coincidencias que fueron haciendo posible que este libro contara con numeroso material inédito, convirtiéndose en una importante nueva fuente acerca del Doctor Freed, cuyo resultado pueden ver en las siguientes páginas.

La primera coincidencia surgió cuando mi tío Stanley me contó que hacía más de dos décadas había conocido a un señor llamado José Meli, autor del libro *El sorprendente mundo de la Bolsa*. Casualmente, antes de dedicarse al mundo financiero, Meli había trabajado en SOQUIMICH y le contó a mi tío

que había aprendido muchísimo de las investigaciones de su abuelo y que conservaba parte de ellas en su casa.

Cuando supe esto, hice el intento de contactarlo, pero no era fácil, pues habían pasado más de 20 años del encuentro con mi tío. Afortunadamente encontré su teléfono y con mucha amabilidad don José me contó detalles de cuando trabajó en SOQUIMICH y, gentilmente, me obsequió los documentos que guardaba, más de 120 informes técnicos de mi bisabuelo realizados en el laboratorio químico de María Elena, varios de ellos firmados de su puño y letra. Es un honor que don José me los haya brindado, pues aportan interesante información científica a este libro, que se suman a los que Pablo Muñoz y yo encontramos en el Archivo Nacional.

Adicionalmente, don Patricio Díaz, quien también trabajó muchos años en la compañía, nos hizo entrega de la copia de un cuaderno de cerca de 400 páginas ¡escrito a mano por mi bisabuelo! con información desconocida hasta ahora. Dicho cuaderno era conservado por el historiador antofagastino Floreal Recabarren, pero hoy se desconoce dónde está. Yo no sabía de la existencia de ese cuaderno y fue una enorme sorpresa revisar la copia que sobrevive.

Esta bitácora es un recuento de historias de mi bisabuelo que comienza con las investigaciones experimentales que hizo en un laboratorio en Nueva York y que continúa en María Elena. Además, escribe sobre la planta experimental Cecilia, donde se puso a prueba el sistema Guggenheim antes de que se tomara la decisión de construir María Elena y Pedro de Valdivia.

Otra novedad de este libro es que trabajadores actuales y pasados de SQM comentan y valoran el trabajo del doctor Freed, y destacan su legado. Muchas de las investigaciones y descubrimientos que surgieron entre 1922 y 1950 en los laboratorios del Doctor Freed son aplicados hoy por SQM, que es la compañía heredera de esta gran historia de reinención. Asimismo, científicos actuales se han tenido que enfrentar a problemáticas similares a las que ya hubo alguna vez, y la mezcla entre teoría pasada y nuevas tecnologías ha hecho posible un importante progreso para la recuperación de múltiples subproductos presentes en el suelo pampino.

Como bisnieto del doctor Freed estoy muy contento por este homenaje en forma de libro, que conserva y relata esta parte de la historia de Chile. Este reconocimiento es especialmente valioso, pues en un acta de una reunión de

directorio de la Corporación de Ventas de Salitre y Yodo figura que su último deseo era ser enterrado en suelo chileno, junto a sus pozos de evaporación solar. El Doctor Freed está enterrado en el cementerio de Antofagasta, pero el hecho de ser recordado lo hace permanecer vivo en su pampa querida. Entregó su vida a este país y aun cuando era estadounidense, se sentía pampino. Cuando llegó a Chile y descubrió la irregularidad de los caliches, entendió que tenía por delante un camino difícil, pero tras 28 años de persistente trabajo, su legado permanece hasta hoy.

Conocí por primera vez Coya Sur, María Elena y Pedro de Valdivia en 2014 junto a mis hermanos, invitados por mi tío. Recuerdo que en ese viaje leí en un muro de Pedro de Valdivia la siguiente frase: “Yo no estoy muerto, lo estaré cuando no me recuerden”. Este libro y todo el trabajo de recuperación que se ha hecho desde hace varios años inmortaliza la memoria del doctor Freed y, como familia, valoramos muchísimo la iniciativa de SQM sobre la inauguración de un nuevo laboratorio cuyo nombre será Doctor Stanley Freed. Es un honor saber que en ese recinto se harán los análisis de los caliches y los productos de soluciones de pozas y plantas de nitrato y yodo, cuya existencia se debe en gran parte al dedicado y silencioso trabajo de nuestro antepasado.

EDGAR STANLEY FREED

El hombre que más sabía de caliche en el mundo

1

Infancia y juventud



Los primeros años de un genio distraído

La fascinante vida del norteamericano que marcó la historia del salitre chileno comenzó a 6.900 kilómetros al norte de la pampa calichera. El 8 de agosto de 1889 llegó al mundo Edgar Stanley Freed en Mount Pleasant, uno de los pueblitos más antiguos del suroeste de Pennsylvania, con una población de 3.652 habitantes, según el Censo de 1890. Stanley era el hijo mayor de los jóvenes Clark L. Freed y Juda Weimer, quienes se habían casado un año antes, a los 25 y 19 años, respectivamente. Según el libro *Edgar Stanley Freed, los Guggenheim y la industria del salitre*, de Patricio Espejo, los Freed (Friedt) provenían de diversos condados y principados de lo que después se convertiría en el imperio alemán. Los Weimer provenían de Alsacia y los Puttman (por el lado de la madre de Juda) venían de Suiza. Muchas de estas familias emigraron en el siglo XVIII a Pennsylvania. Los antepasados de los Freed eran de religión menonita, por lo que emigraron a Estados Unidos en búsqueda de libertad religiosa. Los Weimer, por su parte, eran en su mayoría luteranos. Muchas de estas familias se dedicaban a trabajar el campo o fueron profesores y religiosos dentro de sus mismas comunidades. De hecho, el padre de Stanley Freed fue uno de los pocos en esa época que se dedicó a una actividad distinta: Clark Freed era el “book keeper” de las

cervecerías en Mount Pleasant y en Knoxville, según se consigna en *Freed Family Tree* (rootsweb.com). Es decir, una especie de contador o lo que antiguamente se conocía como “tenedor de libros”, el que llevaba los registros de funcionamiento de una empresa. Juda era profesora de escuela y, luego de casarse con Clark, se dedicó a su familia.

Debido a sus redes familiares y a su profesión, la situación económica de los Freed Weimer no debe haber sido estrecha, pero tampoco demasiado holgada. Un año después de Edgar Stanley, nació Loring, su hermano más cercano, con quien compartió la ingeniería como vocación. La familia se completó con el hijo menor, Charles.

Al tiempo, la familia se mudó a una ciudad considerablemente más grande: Knoxville, la tercera mayor ciudad del estado de Tennessee, después de Memphis y Nashville, con 178 mil habitantes. Una ciudad de veranos húmedos y calurosos, en la que Clark Freed trabajaba como contador en una cervecería. Knoxville también era conocida como “Marble city”, por las minas de mármol explotadas en la ciudad durante todo el siglo XX. La rica y variada industria minera de la zona, que incluía yacimientos de zinc, mármol, hierro y cobre, era un entorno ideal para potenciar el interés del pequeño Stanley por la geología, la ingeniería y la química.

Desde sus primeros años, Stanley fue un niño brillante, curioso, muy lector y con múltiples intereses. En 1908 se graduó con honores de la escuela pública de Knoxville y fue galardonado, además, con un



Arriba, Edgar Stanley Freed a los 26 años, en 1915. A la izquierda, el joven científico unos años antes de viajar a Chile.

diploma de la Sociedad Dialéctica Phi Gamma Delta, un club escolar donde participaban los alumnos más destacados académicamente. Tenía aptitudes para una amplia gama de estudios, pero su especial pasión por la química lo llevó a hacer su pregrado en Ingeniería Química en la Universidad de Tennessee, cuyo campus principal estaba en la misma ciudad de Knoxville.

Entró a la universidad el mismo año que su hermano Loring, en 1909, quien también quería ser ingeniero, como Stanley, aunque optó por la especialidad de Ingeniería Eléctrica y Mecánica.

Durante sus años universitarios el joven Stanley destacó entre sus compañeros de generación. Ganó una beca de la facultad por mérito académico y fue "teaching fellow" y "asistente en Química" (un cargo remunerado equivalente al de ayudante o asistente del profesor). El tiempo que no pasaba estudiando lo dedicaba a participar en múltiples actividades con otros estudiantes: fue miembro y tesorero de la fraternidad Chi Delta; secretario y tesorero de la Sociedad de Minería y Geología; presidente de la Cooperative Book Store; miembro de la sociedad atlética Y.M.C.A. y Sargento de la Compañía "C" el año 1910.

El anuario de la Universidad de Tennessee de 1912, el año en que terminó su pregrado, como es tradición, incluyó una pequeña semblanza de cada uno de los graduados. En la suya, Stanley aparece en una fotografía con su imberbe cara de veinte años, con expresión formal y seria, vestido de traje y corbata y la partidura en

el mismo lado izquierdo en que la peinaría siempre. Bajo la foto, algún compañero chistoso dibujó una caricatura de Freed con delantal blanco de químico estudiando una serie de botellas sobre una mesa. Probar licores era "una especialidad" del aludido, afirma el texto que acompaña la viñeta.

Lo que ofrece un curioso contraste con la cita impresa justo debajo: "Nunca estuve menos solo que cuando estuve conmigo", del historiador inglés Edward Gibbon, elegida como representativa del joven Stanley. Una muestra temprana, quizá, de su faceta de "genio distraído" de la que hablarían tanto su familia y sus conocidos; la tendencia a abstraerse del mundo cuando estaba enfocado en descifrar algún enigma científico.

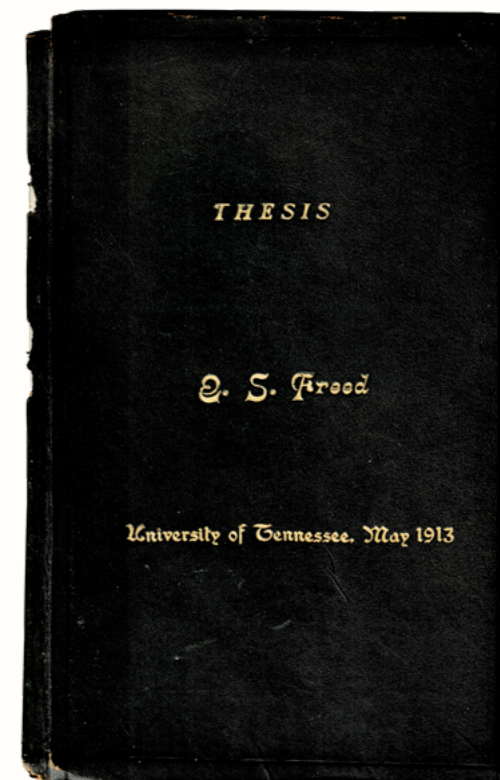
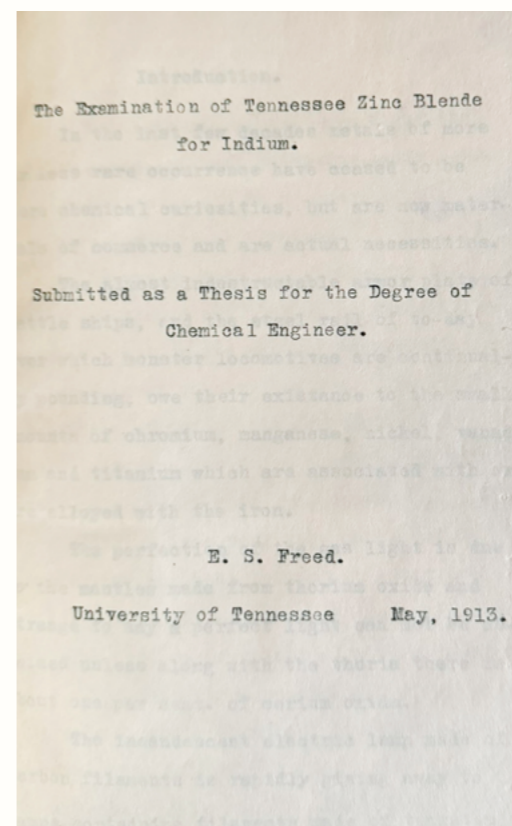
El perfil concluye con un poema que elogia su carácter de investigador nato:

*"El señor Freed es el favorito del profesor
En la Química tiene puesto todo su corazón
Trabaja con tesón
Solo para decirle al señor Hill:
'Aquí hay algo que no has aprendido aún'".*

De las investigaciones académicas que publicó durante su pregrado, sobreviven el artículo de 22 páginas "The Examination of Tennessee Zinc Blends for Indium", que se traduce como "El examen de las mezclas de zinc de Tennessee para la obtención de indio", dedicado al



Edgar Stanley Freed en su último año de estudiante en la Universidad de Tennessee, en 1912. Un año después, en mayo de 1913, defendería su tesis para convertirse en ingeniero químico.



Investigaciones químicas y las urgencias de la guerra

A los 22 años, Stanley Freed ya estaba graduado como ingeniero químico y tenía un impecable historial académico. Postuló al prestigioso Master of Science en Química del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y quedó. Stanley quería continuar en la investigación de punta, en un tiempo en que los químicos estaban transformando no solo la manera de entender las estrellas o los átomos, sino también la alimentación, la tecnología y el consumo. Solo unos años antes, en 1911, Marie Curie ganó el Nobel de Química por el descubrimiento del radio y el polonio. Cinco años antes de eso, Fritz Haber y Carl Bosch desarrollaron el método para producir amoníaco para fabricar municiones y fertilizantes a escala industrial. Y Leo Baekeland acababa de inventar la

baquelita, el primer plástico de uso masivo.

El ingreso de Stanley Freed al MIT coincidió con el comienzo de “la primera guerra química”. En agosto de 1914, un mes antes de comenzar su master, los franceses fueron los primeros en emplear granadas de mano rellenas de gas lacrimógeno en la Primera Guerra Mundial y pronto se sumarían gases letales e incapacitantes como el gas mostaza y el fosgeno. Para bien y para mal, la química estaba revolucionando el mundo y Freed quería ser parte de esa vorágine de descubrimientos acelerados.

Sus años de postgrado fueron tan fructíferos como turbulentos, cruzados por tres hitos: la mudanza del MIT desde el barrio Copley Square de Boston a su actual campus “al otro lado del río” en Cambridge, con su icónico edificio con columnas griegas y el gran domo, en mayo de 1916. La entrada de Estados Unidos a la Primera Guerra Mundial en abril de 1917. Y, finalmente, la gripe española, la última gran pandemia antes del Covid-19, que entre 1918 y 1920 contagió al menos a un tercio de la población mundial y mató a más de 20 millones de personas en el mundo.

El cambio de sede al nuevo campus, entonces conocido como “New Technology”, no solo significó tener más espacio para salas de clases, laboratorios y dormitorios. También marcó el salto de una escuela de ingeniería pionera y prestigiosa a una universidad de investigación científica de renombre internacional. La construcción del nuevo campus tomó tres años y en junio de 1916, estudiantes y profesores celebraron

durante tres días la mudanza al flamante edificio nuevo con navegaciones por el río Charles, banquetes, desfiles, y un encuentro virtual con ex alumnos de 34 ciudades por teléfono, organizado por la American Telephone and Telegraph.

Las clases comenzaron en el nuevo campus con su bello domo, sus espacios académicos flexibles, corredores interconectados y su fachada estilo Beaux Arts como símbolo de una nueva era de las ciencias y tecnología durante ese otoño boreal de 1916. La mudanza y las celebraciones coincidieron con el lapso en que Freed se graduaba exitosamente de su Master of Science en Química, el 16 de Junio de 1916, y continuaba en el período académico siguiente inmediatamente con Estudios Avanzados en Química Física para obtener el grado de Doctor en el recién inaugurado laboratorio de Investigación de Química Física del MIT, dirigido por el renombrado químico y profesor Arthur Amos Noyes.

Aunque en 1916 Estados Unidos aún se mantenía al margen de la Gran Guerra que se libraba en Europa, los problemas y necesidades del conflicto pasaron a ocupar la mayor parte del tiempo de los profesores, investigadores y alumnos del MIT. A fines de 1915, a pedido del Secretary of War del gobierno, la Academia Nacional de Ciencias junto con la American Chemical Society, crearon un comité para investigar los mejores métodos para asegurar el suministro de productos de nitrógeno (ácido nítrico y amoníaco). Tres profesores del MIT eran miembros de ese comité, presidido

por Arthur Noyes, quien fue profesor guía y mentor de Stanley Freed durante su doctorado. En su calidad de director de ese comité, Noyes dirigía importantes investigaciones en el Laboratorio de Investigación de Física Química, con ayuda de académicos y estudiantes de postgrado, para solucionar la escasez de amoníaco.

En abril de 1917, cuando Estados Unidos declaró la guerra a Alemania, el MIT dejó de funcionar con normalidad y todos los departamentos de ciencias aplicadas dedicaron sus laboratorios a tiempo completo a las urgencias de la guerra. Así lo explicó el presidente del MIT en su Reporte Anual de 1917: “Un considerable número de miembros de la facultad han pedido un permiso de ausencia para entrar al servicio nacional y un número mayor de los que aún están con nosotros están dedicando gran parte de su tiempo y energías a problemas que surgen de la guerra. Muchos de nuestros profesores han entrado al servicio de nuevas ramas que fueron creadas al comenzar la guerra. Una de las más importantes es la Sección Química del Ejército, que ha sido puesta a cargo de un militar junto con el profesor Walker (del MIT) como Director Asistente (...) atacando los numerosos problemas químicos que presentan las condiciones nuevas de esta guerra”.

Varios de estos “problemas nuevos” estaban siendo analizados a tiempo completo en los modernos laboratorios recién estrenados del MIT e incluían “investigaciones para la producción artificial de nubes como manera de esconder

instrumentos de destrucción de las observaciones del enemigo, el uso de mezclas incendiarias que los métodos del enemigo han forzado contra nosotros, y el uso de gases en la ofensiva y defensa”.

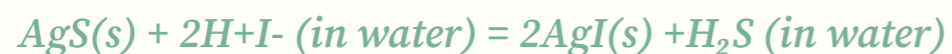
La guerra no solo invadió los laboratorios, sino también los programas de estudio, los dormitorios y la vida cotidiana del campus, cada vez más atestado y caótico. Junto a su oferta académica normal, el MIT empezó a ofrecer siete programas de entrenamiento para preparar a soldados y oficiales para luchar con el ejército y la armada en la Primera Guerra Mundial. Los estudiantes tuvieron que apretarse en los dormitorios del nuevo campus, para acomodar espacio para barracas militares provisionales. Los espacios no dieron abasto y el MIT tuvo que construir alojamientos y centros de investigación nuevos.

En ese contexto, el doctor Noyes, profesor guía de Stanley, estaba encargado además de resolver “el muy importante problema de mantener los suministros de nitrato, que es absolutamente esencial en la fabricación de explosivos”. El gobierno de Estados Unidos impulsó la construcción acelerada de fábricas de amoníaco y ácido nítrico en distintas partes del país y, paralelamente, investigaba los procesos químicos relacionados con la operación de

esas plantas. Algunas de esas investigaciones las estaba realizando el Laboratorio de Química Física del MIT, bajo la dirección del profesor Noyes, con la ayuda de otros académicos y algunos estudiantes de doctorado, entre los que se encontraba Freed.

Consciente de la urgencia de resolver estos procesos químicos, el joven Stanley se abocó de lleno al trabajo de laboratorio y su tesón pronto dio frutos. En 1917 ganó la beca “Saltonstall Fellow para el seguimiento de estudios e investigación avanzada” para financiar su último año de doctorado, que comenzó en septiembre de 1917.

En el Carnegie Institution of Washington Year Book de 1917, un reporte escrito por el mismo profesor Arthur Noyes destaca el aporte de Stanley en los progresos que logró su laboratorio en recalcular sistemáticamente las energías libres de los óxidos, sulfatos y haluros de plata, mercurio, plomo y cobre. Fue un esfuerzo conjunto con otros estudiantes e investigadores de apellido Dickson, Chow, Zeitfuchs y Felsing, en el que el aporte específico del señor Freed fue determinar las condiciones de equilibrio a 25° de temperatura de la siguiente reacción, según refiere Espejo en su investigación:

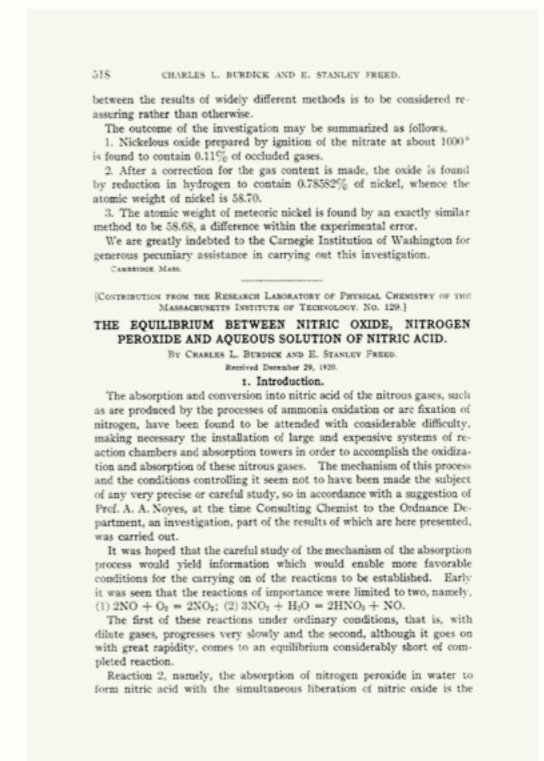


Esta investigación fue la base de la tesis de doctorado de Freed, llamada *A thermodynamic investigation of reactions involving silver sulfide and silver iodine*. La investigación, firmada por Arthur A. Noyes y E. Stanley Freed, fue considerada lo suficientemente relevante para ser posteriormente publicada en 1918 como un thesis abstract de 16 páginas en el Technology Press del MIT y luego, el 1 de marzo de 1920, en el prestigioso Journal of the American Chemical Society.

En su último año de doctorado, Stanley participó en otra investigación del laboratorio de Química Física, con un joven investigador que se había graduado del MIT dos años antes que él y que poco después se convirtió en su primer vínculo cercano con la industria del salitre chileno: el doctor Charles Lalor Burdick, investigador asociado en Química Física del departamento de Química. Durante la guerra fue nombrado teniente en el Cuerpo de Reserva de Artillería y le ordenaron dedicarse junto al equipo del profesor Noyes a las investigaciones de guerra que buscaban facilitar la fabricación del ácido nítrico.

Por sugerencia del mismo profesor Noyes, quien entonces era consultor químico del Departamento de Artillería del Ejército, Burdick y Freed se dedicaron a estudiar un proceso que por su dificultad y desconocimiento resultaba ser un escollo en la fabricación a gran escala de ácido nítrico para las municiones de guerra: la absorción y conversión de los gases nitrosos en ácido nítrico. “Al ser producidos por los procesos

de oxidación de amoníaco o fijación de arco del nitrógeno, se consigue con considerable dificultad, haciendo necesaria la instalación de grandes y caros sistemas de cámaras de reacción y torres de absorción para lograr la oxidación y absorción de los gases nitrosos. El mecanismo de este proceso y las condiciones que lo controlan no han sido tema de estudios muy precisos o cuidadosos”, escriben Freed y Burdick en el artículo académico que después publicaron juntos, titulado: “El equilibrio entre el óxido nítrico, peróxido de nitrógeno y soluciones acuosas de ácido nítrico”.



Extracto de la Investigación de Charles L. Burdick y E. Stanley Freed publicada por la revista científica Journal of the American Chemical Society en 1921.



El profesor asistente E. Stanley Freed y el profesor asociado Charles O. Hill en el laboratorio del profesor de química Charles Wait en la Universidad de Tennessee, marzo de 1914. Archivo University of Tennessee, Knoxville.

No era fácil, pero Freed y Burdick lograron su ambicioso cometido. Noyes resaltó con entusiasmo la relevancia del hallazgo en el anuario del Carnegie Institution of Washington de 1918: “Una rigurosa investigación fue realizada por el doctor Burdick y el doctor Freed de las condiciones de equilibrio a temperaturas de 0° a 75°, de las reacciones $3\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, al determinar las presiones de dos óxidos de nitrógeno que están en equilibrio con soluciones de ácido nítrico de variadas concentraciones. Esto ha arrojado mucha luz sobre el problema de la absorción de vapores nitrosos a larga escala y los resultados probablemente serán de importancia en relación a la necesidad de la guerra de fabricar ácido nítrico”.

La investigación fue publicada el 1 de marzo de 1921 por el Journal of the American Chemistry Society. Fue importante para resolver necesidades contingentes de la guerra, pero también pasó a formar parte de manuales de química como el *Inorganic and Theoretical Chemistry* (1947), que cita las fórmulas encontradas por Burdick y Freed en el capítulo en que se explica cómo se fabrica actualmente el ácido nítrico con el sistema de torres de absorción. La vigencia del descubrimiento se refleja en que ha sido publicado en numerosos idiomas y citado por al menos 23 publicaciones científicas, algunas tan recientes como el año 2021, 2020 y 2016.

En junio de 1918, Stanley Freed recibió su diploma de *Doctor of Philosophy*, en el que se reconoce “sus logros científicos y

su habilidad para llevar una investigación original, como queda demostrado en su capacidad para seguir una investigación en física-química para obtener su título de doctor”. La ceremonia de graduación fue más bien magra en cantidad de público y bastante sobria, ya que el MIT al igual que otras universidades del país decidió omitir la pompa y festejos de graduación de ese año para ahorrar recursos para la guerra. Además, la letal gripe o influenza española del tipo H1N1 estaba comenzando su expansión por esa región del país, lo que no hacía recomendable los eventos masivos. Según el periódico estudiantil del MIT *The Tech*, hubo un atraso de tres semanas en el inicio del semestre siguiente a la graduación, a pedido de las autoridades federales y del estado debido a la prevalencia de la pandemia en esa zona. De manera similar a lo que ha ocurrido en tiempos recientes con el coronavirus, la vida universitaria fue interrumpida por los esfuerzos de distanciamiento social para prevenir más contagios. Se postergó el inicio de clases y también la construcción de un gran comedor en el campus para evitar aglomeraciones en un espacio cerrado. El 2 de octubre de 1918, los editores de *The Tech* escribieron: “Es nuestro deber ayudar en todo lo posible en la batalla contra esta terrible enfermedad que ahora parece haber pasado su crisis”. Sin embargo, tardó tres años completos en terminarse.

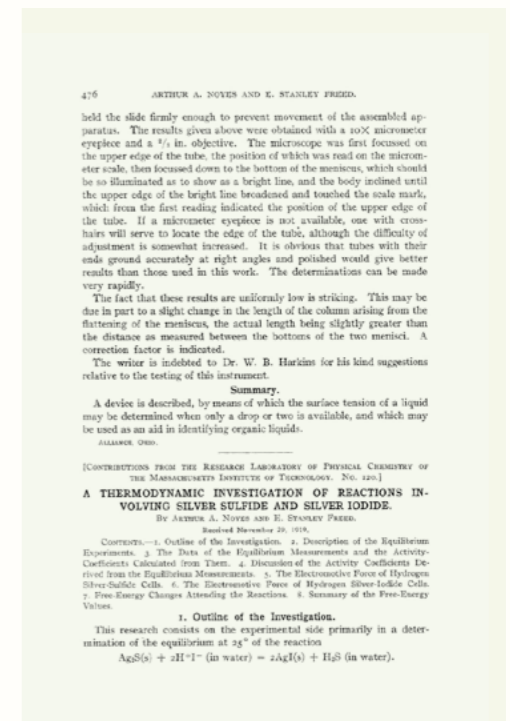
En un año extraordinario, marcado por la Gran Guerra y una letal pandemia, Edgar Stanley Freed fue uno de los tres

doctores en graduarse en todo el MIT. Los otros dos mencionados en los registros son William August Felsing y Arthur Webster Kenney. El periódico estudiantil relató en su portada que ese año, por primera vez en la historia del MIT, los alumnos no tuvieron su tradicional ceremonia y desfile de graduación. Fue una entrega de diplomas muy simple, sin familiares ni amigos que viajaran especialmente a acompañar a los graduados, quienes simplemente celebraron entre ellos. Duró desde las 4 a las 6 de la tarde, fue acompañada de té y refrescos y una breve marcha militar de las divisiones que se encontraban en el campus.

A los 28 años Stanley Freed terminaba su larga y prometedora formación como ingeniero químico e investigador. Difícilmente podría haber imaginado que el destino lo llevaría a ser uno de los cerebros de la creación de un nuevo imperio salitre-ro en medio de la inhóspita y polvorienta pampa chilena.

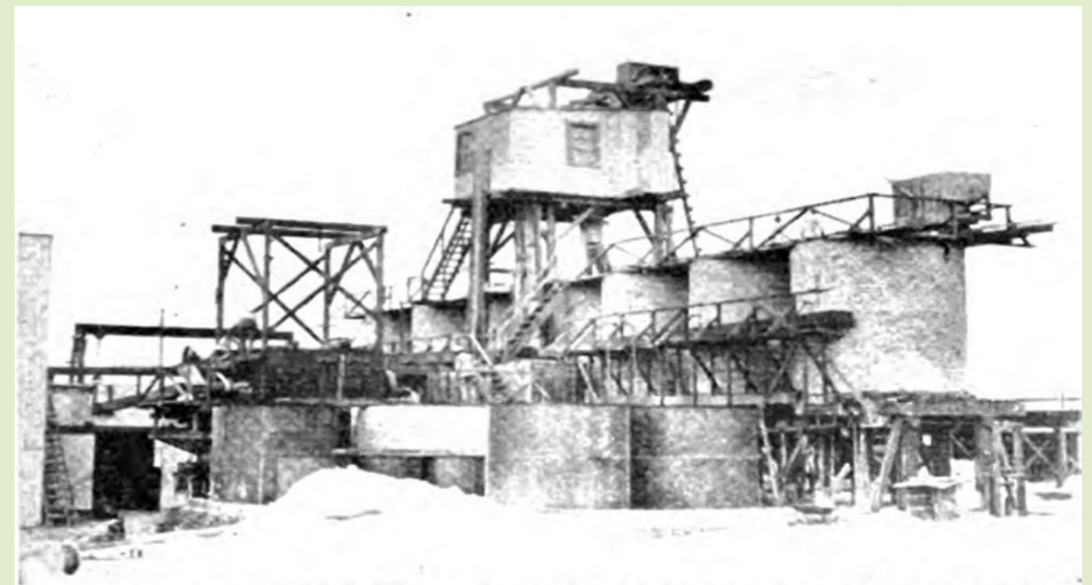
Extracto de la investigación de Arthur A. Noyes y E. Stanley Freed publicada por *Journal of the American Chemical Society* en marzo de 1920.

En junio de 1918, Stanley Freed recibió su diploma de *Doctor of Philosophy* en Química y Física del MIT. Fue un año marcado por la Gran Guerra y una letal pandemia.



2

La resolución
de un complicado
puzle químico



Planta piloto Cecilia en 1922, la primera en que se experimentó en terreno el nuevo procedimiento Guggenheim. Fotografía publicada por revista *Agriculture in the Americas*, junio de 1943.

A partir de 1921 la vida de Stanley Freed dio un giro definitivo hacia el hemisferio sur. Ese año se integró a los laboratorios de la Chile Exploration Company en Nueva York, creada por la firma Guggenheim Brothers para sus explotaciones de cobre en las minas chilenas de El Teniente y Chuquicamata. Charles L. Burdick, antiguo compañero de Freed en el laboratorio del MIT, trabajaba ahí desde 1918, y es muy posible que influyera en el reclutamiento de Stanley para un innovador y ambicioso proyecto de los Guggenheim relacionado con el salitre en el Desierto de Atacama.

La familia Guggenheimer tenía un vasto imperio económico que había construido en el mundo durante los últimos 20 años, del que la Chile Exploration Company era solo una veta. Contaba con fundiciones, minas y refinerías de plomo, plata, cobre, nitratos y estaño en Estados Unidos, Alaska, la provincia Columbia Británica de Canadá, México, Perú, el Congo Belga y el Sudeste Asiático. Así como diamantes y caucho también en el Congo Belga.

Stanley Freed ingresó a las filas de la empresa en el momento de mayor riqueza y poderío de los Guggenheim. A inicios de la Primera Guerra Mundial, controlaban entre el 75 y el 80 por ciento de la plata, el cobre y el plomo del mundo. Podían, literalmente, dictar los precios de estos tres metales esenciales, como cuenta el biógrafo John H. Davis en el libro *The Guggenheims, An American Epic*. En 1923, la fortuna familiar de los Guggenheim estaba evaluada, por lo bajo, en 200 millones

de dólares, según el artículo de Thomas O'Brien, *Rich beyond the dreams of avarice: The Guggenheims in Chile*.

La sede central de Guggenheim Brothers estaba en el imponente rascacielos Equitable Building, cuyo vestíbulo de mármol rosado y sus 38 pisos ocupaban toda una manzana en Broadway 120, en el centro de Nueva York. El mayor de los hermanos, Benjamin, había muerto en el hundimiento del Titanic en 1912. Por tanto, Daniel Guggenheim –el segundo de los cinco hermanos y el más ambicioso– quedó como cabeza de la familia y de los negocios, luego de la muerte del patriarca Meyer Guggenheim, en 1905. Enérgico y hambriento de poder, “se decía que Daniel podía levantar o hundir un gobierno con un telegrama”, escribió sobre él su biógrafo John H. Davis. Daniel Guggenheim tenía dos oficinas: una como director y presidente de la empresa ASARCO (American Smelting and Refining), también perteneciente a la familia, y otra en el piso superior, en la sala de los socios, donde se trataban todos los asuntos de la firma Guggenheim Brothers. Las dos oficinas estaban conectadas por una escalera secreta a la que se accedía por una puerta que estaba camuflada con revestimientos de madera y obras de arte. Los otros hermanos de Daniel –Isaac, Solomon, Murry y Simon– ocupaban los otros despachos, de madera oscura y con sillas de cuero, de esta imponente torre en el Distrito Financiero de Manhattan, desde donde dirigían su imperio en expansión.



Cuando Stanley Freed se unió a los laboratorios químicos de la compañía, la última gran apuesta de Daniel Guggenheim había sido revitalizar la industria chilena del cobre, que había caído de su sitio como principal productora mundial (con 43 por ciento del mercado en 1870), y a comienzos del siglo XX agonizaba con un 5 por ciento de las exportaciones globales. Los hermanos Guggenheim invirtieron primero en la mina de cobre El Teniente, cerca de Rancagua, en 1908. Y luego, en 1910, compraron un sitio en el desierto de Atacama llamado Chuquicamata, que resultó ser un inmenso depósito subterráneo con más de 300 millones de toneladas de cobre. Con monstruosas palas mecánicas nunca antes vistas en esas latitudes, transformaron el yacimiento en la mina de cobre a rajo abierto más grande del mundo.

En un momento en que las leyes del cobre bajaban en el mundo, los Guggenheim Brothers buscaron un nuevo proceso o sistema capaz de obtener este elemento en yacimientos de menor ley. Contrataron al célebre ingeniero y metalúrgico noruego-estadounidense Elias Anton Cappelen Smith para que desarrollara un nuevo y económico proceso de concentración del cobre, utilizando ácido sulfúrico y lixiviación en frío para tratar el mineral de baja ley extraído de la mina. Como aún no existían caminos, trenes, ni electricidad en ese desolado y árido rincón de Atacama, los hermanos invirtieron 12 millones de dólares entre 1912 y 1915 para construir un tren minero que iba desde Chuquicamata hasta Tocopilla y para levantar en bahía un moderno puerto desde donde exportar el mineral, una central de energía eléctrica, plantas desalinizadoras

Retrato que Elias Anton Cappelen Smith regaló a Stanley Freed en gesto de amistad. En la esquina derecha se lee la dedicatoria: *To my friend. E. A. Cappelen Smith.*



Daniel Guggenheim fue el millonario norteamericano que apostó su fortuna en la industria del salitre, cuando este cayó en desgracia en el siglo XX debido al descubrimiento de la versión sintética.

de agua y cables para llevar electricidad a sus faenas.

El ambicioso y vehemente Daniel Guggenheim, líder indiscutido y el que zanjaba las decisiones mayores, estaba seguro de que la millonaria inversión en el cobre terminaría siendo altamente lucrativa. Ya en 1912 les había confiado a amigos y socios que pensaba que el mundo pronto iba a explotar y que los países en guerra necesitarían todos los cables eléctricos y, por lo tanto, todo el cobre posible. Con el comienzo de la Primera Guerra Mundial, sus predicciones se cumplieron y su millonaria inversión en Chuquicamata dio jugosos frutos. La combinación de tecnología moderna, mecanización, ciencia y la extremadamente barata mano de obra chilena resultó imbatible: la producción chilena de cobre se disparó desde 41 mil

toneladas en 1912 a más de 200 mil en 1926. El cobre chileno llegaba a Estados Unidos a un precio de cinco centavos menos por libra que el producido localmente, lo que incluso provocó temores de cierre en las minas de Estados Unidos.

Sin embargo, en el momento en que la familia Guggenheim alcanzaba la gloria con el cobre, Daniel y su hijo Harry se vieron tentados a apostar su fortuna en otra industria caída en desgracia: el salitre chileno.

Durante las últimas décadas del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, el salitre chileno era la principal fuente natural de nitrógeno o nitrato, esencial tanto para el rendimiento de los cultivos necesarios para alimentar a una población mundial que crecía a un ritmo sin precedentes como para fabricar municiones y pólvora. Antes de la Primera Guerra Mundial, el 80 por ciento del nitrato de sodio chileno exportado a Europa se usaba como fertilizante y el 20 por ciento restante, para los explosivos. El monopolio de este mineral que abundaba en la pampa del desierto de Atacama le trajo grandes riquezas al país y fue la principal fuente de ingresos fiscales del Estado chileno. Sin embargo, la creación del proceso Haber-Bosch para producir nitrógeno sintético a escala industrial y la demanda de nitrato de sodio y ácido nítrico durante la Primera Guerra Mundial aceleró la industria de nitratos artificiales en Europa e hizo tambalear el reinado del salitre. La participación de Chile en el mercado mundial de nitrógenos bajó desde un 67,3 por ciento a comienzos del

siglo XX a un 31,3 por ciento hacia fines de los años 20, según el libro *Investment in Chile*, publicado por la oficina de comercio exterior de Estados Unidos en 1960.

A la feroz competencia del fertilizante sintético –muchísimo más barato de producir– se sumaba el estancamiento tecnológico de las oficinas salitreras en la pampa. Cada vez que Daniel Guggenheim, su hijo Harry y su ingeniero estrella Cappelen Smith se embarcaban en el largo viaje en tren por la costa nortina hasta sus modernas plantas tecnificadas de Chuquicamata, veían pasar por las ventanillas, una tras otra, las herrumbrosas oficinas salitreras que seguían produciendo salitre con el mismo método intensivo en mano de obra que habían usado por décadas: extrayendo, recolectando y despedazando el duro caliche con herramientas manuales y luego lixiviando el nitrato de sodio, haciendo pasar vapor de agua hirviendo por el interior de los calurosos cachuchos, unos estanques de fierro de gran capacidad usados en las antiguas salitreras para disolver el caliche, que se llenaban con caliche chancado y agua vieja y se calentaban con vapor de calderas. Ese era el sistema Shanks.

El contraste con las modernas maquinarias y la eficiencia que ellos mismos habían hecho posible en Chuquicamata era evidente. El nitrato chileno representaba la oportunidad de repetir la hazaña del cobre: estar en la vanguardia de la renovación tecnológica de una industria para luego cosechar las jugosas ganancias.

El informe Cecilia

Edgard Stanley Freed escribió de su puño y letra, en una libreta de 400 páginas de papel biblia, un minucioso recuento de los primeros experimentos de búsqueda, realizados a fines de 1918, de un nuevo método de recuperación del salitre. Participaron Cappelen Smith, Charles Burdick –el ex compañero de Stanley en el MIT– y el ingeniero noruego Paul Mayer. Freed tituló ese texto Informe Cecilia y está fechado en noviembre de 1924. Freed, que había llegado a Chile en 1922, para entonces llevaba dos años estudiando el salitre y ayudando a instalar y a perfeccionar el nuevo procedimiento de lixiviación de los Guggenheim.

La libreta manuscrita de Freed es un material inédito y de gran relevancia histórica que por primera vez se hace público en este libro. Con anotaciones fechadas entre 1924 y 1935, contiene variados informes con cifras, investigaciones y exploraciones de la industria del salitre. Los escribió para los Guggenheim de forma muy organizada: están todos titulados, tienen fechas, las páginas están numeradas y hay un índice. Algunos de los títulos de sus textos –además del Informe Cecilia– son: Propiedades de Anglo-Chilean Nitrate, Planta de energía a diésel de María Elena, Examinación de Coya Norte y Oficinas Shanks. Si elaboró esos informes por encargo de sus superiores en la firma, para publicarlos en alguna revista científica o industrial o como un registro personal para el futuro, no está

claro. Lo cierto es que son un testimonio de gran valor histórico y científico sobre los orígenes de un sistema que en pocos años revolucionaría la industria del salitre en Chile. En ellos se lee:

“Durante los primeros días de actividades de la Chile Exploration Company en Chuquicamata, el señor E. A. Cappelen Smith conoció los rudimentarios, ineficientes y costosos métodos de recuperación del nitrato de sodio de los enormes depósitos de caliche encontrados en los desiertos del Norte de Chile.

Luego de decidir investigar la tecnología del nitrato con la esperanza de encontrar un método nuevo y menos costoso para la recuperación del nitrato del caliche, el señor Smith y sus socios, señor Paul H. Mayer y Doctor C. L. Burdick, hicieron los primeros experimentos a fines del año 1918 en Chuquicamata.

Después de este magro comienzo, el trabajo experimental fue transferido al laboratorio de la Chile Exploration Company en Nueva York. En este laboratorio el trabajo pasó por muchas etapas, comenzando con el ‘tubo de ensayo’ y más tarde transfiriendo los resultados a unidades más grandes de varios cientos de kilos de caliche. Durante los años 1919 a 1922, un número de procesos fueron probados, cada uno siendo descartado por otro más simple en sus detalles, pero la idea fundamental de cada proceso era idéntica: es decir, lixiviar el nitrato del caliche con soluciones a temperatura atmosférica y recuperar el nitrato de estas soluciones por medio de la refrigeración”.



Fotografía de uno de los primeros alojamientos salitreros en que habitó Stanley Freed cuando llegó a Chile para trabajar en la planta experimental Cecilia. El reverso de la fotografía señala, en inglés: “Aquí es donde vive el administrador general de la Oficina Cecilia. Nuestra casa está a la derecha”.

Nov-1924

Cecilia Report.

During the early days of the Chile Exploration Company activities at Chuquicamata, Mr. E.A. Coffey and Smith learned of the crude, inefficient, and costly methods of recovering sodium nitrate from the enormous deposits of caliche found on the deserts of Northern Chile.

Following the decision to investigate nitrate technology with the hope of finding new and less and less costly method for the recovery of nitrate from the caliche, Mr. Smith and associates, Mr. Paul H. Mayer and Dr. C. L. Berdick, made the first experiments in the latter part of the year 1918 at Chuquicamata.

After this meagre beginning, the experimental work was transferred to the Chile Exploration Co's laboratory in New York City. In this laboratory the work passed through many stages, beginning with the test tube and later transferring the results to larger units of several hundred kilos of caliche. During the years 1919 to 1922, a number of processes were tried, each in turn being discarded for another more simple in its detail, but the fundamental idea back of each process was identical - that is, leaching the nitrate from the caliche with solutions at atmospheric temperature and recovering the nitrate from these solutions by refrigeration.

In 1922 the experimental results from the laboratory showed sufficient promise to warrant a large scale test plant. Accordingly a 25 ton daily test plant was built on the property of the Ica Company, at Oficina Cecilia, near Antofagasta Chile, and operated for one year.

Remarks on the Various Caliche Deposits.

Laja - Practically the entire Laja caliche lies to the west of the maguina. East of the maguina to the Rio Ica is barren ground with the exception of a very few test holes which show some deep lying white caliche.

The Laja deposit, although quite irregular in shape, seems to be a single mancha surrounded by a few islands of caliche. The deposit is much more connected and continuous than the argentine deposits of Laja Norte. Because of the continuity of the deposit, the mining problem has been greatly simplified. A main track runs directly west through the center of the mancha and to the north and south of the main line are branch lines extending into the workings. Because of the irregular topography of the ground and the continuity of the deposit, these branch lines are easily moved forward on the working face of the caliche advances.

A little less than half of the Laja caliche has been worked. As these grounds have been worked systematically, taking all caliche down to 10% grade, it may be safely said that there is no caliche of value in the worked area.

The worked area lies in the center of the deposit and the future mining program will call for main line tracks and branch lines extending from the maguina, north west and south west into virgin ground.

The caliche on the low land just west of the maguina is the real slime caliche and one of the workings only showed 50% slime. The caliche farther up and higher up on the slope is much more free from slime. Laja, always, contains beautiful solid brown sandy or white caliche.

A few of the test holes in the virgin ground in the extreme southwest showed some slime.

There is no very deep lying caliche in the entire mancha. The overburden may be said to vary from a few centimeters to 2 meters in thickness.

To the south of the maguina, there are some patches of very deep - 5 to 4 meters - of white caliche. It was attempted to work this caliche by the cone method, but as the overburden was too soft the method was given up. A few shovel might find ore here in stripping the loose overburden.

Candelaria - The size of the caliche deposit is but a small fraction of the total area of the Candelaria flat. No caliche of value remains in the worked area.

In the north west corner, there is a mancha of deep white caliche, not counted in the Anglo-Chilean estimate. The overburden is of loose sandy material and it is the plan of the company to remove this with a steam shovel.

A long Caterpillar steam shovel is already on the ground, but not in operation at the time of this report.

In various parts of the worked area a number of 5 to 6 meter test pits have been sunk in several

of the days, but by means of suitable scrapers the decks were continuously cleared from nitrate scale. Heat transfer through an iron surface may be as high as 80 BTU per sq ft / °F / Hr, but after 12 hrs due to capillary deposit, the heat transfer may drop to 10. It is therefore essential that a scraper be so designed for continuous or periodical removal of nitrate scale.

Centrifuge - 5" basket - about 600 R.P.M.

Results of Different Desalination Tests

Caliche Tested - from	Antofagasta Pompa
	Aguas Blancas "
	Tosafilla "
	Tal Tal "
	Toropaca "
	Remiendo "

In all - 32 charges treated - average figures for charge.

Caliche - 388 kila
2.33% H₂O
18.75% NaNO₃.

Rapio - 362 kila wet
804 " dry
55 " water added on wash
58 " " in Rapio discarded
15.9% " in rapio
2.11% NaNO₃ in rapio
Attraction 91.4%.

Saline - 66.5 kg of 15.2% NaNO₃.

Solutions

845 L of M.L. were used.	
M.L. -	300 ggs NaNO ₃
lot #1	313
" #2	337
S.S.	365
Wash 1	237
" 2	213
" 3	188
" 4	168

Caliche Assays

	NaNO ₃	Mg	Na ₂ SO ₄	Ca
Antofagasta	10.9%	0.96	24.5	3.6
Tosafilla	17.6	0.98	16.6	2.1
Aguas Blancas	24.5	0.92	14.8	2.6
Remiendo	28.8	0.33	2.9	2.6
Tal Tal	31.4	1.31	12.0	1.9
Toropaca	17.4	0.93	16.3	1.8

Caliche was all crushed to pass 1/8" screen.

Screen Analysis	+14 mesh	54.7
	+35 "	12.6
	+48 "	36.0
	+100 "	2.8
	-100 "	5.1

Rate of Leaching

The rate of leaching was controlled by the rate at which a clear solution would flow from the charge. A clear solution was considered to contain less than one gram per liter insoluble. This rate for the various caliches is as follows:

Antofagasta	11.3	Remiendo	4.0	Washes for hours
Tosafilla	8.0	Tal Tal	15.0	are in the tank
Aguas Blancas	12.0	Toropaca	15.0	above the charge.

La refrigeración era la pieza clave del nuevo proceso químico que estaban afinando y, justamente, el primer registro de la participación de Stanley Freed en estos experimentos es una licencia de operador de maquinaria de refrigeración, otorgada el 2 de diciembre de 1921 en Nueva York. Junto a una fotografía en la que Stanley no alcanza a representar los 30 años que ya tenía –con expresión tímida, ojos escrutadores y anteojos redondos–, la tarjeta contiene dos datos importantes: la máquina estaba en la esquina de la calle 212 con la Avenida 10 en Manhattan, la misma dirección del laboratorio de Guggenheim Brothers en

Licencia de operador de maquinaria de refrigeración otorgada a Stanley Freed el 2 de diciembre de 1921 en Nueva York. La máquina figura como propiedad de la Chile Exploration Company, oficina que contrató inicialmente a Freed para trabajar en el laboratorio de Guggenheim Brothers.

ese tiempo. Y figura como propiedad de la Chile Exploration Company, oficina que contrató inicialmente a Freed para trabajar junto a Charles Burdick y otros químicos bajo las órdenes de Cappelen Smith.

En el metódico informe, Freed comienza su recuento con una descripción completa y muy didáctica de la física y química del caliche. “Caliche es el término usado para el mineral que contiene nitrato de sodio encontrado en los desiertos del norte de Chile”, escribió a modo de definición. Luego agrega: “Este mineral es encontrado a profundidades que varían desde depósitos superficiales a depósitos de entre 12

y 15 pies y el grosor de los depósitos varía desde unos pocos centímetros a varios metros. Uno podría decir que el caliche explotable promedio es de alrededor de un metro de grosor y está enterrado a un metro bajo tierra. Los depósitos son muy irregulares en forma y solo ocurren en parches, algunos de los cuales no tienen más de 100 metros cuadrados. Mientras que otros son tan grandes como un kilómetro cuadrado”.

Freed describe las propiedades físicas del duro y denso caliche chileno, esa particular “mezcla de arena, arcilla y piedras firmemente cementadas con sales solubles”. A medida que avanza en su informe,

el relato gana vividez: “Cuando se golpea con un martillo, el caliche tiene un canto característico. No tiene planos de escisión y cuando se aplasta, se desmenuza de la misma manera que un ladrillo corriente”.

Posteriormente, cuenta que en el laboratorio de Chile Exploration Company en Nueva York se investigó la composición química del caliche.

En el laboratorio de Nueva York se detectó que algunas de las sales simples reportadas por los análisis químicos del caliche se encontraban presentes bajo la forma de sales dobles:

Darapskita: $\text{NaN O}_3 \times \text{Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$

Glauberita: $\text{CaSO}_4 \times \text{Na}_2\text{SO}_4$

Bloedita: $\text{MgSO}_4 \times \text{Na}_2\text{SO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$

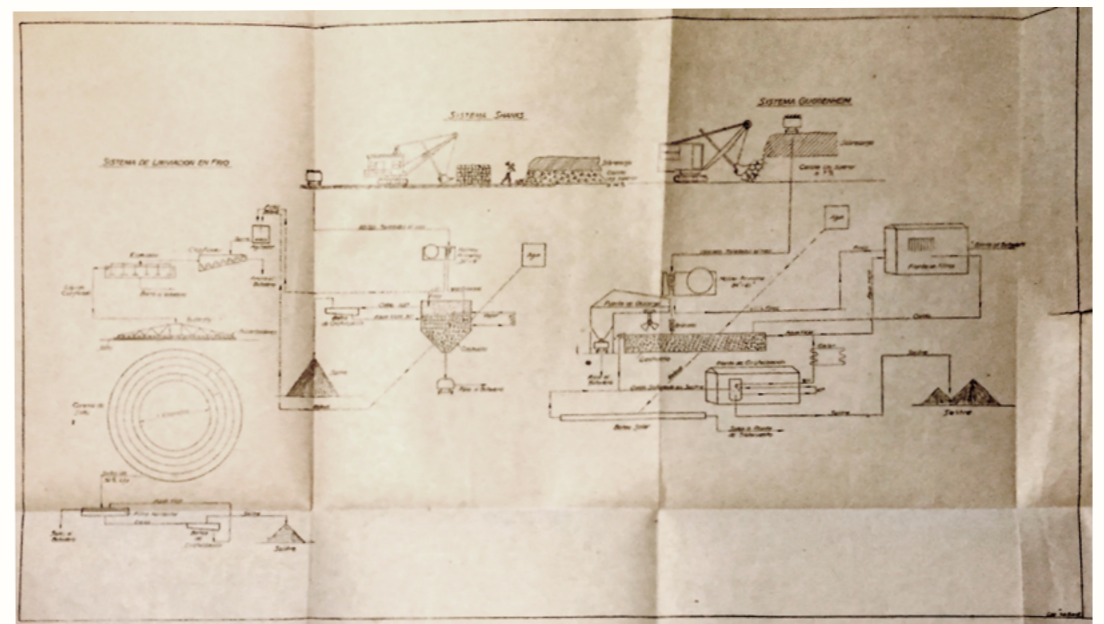


Diagrama que compara el nuevo sistema Guggenheim con el Sistema Shanks.



De todo el caliche examinado, el 90 por ciento del nitrato de sodio estaba presente como la sal simple NaNO_3 . Solo encontraron un pedazo de mineral en que casi todo el nitrato de sodio estaba presente como la sal doble darapskita.

“Como será evidente después, la ocurrencia del nitrato de sodio como una sal simple es muy afortunada para la industria del nitrato”, adelanta Freed en sus apuntes. Y explica por qué: al lixiviar el caliche en agua, las sales solubles se disuelven rápidamente y queda un residuo de arena, piedra y barro. Además, al tratar el nitrato de sodio con una solución que contiene nitrato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de sodio, magnesio y sales de potasio en las concentraciones adecuadas, “el nitrato de sodio puede ser disuelto sin disolver ninguno de los otros contenidos solubles en el caliche”. Y destaca: “Toda la industria del nitrato está basada en este principio”. Esta aseveración demostraría no ser cierta dada la compleja naturaleza de los caliches a tratar, como concluiría más adelante Freed.

El Informe Cecilia tiene una sección llamada “Principios de la lixiviación en frío y de la refrigeración”. En ella, Stanley Freed explica el nuevo método que ayudó a diseñar en el laboratorio de Nueva York: “El Proceso Guggenheim para la elaboración de salitre (nitrato de sodio) consiste en una lixiviación tibia del caliche (a 30 grados), seguida de la refrigeración de las soluciones saturadas o casi saturadas (...). La solución a 30 grados en el Proceso

Guggenheim es conocida como Solución Fuerte y la solución a 0 grado es conocida como Licor Madre. El Licor Madre, cuando es aplicado a una nueva porción de caliche, disuelve solo el nitrato y está listo de nuevo para ser refrigerado”.

Por lo tanto, la ventaja de este sistema es que el Licor Madre podía ser reutilizado una y otra vez para lixiviar nuevas cantidades de salitre y obtener nitrato de sodio libre de otras sustancias. “Como ya mencioné”, enfatiza Freed en este punto, “es muy afortunado que al menos 90 por ciento del total de nitrato en el caliche esté presente como un nitrato libre, en la forma de la sal simple NaNO_3 ”.

Parecía venturoso y hasta simple. Pero inmediatamente Stanley hace notar que durante la investigación inicial de la química del caliche se encontraron con un obstáculo: la doble sal darapskita presente en algunos caliches no era soluble en el Licor Madre y repetidas aplicaciones de este en trozos de caliche que contuvieran todo su nitrato bajo la forma de darapskita no lograban disolver ningún nitrato del mineral. “Varios esquemas se han propuesto, como mezclar con sales de magnesio o calentar parcialmente las soluciones para lograr disolver el nitrato de los caliche de darapskita”, refería Freed.

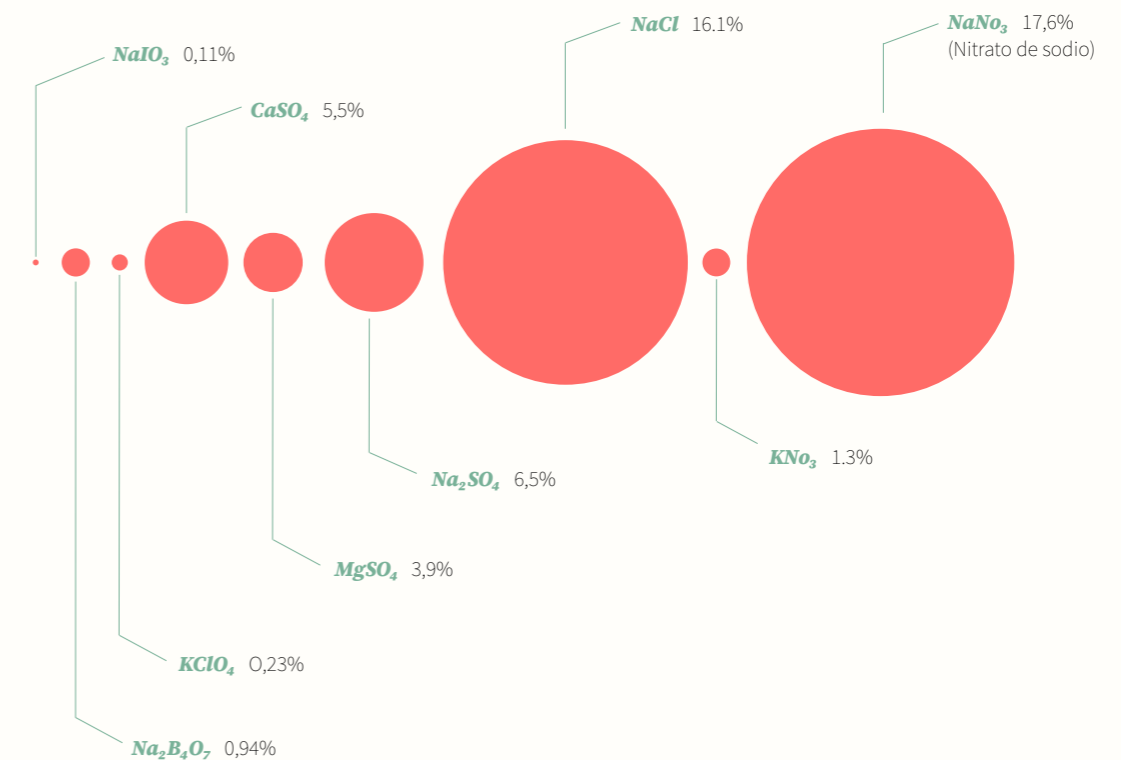
Solucionar el problema de los caliches con darapskita sería uno de los desafíos más complicados para Freed y para Burdick en los años siguientes, cuando su misión fuera traspasar el Sistema Guggenheim del controlado ambiente del



En su Informe Cecilia, Stanley Freed describe las propiedades físicas del duro y denso caliche chileno: “una mezcla de arena, arcilla y piedras firmemente cementadas con sales solubles. . . Cuando se golpea con un martillo, el caliche tiene un canto característico. No tiene planos de escisión y cuando se aplasta, se desmenuza de la misma manera que un ladrillo corriente”.

Caliche

Análisis químico de un caliche típico



laboratorio neoyorquino al complejo puzzle químico de la pampa salitrera chilena.

Aunque aún faltaba resolver el atasco de la porfiada darapskita, el mayor rendimiento y el menor gasto que este nuevo método mostraba en el laboratorio en comparación con el proceso Shanks, prometían revolucionar la industria. Como explicó Freed con entusiasmo en su informe, había un ahorro considerable de combustible ya que, a diferencia del sistema Shanks, “en el proceso Guggenheim no existe un calentamiento directo del caliche, sino que se calienta la solución que posteriormente se pone en contacto con el caliche”. Además, era posible desmenuzar el mineral en trozos más pequeños, “lo que resulta en una lixiviación perfecta y en un ciclo de lavado eficiente. En el sistema Guggenheim, alrededor de un 90 por ciento del nitrato de sodio presente en el caliche es recuperado, en comparación con el 65 por ciento en el sistema Shanks. Aún más, el Proceso Guggenheim hará 25 toneladas de salitre por cada tonelada de combustible usado, comparado con las 8 toneladas de salitre en el Proceso Shanks”, escribió el Doctor Freed.

Una de las etapas más importantes de los experimentos en el laboratorio de los Guggenheim fueron las pruebas que se hicieron en una pequeña planta piloto-modelo para una posible planta industrial-capaz de operar 200 kilos diarios de caliche, que fue construida especialmente para afinar el método de lixiviación del salitre entre septiembre y noviembre de

1921. En esta fase, Stanley Freed ya estaba trabajando en el laboratorio y participó directamente. Según relata en su informe, un barco lleno de caliche guardado en barriles sellados fue enviado desde cada una de las pampas calicheras (Antofagasta, Aguas Blancas, Tocopilla, Taltal, Tarapacá, Remiendos) al laboratorio de Chile Exploration Company en Nueva York.

En su informe, Freed explica que en esa planta piloto el nitrato era disuelto desde el caliche en un proceso de lixiviación en tres etapas, usando Licor Madre. Cada una de las etapas consistía en una percolación suave hacia arriba de la solución por el caliche desmenuzado en trozos de $\frac{3}{8}$ a $\frac{1}{4}$ de pulgada, cargado en tubos de 12 pulgadas de diámetro, a 14 metros de altura. El tiempo de lixiviación para cada ciclo duraba 144 horas, a una temperatura atmosférica de unos 25 grados Celsius. Luego venía una etapa de refrigeración con una York Ice Machine eléctrica de media tonelada. Como describe en su libreta, el proceso era lo más ahorrador posible en energía: “La solución fuerte resultante del sistema de lixiviación es enfriada a 2 grados en el aparato de cristalización. El Licor Madre frío es usado para enfriar parcialmente la solución fuerte entrante. El resto de la refrigeración requerida se logra con salmuera fría. Los cristales de nitrato de sodio son recolectados del fondo del aparato. Y los restos de mineral removidos, de tanto en tanto, y centrifugados para separarlos del Licor Madre”.

El total de salitre producido en la planta piloto desde septiembre a noviembre de

1921 fue de 1.152 kilos, con un 95,1 por ciento de pureza. El nitrato de sodio que salía del aparato de cristalización eran “cristales blancos, firmes, romboédricos de caras regulares”, según describió Freed. Una cantidad y una calidad de nitrato que despertaron el apetito de los socios de Guggenheim Brothers: “En base a los resultados de estos experimentos fue construida la planta experimental Cecilia, de 25 toneladas de capacidad”, anotó Freed.

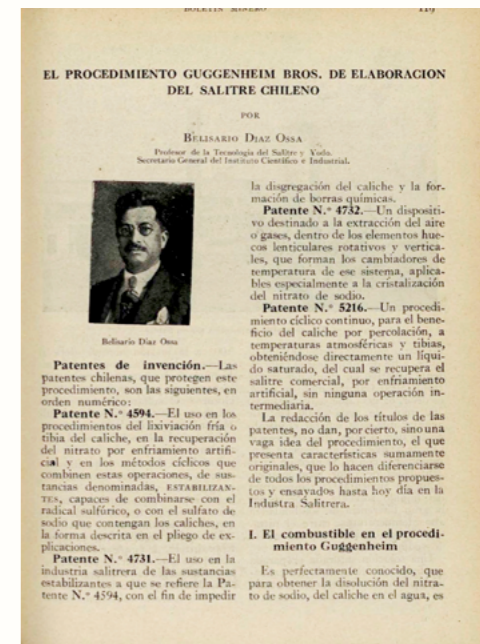
Comenzaba la cuenta regresiva para que Stanley Freed fuera enviado como parte del equipo de científicos e ingenieros a cargo de erigir la primera planta Guggenheim en el desierto chileno.

Una planta experimental en el desierto

Sin perder tiempo, los hermanos Guggenheim decidieron patentar su invento. El 7 de noviembre de 1921, Charles Lalor Burdick postuló en la Oficina de Patentes de Estados Unidos una patente titulada “Método y proceso para lixiviación del caliche y para recuperar el nitrato del mismo” en representación de Guggenheim Brothers, con la primera descripción oficial del revolucionario Sistema Guggenheim para la extracción de salitre. El 19 de enero de 1922 Cappelen Smith presentó una segunda patente, también a nombre de Guggenheim Brothers, “Fabricación de

Nitrato de Sodio”, detallando el mismo proceso de lixiviación creado en el laboratorio de Nueva York. Ambas fueron aprobadas después, el 25 de noviembre de 1924. La clave del sistema Guggenheim, tal como está descrito en estas patentes, es el magnesio libre utilizado como estabilizador para regular la solubilidad del nitrato en el Licor Madre. Por eso este nuevo método requiere menor temperatura y baja los costos de producción con relación al sistema Shanks.

Según las anotaciones de Freed en su libreta, en julio de 1922 comenzaron los preparativos para la construcción de una planta experimental de gran escala en



Extracto del Boletín Minero de enero de 1926, dedicado al procedimiento Guggenheim.

Chile. La planta fue diseñada por Charles Burdick, “quien ya había pasado unos meses antes en Chuquicamata, había hecho todos los dibujos y estaba listo para comenzar de inmediato el trabajo de construcción. Mientras que el señor P.F. Kruger, del departamento de Ingeniería en Chuquicamata, fue nombrado superintendente de construcción de la planta”. Paul Kruger ocuparía posteriormente altos cargos en la compañía y en directorios del gremio relacionados con la industria chilena del salitre. Sería el jefe de Freed y también un amigo cercano durante el resto de su vida.

El lugar escogido fue un terreno a medio kilómetro de la Oficina Cecilia, una de las siete salitreras que entonces pertenecían a la Compañía Loa, a 1.300 metros de altura sobre el nivel del mar. Era un peladero de pendiente inclinada, a 8 kilómetros de la estación de ferrocarril más cercana y a 140 kilómetros del puerto de Antofagasta. Hasta ese rincón apartado fueron despachados por barco desde Nueva York todos los equipos necesarios: la planta de trituración, los motores diésel y la planta de refrigeración. Otras maquinarias especiales como la planta de cristalización, un set de bombas de pistón y material para los tanques y tuberías fueron encargados al taller y a las tiendas de Chuquicamata. La compañía Loa prestó una pequeña cantidad de equipamientos que faltaban. Sesenta trabajadores chilenos fueron contratados para levantar a un ritmo acelerado la planta experimental

Cecilia, que según Freed, fue terminada sin contratiempos ni atrasos: su construcción comenzó el 6 de agosto de 1922 y el 1 de diciembre produjo su primer salitre.

Podemos hacernos una idea de cómo lucía entonces la planta experimental Cecilia a partir de la descripción que hizo en 1924 Belisario Díaz Ossa, director de la revista *Caliche* y uno de sus primeros visitantes: “Uno no puede evitar recibir una muy profunda impresión de esta región, situada entre dos cordilleras escarpadas, lejos de la costa, completamente privada de vegetación, agua, materiales para combustible, de todo lo que es necesario para la vida humana. Un país muy vasto, solitario, silencioso, quemado por el sol tropical, los elementos consumiendo, poco a poco, los contornos gastados de las montañas; al mediodía un calor bochornoso y noches despejadas y frías, vientos incesantes. Si hoy se puede viajar en tren o automóvil por todas las pampas, si después de un día de trabajo se descansa en las oficinas de Nitrate Company, con todas sus comodidades modernas, uno debe por fuerza pensar en el espíritu emprendedor, perseverancia y coraje de los primeros descubridores de las pampas de nitrato y en el capital requerido para crear y desarrollar una industria como esta. Ha sido necesario organizar la vida donde la naturaleza era adversa, crear pueblos, villas, puertos, caminos y rieles; encontrar agua a una distancia de cientos de kilómetros en la cordillera de Los Andes; importar desde otras partes del mundo los materiales combustibles

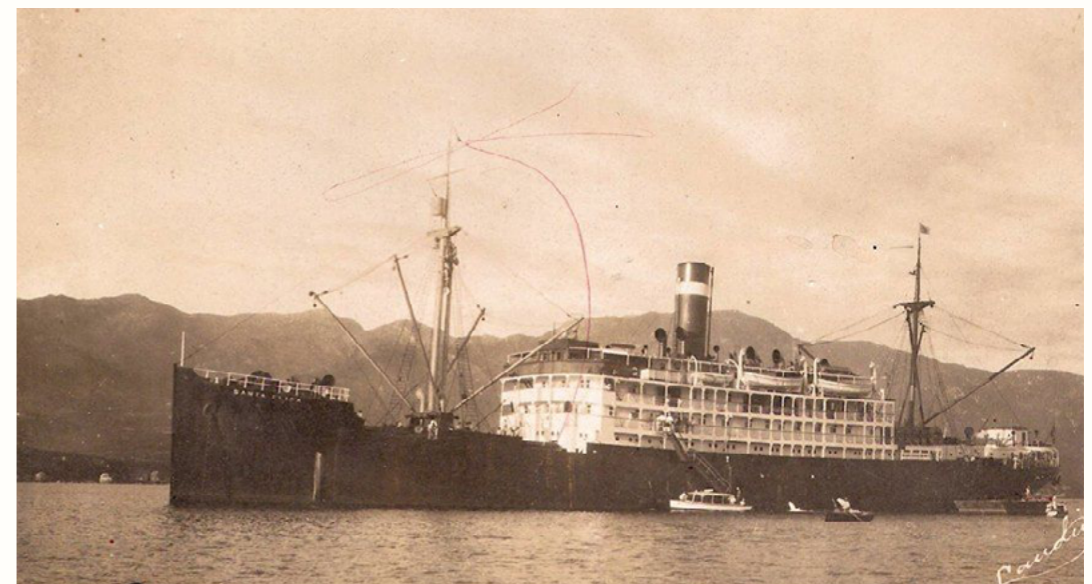
necesarios para el trabajo; los materiales de construcción; comida para las personas y forraje para el ganado”.

Por su parte, el secretismo de los experimentos fue comentado con expectación por la revista *Engineering and Mining Journal* de Estados Unidos: “Razones de negocios son entregadas para la escasa información disponible sobre la tecnología del Método Guggenheim de tratamiento, el que, sin embargo, se dice que involucra lixiviación fría o casi fría y la refrigeración de la solución para la recuperación del nitrato (...). Los autores del informe del gobierno hablan en términos elogiosos de la persistencia y habilidad de E. A. Cappelen Smith, C. L. Burdick y un equipo de cerca de 15 científicos y operadores expertos,

cuyos previos logros y registros en la hidrometalurgia del cobre son mencionados para justificar un éxito anticipado como resultado de la investigación que ahora se está haciendo (...) y concluir que el proceso ‘ofrece la mayor promesa en vista de lograr una recuperación satisfactoria de caliche de características ampliamente variadas”.

El 22 de septiembre de 1922 fue el primer día que Stanley Freed ejerció el cargo de Superintendente Asistente de Planta, es decir, el hombre de confianza y mano derecha del Superintendente de Planta, su antiguo colega de laboratorio Charles Burdick. Había llegado el 5 de septiembre a Tocopilla, en el vapor Santa Elisa que zarpó desde Nueva York rumbo a Valparaíso.

Fotografía del Vapor Santa Elisa, barco en que llegó Stanley Freed a Chile.



Men You Should Know About



Colonel Henry C. Riser

Colonel Henry C. Riser, chief clerk of the U. S. Geological Survey, resigned from the service of the Survey on March 1. On the occasion of his retirement George Otis Smith, Director, issued to all members of the Survey the following memorial of appreciation: "To the Survey members: On Feb. 5 our chief clerk, under whom all of us in the Geological Survey have served for varying periods of time, presented his request for retirement, to be effective March 1. The members of the Survey who know Colonel Riser from intimate association year in and year out could write pages of loving and deserved tribute. All of us, however, will be interested in Secretary Werk's résumé of the Colonel's service in his letter of Feb. 10 approving the request for retirement: "The records of the department show that you have been continuously in the government service since July 1, 1883, with the exception of a period of separation from Dec. 1, 1886, to June 14, 1889, about two and a half years. Your continuous service will total at the date of retirement thirty-nine years, one month, and fourteen days—as the Director of the Geological Survey states, "an exceptional record of faithful service." The records also show that you served your country in the time of war from Sept. 16, 1861, to May 29, 1865. I congratulate you upon this period of long and valuable service rendered to the Geological Survey almost from its organization. I hope that you will enjoy the release you so well merit from the cares of the responsible position you have filled so satisfactorily for so long. The knowledge that you gave your best to the service of your country in the time of war when a young man and in a civil capacity in the prime of life, will, I am sure, fill many a leisure moment with satisfaction and happy reflections."

Hugh McCrobie, formerly of Fairbanks, Alaska, is in British Guiana prospecting for diamonds. Mr. McCrobie's present address being Kamakusa, via Georgetown, British Guiana, South America.

James S. Douglas and T. A. Rickard sailed on the steamship "France" on Feb. 28 for England, on their way to South Africa, where they have arranged to visit the principal mining districts of the Transvaal and Rhodesia.

George E. Parish, consulting mining engineer of New York, is in Sicily, where he will remain until March 15, after which date he will be in Sardinia and Italy until September. His European address is Maquay & Co., bankers, Florence, Italy.

William Lawrence Saunders, past president of the A.I.M.E., has been awarded the honor cup of the University of Pennsylvania, which is each year given to the most distinguished alumnus of the institution. The presentation took place at the University of Pennsylvania Club in New York on March 3. Mr. Saunders is deputy chairman of the board of the Federal Reserve Bank of New York and a director of various large industrial corporations, and an inventor of various devices used in mining.



E. C. Saint-Smith

E. C. Saint-Smith, government geologist and one of the staff of the Geological Survey of Queensland, Australia, early last year, by special arrangement with his employers, temporarily severed his connection with that survey to fill the position of superintendent of the Mount Isa Mines, Ltd., the company owing the majority, and the principal mines in the newly discovered Mount Isa silver-lead field. In the latter capacity he organized and for six months supervised the important prospecting and development campaign now being carried out by the Mount Isa company. He has written four geological reports on the Mount Isa field—three while in the employ of the Queensland government and one for a time engaged. The last of these reports, dealing with the latest developments on the new Queensland field, was published by the Queensland Mines Department in January last, and is epitomized in the Brisbane news letter on page 420 of this issue of Mining Journal-Press. Mr. Saint-Smith has given special attention to silver-lead, tin, artesian water, coal, and iron ores, as well as to rare metals, and has examined and reported on many Australian mineral regions and mines. He has also carried out mining investigations in Tasmania (Australia) and on the French island of New Caledonia. Wielding a facile pen, his reports are lucid and interesting alike to the scientist and layman.

Obituary

Frederick Crabtree, professor and head of the Department of Mining and Metallurgical Engineering at Carnegie Institute of Technology, died on Feb. 14.

William Andrews Clark, president of the United Verde Copper Co., and one time miner, prospector, and Senator from Montana, died at his home in New York City, on March 2, from pneumonia. A sketch of Senator Clark's career will appear in our March 14 issue.



C. L. Burdick

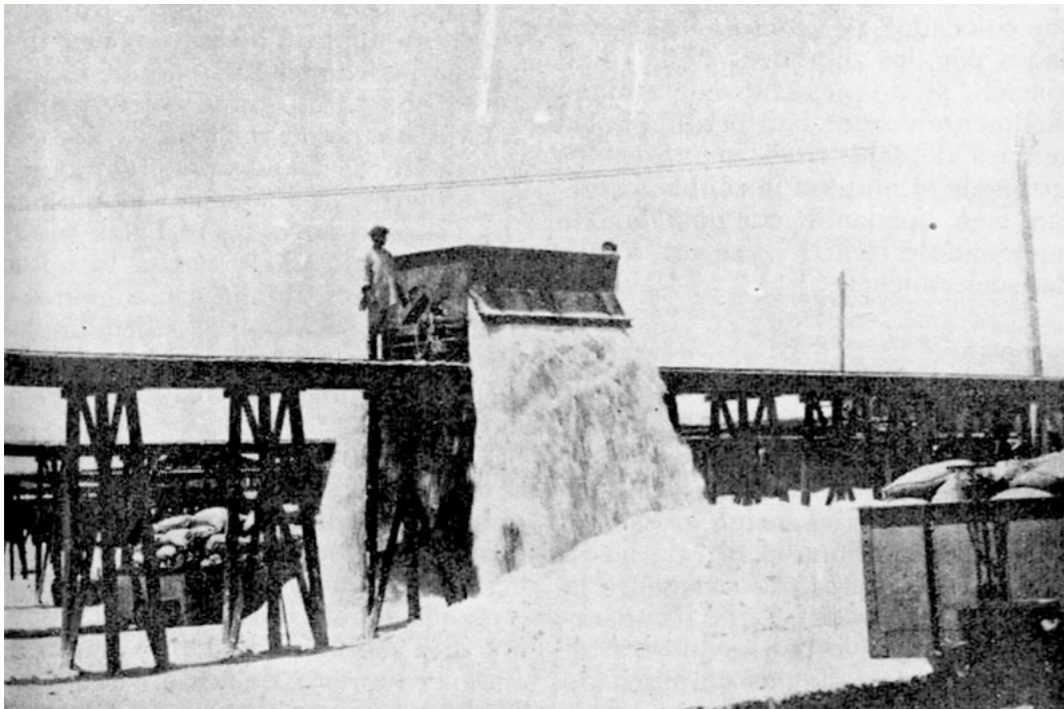
E. A. Cappelen Smith and C. L. Burdick, both of Guggenheim Brothers, sailed from New York, on Feb. 13, on the steamship "Santa Luisa," for Tocopilla, Chile, on professional business.



E. A. Cappelen Smith



Stanley Freed recién llegado a Chile, a los 32 años.



Arriba: pampa calichera. Abajo: Chancadora de salitre en la planta experimental Cecilia. Boletín Minero, enero 1926.

Freed no detalló en sus apuntes donde se alojaron él y el equipo de 15 especialistas norteamericanos contratados por la compañía Guggenheim Brothers. Las opciones disponibles no eran muchas. La recién construida planta experimental del Sistema Guggenheim en la oficina salitrera Cecilia estaba aislada y a 500 metros de las instalaciones de la oficina. El investigador Patricio Espejo, en un levantamiento que hizo del sitio en 2019, identificó un área de construcciones de madera donde estaban los laboratorios, las oficinas y muy posiblemente espacios para alojamiento, ya que debía haber supervisión química y la planta experimental funcionaba de manera continua, por turnos. Por otro lado, tanto Freed como Burdick trabajaron en Chuquicamata durante ese período, por lo que es probable que alternaran su estadía en el Campamento Americano de Chuquicamata y la propia planta experimental de Cecilia. Tampoco puede descartarse que pernoctaran en instalaciones de la Compañía El Loa, aunque esto es más dudoso, ya que su trabajo era confidencial.

En cambio, en su informe Freed hace una lista del equipo completo contratado por Guggenheim Brothers para construir y operar la planta Cecilia, con las fechas de su llegada y de su retiro

Stanley Freed menciona que la planta operó de manera continua desde el 1 de diciembre de 1922 hasta el 18 de octubre de 1923 y que durante ese tiempo fueron tratadas 125 cargas de caliche de 40 toneladas cada una. 95 de las cargas de

C. L. Burdick *Superintendente de Planta.*
Agosto 22 – Septiembre 23.

H. C. Freuchte *Ingeniero Experto en Diésel.*
Mayo 23 – Octubre 23.

P. F. Kruger *Superintendente de Construcción.*
Agosto 22 – Noviembre 22.

R. E. Beckett *Capataz de la Planta de Filtración.*
Junio 23 – Octubre 23.

E. S. Freed *Superintendente Asistente de Planta.*
Agosto 22 – Abril 24.

M. B. Littlefield *Capataz de turno.*
Septiembre 22 – Abril 24.

R. P. Miller *Gerente de Negocios.*
Agosto 22 – Abril 24.

R. P. Pollord *Capataz de turno.*
Septiembre 22 – Enero 24.

L. L. Snyder *Superintendente Mecánico.*
Mayo 23 – Febrero 24.

J. H. Flint *Capataz de turno.*
Septiembre 22 – Enero 24.

E. E. Rowe *Diseño de Planta.*
Diciembre 22 – Septiembre 23.

H. Atkinson *Capataz asistente de turno.*
Diciembre 22 – Septiembre 23.

G. D. H. Ross *Capataz asistente de turno.*
Septiembre 22 – Noviembre 23.

S. H. Cook *Capataz asistente de turno.*
Septiembre 22 – Abril 24.

J. B. McCue *Capataz asistente de turno.*
Septiembre 22 – Abril 24.

H. H. Morgan *Químico Jefe.*
Septiembre 22 – Octubre 23.

caliche provenían de las pilas en reserva de la oficina Cecilia y las restantes, de oficinas como María, Ossa, Los Dones y Araucana. Las primeras 50 cargas fueron tratadas con el proceso de percolación hacia arriba, el mismo que había resultado exitoso en la pequeña planta piloto de Nueva York. Pero al replicar el método en la planta a gran escala, la percolación hacia arriba falló porque las soluciones que subían formaban canales en la carga y el caliche no se lixiviaba de manera uniforme. Freed cuenta que entonces probaron invertir el proceso de percolación hacia arriba por uno de percolación hacia abajo. Para que la solución pudiera percolar a través de toda la carga de 40 toneladas, era necesario remover los finos, una especie de polvo delgado y barro con salitre que se producía durante la lixiviación del caliche. Por lo tanto, tuvieron que crear un nuevo proceso separado de tratamiento de los finos, con una planta filtradora.

El equipo de la planta para filtrar los finos fue instalado entre abril y mayo de 1923, junto con una nueva generadora diésel de 150 H.P. para los gastos adicionales de energía.

“El proceso de percolación hacia abajo del caliche grueso y filtración de los finos dio excelentes resultados con todos los caliches que contenían nitrato como NaNO_3 libre”, escribió Freed.

En cambio, con el caliche de las oficinas Araucana y Ossa, en el que entre el 25 y 50 por ciento del nitrato de sodio estaba presente como sal doble darapskita, más

difícil de disolver, fue necesario cambiar levemente el proceso. Esta modificación consistió en calentar el Licor Madre a unos 50 grados Celsius. “A esta temperatura el nitrato de sodio de la sal doble darapskita es soluble en el Licor Madre”, anotó.

Stanley también contó en su informe que la planta piloto del laboratorio en Nueva York fue trasladada en barco y vuelta a montar en Cecilia. Y que todos los cambios que se hacían en la planta grande se repetían en paralelo en la planta pequeña, para chequear doblemente los resultados.

Durante el tiempo que operó, la planta experimental Cecilia recibió a varios visitantes, de los que Freed también dejó registro: en febrero y marzo de 1923 el ingeniero jefe de Guggenheim Brothers, E. A. Cappelen Smith y Paul H. Mayer pasaron tres semanas en la planta para estudiar el trabajo que se estaba haciendo.

En septiembre, el ya mencionado Belisario Díaz Ossa visitó la planta durante cinco días, con el propósito de preparar un informe para la Oficina de Patentes de Chile.

Otros visitantes ilustres que estuvieron al menos unas pocas horas en la planta, según Freed dejó anotado, fueron: Agustín Edwards, embajador chileno en Inglaterra; Mr. Simons, de Lockett Brothers; Doctor H. Foster Bain, de la Oficina de Minería de Estados Unidos; Col. Williamson y Fred Hellmann, de Guggenheim Brothers; Burr Wheeler, de Chile Exploration Company; E. W. Elliot, Guillermo Tapia y Luis Tapia, de Loa Company, entre otros.

Un tiempo después de su visita, Belisario



Fotografía publicada en Boletín Minero número 321, enero de 1926.

Vaciando bateas de chancamiento

Díaz Ossa publicó el artículo “La industria chilena del nitrato” en la revista *International Review of the Science and Practice of Agriculture*, donde le da crédito a Charles Burdick y a Stanley Freed por resolver el problema de la darapskita. En él se lee:

“La mayor parte de los depósitos de caliche, llamados caliches de salar, pertenecientes a una formación secundaria, tienen sulfato y nitrato en proporciones muy cercanas a las proporciones equimoleculares y no se disuelven normalmente (...). La dificultad

ha sido superada por los doctores Burdick y Freed de la conocida firma Guggenheim Brothers, que ha tomado el estudio de este sistema (...). Descubrieron que algunos elementos radicales de sustancias químicas toman el lugar de la molécula de nitrato en la darapskita, combinando con el sulfato de sodio y formando otros compuestos insolubles. Estos elementos, llamados estabilizadores o estabilizantes son entre otros: potasio a una concentración de 16 g o más por litro (...) y calcio (...). Los experimentos

han probado que la solubilidad del total del nitrato en el caliche ocurre:

- 1) Con el aumento de concentración de la sustancia consolidadora.
- 2) Con el aumento de temperatura.
- 3) Con la calidad del material usado.

Estos factores estabilizantes no solo hacen posible extraer por lixiviación todo el nitrato del caliche, sino que ayudan a la precipitación del nitrato por enfriamiento artificial, obteniendo un depósito de esta sustancia mayor de la que se podría obtener de cualquier otra forma”.

Desde el 18 de octubre al 19 de enero de 1924, la planta se usó para hacer pruebas de demostración a los visitantes. También se hicieron algunas pruebas de ingeniería para testear un nuevo tipo de máquina de cristalización. Entre enero y el 15 de abril de 1924, cuenta Freed, la planta fue completamente desmantelada y los equipos empaquetados y enviados a Chuquicamata para ser guardados en bodegas. Él mismo participó hasta el final en el cierre de Cecilia. La planta experimental había cumplido su ciclo, porque los hermanos Guggenheim tenían faraónicos planes para expandir su nuevo método de lixiviación por la pampa chilena.

Los hermanos Guggenheim

El éxito demostrado en Cecilia se alineó con una oferta tentadora que recibieron los Guggenheim de parte de Anaconda Copper Corporation en 1923. Por entonces los socios de Guggenheim Brothers eran Daniel (67), Murry (65), Solomon (62), Simon (56) y William C. Potter, anterior vicepresidente de Morgan-Guaranty y colaborador de los Guggenheim en Alaska, quien no era parte de la familia, pero fue incorporado como socio por los hermanos; y Harry (hijo de Daniel) y Edmond (hijo de Murry), representando a la nueva generación. Los hermanos mayores ya estaban pensando en retirar sus ganancias y pasarles la posta de los negocios a sus herederos Harry y Edmond, que por entonces bordeaban los 33 y 35 años, respectivamente. Fue justamente entonces que Anaconda Copper Corporation les ofreció comprar 2 millones de las 3,8 millones de acciones de Chile Copper (la empresa que controlaba Chuquicamata) por 70 millones de dólares en efectivo.

Recibir 70 millones de dólares en billetes mientras aún mantenían 1,8 millones de acciones era una propuesta muy tentadora para los Guggenheim más viejos. Daniel envió un memorándum a los socios expresando un interés favorable a la oferta de Anaconda y llamó a una reunión de todos los socios para tomar la decisión.

Según relata el libro *The Guggenheims*,

an American Epic, de John H. Davis, el encuentro se realizó en la larga mesa de caoba de la sala de los socios, en el piso 35 del edificio Equitable Building. Y resultó ser una de las más violentas y conflictivas en la historia de la familia Guggenheim.

A favor de vender estaban los hermanos mayores: Daniel, Murry, Simon y William C. Potter. Solomon, el cuarto de los hermanos, estaba indeciso. A favor de quedarse con Chuquicamata estaban los jóvenes: el hijo de Daniel, Harry, y el hijo de Murry, Edmond. La discusión duró varias horas. Daniel Guggenheim argumentó apasionadamente. Era el momento de retirarse y cosechar lo sembrado. ¿Acaso los jóvenes tenían alguna idea del riesgo que tomaron sus padres, desarrollando una mina a 2.870 metros de altura en Los Andes, sin agua, energía, caminos ni trabajadores capacitados disponibles? Que ahora pudieran cobrar 70 millones de dólares en efectivo por esa gigantesca apuesta era demasiado bueno como para rechazarlo.

Para los jóvenes Harry y Edmond, vender la mina de cobre más rica de la Tierra, cualquiera fuera el precio, era una locura. A diferencia de sus padres y tíos, que solo pasaban unos días de visita al año en Chile, ellos habían gastado sus años de juventud aguantando el polvo y el frío de los campamentos mineros para levantar Chuquicamata desde cero. Si vendían la mayor mina de cobre del mundo, ¿qué sentido tenía seguir siendo socios de Guggenheim Brothers? ¿Qué les quedaría?

Al final, los mayores ganaron. Daniel,

Murry, Simon, William C. Potter y Solomon votaron a favor de vender, ante la oposición de los dos hijos. Una mayoría de dos tercios bastaba, según la escritura de la sociedad. Días después, Harry y Edmond renunciaron a Guggenheim Brothers. Sus padres y sus tíos se habían salido con la suya, pero habían perdido el vínculo empresarial con sus hijos, lo que les costaría caro en el futuro. Desde ese momento en adelante, los Guggenheim no volverían a recuperar la unión familiar que los había caracterizado en el pasado. Aunque seguirían teniendo grandes logros, campearían las rivalidades, envidias, divorcios, rupturas y peleas, según la biografía *The Guggenheims, An American Epic*, de John H. Davis.

La venta de Chuquicamata fue la mayor venta privada de una propiedad minera en la historia del mundo hasta entonces. La prensa norteamericana comentó que con esta operación, los Guggenheim habían logrado amasar más dinero en menos tiempo que cualquier otra familia en la historia de Estados Unidos, a excepción de sus archirrivaes, los Ford.

Pero el patriarca de los Guggenheim no aguantó por mucho tiempo dedicarse a tomar sol bajo palmeras. Poco después de la conflictiva venta, Daniel Guggenheim regresó súbitamente de su retiro y declaró que invertirían las ganancias de Chuquicamata en el salitre.

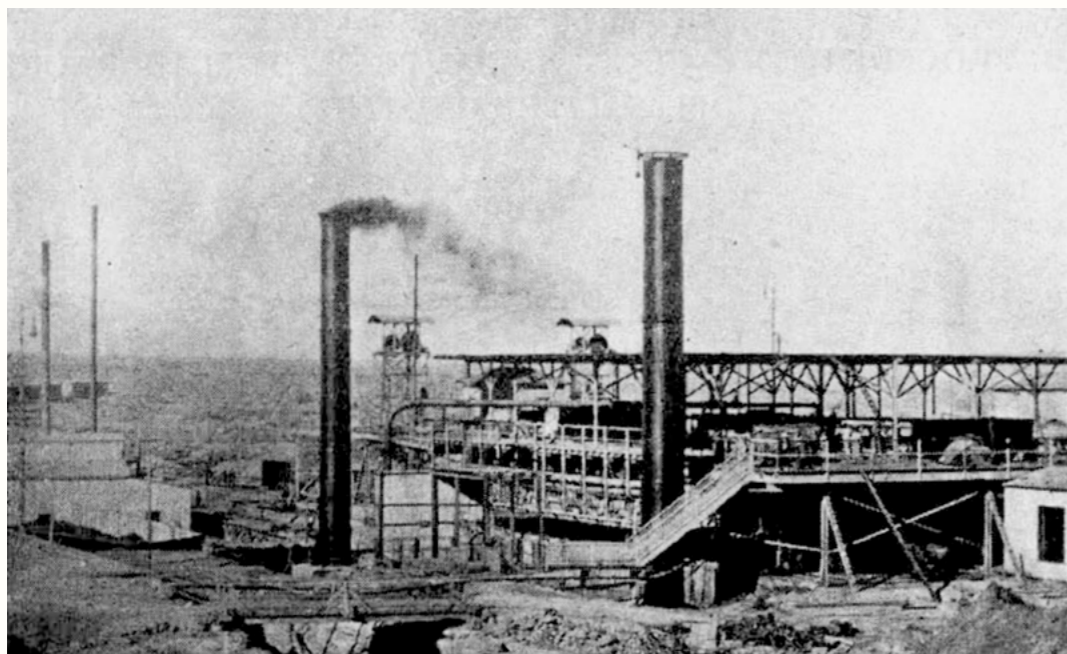
A pesar de la rabia que aún le guardaba a su padre por la transacción de Chuquicamata, Harry Guggenheim era un ardiente defensor de la inversión en

el nitrato de sodio. El propio Harry había explicado en distintas ocasiones que la entrada de los Guggenheim al salitre se basaba en dos antecedentes: que el nuevo proceso creado por la firma reduciría enormemente el costo de producción y que podrían convencer al gobierno chileno de bajar o eliminar el impuesto a las exportaciones de nitratos.

La primera premisa había sido probada en el laboratorio de Nueva York y en la planta experimental Cecilia. El nuevo sistema de producción de nitrato diseñado por Cappelen Smith, Burdick, Freed y su equipo, permitía tratar el mineral en

lotes grandes. Este método de refinación, sumado a técnicas de extracción en masa, superaba con creces al sistema Shanks. El sistema Guggenheim podía tratar caliches de 8 por ciento de ley, mientras que el porcentaje mínimo en el sistema Shanks era de 15 por ciento. El nuevo método reducía los costos de producción entre un 20 y un 25 por ciento según el artículo de Thomas O'Brien, *Rich beyond the dreams of avarice: The Guggenheims in Chile*.

En 1923, la posibilidad de reducir el costo de producción del nitrato en un 25 por ciento era razón suficiente para invertir. Ese año los precios de la Asociación



Vista general de una máquina del sistema Shanks. Boletín Minero, enero de 1926.

de Productores de Nitrato eran de los más altos en la historia de la industria. Las oficinas Shanks más eficientes obtenían 11,02 dólares por tonelada. Por lo tanto, los Guggenheim podían esperar un retorno de 16,22 dólares por cada tonelada usando su nuevo sistema que era un 25 por ciento más barato, si las condiciones se mantenían, explica Thomas O'Brien en su artículo *Rich beyond the dreams of avarice: The Guggenheims in Chile*.

O'Brien sugiere que era muy improbable que los Guggenheim contemplaran un escenario sin precios controlados, que había sido la norma en la historia del salitre. La industria de los nitratos en Europa –donde reinaba la producción del nuevo nitrato sintético– también se estaba volviendo altamente concentrada a través de monopolios o carteles. Con Chile, Alemania e Inglaterra controlando el 88 por ciento de la producción de nitratos, las perspectivas para un cartel internacional parecían lógicas. Con menores costos de producción en Chile y Europa, se podría bajar los precios mundiales del nitrato y aún así disfrutar de ganancias. Estas proyecciones eran las que seguramente alimentaron la visión de Daniel Guggenheim de una riqueza a partir del salitre.

El 15 de septiembre de 1924 los Guggenheim compraron, en remate público del gobierno chileno, un terreno rico en caliche de 56 kilómetros cuadrados en Coya Norte y comenzaron a construir una oficina salitrera que incorporaría su nueva tecnología. En 1925 se inició la

construcción de la nueva planta y el 22 de noviembre de 1926 partió la producción, con una capacidad de 600 mil toneladas métricas anuales. Es decir, cuatro veces superior a la producción de Chacabuco, la planta más grande del sistema Shanks, como describe el historiador Eugenio Garcés en *Las ciudades del salitre*. En 1925 compraron la Compañía Anglo Chilena de Nitratos y Ferrocarriles, con lo que añadieron tres refinерías, una línea de tren e instalaciones portuarias a sus instalaciones. Como todo imperio que se precie, no solo querían entrar en la industria del salitre en Chile: la iban a conquistar, a monopolizar y a expandir.

Mientras tanto, Stanley Freed se dedicaba a su trabajo en el laboratorio y en sus ratos libres exploraba la pampa todo lo que podía. En un escrito titulado “Posibilidades mineras”, fechado el 30 de diciembre de 1922, cuenta que durante sus primeros tres meses en Chile había realizado, junto a algunos de sus compañeros, numerosos viajes de exploración. En todos ellos “he estado llevando todos los aparatos que me era posible cargar para estudiar la ocurrencia de caliche en el terreno y la manera de minarlo, con referencia especial a la posibilidad de aplicar métodos de explotación estandarizados de grande escala”, escribe. Mientras sudaba acarreado por la pampa los instrumentos de medición, su mente ansiosa de conocimiento miraba más allá del proceso específico que estudiaban en la planta experimental y trataba de entender el caliche en su totalidad. Se encontró

con que el caliche no era fácil de estandarizar. “En mi mente no ha aparecido aún ninguna solución obvia o universal al problema de explotar el caliche. Es realmente mucho más complejo de lo que parece al principio”, reflexionó. “Una cosa que destaca de forma más prominente y que me ha impresionado en todas partes es la gran irregularidad de los depósitos de caliche. Esta irregularidad puede ser clasificada en:

- 1) Manchas.
- 2) Variedad.
- 3) Sobrecarga variable”.

Describe con asombro la tendencia del caliche más explotable a aparecer en manchas o parches muy marcados en el terreno, que podían tener desde unos pocos metros cuadrados de extensión a manchas kilométricas. La profundidad en que se encontraba el caliche (desde un metro a seis metros bajo tierra) y las características del terreno también variaban desde un polvo blanco suave hasta un duro granito. Más perplejidad aún le provocaba la diversidad que presentaba el caliche: “Mis observaciones han sido que dentro de los confines de una sola oficina salitrera uno va a encontrar depósitos de tantas variedades y tipos de caliche, como los que podría encontrar en la totalidad de los campos de nitrato (...). Parece ser que ningún método de minería va a ser de aplicación universal y que cada tipo de campo calichero tendrá que ser resuelto por sí mismo”, concluye Freed en los primeros meses de exploración.

En cuanto a las reservas de caliche disponibles en la pampa, el ingeniero químico veía posibilidades casi infinitas. “Mis observaciones son que los depósitos han sido escasamente tocados, tanto en las pampas, donde el trabajo ha continuado por largo tiempo, como en las regiones cercanas aún sin tocar (...). No creo que más del 20 por ciento de las reservas originales hayan sido explotadas, y esto solo ha ocurrido a corta distancia de ambos lados de la línea férrea”.

En esos intensos meses explorando su objeto de estudio en terreno y en los libros, el Doctor Freed concluyó: “Nunca se ha hecho un estudio preciso o fundamental de la química del caliche, ni desde el punto de vista mineralógico ni físico o químico. Gran parte del material que está disponible es defectuoso y engañoso. Y los intentos de establecer nuevos procesos o mejorar los antiguos han fracasado por la falta de una guía de datos científicos adecuados”.

La falta de información científica adecuada, la dificultad para clasificar y estandarizar el caliche por su enorme variabilidad y las grandes riquezas que encerraba este mineral despertaron la ambición científica de Stanley Freed. Deseaba desentrañar los secretos del caliche con el método y el rigor del laboratorio. No descansaría hasta llegar a ser “el hombre que en el mundo tenía el más completo conocimiento de las características físicas y químicas del caliche”.

3

El nacimiento del
sistema Guggenheim
en María Elena
y Pedro de Valdivia



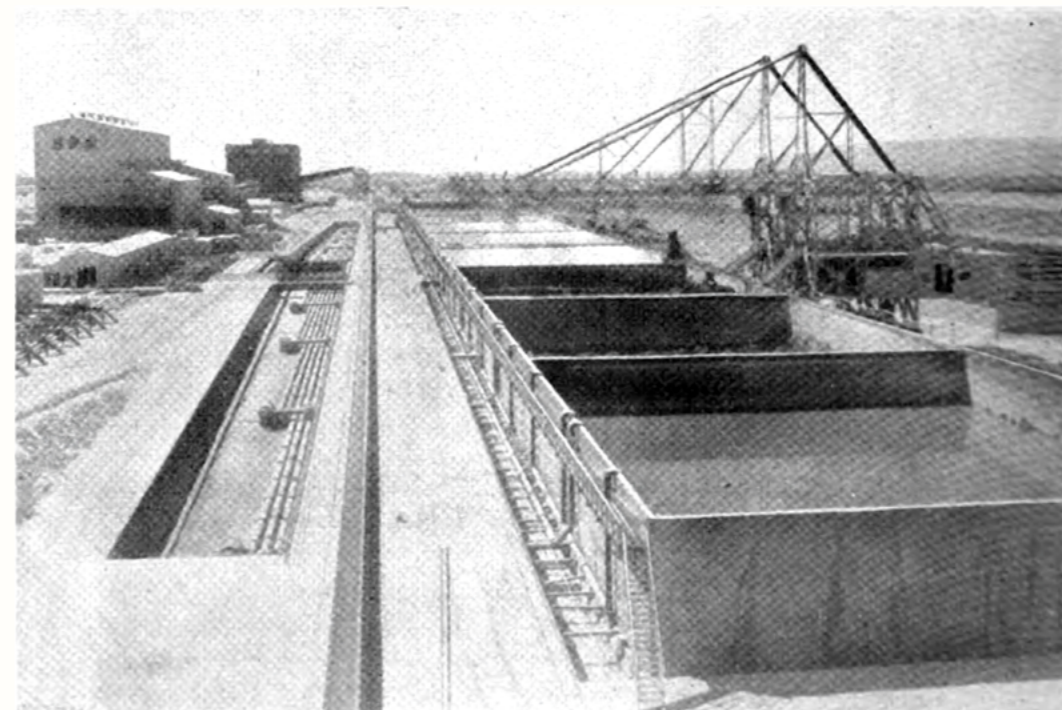
Las adquisiciones de los Guggenheim no terminarían con la oficina Coya Norte –la que después sería rebautizada María Elena–. En 1926, compraron también la Compañía Anglo Chilena de Nitratos y Ferrocarriles, con lo que añadieron tres refinerías, una línea de tren que tenía convenientes paradas en sus futuras plantas salitreras, e instalaciones portuarias en Tocopilla, para transportar miles de toneladas de salitre directamente desde el tren hasta las embarcaciones. Como todo imperio que se precie, no solo querían entrar en la industria salitrera en Chile: la iban a conquistar, a monopolizar y a expandir.

Finalmente, en junio de 1929, los Guggenheim compraron la Lautaro Nitrate Company, el productor de nitrato más importante en Chile. La adquisición de todas estas compañías se debía, en parte, a las ambiciones monopólicas de los Guggenheim, que deseaban tener el dominio total sobre la industria del salitre en Chile. Otro gran motivo era las economías de escala requeridas para el proceso Guggenheim. Elias Cappelen Smith, el ingeniero jefe de los Guggenheim, se dio cuenta de que tendría que doblar el tamaño de la planta de María Elena para alcanzar los objetivos de producción a gran escala que necesitaba el sistema Guggenheim para que resultara rentable. Por lo tanto, necesitaban más pampas calicheras que alimentaran al coloso de María Elena y construir otra planta Guggenheim aún mayor en capacidad: así fue que, en 1930, comenzó la edificación de la oficina Pedro de Valdivia.

Con estas propiedades y proyectos de dimensiones monumentales, y sumadas otras nuevas, los Guggenheim lograrían controlar, en menos de cinco años, más del 63 por ciento de toda la producción de la industria del salitre en Chile. La firma consolidó estas propiedades bajo una nueva empresa llamada Anglo-Chilean Consolidated Nitrate Company, dedicada a explotar el salitre con el nuevo sistema Guggenheim. El presidente era Elias Cappelen Smith, y como directores figuraban Agustín Edwards M., Charles Burdick y Paul H. Mayer, además de Simon, Salomon, Murry y Harry Guggenheim, entre otros. Stanley Freed fue contratado como superintendente de investigación y consultor técnico del directorio para las decisiones comerciales y tecnológicas que tuvieran que ver con el nuevo sistema.

En cada una de las enormes inversiones que se hicieron en esos años, Stanley Freed fue el explorador de avanzada de los Guggenheim. Confiando en su ojo experto y en su rigor científico cuajado en el MIT, la firma lo enviaba a estudiar en terreno y, a partir de sus recorridos, escribía informes que seguramente fueron insumos importantes para zanjar los negocios en el piso 35 del Equitable Building en Nueva York.

En el reporte titulado Examinación de Coya Norte, fechado en marzo de 1924 –seis meses antes de que los Guggenheim concretaran la compra del estratégico terreno donde levantaron la famosa planta de María Elena–, anotó: “En marzo de 1924 fue realizado un examen de los terrenos



Tanques de lixiviación del Proceso Guggenheim en la Planta Pedro de Valdivia. Fotografía publicada en el artículo *The New Chilean Nitrate Industry*.

de nitrato de Coya Norte para Guggenheim Bros por los señores W. A. Perkins y E. S. Freed, asistidos por M. B. Littlefield y B. McCue”. A continuación, detalló la extensión de las prometedoras tierras de Coya Norte: un terreno rectangular rico en nitrato en la provincia de Tocopilla, de 10 kilómetros de largo de este a oeste, por 8 kilómetros de ancho, de norte a sur. Limitaba al sur con la localidad Coya Sur, propiedad de Anglo-Chilean Nitrate and Railway Company, y al este con la línea de tren de la misma compañía Anglo-Chilean, que adquiriría Guggenheim Brothers al año siguiente.

Freed describió en su informe que él y Perkins tomaron muestras de cerca del 10 por ciento de los tiros (agujeros perforados en la pampa para efectuar las tronaduras) en el área rica en caliche y en el área estéril. A partir de esas muestras, midieron los porcentajes de nitrato de sodio presentes en el caliche, la profundidad en que se encontraba y la calidad. Detalló, además, las propiedades físicas y químicas de los distintos tipos de caliche encontrados en el terreno y los posibles costos de producción. También anotó meticulosamente las facilidades de transporte y de líneas de tren y la disponibilidad de agua. Es decir, hizo una evaluación integral, con cifras y datos que seguramente fueron importantes para decidir instalar ahí la primera planta de escala industrial del nuevo sistema Guggenheim.

La línea de tren desde Tocopilla a las pampas salitreras impresionó al científico por su compleja ingeniería y vertiginoso trayecto en un ascenso empinado y de curvas infartantes.

Primera portada de la revista *Caliche*. El director era Belisario Díaz Ossa, quien en septiembre de 1923 pasaría cinco días en la Planta Experimental Cecilia.



Al mes siguiente, Stanley Freed registró un segundo reporte en terreno, titulado Informe sobre las Propiedades de la Compañía Anglo-Chilean Railway and Nitrate Co., fechado en abril de 1924 y firmado por James Chambers, W. A. Perkins, E. S. Freed y M. B. Littlefield. Se trataba de los mismos terrenos y vías férreas que Guggenheim Brothers comprarían en 1925.

Con su redondeada caligrafía, el doctor Freed describió el estado del tren a vapor y los 153 kilómetros de empinadas vías férreas que cubrían desde el puerto de Tocopilla hasta las pampas salitreras de El Toco, el sector donde cinco años después se levantó Pedro de Valdivia, la segunda gran planta salitrera de los Guggenheim, a 30 kilómetros de María Elena.

La línea de tren, inaugurada en 1889, impresionó al científico por su compleja ingeniería y vertiginoso trayecto, que desafiaba los altos cerros que rodean Tocopilla en un ascenso empinado y de curvas infartantes. “Partiendo desde Tocopilla, el tren serpentea en su camino a través de cañones por una distancia de 27,5 kilómetros a Estación Barriles, cuya altitud es de 1.000 metros. La línea sigue una gradiente de 4 por ciento para toda esa distancia”, escribió. Es decir, cada un kilómetro la línea se elevaba 40 metros. También añadió que los carros se manejaban con frenos de mano y que, según Mr. Chambers, instalar frenos de aire costaría 261 dólares por carro. “A pesar de los frenos de mano y la gradiente empinada, la compañía solo ha tenido un accidente serio. Un tren completo se des-

carriló y se cayó por el barranco. Toda la tripulación murió”, relató Freed. Después de hacer un completo inventario del tren a vapor, los talleres, las estaciones, los telégrafos y todas las instalaciones férreas, concluyó que “el costo estimado de cambiar la línea y material rodante va desde los 42.000 a los 112.000 dólares”.

El informe continuaba describiendo minuciosamente la tecnología e infraestructura de las instalaciones portuarias de Tocopilla y de las plantas salitreras de la compañía Anglo-Chilean conectadas por el tren: Coya, Santa Isabel y Peregrina, que funcionaban con el entonces habitual sistema Shanks.

El agua era un ítem importante de considerar, debido a su extrema escasez en la zona. En su reporte, Stanley Freed cuenta que toda el agua usada en las calderas del tren, en las casas del pueblo de Tocopilla y en las salitreras de la pampa era agua destilada. En Tocopilla, según su informe, había dos plantas desalinizadoras de 300 y 250 toneladas diarias cada una, que destilaban el agua del mar. Y en el río Loa, salino y próximo a El Toco, había otra planta destiladora. En Tocopilla, se vendían 3.500 toneladas mensuales del agua producida por la planta para usos domésticos. En Coya, el agua era escasa y provenía de Chacance, en el Loa, a 10 kilómetros de distancia. “El agua se vende a los trabajadores a 10 centavos cada balde de 18 litros”, escribió Freed.

El ingeniero químico, que mantuvo durante toda su vida un interés en la arquitectura, también dedicó un espacio a describir las viviendas de Santa Isabel, Pere-

grina y Coya. Como era habitual en aquella época, los campamentos y pueblos salitreros eran extremadamente segregados, con barrios separados para los empleados profesionales y los obreros. Freed anotó en su informe que “el *staff*” –categoría que correspondía a los ejecutivos e ingenieros de la compañía, mayoritariamente extranjeros– vivía en buenas casas con sala de estar, pequeñas bibliotecas con pianos junto a canchas de tenis, hospital y cine. En contraste, registra crudas descripciones de los alojamientos entregados a los obreros de estas tres salitreras: “Están en condiciones muy insatisfactorias, excepto una hilera de 24 casas nuevas en Santa Isabel. Todas las casas antiguas son de construcción de calamina y no tienen pisos ni techos, por lo tanto las personas viven como animales en establos”. Stanley Freed no escondió su disgusto ante el hecho de que, aparte de escuelas, tiendas y policía para mantener el orden, en los barrios obreros de las salitreras “no hay esfuerzos de ningún tipo para mejorar el bienestar. Esto es especialmente cierto en lo que respecta a la higiene, ya que no hay baños, excusados o sistema de alcantarillado en uso. Tampoco se hacen esfuerzos por enseñar mejores métodos de vida”.

En los años siguientes, Stanley Freed tuvo la satisfacción de ayudar a levantar desde cero las enormes y modernas oficinas salitreras María Elena y Pedro de Valdivia, las primeras operadas con el sistema Guggenheim, acompañadas de sus respectivos pueblos. Aunque la segre-

gación entre empleados norteamericanos y chilenos siguió estando marcada por distritos separados, la calidad de vida y de viviendas de los trabajadores mejoró enormemente respecto a lo que vio en los recorridos por los precarios barrios obreros de las oficinas Shanks.

Mientras sus hermanos y antiguos amigos en Estados Unidos comenzaban a casarse y a formar sus familias, Stanley siguió llevando una vida austera y aislada, dedicado por completo a su trabajo en la inmensidad del Desierto de Atacama. En 1923, mientras exploraba posibles explotaciones salitreras para los Guggenheim, su hermano Loring se casó en Ohio y tuvo tres hijos. Pocos después, se casó Charles, el menor de los Freed, en Norfolk, Virginia. A esa ciudad se habían mudado sus padres, Clark Freed y Juda Weimer. Allí, su padre abrió una panadería y compró algunas propiedades que se dedicó a administrar en sus años de vejez, tal como relata Espejo en su libro sobre el ingeniero químico.

Entre 1922 y 1926, Stanley Freed solo conoció a sus sobrinos por cartas y mantuvo escaso contacto con sus antiguos amigos y compañeros de universidad. Pero no se sentía solo, ya que en esos años lo sostuvo la épica de ver crecer, donde antes solo había existido un desierto estéril y polvoriento, las innovadoras plantas salitreras de María Elena y Pedro de Valdivia con sus pueblos modelo y sus respectivos cines, piscinas, salones de baile, canchas deportivas y restaurantes.

Casa tipo “C” para personal empleado de María Elena, es decir, profesionales de rango medio. Fuente: Archivo Nacional, Fondo del Salitre.



Personal de la salitrera María Elena en 1928, frente a las oficinas.

La revolución del sistema Guggenheim

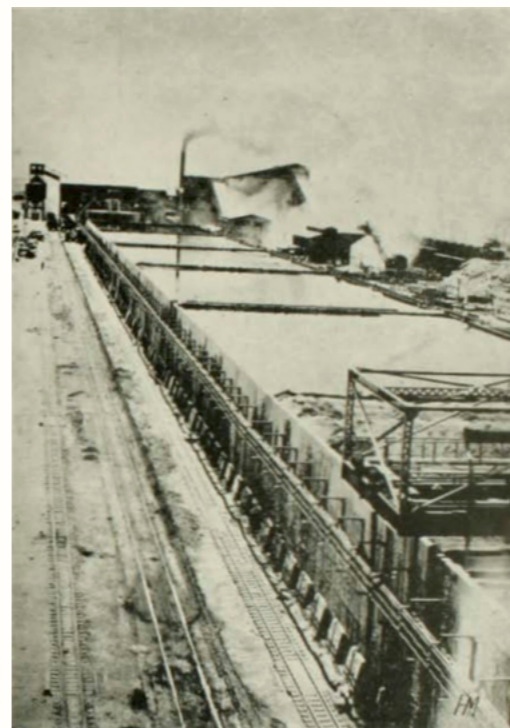
Así, la nueva Coya Norte se convirtió en la primera oficina salitrera pensada para estrenar el recién patentado sistema Guggenheim: lixiviación a baja temperatura, uso metódico del Licor Madre, alta mecanización y la presentación final del producto como salitre granulado, una novedad distintiva frente al salitre cristalizado de las oficinas Shanks, que funcionaban desde 1876.

La construcción de la planta estuvo supervisada por el ingeniero norteamericano A. Wilcox, con Cappelen Smith a la cabeza del proyecto y con Stanley Freed como superintendente de investigación. La nueva oficina se planificó con una capacidad de 500 mil toneladas métricas anuales, una escala nunca vista hasta entonces en la industria del salitre: cuadruplicaba la producción de Chacabuco, la planta más grande del sistema Shanks. Las maquinarias, los equipos y el montaje fueron encargados a ingenieros y a maestranzas norteamericanos. El objetivo era mecanizar todo el proceso, desde la mina hasta la planta. Las máquinas, las palas, las dragas, las poleas y los carros eléctricos reemplazaron a gran parte de los trabajadores que picaban y cargaban el caliche a mano. El trabajo pasó a ser continuo, a escala industrial, para conseguir que el salitre natural se volviera más competitivo en costos en comparación con los fertilizantes sintéticos europeos.

En 1926, se terminó la construcción de la planta, y el 22 de noviembre de ese año entró en producción. Cuando llevaba cinco meses en marcha, el 2 de abril de 1927, falleció la esposa del ingeniero jefe Elias Cappelen Smith, Mary Ellen Condon. Ella había estado muy presente en las actividades públicas de la salitrera y era colaboradora asidua en la parroquia del recién creado pueblo salitrero, lo que la volvió tanto o más conocida que su marido. Cuando se supo de su muerte, los trabajadores le propusieron a Cappelen Smith rebautizar la Oficina Coya Norte como “María Elena”. Años más tarde, el ingeniero noruego se volvería a casar con una chilena: la viñamarina Carmen Muñoz Arlegui, hija del Contralmirante Joaquín Muñoz Hurtado.

El lanzamiento de la nueva planta de los Guggenheim coincidió con un aumento de la demanda por el salitre chileno entre 1926 a 1929.

Esto significó un gran viento a favor para María Elena, la que comenzó, en 1926, procesando 260 mil toneladas de salitre y cuya producción aumentó, gradualmente, “a medida que se allanaban las dificultades de la nueva planta” y “hasta que hubo evidencia de que la planta tendría una capacidad de 500.000 toneladas de salitre por año y recuperaría la doble cantidad de salitre de una extensión dada de terreno calichero de la que sería posible con el sistema Shanks”, según señala *El Manual del Salitrero* publicado en Chile en 1930, dedicado al Procedimiento Guggenheim Brothers.



Como superintendente de investigación y consultor técnico, a Stanley Freed le tocó, en esos primeros años, resolver los problemas –pequeños y grandes– que surgían al implementar el nuevo proceso a una escala tan monumental como la de María Elena. Perfeccionar el sistema Guggenheim era un tema de nunca acabar, como él mismo explicó en una carta que publicó en 1937 la revista *Technology Review*, del MIT Alumni Association: “Lo llamo ‘nuevo proceso’ con reserva, ya que el proceso ha estado en operación hace 11 años, pero siempre surgen nuevos problemas. La recuperación del yodo de las soluciones de nitrato –y del subproducto sulfato de sodio, un nuevo desarrollo– ocupa una buena parte de mi tiempo”, les cuenta a sus excompañeros.

Uno de los problemas que se encontró cuando la planta recién se puso en funcionamiento fue que la ley del caliche resultó ser inferior a la que se había esperado, según comentó en el ya citado *Manual del Salitrero*. Sin embargo, dice Freed, “la eficiencia de la extracción era tan buena que se recuperó cerca del 90 por ciento del nitrato contenido en el caliche a pesar de que la ley del caliche era, ocasionalmente, tan baja como de 8,5 por ciento de nitrato”, mientras que con el sistema Shanks “todo el caliche de menos de 15 por ciento es desechado y abandonado como inútil”. La planta operaba con 5 mil trabajadores, es decir, “la tercera parte del número que sería necesario para producir la misma cantidad de salitre por medio de plantas

Estanques de lixiviación de la planta María Elena, la primera diseñada y construida para estrenar a gran escala el sistema Guggenheim. Fotografía del artículo *Procedimiento Guggenheim Brothers Co.*, publicado en el *Manual Práctico de los trabajos en la Pampa Salitrera* 1930.

Shanks, de las cuales habría necesidad de cuatro o cinco de las de mayor tamaño para igualar la producción de María Elena”, destacaba el artículo.

Los vientos de cambio que trajo María Elena a la industria del salitre fueron comentados en diarios y revistas de Chile y de varias partes del mundo. En agosto de 1928, una colorida crónica dominguera del diario vespertino *Brooklyn Daily Eagle*, de Nueva York, relató el viaje de un periodista norteamericano a la oficina salitrera en 1928. En ella se ofrecía un elocuente retrato de la proeza que significaba la existencia de esa planta en medio del Desierto de Atacama. “Asombroso no es realmente palabra suficiente para este pueblo que la Anglo-Chilean Consolidated Nitrate Corporation, propiedad de Guggenheim Brothers de Nueva York, ha creado en poco más de dos años”, afirma al comienzo el autor.

—¿Qué antigüedad tiene esta carretera? — le preguntó el periodista al conductor chileno que lo llevaba en auto desde el puerto de Tocopilla a María Elena.

—Dos años.

—¿Y la línea de teléfono?

—Un año.

—¿Y el cableado eléctrico?

—Cinco años.

Entre las características pasmosas, contó que seis toneladas de agua, usadas principalmente para refinar el nitrato, eran enviadas diariamente por tubería desde “un río salado” (El Loa) a 4 millas (6,4 km) de distancia, de las cuales, cada gota debía ser destilada para remover la sal. Para aho-

rrar agua, agregaba el artículo medio en broma y medio en serio, “todo el mundo bebe cerveza y vino, y de vez en cuando, un sorbo de Ginger Ale para variar”. Termina señalando que cada trabajador recibía dos litros diarios de vino o de cerveza.

Al llegar a las pampas donde se explota el salitre en las cercanías de María Elena, el reportero se encontró con “grandes palas eléctricas” y dragas “rasguñando el caliche” para arrancar “grandes trozos de tierra del suelo”. Estas palas cargaban los montones “en carros impulsados por pequeños motores manejados por cables eléctricos”.

Los carros calicheros, cargados de grandes terrones de tierra, llegaban por líneas férreas hasta la enorme planta chancadora o trituradora de caliche de María Elena. Allí, eran “vaciados en una gran trituradora cuya maquinaria recuerda las mandíbulas de un gigante”. Ese era el chancador primario que desintegraba dantescos bloques y los transformaba en piedras de hasta ocho pulgadas. “Interminables cadenas llevan el caliche trozado a trituradoras más y más finas hasta lograr la fineza deseada”. Solo en la planta de chancado trabajaban unos 200 operadores y una cuadrilla de 200 aseadores que, provistos de mascarillas, sacaban a palazo limpio el polvo de los túneles por donde circulaba el caliche en correas. Si pasaban algunos minutos sin el aseo correspondiente, el fino tapaba los polines y pronto la correa dejaba de funcionar. “El polvo emana de todas partes. Un polvo tan fino que a su lado el talco parece arena. Los



Carro calichero

ingenieros están considerando varios planes para eliminar el polvo a través de grandes máquinas aspiradoras”, detalló el empolvado periodista venido de Brooklyn.

Otro asunto impresionante era la casa de fuerza vecina a la planta, un gigantesco edificio que contenía siete motores de combustión diésel —cada uno del tamaño de una casa— capaces de generar energía para procesar las 15 mil toneladas diarias que producía la planta y para abastecer el campamento. “El petróleo para los motores llega cargado en tanques en el ferroca-

rril eléctrico”, precisaba la crónica.

Luego, el artículo describía el recorrido del caliche, que ingresaba en su estado de mineral sólido en forma de roca del tamaño de media pulgada, y salía de la planta convertido en nitrato de sodio o salitre, que es el producto purificado. La descripción enumera los pasos del proceso: el caliche era conducido por una cinta mecánica hasta las bateas de lixiviación, donde se disolvía en líquido y luego era enfriado con una máquina refrigerante. En su forma líquida, la solución saturada en

nitrate pasaba por una serie de estanques recuperadores, refrigeradores, espesadores y centrífugas, emergiendo finalmente en la forma de “un polvo blanco y salado con un 90 por ciento de pureza”. A ello agrega: “El nitrato continúa refinándose hasta que es amontonado en grandes pilas blancas y luego en barriles para su embarque. Algunos van a fábricas de pólvora (...), la mayoría es exportado y una gran parte llega a los muelles de Brooklyn”.

Los excelentes resultados de María Elena y las felices soluciones a las dificultades del rodaje fueron lo que alentó a los Guggenheim a financiar la nueva planta en los terrenos calicheros que habían comprado a la compañía Lautaro. Llamada Pedro de Val-

divia, era una construcción aún mayor que María Elena: su capacidad máxima se elevaba a 750 mil toneladas anuales de salitre y 500 toneladas anuales de yodo, y representaba una inversión de 32 mil dólares en oro. La construcción, dirigida por el ingeniero Paul T. Kruger, tardó 18 meses en estar operativa: comenzó el 5 de enero de 1930, y entró en servicio el 16 de abril de 1931. Era –y continúa siendo hasta la fecha–, la mayor planta salitrera que ha operado en el mundo. Para dimensionar la revolución tecnológica e industrial que significó el sistema Guggenheim en la industria del caliche basta decir que, en conjunto, María Elena y Pedro de Valdivia producían el equivalente a 47 oficinas salitreras tipo Shanks.

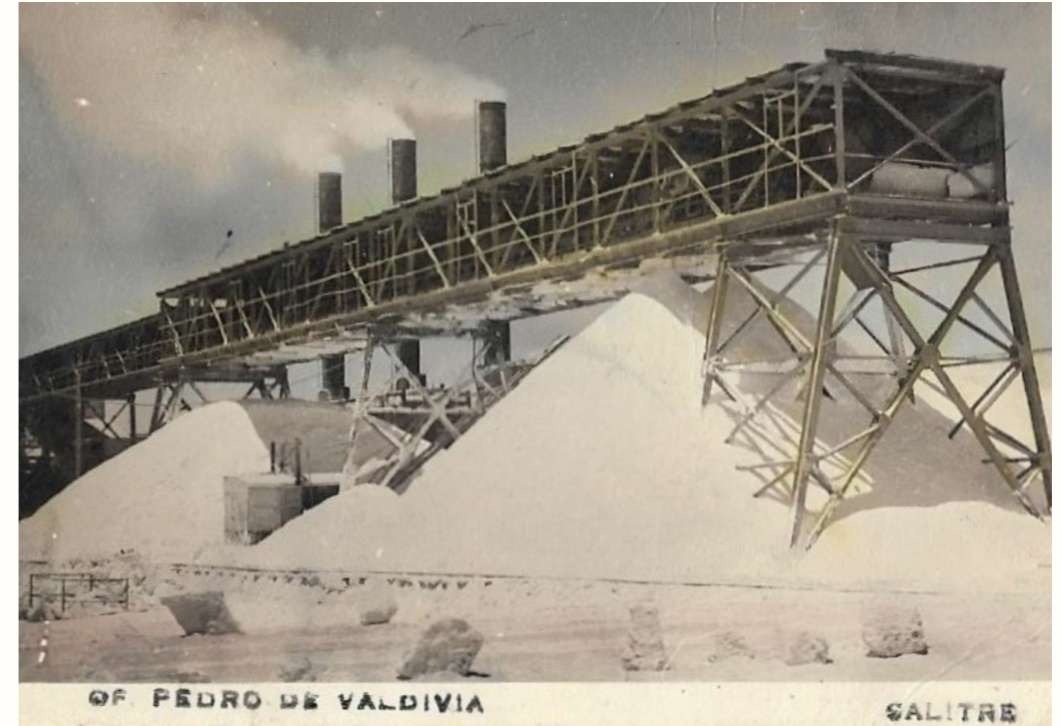
María Elena



Pedro de Valdivia



Salitreras tipo Shanks



La recién inaugurada oficina Pedro de Valdivia. Sentado en la esquina inferior derecha, está Stanley Freed. Arriba, al centro, está Elias Anton Cappelen Smith, y a la izquierda, con humita, Paul F. Kruger.

Otras empresas salitreras de la época trataron de imitarlas, pero sin ningún éxito, porque la gran innovación que había patentado el sistema Guggenheim era la capacidad de mantener el equilibrio iónico de la salmuera que se lixiviaba en las bateas. Es decir, era el cálculo exacto de la composición química que debía tener la solución lixivante que se hacía recircular por las bateas, el cual Cappelen Smith, Burdick, Freed y otros científicos habían medido en el laboratorio de Nueva York, y afinado en la planta Cecilia. Se trataba del famoso *Mother Liquor*, Líquido Madre o ML, como lo llamaba Stanley Freed en los informes manuscritos en su libreta, y que fue el nombre que le dieron, generación tras generación, los trabajadores en Pedro de Valdivia y María Elena.

Lo que el Doctor Freed había descrito en sus informes de laboratorio sobre el Licor Madre se repitió en los gigantescos armatostes de acero y concreto de María Elena: cuando el rango exacto de concentraciones de ML se mantenía estable, el mineral no se desarmaba durante la lixiviación. Eso permitía que el nitrato se disolviera en forma eficiente. Por eso, en Pedro de Valdivia, desde su inauguración en 1931 y hasta el último día en que funcionó en 2015, el Líquido Madre fue atesorado en dos tanques constantemente monitoreados para que sus rangos de concentración fueran exactamente iguales a los que había dejado por escrito Stanley Freed en sus informes de los remotos años 20. Lo mismo sucedía en María Elena. Muy

pocos trabajadores en la planta entendían por qué había que mantener los rangos de concentración en el ML, pero pobre del que no siguiera esa instrucción: si el Licor Madre era descuidado, en menos de un día se notaba el efecto de descompensación en las bateas y el rendimiento, la calidad y la producción disminuían drásticamente. “A la mamá hay que cuidarla”, repetían los viejos como una ley sagrada en María Elena y Pedro de Valdivia.

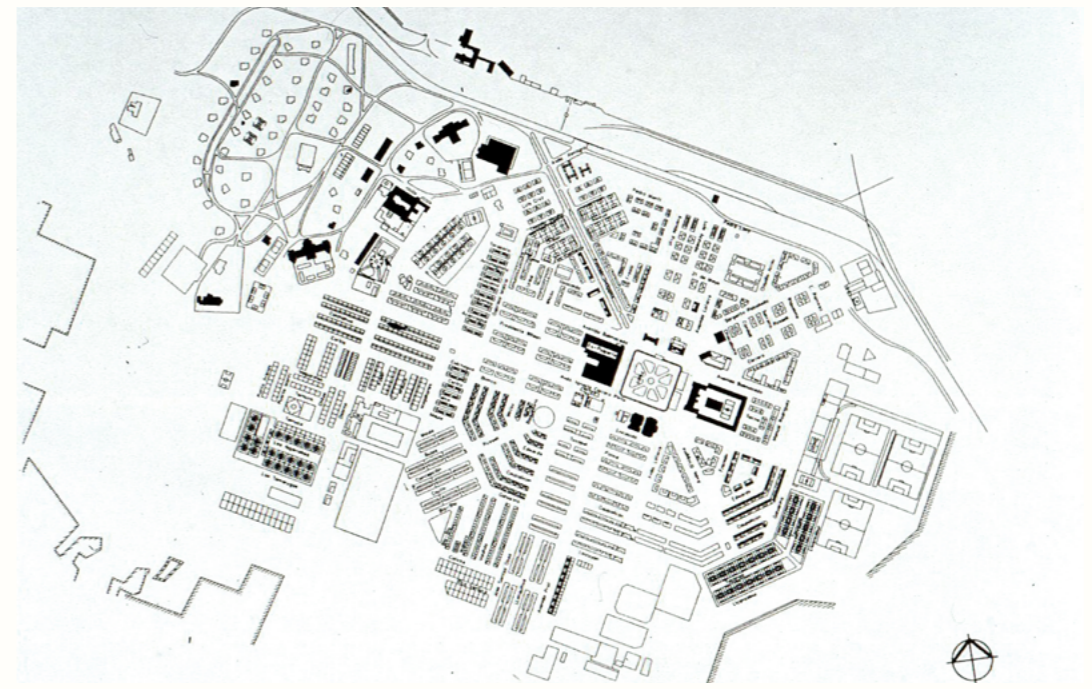
El Procedimiento Guggenheim le inyectó nueva vida a la industria salitrera, justo cuando la competencia de los fertilizantes sintéticos amenazaba con aniquilarla. En ese contexto, Alberto Barbosa, presidente del Rotary Club de Valparaíso y empleado de la empresa durante los años 50, en un texto homenaje que leyó en 1950, le adjudicó a Stanley Freed haber sido “un colaborador inapreciable en la concepción y nacimiento de un nuevo método de elaborar salitre” y que, de no haber mediado el nuevo sistema, “la pampa habría vuelto a la calma de las regiones sin vida”. En cambio, dijo, gracias al sistema Guggenheim “fue posible mantener la vida del salitre y establecer en las pampas salitreras verdaderas colmenas humanas donde viven y trabajan miles de hombres y de mujeres (...). La gente que vive en la pampa cuenta con alimentación de primera clase a un costo ridículamente bajo, con habitaciones higiénicas, baños, piscinas, hospitales, bibliotecas, salas de teatro y escuelas, que pueden compararse con los mejores establecimientos del país”.

Un campamento modelo

Declarado Monumento Nacional en 2008 –en la categoría de Zona Típica– por su valor urbanístico y patrimonial, fue en el moderno campamento salitrero de María Elena, aún en obras, donde Stanley Freed se enraizó en 1926.

La planificación del pueblo y el diseño de las viviendas fueron proyectados a principios de 1924 en Nueva York, por el ingeniero industrial Hjalmar Ejnar Skougor, en colaboración con el arquitecto Harry Beardslee Brainerd. Los profesionales siguieron los principios del Beautiful Movement, una reforma surgida a principios del siglo XX, que proponía mejorar la

calidad de vida en las poblaciones industriales. Fue un diseño muy moderno para la época, sobre todo comparado con las desprotegidas condiciones en que vivían entonces los obreros del salitre. “El programa de construcción incluye no solo la planta de beneficio, sino, además, la construcción de un campamento para 5.000 habitantes, con una planta de agua potable, alcantarillado, hospital, escuela y los edificios para los servicios públicos, todo de acuerdo con la experiencia adquirida por las Compañías de los señores Guggenheim durante muchos años de trabajo en Chile”, decía un documento firmado por Cappelen Smith, publicado en el Boletín Minero de la Sociedad Nacional de la Minería N° 324 en abril de 1926.



Plano de María Elena. Archivo Fotográfico Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Todas las construcciones fueron realizadas de material sólido y no se escatimaron gastos para dotar al personal de viviendas bien equipadas e higiénicas, con casas familiares de dos, tres y hasta cuatro habitaciones, dependiendo del número de hijos. Un capital de 45 millones de dólares mayoritariamente estadounidense fue invertido en el levantamiento del pueblo y de la planta.

Una crónica del *Brooklyn Daily Eagle*, publicada en 1928, pormenorizó la logística necesaria para mantener la vida en un desierto sin agua ni vegetación: 25 vacas abastecían al pueblo de leche fresca y su forraje era traído desde la costa en camión o tren eléctrico; 189 litros mensuales de insecticida líquido importado de Nueva York eliminaban a los mosquitos; 600 toneladas de agua diarias eran entubadas desde el río Loa, a siete kilómetros de distancia, y desalinizadas. El pueblo tenía un campo de golf de nueve hoyos sin greens –porque no podía haber pasto–; 40 carabineros mantenían el orden en la sección del pueblo reservada para los obreros e imponían un toque de queda a las 10 de la noche, excepto en los días que se hacían fiestas.

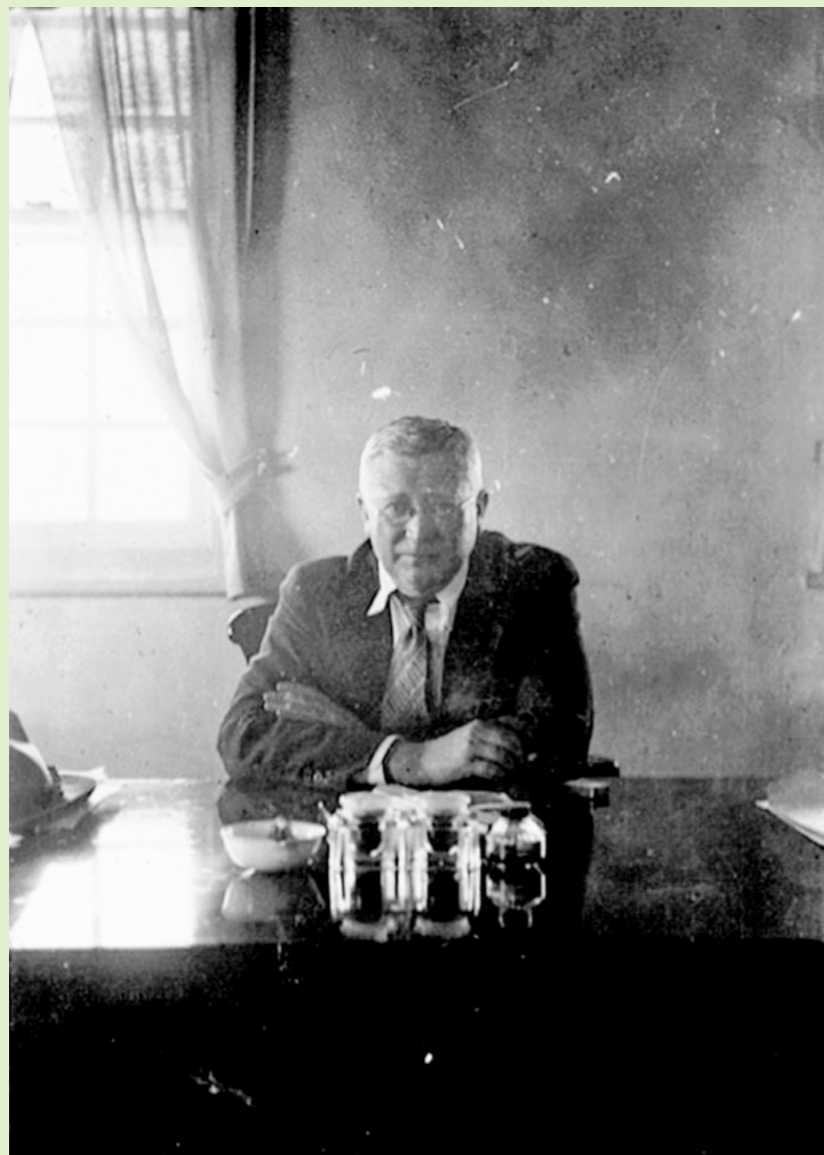
En cambio, el “barrio americano”, según la nota, no tenía restricciones en cuanto a horario. Los trabajadores de Estados Unidos –alrededor de 300– venían con contratos de tres años y obtenían 15 días anuales de vacaciones. Se les pagaba alrededor de 200 dólares mensuales, mientras la mayoría de los trabajadores chilenos recibía una paga de 1,50 dólares diarios. “Pulcros bungalows

de cinco o seis habitaciones, hechos de concreto reforzado, alojan a cada una de las familias estadounidenses”, describía el artículo, mientras que los profesionales solteros, como Stanley Freed, vivían en staff houses que incluían “cuartos de lectura, bibliotecas, vitrolas y restaurantes”.

A la hora de almuerzo, en el restaurante de la Staff House 3, “cuatro muchachos chinos traen un cóctel de frutas (...). Siguen pescado, papas asadas y cordero asado, más frescos que los que se pueden encontrar en un restaurante de Brooklyn”, contó el periodista. En las canchas de tenis y básquetbol, jugaban las esposas de los ingenieros estadounidenses, y en la plaza principal había un centro de reunión que todos los días ofrecía dos funciones de cine: una para los jefes del pueblo y otra para los trabajadores. El salón de eventos se engalanaba con banderas para el “Memorial Day” del 4 de julio y para otras festividades de Estados Unidos. Y cada dos semanas se hacían fiestas que tenían fama de ser tan entretenidas que llegaban jóvenes desde La Serena, Salamanca, Tocopilla y otras ciudades del norte a bailar hasta altas horas de la madrugada. Las parejas danzaban al centro, y las sillas se arrinconaban pegadas a las paredes “para que las damas y caballeros se sienten entre los bailes”, según la crónica.

En las tardes, la banda del departamento de Bienestar de la empresa tocaba programas musicales en la bonita plaza central, sombreada por árboles, una de las poquísimas áreas verdes del pueblo.

Una crónica del *Brooklyn Daily Eagle*, publicada en 1928, pormenorizó la logística necesaria para mantener la vida en un desierto sin agua ni vegetación: 25 vacas abastecían a María Elena de leche fresca y su forraje era traído desde la costa en camión o tren eléctrico; 189 litros mensuales de insecticida líquido importado de Nueva York eliminaban a los mosquitos; 600 toneladas de agua al día eran entubadas desde el río Loa, a siete kilómetros de distancia, y desalinizadas. El pueblo tenía un campo de golf de nueve hoyos sin *greens* porque no podía haber pasto.



Quienes lo conocieron en María Elena describen al Doctor Freed vestido con su “clásico desaliño”, “con un sombrero que era típico”, “reconcentrado y taciturno”, “paseándose por los labios un cigarrillo apagado que nunca faltaba en ellos” y “constantemente abstraído en el mundo interior de sus ecuaciones”.

Con el tiempo, se añadieron piscinas para los empleados y para los obreros, mercados, escuelas, hospitales, bibliotecas, peluquería, zapatería y distintas ramas deportivas para el esparcimiento de los trabajadores. En ese ambiente alegre y en constante evolución, Stanley Freed vivió a sus anchas. Fue muy querido por el trato cordial que tenía con los trabajadores y admirado por su inteligencia.

Quienes lo conocieron en María Elena describen al Doctor Freed vestido con su “clásico desaliño”, “con un sombrero que era típico”, “reconcentrado y taciturno”, “paseándose por los labios un cigarrillo apagado que nunca faltaba en ellos” y “constantemente abstraído en el mundo interior de sus ecuaciones”. Era una especie de genio distraído, a cuyas pequeñas excentricidades la gente de la pampa se terminó habituando. Le gustaba ir a los rotativos del teatro de María Elena y “se divertía como un niño con los dibujos animados”, con una “risa espléndida” que resonaba en el auditorio.

Alberto Barbosa lo retrató así en el homenaje que se le hizo en el Rotary Club de Valparaíso: “La figura del Doctor Freed es inolvidable. De regular estatura, un poco cargado de hombros, con una cara de soñador y con unos ojos azules en que brillaba el fuego de la inteligencia y de las grandes preocupaciones que le acosaban, pasó por la pampa, en la que vivió durante más de 25 años, siendo respetado por todos”.

El ingeniero químico hablaba muy poco. Sus amigos estaban acostumbrados a sus habituales silencios. Hasta que el

4 de julio de 1932, cuando tenía 42 años, encontró una buena razón para salir de su mutismo. Esa noche, en uno de esos memorables bailes del barrio americano, conoció a Amalia González, una bonita joven de Salamanca con quien se casó en 1934 y formó una familia en María Elena, donde criaron a sus hijos Stanley y Clark.

Esta circunstancia tan feliz en lo personal coincidió con un gran terremoto económico y laboral en el país. En 1932, los efectos de la Gran Depresión fueron un mazazo a la industria del salitre natural y, de pronto, todo pareció desmoronarse.

Tres años antes, cuando sobrevino la Gran Depresión de 1929 en Estados Unidos, con su ola expansiva de crisis por todo el mundo, los hermanos Guggenheim no habían anticipado la fulminante consecuencia que tendría sobre sus negocios salitreros. De hecho, en los últimos años habían redoblado su apuesta en la industria con la segunda planta en Pedro de Valdivia y la búsqueda de una alianza a su favor con el gobierno chileno. En su artículo *The Guggenheims in Chile*, escrito en 1989, Thomas F. O'Brien cuenta que el recién electo Presidente de Estados Unidos, Herbert Hoover, visitó Chile en diciembre de 1928 y sugirió al Presidente Carlos Ibáñez del Campo que consolidaran la industria del nitrato en una sociedad conjunta entre el gobierno y los Guggenheim, cada parte con un 50 por ciento del control. Un monopolio amplio de la industria con participación del gobierno era justo lo que los Guggenheim deseaban.

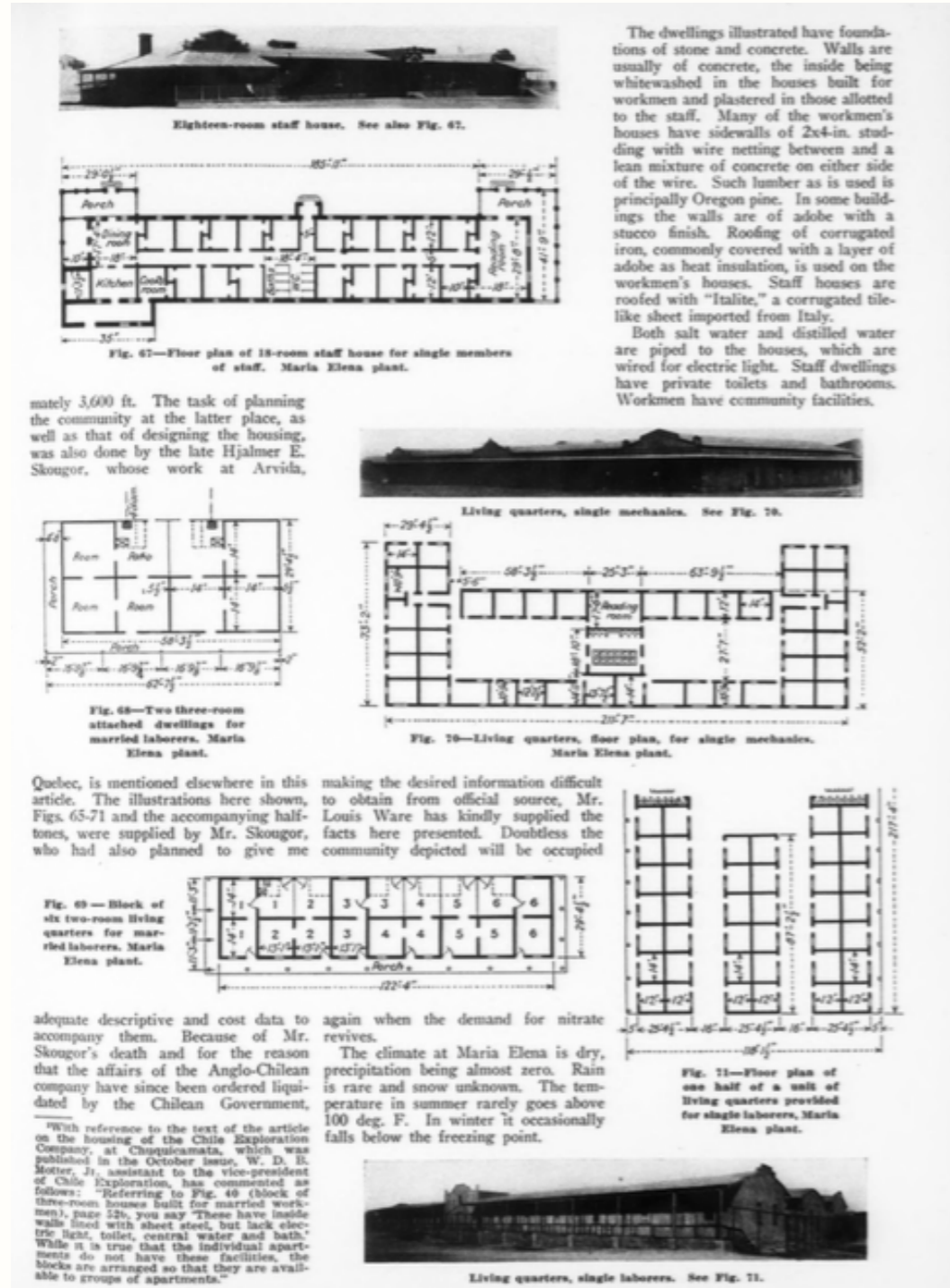
El chalet 204 es la casa que Stanley Freed habitó junto a su mujer y sus dos hijos en María Elena. Fotografía tomada por él mismo en febrero de 1944.



Piscina del barrio norteamericano de María Elena. A Freed le encantaba la piscina de María Elena. Sus dos hijos la disfrutaban en verano y él solía tomar fotos de esas tardes de diversión.



El niño que está al centro de la foto mirando hacia la cámara es Stanley -Stanlito-, hijo del Dr. Freed.



Reportaje sobre María Elena, *Engineering and Mining Journal*, 1933.

En 1929, se produjeron 3 millones de toneladas de salitre en Chile, pero los enormes *stocks* sobresaturaron la oferta. Eso, junto a la competencia implacable del salitre sintético, hizo que el precio se desplomara. No fue una sorpresa: para 1930, el 90 por ciento del salitre utilizado en el mundo era sintético. Las tortas blancas de salitre sin vender se apilaban por montones en las canchas de acopio. La crisis del salitre llenó páginas y páginas de los diarios. Se criticaban los impuestos, la falta de innovación, la poca anticipación a su caída.

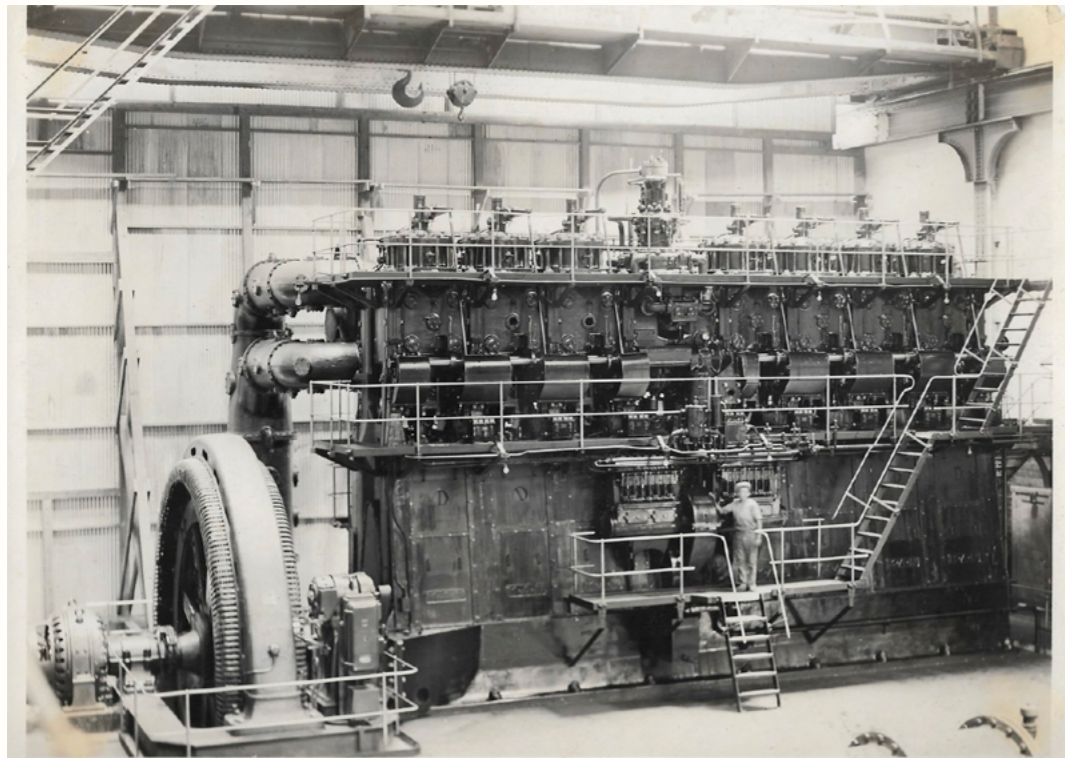
Estas señales no perturbaron al irrefrenable y optimista Daniel Guggenheim. Durante el último año y medio de su vida —murió en septiembre de 1930—, le dijo a la prensa que la industria del nitrato natural reviviría y que sobrepasaría a la sintética debido a "las mejoras en los métodos de producción". El patriarca de los Guggenheim confiaba en que la tecnología lo podía resolver todo.

Creando en los pronósticos de su hermano Daniel, y alentado porque muchos agricultores aseguraban que preferían el nitrato natural por sobre el sintético, Murry Guggenheim representó a sus hermanos Solomon y Simon en la formación de un gran consorcio con el Estado de Chile para monopolizar el nitrato chileno, con la idea de salvar a la industria. El nombre de esta empresa fue la Compañía de Salitre de Chile (COSACH), la que pronto se transformaría en la mayor corporación de Sudamérica y en la principal apuesta de los Guggenheim, sobrepasando in-

cluso a Chuquicamata. El directorio de la COSACH estaba compuesto de cuatro funcionarios del gobierno chileno, cinco banqueros, un alemán experto en nitratos, un representante de los productores independientes chilenos y el omnipresente Cappelen Smith. Para financiar la nueva compañía, los banqueros chilenos aportaron un préstamo de 40 millones de dólares, los Guggenheim sumaron 10 millones de dólares en efectivo, y un consorcio de bancos estadounidenses invirtió 9 millones de dólares más.

Por un tiempo muy corto, la COSACH pareció ser el negocio más lucrativo de los Guggenheim. Su segunda planta, Pedro de Valdivia, comenzó a producir salitre en junio de 1931. Pero con suerte alcanzaría a operar un poco más de un año, antes de que en 1932 la Gran Depresión paralizara por completo a la mayor industria de Chile. Los fertilizantes sintéticos competían con el natural mejor que nunca, y la demanda mundial no había aumentado. La gigantesca empresa mixta no produjo los resultados esperados. Las deudas crecían, el *stock* sin venderse se incrementaba y los contratos se impugnaban. Como símbolo de la crisis que atravesaba toda la industria, en noviembre de 1932, los Guggenheim cerraron Pedro de Valdivia, la mayor planta de nitrato del mundo. El coloso de acero no volvió a abrir por casi dos años. Para evitar una revuelta social de cientos y cientos de trabajadores desempleados, y en medio de cuestionamientos a la monopolización de la industria, el nuevo

La monumental Casa de Fuerza de la planta María Elena. Fotografiada por Stanley Freed.



gobierno disolvió la COSACH en 1933 y, de un día para otro los 8 millones de acciones de los Guggenheim valieron menos que el papel en el que estaban impresas.

El panorama para el nitrato de sodio chileno se veía más sombrío que nunca y sus días parecían contados. Sin embargo, Edgar Stanley Freed mantuvo intacta su fe en la industria. El 13 de septiembre de 1932 escribió a sus jefes un memorándum que más bien parecía un manifiesto: *Un nuevo futuro para la industria chilena del nitrato*. Ante una competencia de los salitres sintéticos tan severa, ya no bastaba con extraer nitrato de sodio, reflexionaba.

Era el momento de extraer el máximo potencial del caliche.

“Hasta el momento presente, la industria chilena del nitrato se ha contentado con extraer de sus minerales solo el nitrato de sodio, un poco de nitrato de potasio y las cantidades de yodo que el mercado requiere. Aunque durante los años recientes, la vida de la industria ha sido amenazada por una severa competencia de la industria sintética, hay una nueva esperanza en el hecho de que los minerales de nitrato son un tremendo depósito de muchas sales y químicos que han sido descartados como desechos en los ripios”, escribió Freed.

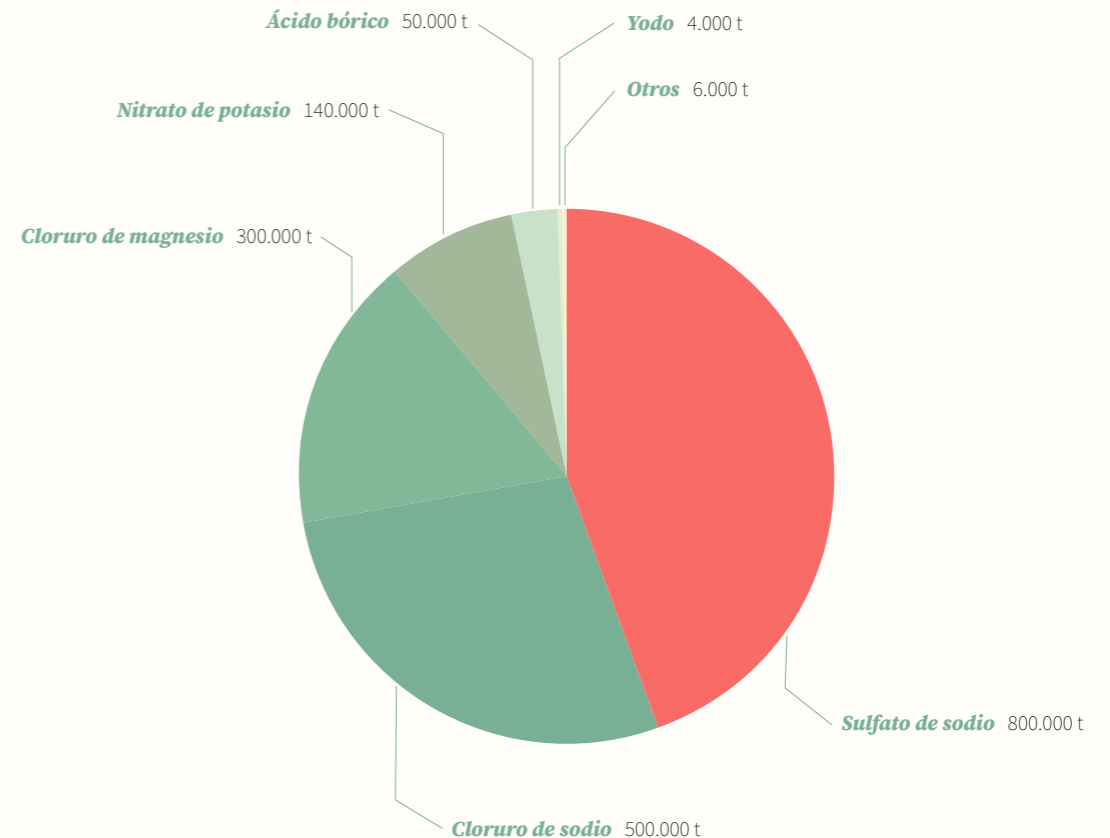
"Para ilustrar la magnitud en toneladas, se estima que por cada millón de toneladas de nitrato de sodio en el caliche también hay:

- 800.000 toneladas de sulfato de sodio
- 500.000 toneladas de cloruro de sodio
- 300.000 toneladas de cloruro de magnesio
- 140.000 toneladas de nitrato de potasio
- 50.000 toneladas de ácido bórico
- 4.000 toneladas de yodo
- 6.000 toneladas de otros

Solo estas sales podrían formar la base de una gran industria química”.

Mostrando una preclara visión, los primeros párrafos del texto de Freed se adelantaron varias décadas en señalar el entonces insospechado futuro que tendría la industria del caliche en Chile. Precisamente fue el estudio del potencial y de las posibilidades de aplicación de estos valiosos y aún inexplorados subproductos *-by products*, en inglés-, lo que ocupó gran parte del tiempo del Doctor Freed en los siguientes 20 años.

Cada millón de toneladas de nitrato contiene



4

La riqueza
del desecho

Fotografía de 1949 que muestra el cemento Freed siendo descargado en uno de los futuros pozos de evaporación solar diseñados por Stanley Freed.

La crisis mundial de la economía que explotó en 1929, junto a la fiera competencia de los fertilizantes sintéticos, asestaron un golpe mortífero a la industria del salitre en Chile. Para 1936, los Guggenheim habían perdido más de 60 millones de dólares de su inversión en los nitratos; por lejos la pérdida más escandalosa que habían tenido en sus negocios. La drástica contracción de la demanda en el mundo y la caída a pique de los precios tuvieron como consecuencia un triste panorama de cerros y cerros de nitrato de sodio acumulado en las oficinas salitreras, trabajadores desempleados y pobreza. La parálisis de la industria dinamitó la estructura económica y productiva chilena, ya que el 56 por ciento del presupuesto de las finanzas públicas dependía de la exportación del salitre.

Con el objeto de enfrentar la crisis, en junio de 1934, el Estado chileno creó a través de la Ley 5.350 la Corporación de Ventas del Salitre y Yodo, COVENSA. A ella se le otorgó el poder de compra, venta y distribución en el exterior por 35 años y de fijar la cuota de producción de cada empresa. Las utilidades se repartirían así: un 25 por ciento para el Estado y un 75 por ciento para los industriales. Los productores quedaban así exentos de gravámenes de exportación y el Estado se eximía de entregar sus reservas de salitre a aquellos. Constituido el nuevo organismo, el grueso de la producción continuó en manos de las empresas más grandes, como la Anglo Lautaro Nitrate Company, de propiedad de Guggenheim Brothers.

Con la demanda por el suelo, ya no se volvería a producir salitre a los niveles astronómicos de la Primera Guerra Mundial. Al contrario, el Estado chileno y los industriales del salitre optaron por una producción eficiente y controlada, con los precios calculados en dólares. Una vez creada COVENSA, la estrategia fue la diversificación y la consecuente búsqueda de nuevos mercados para productos del caliche que se perdían en los ripios de descarte, como el yodo y el sulfato de sodio. En esta reinención, Stanley Freed tuvo un rol clave. Como superintendente de investigación de Anglo Lautaro Nitrate, sus ideas e innovaciones tecnológicas, imaginadas en su moderno laboratorio de María Elena, fueron fundamentales para sortear la profunda crisis que afectó a toda la industria en los años 30.

Un tremendo depósito de sales y químicos

Recordemos que, en septiembre de 1932, cuando la recién inaugurada planta salitrera Pedro de Valdivia estaba a pocas semanas de paralizar su producción de salitre y el futuro de la industria se auguraba tenebroso, Stanley Freed dio muestras de su compromiso y su capacidad creativa para buscar soluciones. El 13 de septiembre escribió su profético memorándum

Sacos de cemento para la construcción. Fotografía de los años 30, tomada por S. Freed.

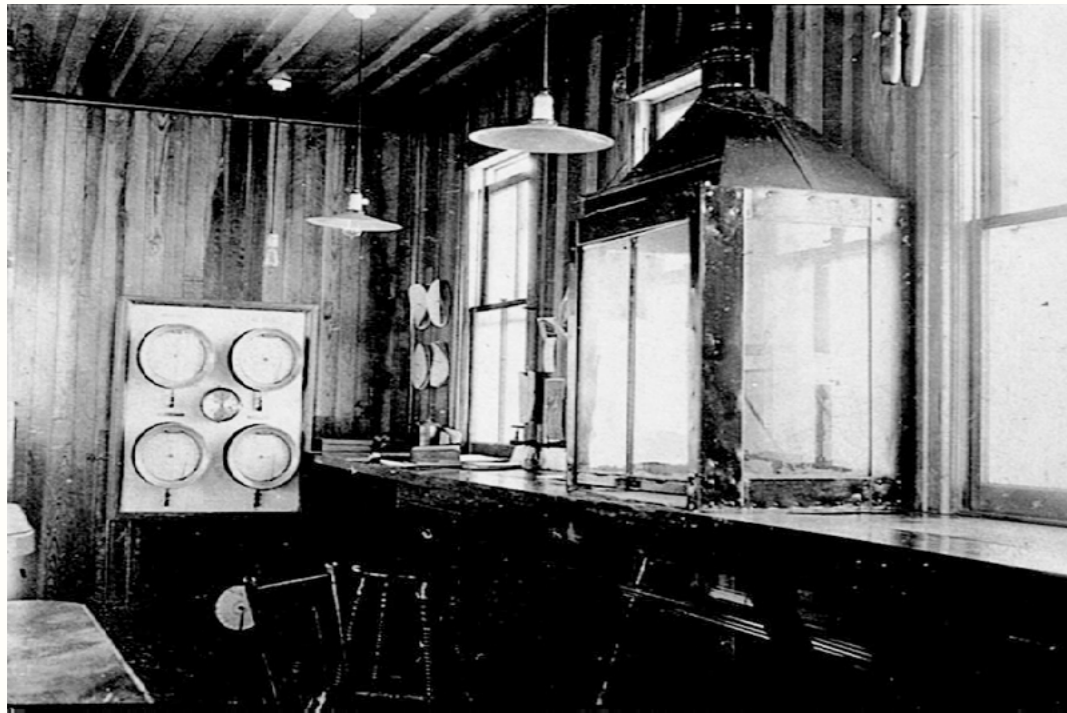


Un nuevo futuro para la industria chilena del nitrato, que para los ejecutivos de la compañía fue similar al salvavidas que se lanza a una persona a punto de ahogarse. El texto mecanografiado en inglés ofrecía una visión optimista al ver numerosas posibilidades en los minerales del caliche, que Freed describió como “un tremendo depósito de sales y químicos” que hasta ese momento eran descartados.

“Solo estas sales podrían formar la base

de una gran industria química”, declaró, adelantándose varias décadas a la evolución que tendría el sector en Chile, así como los diversos productos químicos que se extraen y venden en los primeros lustros del siglo XXI a partir del caliche.

Su memorándum, además, entregó ideas concretas para obtener los ácidos y los alcalinos necesarios para los procesos químicos que requería producir esos nuevos subproductos. Por ejemplo, para pro-



Fotografía del laboratorio de investigaciones científicas en la Planta Experimental Cecilia o tal vez el de María Elena. Lo que sí se puede afirmar es que el doctor Freed tomó la foto.

ducir ácido sulfúrico sostuvo: “Hay una abundancia de sulfuro de bajo precio en las cordilleras chilenas, a no más de cien millas de los depósitos de nitrato”. Para el álcali, agregó: “Hay numerosos depósitos de caliza dentro de las áreas de nitrato”.

Freed enumeró otros factores favorables para crear una industria química de subproductos: el clima cálido y seco de la pampa era ideal en comparación con el clima húmedo de Estados Unidos, Alemania o Inglaterra, que podían humedecer los productos. Además, aseguró que gran parte del equipamiento necesario –como centrifugas, bombas, filtros, tanques, hervidores, estructuras de acero, carros y vías– estaban disponibles en las oficinas salitreras cerradas, lo que ahorra gastos en infraestructura. Y, por último, afirmó: “La preparación de la mayoría de estos químicos y la separación entre ellos ya ha sido bien precisada en las varias investigaciones conducidas en los años pasados”.

Su propuesta causó tal expectación que el administrador general, P.F. Kruger, les envió una copia a Mr. Graham y a Mr. Whelpley, vicepresidente y presidente de COSACH. En su carta, Kruger señaló que el memo del Dr. Freed “entrega un panorama general de las posibilidades de los subproductos en la industria chilena del nitrato, las que creemos serán de considerable interés para el señor Whelpley y usted. También estamos enviando una copia de este memo a Nueva York”.

El 29 de octubre de 1932, solo un mes y medio después de aquel visionario informe

sobre el futuro de la industria, Freed recibió la aprobación desde Nueva York para hacer realidad una de sus ideas más brillantes para aprovechar los subproductos: una planta para producir sulfato de sodio en María Elena, lixiviando con agua los residuos de caliche en los estanques de ripios (después de la extracción del nitrato). El sulfato de sodio en aquel tiempo era muy cotizado por las industrias de vidrio y de papel, especialmente el papel Kraft, altamente usado como envoltorio. Su buen precio en el mercado hacía que valiera la pena producirlo en cantidades industriales.

La propuesta de Freed, detallada en su informe de investigación número 164, consistía en lixiviar con agua el sulfato de sodio desde los residuos del caliche –a los que ya se había extraído el nitrato de sodio– y luego hacer escurrir la solución de sulfato por una torre rociadora y evaporadora. Para llegar a un diseño que funcionara, Freed construyó junto a su equipo una pequeña torre de 12 pies de alto por 3 pies de diámetro, e hicieron pruebas durante varias semanas en el laboratorio de María Elena y en la planta cristalizadora de Pedro de Valdivia. Para la planta “a tamaño real”, propuso una torre de 60 pies de alto por 20 de diámetro, que se ubicaría entre las plantas cristalizadoras y granuladoras de salitre. Así se podría alimentar directamente la torre de sulfato desde la planta cristalizadora, en una economía perfecta de recursos y espacio.

El último paso del proceso era el secado del sulfato de sodio húmedo para darle

el formato final de polvo blanco de alta pureza llamado sulfato anhidro. Freed describió tres opciones, entre ellas el “secado en la cancha”, que consistía simplemente en que una cuadrilla de hombres extendiera delgadas capas del producto en el suelo para dejarlas secarse al sol. “Para obtener 500 toneladas de anhidro sulfato por día, probablemente necesitemos la misma cantidad de hombres trabajando en la cancha”, calculó.

Preocupado por la cesantía que asolaba las pampas salitreras y por los trabajadores de Pedro de Valdivia, que paralizaría su producción en noviembre de ese año, Stanley Freed presentó a los ejecutivos de la compañía dos ventajas para el secado en cancha:

- 1) “Ofrece empleo a grandes números de hombres en estos tiempos difíciles.
- 2) No se requiere capital para equipos de planta, solo se debe preparar la cancha”.

Una vez que su propuesta para una planta de sulfato de sodio fue aprobada, Freed y su equipo trabajaron con celeridad y sentido de urgencia. El 17 de noviembre de 1932, varias estructuras y aparatos caros habían sido desmantelados y reciclados desde oficinas salitreras y de yodo cerradas por la crisis: un filtro Dorrco, un espesador Dorr de la planta de yodo y un secador Rotary fueron embarcados hacia María Elena. Enormes tanques de acero fueron desmantelados para construir la nueva torre rociadora

de sulfato. Las cintas transportadoras se estaban fabricando en el taller. Durante la semana del 4 de noviembre, en María Elena se produjeron 1.400 toneladas de sulfato decahidrato. Mientras tanto, en Pedro de Valdivia –informó Freed– se estaba haciendo solución de sulfato desde hacía un tiempo y, agregó: “Desde que la elaboración de nitrato se detuvo, tendremos semanas completas de pruebas de la solución de sulfato en la planta de cristalización y haremos siete u ocho mil toneladas de decahidrato”. El sulfato decahidrato de María Elena y Pedro de Valdivia estaba siendo apilado en hileras en la cancha de asfalto de Holstein, cerca de la oficina Vergara, para secarse al sol.

Freed hizo el siguiente pronóstico: “Se espera que el sulfato obtenido de esta reserva contendrá no más de 0.005 por ciento de hierro y, por tanto, podrá ser vendido a los fabricantes de vidrio en el sur”. Esto, porque pequeñas trazas de hierro podían ser perjudiciales para el proceso de producción del vidrio. En los análisis de las pruebas en el laboratorio y en la planta de cristalización de María Elena, el producto resultante estaba prácticamente libre de hierro. “Con el proceso de evaporación (en la nueva torre), el producto será muy puro y cumplirá con las exigencias de la industria del vidrio”, prometía Freed.

En enero de 1933, la planta de sulfato decahidrato de María Elena estuvo lista y comenzó a producir miles de toneladas mensuales de este valioso subproducto que hasta entonces se perdía en los ripios.

Según un informe del vicecónsul de Estados Unidos en Antofagasta sobre el estado de la industria en julio de 1933, la comisión liquidadora de COSACH se preocupó de encontrar mercados y dio especial atención a Escandinavia y a Estados Unidos. “Las exportaciones van mayoritariamente a Suecia, donde desplazan al sulfato alemán en la fabricación de papel. Las exportaciones durante el período de marzo-mayo totalizaron 13.315 toneladas”.

El sulfato de sodio fue el salvavidas de la compañía durante gran parte de la década del 30. En una conferencia que el Doctor Freed dio en el Congreso Paname-

ricano de Ingeniería de Minas y Geología de 1942 en Santiago, describió que en María Elena “durante los años 1932-1938, bajo un régimen de producción restringido de nitrato, se elaboraron varios cientos de miles de toneladas de sulfato de sodio anhidro y se exportaron al extranjero para la industria del papel Kraft”.

En esa misma ponencia, explicó de manera didáctica el proceso de su planta de sulfato, que postuló a una solicitud de patente por la “invención de una torre para evaporar soluciones que forman incrustaciones en Estados Unidos y en Chile”. En ella señaló:

Fotografía tomada por Stanley Freed de una gran pila de caliche, de 15% de ley, según señala al reverso de la imagen.



Durante 1932 y 1933, Stanley Freed hizo un estudio meticuloso de todos los costos de la construcción de una planta refinadora de sulfato de sodio en Antofagasta, desde la minería y el transporte, la lixiviación, el petróleo, las reparaciones y la energía eléctrica hasta el embarque, el puerto y los sueldos. Calculó que habría 214 hombres ocupados solamente en la planta. Siempre atento al clima social y económico, Freed señaló que además de todos los pros y contras, en Antofagasta “podría haber una clara ventaja política en localizar la planta allí, que no puede ser expresada en dólares”.

“Este sulfato se produjo lixiviando con agua los residuos de caliche en los estanques ripios (después de la extracción del nitrato). A la temperatura de 20°C la solución tiene alrededor de 125 gramos sulfato de sodio por litro y refrigerada a 0°C deposita sulfato de sodio decahidrato, 45 gramos por litro. El decahidrato es centrifugado y entregado a una planta deshidratadora, que consiste en una torre para rociar, calentada a petróleo, de 60 pies de alto, con un asentador de cristales, un filtro y un secador rotativo. Una corriente de solución de sulfato circula a través de la torre rociadora y el asentador a 70°C. El decahidrato es entregado en la corriente de solución caliente, y como el punto de fusión del decahidrato es 33°C, la sal es prontamente convertida en una solución fuerte de sulfato, la que subsecuentemente es evaporada en la torre rociadora. El volumen de la solución circulante es constante y la evaporación reemplazada por adiciones de decahidrato. La pasta para el anhidro es parcialmente secada en el filtro y finalmente secada en el secador rotativo. El producto es de 97 por ciento de pureza, con pequeñas cantidades de humedad, cloruro de sodio y nitrato de sodio”.

La Anglo Chilean Nitrate Company también le pidió a Stanley Freed que evaluara la posibilidad de erigir una planta refinadora de sulfato de sodio en Antofagasta, con capacidad de 10.000 toneladas mensuales, para procesar sulfato extraído de la pampa Aguas Blancas.

Durante 1932 y 1933, el superintendente

de investigación hizo un estudio metódico de todos los costos, desde la minería y el transporte, la lixiviación, el petróleo, las reparaciones y la energía eléctrica hasta el embarque, el puerto y los sueldos. Calculó que habría 214 hombres ocupados solamente en la planta. Siempre atento al clima social y económico, Freed señaló que además de todos los pros y contras, en Antofagasta “podría haber una clara ventaja política en localizar la planta allí, que no puede ser expresada en dólares”.

Sin embargo, encontró un inconveniente imprevisto: el polvo. “De nuestra experiencia en María Elena encontramos que una considerable cantidad de sulfato en polvo cae alrededor de la planta”, dijo en otro informe de marzo de 1933. Ese polvo blanco era provocado por el viento de la cancha, que arrastraba el sulfato de las cintas transportadoras y, sobre todo, de las pilas de secado. Freed temió que si instalaban una planta en Antofagasta podría causar molestias en la comunidad si se depositaba una sal blanca en las casas y jardines. Por eso recomendó: “No deberíamos considerar una locación menor a un kilómetro de la ciudad”.

El implacable viento de la pampa fue un problema serio, sobre todo en las canchas de secado de sulfato decahidrato. Robert Fiedler, administrador comercial de Anglo-Lautaro Nitrate, señaló en una presentación ante el Instituto de Ingeniería en Minas en 1955 que se probó por un tiempo secar sulfato decahidrato al sol, como propuso inicialmente Freed, “pero allí las



pérdidas de producción por el viento que blanqueaba los cerros vecinos a la cancha de secado hacía prohibitivo el costo”. Finalmente, en María Elena se determinó que el sulfato pasara por secadores calentados a petróleo para eliminar el agua fijada en sus cristales, pero tenía el inconveniente de que “el gasto de combustible era excesivo y se tuvo que abandonar la producción de sulfato sódico, ya que no dejaba margen de utilidad”, aseguró Fiedler.

Sin embargo, la producción de sulfato de sodio continuó en María Elena hasta noviembre de 1938 y las razones que da Stanley Freed para el cese de su producción fueron otras. “Operando la planta elaboradora de salitre a su capacidad, no se puede elaborar sulfato, pues la producción de este reduce el tiempo de lixi-

Sulfato decahidrato cargado en los carros. Resultados de la prueba piloto del sistema propuesto por Freed para explotar sulfato de sodio.

viación del nitrato en los estanques y se necesita parte de la planta refrigeradora para la producción de decahidrato. Pero, si la demanda y el precio garantizaran la inversión de capital para producir sulfato sin reducir la capacidad productiva de nitrato, las dos plantas María Elena y Pedro de Valdivia podrían producir más de 500.000 toneladas anuales de sulfato de sodio anhidro”, afirmó en su conferencia en el Congreso Panamericano.

¿Qué ocurrió a fines de 1938 para que COVENSA y Anglo-Lautaro prefirieran detener la producción de sulfato sódico en sus dos plantas Guggenheim para volver a producir salitre a toda capacidad? La respuesta está en la antesala de la Segunda Guerra Mundial, cuando la Alemania nazi anexó Austria y Checoslovaquia. Fue necesario otro gran conflicto bélico para reposicionar a la industria del salitre chileno en un lugar equivalente al que tuvo después de la Primera Guerra Mundial. Los nitratos eran un material de primera necesidad para las municiones, por lo tanto, al estallar el conflicto la demanda se volvió tan grande que los productos sintéticos fueron insuficientes para satisfacerla. Además, la mayoría de las plantas de nitrato sintético estaban en Alemania, donde había nacido originalmente esa fórmula. De esa forma, la industria del salitre natural, que se creía agonizante, de pronto tuvo un nuevo oxígeno. De un momento a otro, COVENSA apenas podía producir suficiente salitre para embarcar a Estados Unidos y Europa.

Ya unos años antes, la producción de nitrato de sodio natural había resurgido, pero en un “régimen restringido”, como describió el Doctor Freed. El 23 de abril de 1934, la titánica planta Pedro de Valdivia reinició tímidamente sus operaciones de salitre, y en enero de 1936, volvió a producir yodo.

En la carta de Freed a sus excompañeros de postgrado, publicada en la revista *MIT Technology Review* en julio de 1937, el científico se mostró optimista. “La recuperación de yodo de las soluciones de nitrato –y el subproducto sulfato de sodio, un nuevo desarrollo– ocupan una buena porción de mi tiempo. La industria, como un todo, ha sufrido severamente durante la depresión, pero ‘cada nube tiene su rayo de luz’, y estamos de nuevo produciendo a una tasa de capacidad bastante alta”.

La horrible crisis había pasado. María Elena y Pedro de Valdivia seguían dignamente en pie, produciendo otra vez a toda máquina, algo que parecía impensable cinco años antes. La industria había sobrevivido a la catástrofe, en parte gracias al genio científico, el compromiso y la visión de Stanley Freed, quien supo crear y guiar los cambios necesarios en situaciones en que otros habrían dado por muerto el salitre.



Fotografías inéditas de las pruebas que hizo Freed con sulfato decahidrato secado al sol.

Notas para Stanley Weimer

El aplomo e inspiración que demostró Stanley Freed en su lucha por la sobrevivencia de María Elena y Pedro de Valdivia durante la Gran Depresión, no se pueden separar de lo que estaba ocurriendo en su vida personal en esos años.

El 13 de agosto de 1935, el día en que nació su primer hijo, Freed escribió la primera entrada en un cuaderno de tapas negras con un título en la primera página: *Reminiscencias para Stanley Weimer Freed por su padre.*

Era una suerte de bitácora animada por las profundas emociones de ser padre por vez primera, aunque manteniendo la sobriedad y el apego a los hechos propios de su talante científico. En su inglés nativo, y en un tono muy diferente al de sus informes, el ingeniero químico de 45 años escribió este cuaderno en una cálida segunda persona, hablando directamente a su hijo acerca de su historia, su familia y la vida que llevaban en María Elena.

En ella anotó:

“Martes – Hoy aproximadamente a las 11.30 AM naciste en el hospital de María Elena. Cuando te vi por primera vez, estabas dormido en tu pequeña cunita de bebé y vi de inmediato que muchos rasgos de tu cara eran como los míos –aunque tu cara estaba bastante roja. Durante la tarde fui invitado por varios amigos a tomar cócteles en honor a tu llegada”.

“Es una curiosa coincidencia que nacieras en agosto. Porque agosto es también el mes de mi cumpleaños (8 de agosto), el de tu madre (14 de agosto), y nuestra fecha de matrimonio: 19 de agosto”.

“María Elena es el nombre de la oficina salitrera ubicada a unas cincuenta millas al interior de Tocopilla, Chile. Es aquí donde he trabajado desde 1926 –aunque yo llegué a Chile en septiembre de 1922 por primera vez. Fue aquí donde conocí a tu madre en un baile el 4 de julio de 1932 –y donde nos enamoramos– y me casé con ella el 19 de agosto de 1934. Tu madre es católica y yo soy protestante. Y nos pareció mejor en ese tiempo casarnos solo por la ceremonia civil”.



Stanlito y Stanley Freed en Nueva York, agosto 1936



Amalia González y Stanley Freed durante su noviazgo en 1933, en María Elena y junto al río Loa. En la foto de arriba los acompaña Héctor Crozier, gran amigo del Doctor Freed.



Amalia González, la esposa de Stanley Freed, era una joven de Salamanca que tenía 23 años cuando conoció al ingeniero químico norteamericano, y 27 cuando fue madre. Amalia había llegado hacía poco al norte a vivir con su hermana Zaida, que estaba casada con Germán Rivas, el administrador de María Elena. Se les sumaría al tiempo otra hermana, Inés, quien conocería a su futuro marido en una de las fiestas en el club de la oficina María Elena, el ingeniero Addison Armstrong. Como cuenta en el diario para su hijo, Stanley Freed conoció a Amalia el Día de la Independencia de Estados Unidos. Esta fecha era festejada en grande, con profusión de banderas y música norteamericana en el “barrio gringo” de María Elena.

Decidieron llamar a su primer hijo Stanley Weimer, pues su madre quería que el niño llevara el nombre de su marido. Sobre el segundo nombre, fue Freed el que lo escogió. “Cuando lloras te pareces mucho a mi tío Edgar Stanley Weimer, de Pittsburgh. Entonces pensé en que podríamos llamarte Stanley Weimer. Tu madre estuvo de acuerdo”, relató en su cuaderno. Después tuvieron otro hijo, al que llamaron Clark en honor al padre del Doctor Freed. Los dos niños se comunicaban con su papá en una mezcla de inglés y español. Le decían “papi” o “papi” y le escribían cartas en inglés.

Stanley Freed los registró en el Consulado de Estados Unidos en Antofagasta para que fueran ciudadanos norteamericanos. Le dio gran importancia a que sus hijos tuvieran en el futuro una buena

educación. El 14 de octubre de 1935 escribió en el diario a su hijo –entonces de dos meses– que “si yo vivo mientras tú creces, irás a Estados Unidos para tu educación siguiendo el curso natural de los acontecimientos. Si yo no vivo, será diferente, ya que tu madre no querrá ir a vivir a Estados Unidos y yo no querré que la dejes (...). Después tú puedes decidir si quieres hacer tu futuro hogar en Estados Unidos o en el país de tu madre”.

Mientras sus hijos fueron pequeños, la familia vivió en una bonita casa esquina del barrio norteamericano de María Elena que aún se mantiene bien conservado. En 1935, Stanley Freed incluyó en el cuaderno una descripción detallada de la casa, con un plano dibujado por él mismo.

“Esta es una casa de un piso sin sótano y está construida con muros de concreto de 4 pulgadas. El jardín delantero está rodeado de una reja de celosía. Y las flores son hermosas todo el año. Los techos son bajos y el tejado está construido de material ligero, por lo que en verano toda la casa se vuelve muy calurosa. Y fría en invierno. El patio de luz es generalmente tibio en medio del invierno. No tenemos más chimenea que la estufa de la cocina y cuando hace mucho frío usamos calefactores eléctricos radiantes. Todos los muebles como sillas, mesas, camas y *chiffoniers* pertenecen a la compañía. Otras cosas como las cortinas, cojines, ropa de cama, manteles, cubiertos, platos, utensilios de cocina, nos pertenecen a nosotros”.

Su alma de científico también la llevó

a su casa. Según relatos de su hijo Stanley Weimer a sus nietos, Freed creó un sistema en el techo para obtener agua caliente mediante energía solar. Incluso en su faceta más doméstica, siempre estuvo inventando o experimentando posibilidades. Otros recuerdos que circulan entre sus descendientes son que le gustaba hacer yogur “de pajaritos” y fabricar jabón a partir del caliche.

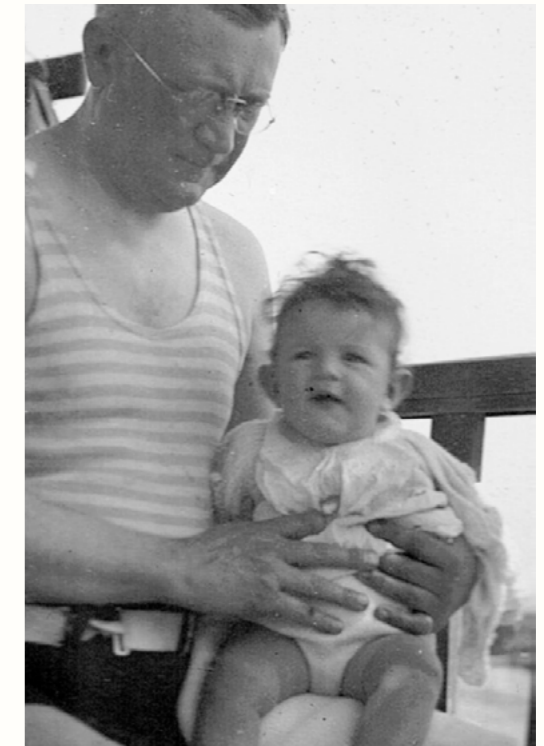
Como otros empleados norteamericanos de la compañía, cada tres años Stanley Freed tenía un permiso de tres meses de vacaciones para viajar a Estados Unidos. En julio de 1936, aprovechó esa oportunidad para ir con su esposa Amalia, su cuñada Inés y su pequeño hijo Stanley, de casi un año, a quien sus tíos y abuelos norteamericanos en Norfolk esperaban con ansias conocer. La posibilidad de ir en avión fue descartada, porque el Doctor Freed tenía problemas cardíacos que le dificultaban volar. Se embarcaron entonces en un viaje por mar que duró más de dos semanas, con varias paradas en el camino. En el cuaderno dedicado a su hijo, Freed anotó que el barco Santa Inés zarpó desde el puerto de Antofagasta, y paró, entre otros destinos, en Guayaquil para un embarque de miles de kilos de plátanos. El 21 de julio llegó a Nueva York. La familia disfrutó unos días paseando y comprando en Manhattan, y luego se dirigió a Norfolk, donde compartieron varios días con sus familiares y se refrescaron del calor húmedo de la zona en las playas de Ocean View y Virginia Beach.

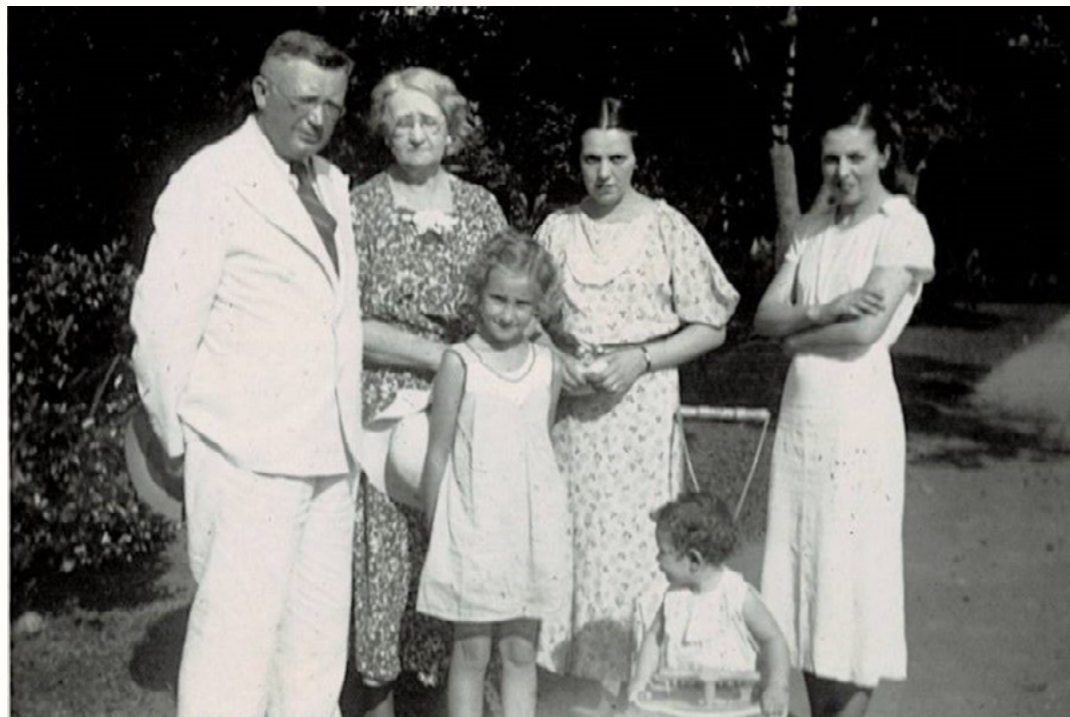
Arriba a la derecha, Stanley Freed y su hijo Stanlito en Tocopilla, enero de 1936. Abajo: Stanley Freed junto a Stanlito y Clark, en 1938.

El 25 de agosto, Freed escribió tiernamente en el cuaderno a su hijo:

“Mañana debo dejarte por cerca de un mes para hacer un viaje a las minas de potasio en Nueva México. Tienes un ojo inflamado que no parece mejorar y me siento reacio a dejarte”.

Tal pasión sentía el Doctor Freed por su trabajo científico que era común que aprovechara sus viajes de vacaciones en el extranjero para visitar una planta refinadora, algún laboratorio o una mina de potasio, como en este caso, para alimentar las diversas líneas de investigación de los subproductos y de las aplicaciones del caliche que llevaba en paralelo.





Primeras vacaciones de Stanlito, Amalia y su hermana con Juda Weimer, la madre de Fried, y otros familiares, en Estados Unidos.



Stanley Freed viajando por primera vez junto a su hijo y esposa a Estados Unidos en 1936.



Stanley Freed camino al dentista en Nueva York.

El principal consultor científico de la industria

Su creciente reputación como científico y tecnólogo de nivel mundial de la industria de los nitratos lo llevó a ser invitado a congresos internacionales y a escribir en revistas especializadas como *The Paper Maker*, de la Paper Makers Chemical Corporation de Estados Unidos, donde publicó el artículo *Sodium Sulphate from Chile, an Outline of the Method of Production* en 1933. Intercambió correspondencia y datos con otros científicos como el profesor de química de la Universidad de Chile, Pablo Krassa —quien en febrero de 1932 visitó durante dos semanas María Elena para demostrarle, en terreno, un nuevo proceso para extraer soda cáustica y ácido nítrico del nitrato de sodio—; su amigo y compatriota Horace Graham, quien era presidente de la compañía y al que ayudó con información para un capítulo sobre el salitre en el libro *Industrial Mineral and Rocks*, de 1937; y Ronald Crozier, director de Anglo-Lautaro, con quien intercambió numerosos libros.

El Doctor Freed se consolidó como el principal consultor científico de los ejecutivos salitreros de Guggenheim Brothers. No solo le consultaban acerca de las características físicas y químicas del caliche, como correspondía a su especialidad, sino que también solían preguntarle sobre materias más cercanas a la metalurgia, los costos de producción de un nuevo proceso o algún tema respecto a la competencia,

así como de aspectos de ingeniería de procesos industriales, ya que él había sido uno de los principales colaboradores de los sistemas de plantas tan tecnificadas como María Elena y Pedro de Valdivia.

Como jefe de investigación, estaba encima de todo. Desde crear nuevos procesos y productos en formatos “premium”, —como el salitre granulado en forma de perlititas blancas— hasta solucionar los problemas que inevitablemente surgían, como los ladrillos derretidos en la planta de granulación. En su informe de investigación del 3 de julio de 1934, Freed contó de las dificultades para encontrar un ladrillo capaz de resistir el calor de los hornos donde se fundía el salitre. Describió los resultados obtenidos en pruebas con cuatro tipos de ladrillos importados y tres ladrillos locales de Lota y Penco. Finalmente, optó por el ladrillo importado “*B and W 80 brick*”, que le pareció el más duradero. Ocho años después, en una conferencia de 1942, relató que “no hay dificultad en la fundición del salitre, excepto en la muralla-puente y alrededor de los primeros agujeros de sangría, donde los ladrillos se corroen y deben ser reparados a intervalos de 150 días”.

El salitre granulado era uno de los atributos diferenciadores del nitrato de María Elena y Pedro de Valdivia, y Freed fue parte fundamental del perfeccionamiento de ese proceso. En su ponencia en el Congreso Panamericano, lo explica: “Consiste en fundir el nitrato centrifugado en un horno adecuado a petróleo y rociando el nitrato

fundido a 340°C en una gran cámara de enfriamiento. Las gotas en su pasada por el aire se enfrían a menos del punto de congelación y son recogidas como perlititas hasta de 1/8 pulgadas de diámetro en una correa transportadora debajo de la cámara que las transporta a los harneros, que eliminan los finos (menos 20 mallas), después a nuevos enfriadores, y finalmente, a una tolva de almacenaje para ensacadura o embarque a granel, según sean las necesidades. El fino de la granulación vuelve a ser fundido. El nitrato así producido no contiene humedad (...) con una pureza total de 98.5 a 99 por ciento”.

A mediados de los años 30, cuando el nitrato natural estaba volviendo poco a poco a ser demandado para producir fertilizantes y explosivos, Freed sugirió varias mejoras para añadir más valor y pureza. En un memorándum de investigación del 30 de agosto de 1934 propuso instalar una nueva planta de “nitratos súper-refinados” secados y ensacados mecánicamente, con tres niveles de refinación y precio: nitrato granulado en pellets, nitrato refinado cristalizado y nitrato súper-refinado, que pasaría por un lavado extra después de la centrifuga, más seco y más puro, para usos industriales.

El salitre que iba embarcado en forma de perlititas compactas dentro de los sacos tendía a desarmarse en forma de polvo o “finos”, como resultado de los movimientos y golpes en la bodega de los barcos. Freed luchó contra este problema e hizo numerosas mejoras al proceso de granu-

lado. En una ocasión, cuando un cliente reclamó porque su embarque de salitre arribó con un porcentaje alto de finos, Freed se defendió argumentando que no entendía qué podía haber ocurrido. Hizo una lista de todos los tests que habían hecho para comprobar la resistencia del salitre granulado durante el embarque y la manipulación: agarraron un saco lleno de salitre y lo dejaron caer desde distintas alturas. Después lo hicieron rodar por el suelo, le pegaron con palas sobre un piso de cemento. Y al hacer las mediciones, el porcentaje de finos siempre era bajo. Quizá era un problema en la bodega de destino, se preguntaba.

Otro subproducto que se volvió interesante fue el yodo, intensamente investigado por Freed durante los años 30. Este elemento se producía en María Elena y en Pedro de Valdivia en forma de cristales negro-azulados lustrosos, de un 99,4 por ciento de pureza y era envasado en barriles de madera de 70 kilos. En 1942, la producción de las dos plantas era de 90 toneladas mensuales, lo que representaba solo el 15 por ciento del yodo contenido en el caliche.

En 1932, algunos altos ejecutivos de la compañía, como el gerente general Hoffman, le habían preguntado al Doctor Freed si valdría la pena agregar yodo al nitrato de sodio para aumentar su valor como fertilizante. Freed le respondió que si fuera posible probar cuán valioso es el yodo, podrían agregarlo por poco costo y tener una venta elevada sobre los fertilizantes sintéticos.

Parecía una locura impracticable, y muchos le dijeron que no sería posible, pero Stanley Freed sabía que podía encontrar una manera. En la siguiente década, la última de su vida, se dedicaría contra viento y marea a hacer realidad su máxima ambición científica: la creación de pozas de evaporación solar para extraer de manera económica, simplemente a través de la energía del sol, salitre, bórax, potasio, magnesio, litio y un caudal inimaginable de riquezas contenidas en el caliche.

La conversación sobre si era conveniente agregar yodo al salitre continuó a través de varios memos de investigación y de cartas. Freed dio a considerar varios aspectos: desde los costos hasta el color, que del purísimo blanco pasaría a rosado. “Habría que determinar si es comercialmente deseable” el color rosado, anotó Freed. Esas observaciones eran adjuntadas a los altos ejecutivos del salitre con comentarios como: “Contiene informaciones que permitirán al Directorio tomar una decisión sobre este importante asunto”, que denotaban el profundo respeto por sus juicios.

Finalmente, el 24 de diciembre de 1934, Freed entregó una propuesta y estimación de costos para una nueva planta de yodo en Pedro de Valdivia, con el objetivo de agregar hasta 150 toneladas anuales de yodo en el nitrato granulado.

La posibilidad de crear fertilizantes de especialidad, mezclando el nitrato de sodio con otras sales y minerales que ya se encontraban en el caliche, como yodo y potasio, intrigó a Freed. Según relatos de su hijo Stanley Weimer a su familia, el ingeniero tuvo un huerto en su casa en María Elena donde probó distintas mezclas de fertilizantes para cultivos específicos a partir de nitrato de sodio: con yodo, potasio y otros subproductos. Leyó insaciablemente sobre el tema y les preguntó a otros científicos –como el Doctor Nichols, durante su viaje a Nueva York– acerca del valor del yodo en el salitre. “Él expresó su opinión de que era un tónico muy valioso para las plantas, sin embargo, no logré que

me dijera qué cantidad de yodo era recomendable”, relató con cierta frustración en el informe de investigación número 286.

Hubo también otros valiosos subproductos del caliche –como potasio, magnesio y ácido bórico– cuyas soluciones en el caliche eran tan débiles que resultaba imposible extraerlas mediante el sistema Guggenheim y el precio era prohibitivo. Freed tuvo la certeza de que el sistema más barato y satisfactorio para recuperar esas sales era la evaporación solar. En su conferencia en el Congreso Panamericano, declaró que “para producir alrededor de 40.000 toneladas de nitrato de potasio, 10.000 toneladas de ácido bórico y una cantidad desconocida de sales de magnesio, se necesitaría una superficie de evaporación de 250.000 metros cuadrados, o sea, 1/4 kilómetro cuadrado. Una superficie de evaporación de esta naturaleza, si fuera construida de grandes bateas de concreto bajas y a prueba de filtraciones, necesitaría una gran inversión de capital, la que difícilmente se justificaría mientras las condiciones mundiales no se hayan estabilizado nuevamente”.

Parecía una locura impracticable, pero Freed sabía que podía encontrar una manera. En la siguiente década, la última de su vida, se dedicaría contra viento y marea a su máxima ambición científica: la creación de pozas de evaporación solar para extraer de manera económica, a través de la energía del sol, salitre, bórax, potasio, magnesio, litio y un caudal inimaginable de riquezas contenidas en el caliche.

5

La hazaña del sistema
de evaporación solar



Stanley Freed junto a la primera poza experimental de evaporación solar de 5.000 metros cuadrados en 1948. Al fondo se ve su automóvil. La fotografía es parte de un álbum que perteneció al científico, conservado por sus descendientes.

En una de las últimas páginas del grueso cuaderno negro escrito para su hijo mayor, Stanley Freed anotó en inglés:

5 de septiembre de 1942

Bueno, hoy se cumplen 20 años desde que estoy en Chile. Esta noche voy a celebrar con un pequeño cocktail party.

El Doctor Freed tenía buenas razones para estar contento y querer conmemorar con sus amigos ese hito tan importante en su vida. Su amor por la pampa nortina y por su gente se había arraigado tanto que su intención era que al morir se le enterrara en esas mismas tierras. Disfrutaba de su vida familiar en María Elena con Amalia y sus hijos Stanley y Clark, las frecuentes idas al teatro y a la piscina del pueblo con ellos. Además, su prestigio como investigador experto en el salitre seguía consolidándose. Ese mismo verano había sido invitado a exponer sobre el sistema Guggenheim y los subproductos del caliche al Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas, frente a selectos expositores y especialistas de todo el continente. Sus informes y sus rigurosas opiniones como superintendente de investigación eran consideradas casi ley por los altos ejecutivos de Anglo-Lautaro en Nueva York y en Londres. Por su lealtad, inteligencia y trato amable, se había ganado el respeto tanto de los ingenieros del laboratorio como de los obreros en las plantas. Como muestra de cariño y aprecio, los trabajadores de

María Elena y Pedro de Valdivia le regalaron una lámpara elaborada con cobre de Chuquicamata que hasta hoy es atesorada por sus descendientes.

Lo peor de las crisis de la industria había quedado atrás y la compañía se encontraba nuevamente produciendo salitre a la máxima capacidad en las plantas. La entrada de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial le devolvió al nitrato chileno un valor estratégico en ese país, para asegurar el suministro tanto de fertilizante para plantas como para armamentos de guerra. Según el artículo *The New Chilean Nitrate Industry* (junio de 1943), durante 1941, del total de un millón 400 mil toneladas de nitrato de sodio exportadas, 800 mil fueron despachadas a Estados Unidos. El salitre continuaba siendo una industria de gran importancia nacional, de la que dependía el bienestar de por lo menos un 10 por ciento de los chilenos. Pese a la despiadada competencia de los fertilizantes sintéticos, el salitre aún representaba alrededor de un 20 por ciento de las exportaciones totales de Chile en 1943 y daba trabajo directo a unas 50 mil personas y, de forma indirecta, a muchas más.

Sin embargo, pese a todas estas buenas señales, el Doctor Freed se encontraba inquieto. La demanda por el salitre chileno era muy alta gracias a la guerra, pero ¿qué pasaría cuando el conflicto bélico llegara a su fin? Para mantener precios competitivos frente a la industria sintética, el ingeniero químico sabía que era necesario buscar métodos de producción más económicos.

Aunque eficiente, el sistema Guggenheim era un método que se iba encareciendo en el tiempo, porque el caliche es una minería poco profunda, pero muy extensiva. Gran parte del costo de operación era la explotación minera, que se hacía en rajos a lo largo de las líneas de ferrocarril. Había que explotar superficies de miles de hectáreas cada año, y mientras más se explotaba el frente de extracción de la mina más se alejaba de la planta, por lo que el costo de trasladar el caliche también aumentaba. Para hacerse una idea de cómo se iban desplazando las operaciones a lo largo del tiempo, en los años 30 la mina estaba junto a la línea; en 2015, se había alejado 40 kilómetros al sur de Pedro de Valdivia, y algo similar en la

mina El Toco que abastecía a María Elena.

Pero el problema que más obsesionaba a Freed eran los valiosos subproductos que se perdían en los ripios, como el potasio y el ácido bórico. En 1942, las plantas lograban recuperar un 75 por ciento del nitrato de sodio y alrededor de un 35 por ciento del yodo del caliche. El resto del nitrato de sodio y del yodo, además de compuestos de potasio, boratos, cloruro de sodio, sulfato de sodio y sales de magnesio, eran diariamente descartados con los ripios. Ni el sistema Guggenheim, ni ningún otro conocido hasta entonces, eran capaces de recuperar estas sustancias en forma económica, debido a su baja concentración en las soluciones. Como dijo el ingeniero Roberto Fiedler en su texto *La*



Vista aérea a las primeras cuatro pozas de evaporación solar en Coya Sur, la más ambiciosa y compleja de las innovaciones científicas de Stanley Freed. Fotografía perteneciente al archivo familiar.

importancia del proceso de evaporación solar para la industria del salitre, para resolver este problema lo ideal habría sido “aprovechar las condiciones del desierto y recurrir a la concentración de soluciones por evaporación solar”.

El uso de la radiación solar no era una idea nueva y ya hacía un buen tiempo rondaba en la cabeza del Doctor Freed. En los años 30, había dos empresas productoras de potasio que utilizaban este proceso a gran escala en zonas desérticas y soleadas. Una de ellas estaba en el desierto de Utah, en Estados Unidos, en el límite con el Estado de Nevada, y la otra en las orillas del Mar Muerto de Israel. Ambas explotaban cloruro de potasio (KC1) mediante la concentración de soluciones débiles por evaporación solar en grandes pozas, y luego recuperaban las sales concentradas por medio de flotación o cristalización. Como ya se mencionó en el capítulo anterior, el mismo Stanley Freed visitó personalmente las plantas de cloruro de potasio en Nueva México aprovechando un viaje de vacaciones con su familia en 1936.

La idea era atractiva, económica, llena de posibilidades: una serie de enormes piscinas de 200 metros de ancho por 200 metros de largo cada una, en las que el poderoso sol del desierto se encargaba de todo el trabajo energético, sin quemar ni una gota de petróleo.

Pero construir pozas solares en el Desierto de Atacama de manera “realizable y económica” no era tan sencillo.

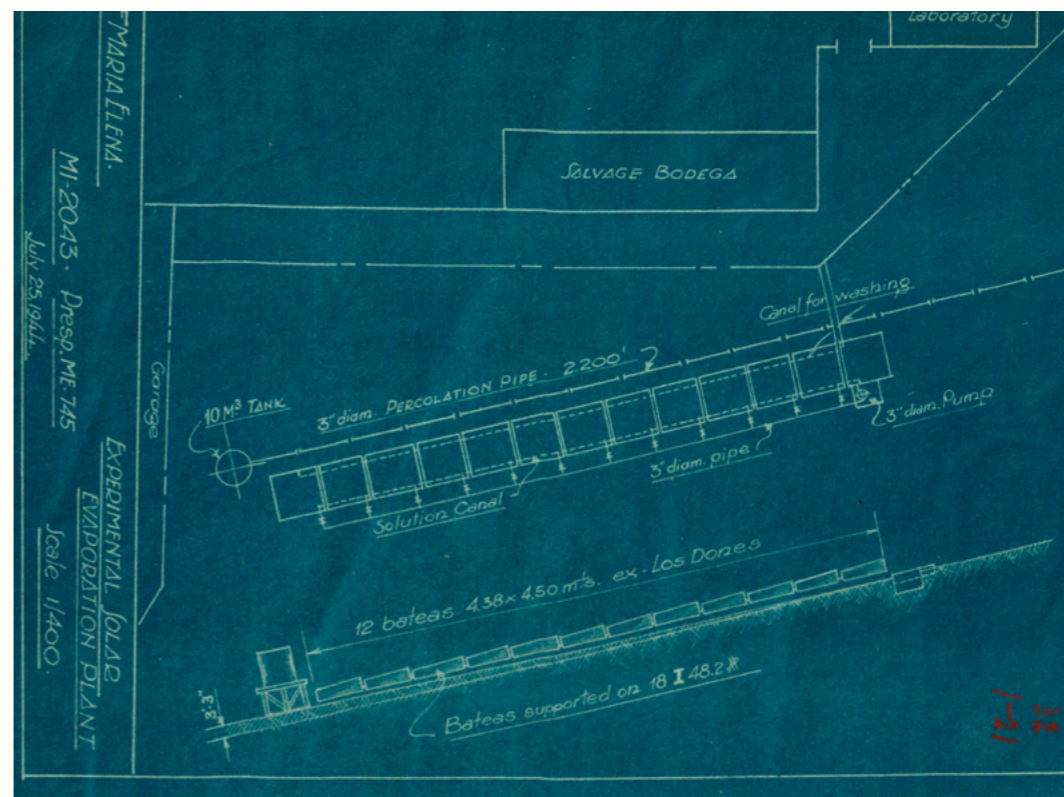
El cemento Freed

Al estudiar distintos diseños experimentales para un sistema de pozas de evaporación solar, Freed se fue encontrando con obstáculos irremontables por todos los frentes: la falta de un material de construcción para hacerlas impermeables, la geografía, el clima, la compleja interacción química de las distintas sales en las soluciones, los vientos y hasta los frecuentes temblores de la zona, así como los grandes costos de inversión. Todo conspiraba en contra de esta posibilidad.

Al menos desde 1934 el Doctor Freed perseveró en su porfiada búsqueda, como asegura en un informe de investigación dirigido a Mr. P.F. Kruger el 23 de noviembre de 1944: “Durante los últimos diez años hemos hecho intentos esporádicos de afinar el proceso de evaporación solar para la recuperación de sales de subproductos”.

El interés de Anglo-Lautaro por extraer sobre todo el potasio de las soluciones débiles del caliche, y así vender salitre de sodio potásico como fertilizante premium, está registrado en un intenso intercambio de cartas entre Freed y los altos ejecutivos a mediados de los años 30. En varias de estas cartas, los ejecutivos e incluso el mismo Freed descartaban la evaporación solar de las soluciones por inviable. Pese a esos malos pronósticos, nunca dejó de insistir en la búsqueda de salidas a cada uno de los enormes problemas que representaban las pozas solares.

Planos de la planta experimental de evaporación solar construida en 1944 en el patio del laboratorio de María Elena, con 12 bateas recicladas de la ex oficina Los Dones.



El escollo más serio era encontrar un material de construcción que volviera las pozas absolutamente impermeables a las soluciones y que, a la vez, fuera económico. De partida, en la pampa salitrera no existían extensas planicies arcillosas impermeables sobre las que construir como en el desierto salado de Utah o a la orilla del Mar Muerto. Al contrario, como describía el ingeniero Fiedler, en la pampa “la superficie del terreno es en extremo porosa y se descompone de mezclas variables de

piedra, grava y arcilla de dudosa calidad, todo cementado con sales. Más abajo hay material de mayor densidad, con más arcilla, pero siempre impregnado con sales, intercalado por clivajes de arena y grava”. Después de hacer numerosas pruebas con los suelos naturales de la pampa, Freed se resignó a que no había esperanza de obtener buenos resultados, “ya que a través de filtraciones se perderían casi todos los valores contenidos en las soluciones”.

El cemento Freed fue su invención más genial, la que lo convirtió en un mito viviente de la pampa. Se trataría de una creación que, sin exageración alguna, salvaría el futuro de la industria del salitre durante las décadas por venir, aunque fuera a costa de un desgaste personal y de salud incalculable del que obreros, laboratoristas y su familia fueron testigos.



Stanley Freed en 1950 frente a los primeros cuatro pozos definitivos de evaporación solar en Coya Sur. Fotografía perteneciente al archivo familiar.

Las pozas solares arcillosas del Mar Muerto y de Utah tampoco eran del todo impermeables, ya que las fuentes de extracción de soluciones salinas eran prácticamente inagotables y algunas filtraciones moderadas no afectaban el resultado. En cambio, de las salmueras derivadas de los ripios o caliches de baja ley, no se podía desperdiciar una gota. Una filtración de solo 100 cm³ por m² al día representaba una pérdida de 5 por ciento en valores de salitre y potasio en las soluciones. Las filtraciones debían ser impedidas a toda costa.

En su laboratorio experimental en María Elena, Stanley Freed estudió un proyecto para hacer las lagunas de planchas de acero soldadas, pero pronto lo descartó. Además del costo prohibitivo, era imposible evitar quebraduras en las juntas soldadas por el efecto de la contracción y la dilatación en los pozos secos. También hizo pruebas con distintas variedades de mezclas de concreto armado, pero tampoco servían por su rigidez. La pampa de Tocopilla era una región de frecuentes y fuertes temblores de tierra que inevitablemente trizarían el concreto y, por lo tanto, las soluciones se filtrarían.

El Doctor Freed realizó cientos de investigaciones y experimentos en busca de una composición de materiales que impermeabilizara los futuros pozos de evaporación solar. En el patio de su laboratorio en María Elena, construyó cuatro pozos experimentales de 25 metros cuadrados. Durante casi una década, este desafío fue el mayor quebradero de cabeza para el ingeniero nortea-

americano. Relatos de quienes lo conocieron lo recuerdan tendido en el suelo de su oficina, enfrascado sobre hojas de papel biblia garabateadas de arriba a abajo de fórmulas, o corriendo en pijama al laboratorio después de un temblor para comprobar el efecto del movimiento sísmico en sus bateas.

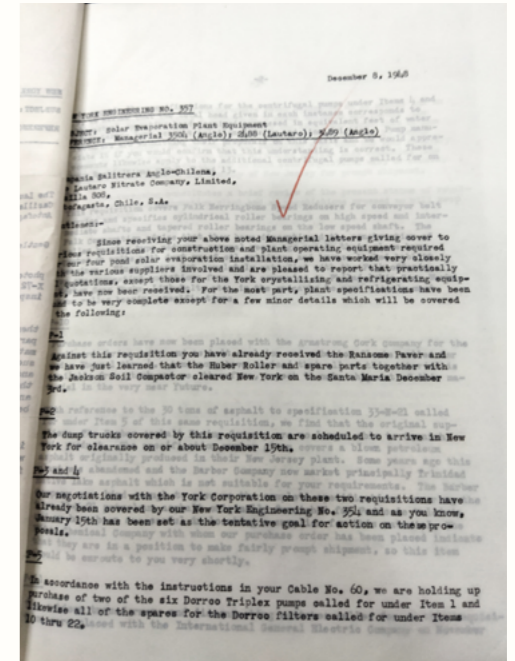
Después de innumerables pruebas, fracasos, frustraciones, decepciones y vueltas a empezar, dio con un material que cumplía con ser a la vez completamente impermeable y económico. La creación llevaría su nombre y se seguiría usando durante todo el siglo XX, y hasta entrado el siglo XXI: el cemento Freed fue su invención más genial, la que lo convirtió en un mito viviente de la pampa. Se trataría de un invento que, sin exageración alguna, salvaría el futuro de la industria del salitre durante las décadas por venir, aunque fuera a costa de un desgaste personal y de salud incalculable del que obreros, laboratoristas y su familia fueron testigos. Siendo Freed un hombre enfermo del corazón, no es difícil imaginar la carga que significó para su organismo todas las noches en vela en el laboratorio, junto al peso y a la angustia de una misión que parecía casi imposible. Y, sin embargo, se entregó a la tarea con la inspiración de un artista frente a su obra maestra. O la convicción de un guerrero dispuesto a morir en el campo de batalla.

Según la descripción de Roberto Fiedler en su texto de 1955, el cemento Freed consistía en una mezcla de una parte de ripios de la oficina María Elena, una parte de pie-

dra chancada de 10 centímetros de tamaño máximo y un 3 por ciento de cal apagada. Estos ingredientes eran mezclados con agua en una mezcladora de concreto de gran capacidad. Luego se cubría con esta mezcla las paredes y el fondo de las pozas con capas de 50 centímetros de espesor y se compactaba por rodillos. “Los pisos de los pozos, una vez compactados, se tornan muy densos y muy tiesos. Es poco menos que imposible destrozarlos y, en contraste con el concreto de cemento, no se trizan”, detallaba Fiedler. Cuando los pozos eran llenados con salmueras que contenían sulfato y magnesio, una pequeña parte de estas soluciones penetraba en el piso arrodillado, donde el magnesio y los sulfatos reaccionaban con la cal, formando hidróxido de magnesio y sal doble glauberita. “Estas sales son de carácter voluminoso y llenan toda grieta o intersticio en el piso, el que se hace así absolutamente impermeable. Tan voluminosas son que se pudo comprobar en el laboratorio que adquieren siete veces el volumen de la cal”, explicó Fiedler. Es decir, con ingredientes económicos y disponibles en los mismos ripios de las oficinas salitreras, Freed encontró la reacción química exacta para asegurar la autoimpermeabilización de las enormes piscinas solares. Una proeza técnica que sería alabada por revistas y diarios en Chile y el extranjero.

Antes de construir los pozos grandes y definitivos, por recomendación del propio Freed se hizo primero uno de carácter experimental, de 5.000 m² de superficie,

Carta del vicepresidente H. R. Graham desde la oficina de Ingeniería en Nueva York del 8 de diciembre de 1948, explicando cómo les ha ido consiguiendo los equipos para construir las primeras cuatro pozas de evaporación solar.



en 1948. El objetivo era comprobar si la impermeabilidad a las soluciones resistía a toda prueba. El Doctor Freed y su equipo analizaron durante cien días las soluciones y midieron si ocurrían filtraciones de algunas sales. Todos los exámenes fueron un éxito, pese a que ocurrieron dos temblores bastante severos, según Fiedler. Ya con la seguridad de que el material creado por Freed respondía de forma impecable, la empresa aprobó la construcción de los primeros cuatro pozos definitivos de la Planta de Evaporación Solar, con una superficie de 44.000 m² cada uno y una inversión de 7 millones 700 mil dólares de la época.

Pero la hazaña de crear pozas impermeables fue solo uno de los obstáculos que enfrentó Freed para diseñar un sistema de evaporación solar exitoso. Otro factor complejísimo era encontrar el equilibrio químico de la salmuera que llenaría las pozas, para concentrar los subproductos deseados sin que se mezclaran o se precipitaran al fondo de las lagunas como sales dobles. En su reporte de 1944, Freed cuenta que en la pequeña planta piloto de evaporación solar habían experimentado con Licor Madre de la planta de nitrato mezclado con salmuera refrigerada tras la recuperación del sulfato de sodio, pero “el alto contenido de magnesio en las soluciones evaporadas siempre presentó una dificultad”. El exceso de magnesio debía evitarse a toda costa, porque podía contaminar el salitre potásico que se elaboraría a partir de la evaporación solar. Prueba tras prueba, “las soluciones finales eran altas en cloruro

de magnesio y nitrato de magnesio y no podíamos hacer nada con ellas”. Durante años de frustrantes intentos “nunca llegamos a nada que siquiera se acercara a un procedimiento satisfactorio”, admitía el científico.

Hasta que, nuevamente, tal como con su cemento autosellante, el ingeniero químico encontró una solución tan perfecta como sencilla en los mismos datos que había estudiado desde que era un joven investigador en el laboratorio de los Guggenheim en Nueva York: las reacciones de las sales dobles que contiene el caliche. Su esquema de evaporación solar comenzó a funcionar cuando llegó “a la idea de mantener el contenido de magnesio bajo en la solución a través de la precipitación como astrakanita”.

La astrakanita, explicaba en su informe, es una sal doble de sulfato de sodio y sulfato de magnesio que se forma cuando la proporción de ambos en la salmuera es exactamente de 11.8 de sulfato de sodio a 1.0 de sulfato de magnesio. Unidos como la doble sal astrakanita, los dos elementos se precipitan al fondo de los pozos y se eliminan de la salmuera, solucionando el problema. Experimento tras experimento, el Doctor Freed se fue convenciendo de que lograr producir una salmuera con el sulfato de sodio y magnesio en la proporción de 11.8 a 1.0 era “el principal problema químico en conexión con el esquema de evaporación solar”, como aseguraba en otro informe de 1945. Cuando la proporción de magnesio era más alta, se acumulaba un exceso de este en las salmueras.

En cambio, un exceso de sulfato de sodio formaba la sal doble con el nitrato de sodio llamada darapskita, y hacía precipitar el valioso nitrato de sodio al fondo de los pozos de evaporación.

Para mantener ese equilibrio óptimo de 11.8 a 1.0 de sulfato de sodio y magnesio constante en las salmueras, Freed propuso usar soluciones provenientes del lavado de ripios de Pedro de Valdivia, que eran más altas en sulfato de sodio, y tomar de María Elena, naturalmente más ricas en magnesio, “solo la cantidad necesaria de salmuera alta en magnesio para balancear el exceso de sulfato”.

A partir de 1942, Stanley Freed lideró una serie de pruebas en una pequeña planta experimental construida en Pedro de Valdivia, usando unas mil bateas Shanks, para “trabajar los detalles operativos de la recuperación del nitrato de potasio, recuperación del ácido bórico y técnicas mejoradas de recuperación de yodo”. Algunos domingos, cuando Pedro de Valdivia o María Elena no estaban produciendo nitrato de sodio, el superintendente de investigación aprovechaba la capacidad de las gigantescas plantas para producir cientos de miles de litros de salmuera que utilizaba en sus experimentos de evaporación solar.

El 26 de octubre de 1945, describió en un memorándum de investigación un esquema de evaporación de tres fases. En la primera, se agregaba sulfato de sodio a la salmuera para “cortar” el magnesio. En la segunda, la salmuera alcanzaba la

proporción ideal de 11.8 a 1.0 de sulfato y magnesio. Y en la tercera, con las soluciones más concentradas y ya cerca de la saturación, se precipitaban el cloruro de sodio, el sulfato de sodio y las sales de magnesio. “El cloruro de sodio baja como cloruro de sodio. Pero el sulfato de sodio y el sulfato de magnesio bajan juntos como la doble sal astrakanita”, explicó Freed. Y agregó que, como los líquidos van fluyendo continuamente de una poza a la otra, “no hay una distinción clara entre estas tres etapas de producción de salmuera y una etapa emerge gradualmente hacia la siguiente”.

Algunos domingos, cuando María Elena no estaba operativa, Freed aprovechaba su gigantesca capacidad para producir cientos de miles de litros de salmuera para sus experimentos de evaporación solar.

Las otras sales, el nitrato de sodio, las sales de potasio, el bórax, el ácido bórico y el yodato de sodio, “permanecen en la solución en concentraciones crecientes mientras la evaporación progresa”. Cuando la solución evaporada está a punto de alcanzar la saturación en el nitrato de sodio, las sales de potasio se envían a una planta de cristalización donde “es refrigerada a 0°C para producir un nitrato alto en potasio”. Por los mismos métodos de refrigeración ya utilizados en María Elena y Pedro de Valdivia, se recuperarían de las salmueras concentradas las sales de sodio, nitrato y potasio, así como el ácido bórico y el yodo.

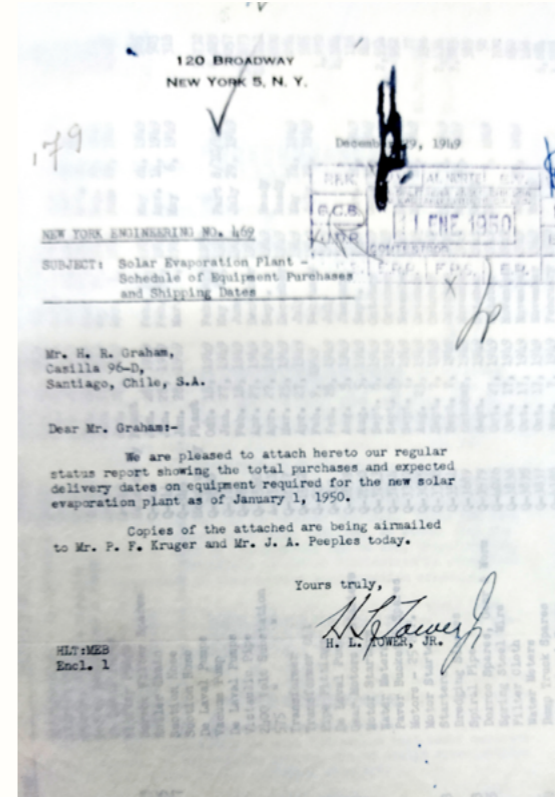
Una etapa posterior de recuperación de subproductos, “y que puede que sea o no comercialmente deseable”, agregaba Freed, era la recuperación de cloruro de sodio, sulfato de sodio y cloruro de magnesio de las sales astrakanitas acumuladas al fondo de las pozas de evaporación. “Estas sales cuando se disuelven en agua pueden ser refrigeradas a 0°C para producir sulfato de sodio decahidrato, en la misma manera que hicimos hace algunos años cuando refrigeramos la salmuera para hacer el decahidrato”.

Es decir, en sus investigaciones Freed dejó definido un plan general para producir todos los subproductos posibles de las salmueras del caliche. Este es el mismo que, en esencia, se sigue utilizando en las más de 40 pozas de evaporación solar que actualmente tiene la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) en el desierto de Atacama.

Además de los equilibrios químicos, era necesario controlar los fuertes cambios de temperatura entre el día y la noche, y también entre las estaciones del año, que hacían variar el ritmo de evaporación o podían afectar la saturación de las sales en las soluciones. Para evitar los cambios demasiado bruscos de temperatura, Freed decidió muy tempranamente mantener una profundidad de las soluciones no inferior a 50 centímetros. Además, registró meticulosamente durante tres años los ritmos diarios de evaporación en la planta piloto, y también en una pequeña batea individual que instaló especialmente para determinar los promedios de evaporación. Así comprobó que variaban ampliamente entre el verano e invierno.

Por ejemplo, calculó que durante el mes de enero la evaporación era de 3.560 metros cúbicos diarios para diez pozas, mientras que en junio era solo de 1.920. En un informe sobre este tema fechado en julio de 1948, concluyó que, para obtener la mayor productividad en los valores de evaporación, lo adecuado era “producir un volumen fijo de salmuera diario durante todo el año”. Así, en otoño, invierno e inicios de la primavera, el volumen de solución en los pozos aumentaría, mientras que en los calurosos meses de verano el exceso de solución acumulada se evaporaría.

Basado en este mismo cálculo de las tasas de evaporación estacionales, Freed aventuró que la producción anual para diez pozas de 40 mil metros cuadrados sería de 164 toneladas de nitrato de sodio;

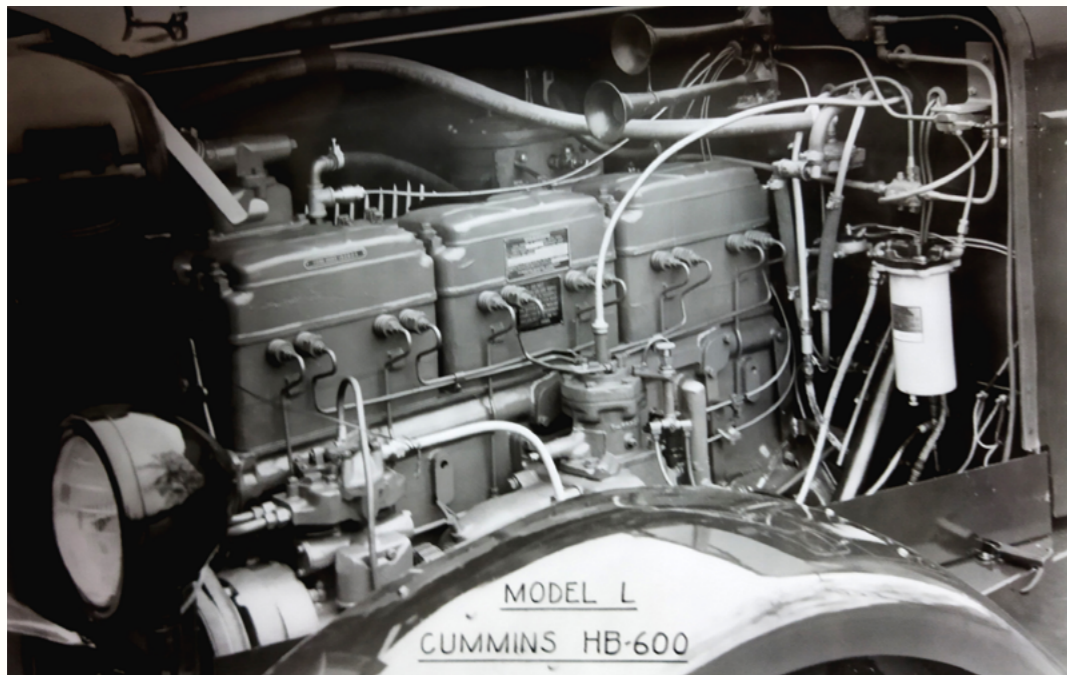
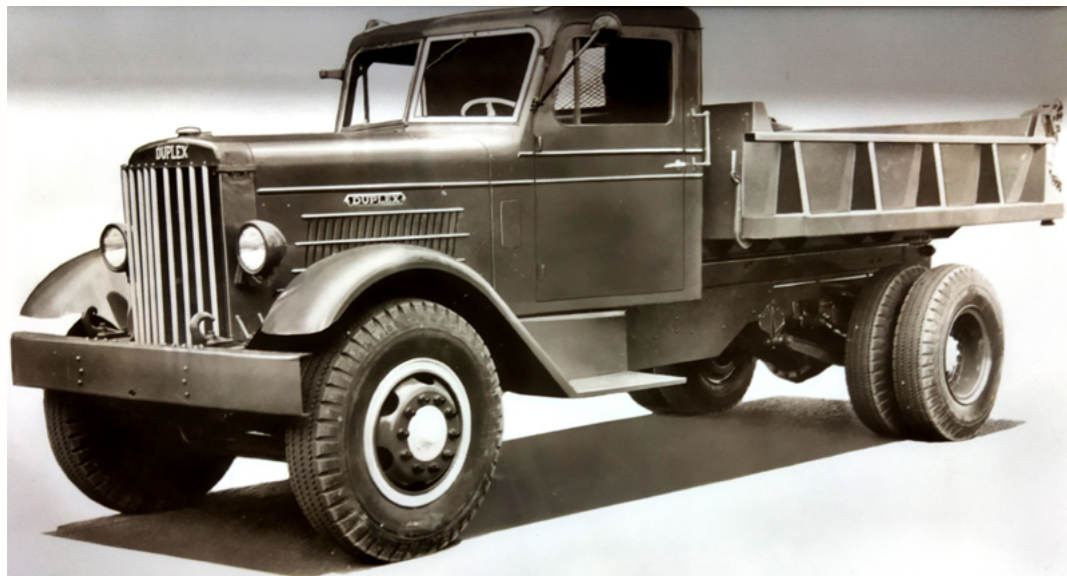


El 1 de enero de 1950, H.L. Tower escribió desde Nueva York informando todas las compras y fechas de envío para el equipamiento requerido para la nueva planta de evaporación solar.

Camiones de carga importados especialmente desde Nueva York descargan material en la construcción de los primeros pozos de evaporación solar. Fotografía a color de mayo de 1949 perteneciente a álbum de Stanley Freed.



Fotografías de distintos modelos de camiones de carga recomendados por la compañía Mack-International Motor Truck Corporation en Nueva York con la capacidad y chasis adecuados para construir las gigantescas pozas.



12.400 toneladas de potasio; 9.400 toneladas de ácido bórico y 2.120 toneladas de yodo. “Este análisis es nuestra mejor estimación, pero es más que probable que haya grandes variaciones día a día dependiendo de las variaciones químicas y físicas del caliche tratado y la uniformidad con que la salmuera producida en las operaciones sea conducida”, agregó con cautela.

Ese mismo año, el pionero proyecto recibió el visto bueno de la compañía salitrera Anglo-Lautaro y comenzó la construcción de las primeras cuatro lagunas de 44 mil metros cuadrados en Coya Sur. Después de años de sacrificios y de pensar obsesivamente en el asunto, se hacía realidad la máxima ambición científica del Doctor Freed. Él supervisó atentamente el diseño y la construcción de las pozas, definió en detalle el esquema de recuperación del salitre potásico y sódico, y dejó muy avanzados los estudios de la planta de cristalización que permitiría obtener a muy bajo costo yodo, sulfato de sodio y ácido bórico.

Una vez que las pozas de evaporación estuvieron construidas y se concentraron en ellas las primeras soluciones de prueba, Freed enfrentó otro problema mayúsculo: cómo cosechar las sales “de desecho”, como el cloruro de sodio y las astrakanitas que se acumulaban en los pozos. Una posibilidad era secar los pozos para retirar las sales con camiones de volteo, pero era caro e ineficiente. Después de investigar qué se hacía en el Mar Muerto y en Utah, y de

experimentar varias posibilidades con sus ingenieros, Freed desarrolló un sistema de dragas de succión montadas sobre motoniveladoras que podían recorrer libremente las lagunas de baja profundidad. Para cosechar la sal, estos vehículos usaban una manguera larga succionadora, muy parecida a la trompa de un paquidermo; por eso las llamaron “elefantes”. La draga móvil estaba conectada a una cañería flexible que conducía la pulpa aspirada a una planta de filtros, donde se eliminaban los sólidos, como la astrakanita, y las soluciones que quedaban se devolvían a los pozos. Por la envergadura y la complejidad del proyecto, tan solo las obras de construcción requirieron 5 millones de dólares.

Freed desarrolló un sistema de dragas de succión montadas sobre motoniveladoras. Usaban una manguera larga, muy parecida a una trompa; por eso las llamaron “elefantes”.

El sistema se patentó en 1948 con las siguientes patentes:

11.415: procedimiento para producir decahidrato de sulfato de sodio, cloruro de sodio y diversas sales de magnesio de una mezcla de sales de cloruro de sodio y astrakanita.

11.416: procedimiento para convertir decahidrato de sulfato de sodio en sulfato de sodio anhidro.

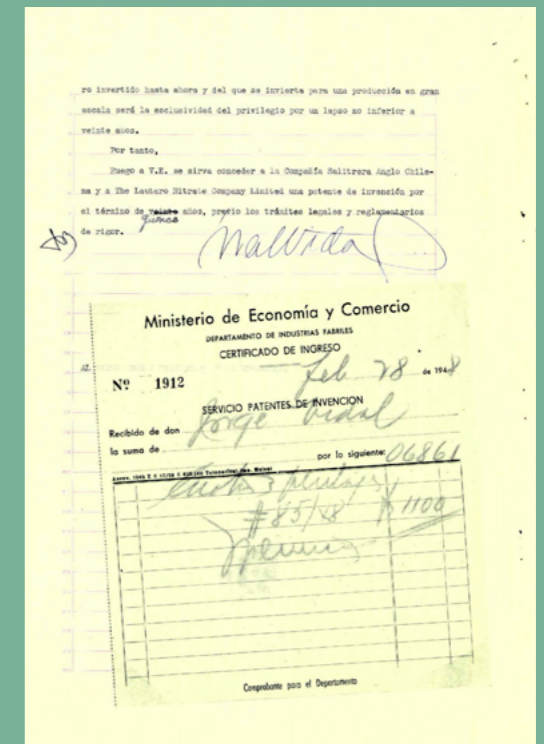
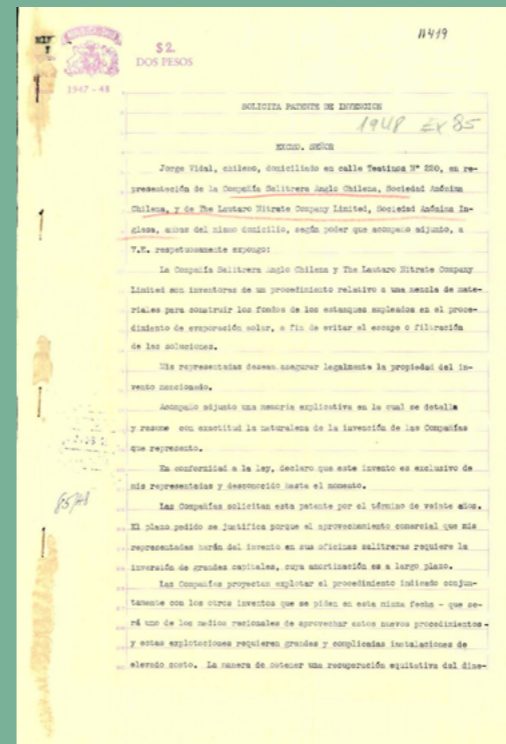
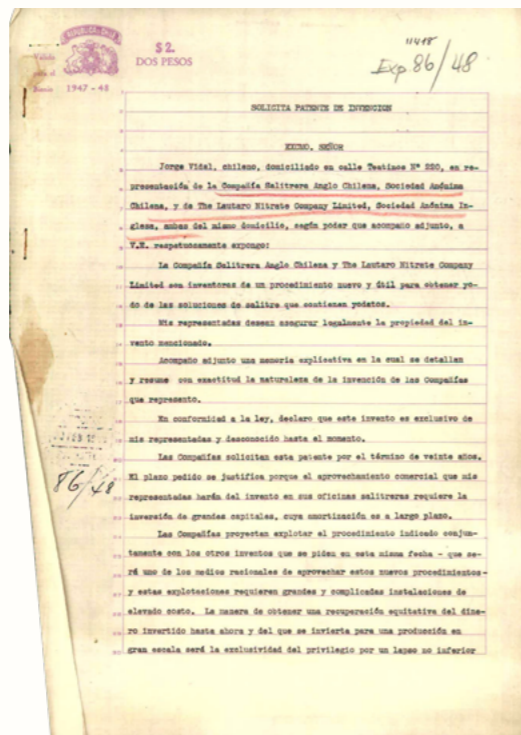
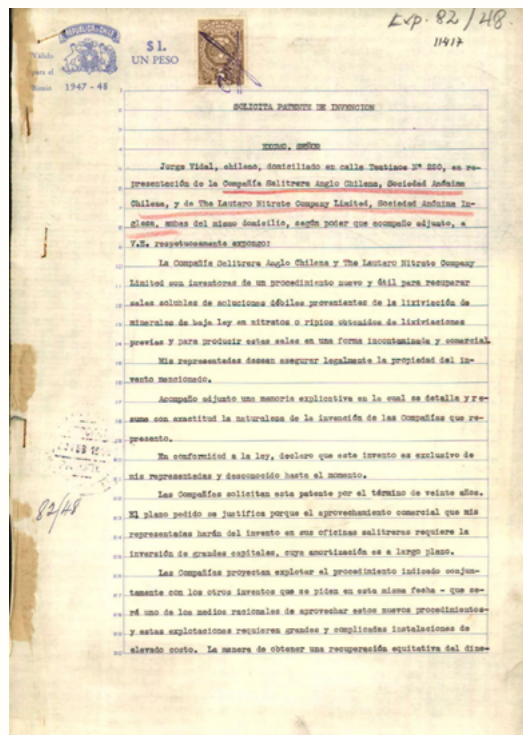
11.417: procedimiento para recuperar nitratos boratos yodatos y sales de potasio de soluciones débiles

11.418: procedimiento mejorado para recuperar yodo de soluciones de nitrato que contengan a lo menos 13 g o más de yodato expresado como yodo por litro.

11.419: método mejorado para construir fondos de estanques destinados a los procedimientos de evaporación solar.

La patente **11.419** vendría siendo el “cemento Freed”.

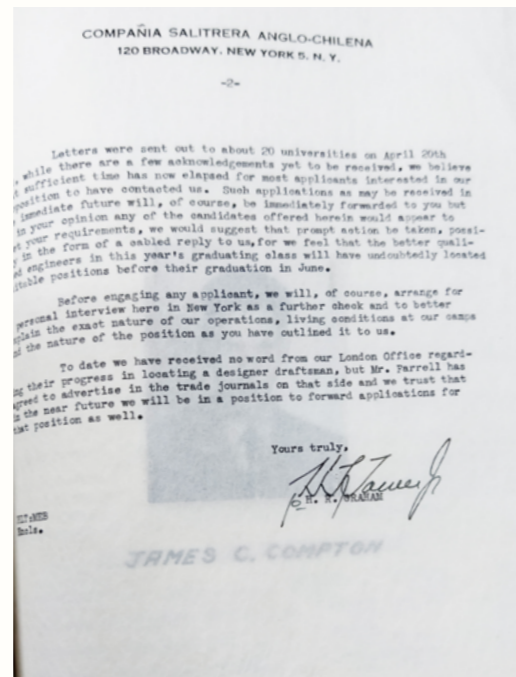
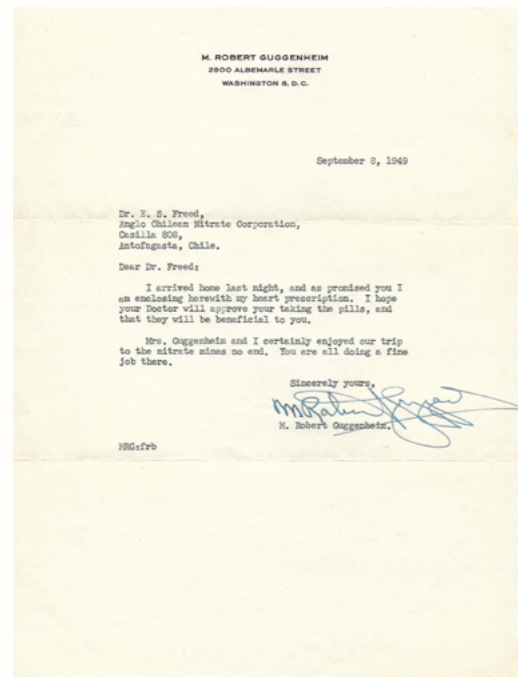
La de abajo es la patente 11.419, correspondiente al “cemento Freed”, la invención más recordada del científico norteamericano. Fue registrada en la oficina de patentes como “método mejorado para construir fondos de estanques destinados a los procedimientos de evaporación solar”.



Izquierda: Carta con receta médica para el corazón enviada por Robert Guggenheim al Doctor Freed en 1949. Derecha: Carta de Mr. Graham contando que han enviado cartas a 20 universidades de Estados Unidos reclutando ingenieros para la compañía salitrera en Chile.

Y en junio de 1950 comenzaron las primeras operaciones de prueba en los pozos para evaporación solar y la obtención de nitrato potásico, tal como fueron diseñados por el ingeniero químico Stanley Freed.

Las grandes pozas se llenaron con soluciones provenientes del lavado de los ripios de la lixiviación de las plantas Guggenheim, que antes se botaban en la pampa como desechos y de las que ahora se podían extraer sus valiosos contenidos de nitrato sódico, sales dobles de potasio, boratos, yodo, sulfatos y magnesios. Esa materia prima, cuyo costo era cero –el único gasto era el transporte hasta las bateas–, se concentraba en las pozas solares, de donde se extraía salitre potásico, que en esa época era un producto de gran demanda en el mundo y se pagaba a un sobreprecio de 1.2 de dólar por unidad. Con esto, la recupera-



ción de yodo, que antes era de 35 por ciento, pasó a un 80 por ciento, mientras que la de nitrato de sodio, que antes llegaba a un 75 por ciento, alcanzó el 95 por ciento.

En julio de 1950, con sus queridas pozas en marcha blanca, Stanley Freed viajó a Santiago a visitar a su mujer e hijos que se encontraban disfrutando de sus vacaciones escolares de invierno. Desde que Stanley Weimer, su hijo mayor, había pasado a primero de humanidades, el Doctor Freed había resuelto enviar a sus dos niños a estudiar en la capital, en el colegio The Grange. Quería que recibieran una educación bilingüe y de una calidad que no existía en los sencillos establecimientos de María Elena. Inicialmente, Stanley Weimer y Clark estudiaron internos de lunes a viernes, pero después de un tiempo, su madre se fue a vivir con ellos en un departamento en Santiago. Los muchachos resentían los largos períodos de separación de su padre, pero para él la formación académica de sus hijos era intransable. El plan, le decía el Doctor Freed a su hijo mayor, era dejar andando el sistema de pozas solares y luego irse definitivamente a vivir con ellos a Santiago.

Durante ese viaje a Santiago, Stanley Freed se trasladó en barco desde Antofagasta a Valparaíso, y luego por tierra a la capital, debido a sus delicadas condiciones cardíacas. De hecho, poco antes, el 8 de septiembre de 1949, Robert Guggenheim, luego de una visita a María Elena, le escribió una carta para felicitarlo por el trabajo que estaba haciendo en las minas de nitrato y le adjuntó una prescripción médica para el

corazón de parte de su médico. “Espero que su doctor apruebe que tome estas píldoras y que sean beneficiosas para usted”, le dijo.

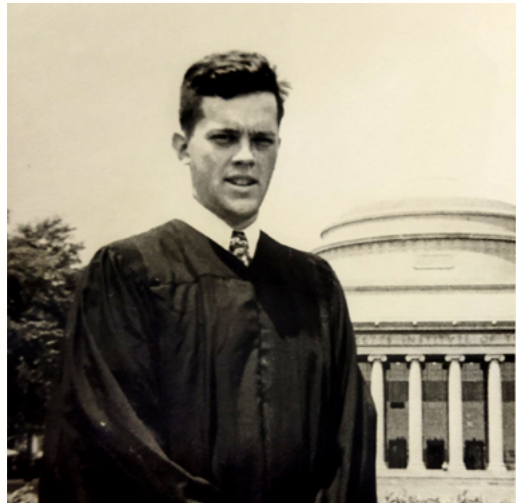
La devota dedicación a su trabajo y a la creación de las pozas de evaporación solar le habían significado sacrificios importantes en su vida familiar y su salud. Por eso, cuando se reunía con sus hijos y su esposa, intentaba disfrutar esos momentos y pasar todo su tiempo con ellos. Salían a caminar por el barrio El Golf y por las cercanías de la Escuela Militar, y Freed aprovechaba de tomar fotos con su cámara a las casas que le gustaban, una afición que mantuvo desde joven. Tenía la intención de construirse una casa de un piso para vivir con su familia.

Cuando terminaron las vacaciones, su mujer y sus hijos lo acompañaron a Valparaíso para abrazarlo antes de que partiera de regreso al norte. “Papá, ojalá esta sea la última vez que nos despidamos de esta forma”, le dijo en aquella ocasión Stanley Weimer, entonces de 15 años, antes de decir adiós.

Pero el Doctor Freed no volvió a ver a sus hijos, ni tampoco alcanzó a ver en plena producción su mayor obra. El 2 de noviembre de 1950, en una tarde laboral como cualquier otra en su laboratorio, un infarto al miocardio le quitó la vida de manera inesperada. Murió a las 17:30 de ese día, en el Hospital de María Elena, a la edad de 61 años. Dejó algunos de sus sueños inconclusos, pero también un gran legado para la industria del caliche y para Chile.



Ingenieros de todo el mundo postulaban para trabajar en la pampa con el Doctor Freed. Todos adjuntaban su CV y su fotografía. Estas imágenes son de postulantes de 1949.



6

Hondo duelo --- en la pampa



LEIDO EN EL ROTARY CLUB DE VALPARAISO EL JUEVES, 9 de NOVIEMBRE DE 1950.

He pedido al señor presidente que se me permita, por cortos momentos, usar esta alta tribuna para rendir homenaje a la memoria de un gran servidor de la industria salitrera, de la Nación Chilena y del mundo entero; el Doctor E. Stanley Freed, recientemente fallecido en la Oficina María Elena.

El Doctor Freed, norteamericano de nacimiento, graduado de Doctor de ciencias físicas y matemáticas y profesor de diversas universidades norteamericanas, llegó a Chile hace más de 27 años, integrando parte del grupo de ingenieros y de químicos que mandó como avanzada la organización Guggenheim para estudiar en el terreno, experimentar y, más tarde, establecer en escala industrial las grandes plantas de elaboración de salitre, utilizando un sistema nuevo, que permitió a la industria salitrera vivir y afrontar el terrible problema de la competencia de los abonos nitrogenados sintéticos producidos a menor costo en las grandes plantas industriales establecidas en Norteamérica y Europa y vecinas a los mayores centros consumidores de abono.

En aquellos tiempos la proporción que le correspondía al salitre chileno en el consumo mundial de nitrógeno era de alrededor del 32%. Hacia años que nos habíamos despedido del monopolio que ejerció el salitre. Las necesidades de abonar las tierras agotadas aumentaba la demanda, la producción de los abonos sintéticos crecía en tanto que las pampas chilenas se iban agotando y su costo de producción subiendo. La diferencia de precios entre el producto nacional gravado con un largo flete marítimo y con un derecho de exportación rígido, hacía imperiosa la necesidad de buscar un sistema de producción que apartara el producto chileno y también cambiar el tributo que significaba, y por tantos años, para que los inversionistas colocaran su dinero en las fábricas de productos sintéticos.

El Doctor Freed que trajo un caudal de conocimientos científicos formidable y que contaba con una fe inquebrantable en lo que puede la inteligencia humana puesta al servicio de una buena causa, fue un colaborador inapreciable en la concepción y nacimiento de un nuevo método de elaborar salitre y, siempre al pie del cañón, rodeado de sus retortas e instrumentos, estudió y resolvió los numerosos y difíciles problemas de toda naturaleza que se producían en la utilización de un sistema nuevo. Todo lo estudió científicamente y lo llevó a la práctica con la colaboración de los técnicos que trabajaron con verdadera lealtad y devoción. Así es como resultó un método, con un costo de producción más bajo que el de los productores que siguieron el sistema ya entonces anticuado, llamado Shanks. El nuevo procedimiento permitió utilizar las grandes extensiones de terrenos salitrales con baja ley de caliche que no podían ser usados en los procedimientos antiguos. Permitted que los ripios fueran arrojados a la pampa con bajísima ley de nitrato muy inferior, por cierto, a la que llevaban aquellos resultantes de la elaboración antigua.

A no mediar el nuevo sistema con la acción conjunta de la competencia a bajos precios y el alza de los costos de la producción del salitre, la

viajando más tarde a Estados Unidos para especializarse. En el país natal de su padre y abuelos, se especializaría cursando una maestría en la tan amada especialidad del Doctor Freed: la química.

El fallecimiento entristeció también a las autoridades políticas, industriales y portuarias de la zona, a los ejecutivos y trabajadores del salitre que compartían una admiración transversal por el connotado químico norteamericano. Ese mismo 3 de noviembre, el administrador general de la Compañía Salitrera Anglo Chilena, J. A. Peeples, quien además vivía en la casa vecina y era gran amigo de Freed, recibió decenas de notas formales de condolencias, incluyendo las del gobernador de Tocopilla, el gobernador marítimo de Antofagasta y el directorio de COVENSA, y una muy sentida carta del Sindicato Industrial de María Elena, que atestiguaba el cariño que sentían los trabajadores por el fallecido doctor. Aunque las relaciones entre las compañías salitreras y los sindicatos obreros solían ser bravas, la pérdida del químico norteamericano inspiró un homenaje sincero. “El inesperado deceso del Dr. E. Stanley Freed ha conmovido hondamente a cada uno de los obreros que laboran en la Compañía considerándolo irreparable para el futuro de ella, como también para el país mismo”, se lee en el primer párrafo.

El texto continúa describiendo “su talento privilegiado” que “le instaba permanentemente a escrutar los profundos misterios de la ciencia que él poseía”, manteniéndole durante cerca de 30 años

“aferrado a los ensayos de su laboratorio”. La carta concluye con una reflexión en torno al costo de esa dedicación de la que los obreros fueron testigos, ya que “justo cuando el triunfo colmaba sus manos gigantes de progreso, parece que su organismo, minado por tanto esfuerzo y por tantas vigiliadas, no pudo resistir el peso de la trascendencia de su éxito”. El sindicato también destacó sus logros, como “la formación de sus sistemas para el aprovechamiento máximo del caliche” y que “si no alcanzó a recibir en vida el merecido homenaje por su obra tan valiosa, su nombre se recordará para siempre como el más alto exponente del perfeccionamiento de esta industria nacional”.

Ese mismo 3 de noviembre, a las 15:15 de la tarde en Santiago, se reunió el directorio de COVENSA. El vicepresidente interino Juan Latorre partió el encuentro diciendo que tenía que dar cuenta “con profundo pesar del sensible fallecimiento del Dr. Freed”. Hizo un recuento de su trayectoria, como uno de los principales colaboradores en el establecimiento del procedimiento Guggenheim, “que en su tiempo fue la salvación de la industria salitrera, dedicándose por entero al nuevo procedimiento de evaporación solar, de cuyos estudios fue el autor principal”. Destacó también que era “un gran amigo de Chile y un hombre de gran inteligencia y corazón”.

Otro de los directores, Enrique Valenzuela, añadió que había llegado a ser “casi un compatriota nuestro”. Enfatizó que su apego al país era tan sincero que Paul

Invitación a la misa y al funeral del Doctor E. Stanley Freed publicada en prensa por la Compañía Salitrera Anglo Chilena y The Lautaro Nitrate Company.

Participación



Tenemos el sentimiento de comunicar el sensible fallecimiento de nuestro querido colaborador

Dr. E. STANLEY FREED
(Q. E. P. D.)

Los servicios religiosos se efectuarán en la Oficina María Elena hoy a las 10 horas, y sus funerales en Antofagasta, alrededor de las 17 horas. Partirá el cortejo de la Casa de Huéspedes de la Compañía Lautaro, en Av. Aníbal Pinto N.º 48.

CIA. SALITRERA ANGLO CHILENA
THE LAUTARO NITRATE CO., LTD.
Antofagasta, 4 de Noviembre de 1950.

SESION N.º 1493

En Santiago, el 3 de Noviembre de 1950, a las 3.15 P.M., se constituyó en sesión el Directorio de la Corporación de Ventas de Salitre y Nitrato de Chile, con asistencia del Vice-Presidente Interino, señor Juan Latorre; de los Directores señores Alfonso Quintana, Alvaro Orrego, Osvaldo de Castro, David Blair, Enrique Valenzuela, Guillermo Carey y William C. Archibald; de los Directores Subrogantes señores Juan E. Cerdá, Antonio Corcuera y Fred Low; del Sub-Serente General, señor Fernando Marónes; del Sub-Serente de Mercados, señor Fernando Guevara; del Secretario del Directorio, señor Benjamín Cifuentes y del Pro-Secretario, señor Julio Santoro.

Presidió la sesión el Vice-Presidente Interino, señor Juan Latorre.

Se leyó y fué aprobado el acta de la sesión anterior.

Se trató:

1.º - **Dr. E. S. FREED:** El señor Latorre expresó que con profundo pesar le correspondía dar cuenta del sensible fallecimiento del Dr. Freed, el distinguido ingeniero químico que por tanto tiempo trabajó al servicio de las Compañías Anglo Chilena y Lautaro. Recordó que el Dr. Freed había llegado a Chile hace unos 30 años y trabajado eficientemente al lado del señor Cappelmann Salita, de quien fué uno de sus más brillantes colaboradores en el establecimiento del procedimiento Ouggenheia, que en su tiempo fué la salvación de la Industria Salitrera.

Conoció al Dr. Freed desde 1931 y siempre lo encontró trabajando en mejoras y modificaciones en la elaboración del salitre. Concluyó dedicándose por entero al nuevo procedimiento de evaporación solar, de cuyos estudios fué el autor principal y su fallecimiento lo sorprende cuando ya puede decirse que este procedimiento es una realidad. Fué además el Dr. Freed un gran amigo de Chile, donde fundó su hogar y nacieron sus hijos, y un hombre de gran inteligencia y coraje, que siempre demostró profunda com-

precisión y benevolencia con las opiniones de los demás. Res-
tancia con interés y acedia con bondad los trabajos de otros
y aún cuando a veces turiera que expresar una opinión contra-
ria, sabía hacerlo sin herir al desalantar.

En nombre del Directorio y especialmente como representante del Gobierno, el señor Latorre dejó testimonio del profundo sentimiento con que se ha impuesto de la pérdida del Dr. Freed y presentó sus condolencias a las Compañías Lautaro y Anglo Chilena.

El señor de Castro manifestó que se adhería muy de corazón al homenaje que el señor Latorre había rendido al Dr. Freed, a quien conoció y pudo apreciar sus conocimientos y sus excepcionales condiciones de inteligencia y bondad. Tenía además inmenso cariño por nuestro país, por lo que en nombre de la Compañía Salitrera de Tarapacá y Antofagasta deja testimonio de su pesar por tan sensible pérdida y presen-
ta sus condolencias a las Compañías Lautaro y Anglo Chilena.

El señor Valenzuela manifestó que en nombre de las empresas que representaba agradecía el homenaje que se ha rendido al Dr. Freed y las manifestaciones de condolencia que ha oído el Directorio. Estima que el fallecimiento del Dr. Freed constituye una pérdida irreparable, recordando las condiciones de inteligencia y de bondad que lo adornaban. Durante 30 años trabajó al servicio de la Industria Salitrera y los resultados de su labor todavía no pueden apreciarse en toda su extensión. Debe recordar también que el Dr. Freed, como lo han expresado los señores Latorre y de Castro, había llegado a ser casi un compatriota nuestro. El señor Kruger acaba de informarle que uno de sus últimos deseos fué el de ser enterrado en tierra chilena, en la pampa salitrera, junto a los estanques de evaporación solar.

Por unanimidad se acordó dejar testimonio en el acta del pesar con que el Directorio se ha impuesto del fallecimiento del Dr. Freed y enviar una nota de condolencia a su familia.

Acta del directorio de COVENSA del 3 de noviembre de 1950, que da cuenta del sensible fallecimiento del Dr. Freed.

Kruger -vicepresidente de la compañía Lautaro y gran amigo de Stanley Freed- acababa de informarle que uno de sus últimos deseos fue el de ser enterrado en tierra chilena: "En la pampa salitrera, junto a los estanques de evaporación solar".

Tenía mucho sentido que Freed soñara con descansar eternamente en el mismo lugar donde fue feliz, formó su familia y construyó su obra más importante y duradera. Su deseo se cumplió solo en parte, ya que no sería enterrado en María Elena, sino que en el cementerio de Antofagasta.

Su cuerpo fue embalsamado y preparado para el funeral. El sábado 4 de

noviembre, a las 10:00, se hizo el servicio religioso en su honor en la iglesia San Rafael de María Elena, al que acudieron la familia, los amigos y una multitud de habitantes del pueblo salitrero que él había visto crecer desde su primera piedra hacía 24 años. Ejecutivos y empleados norteamericanos de la compañía, obreros de las plantas, de las minas y familias pampinas completas se aglomeraron adentro y en la entrada de la sencilla iglesia para despedir a Edgar Stanley Freed.

Después de la misa, los restos del hombre responsable del inédito procedimiento de evaporación solar fueron trasladados en

una camioneta cerrada hasta Antofagasta, a tres horas de distancia. *El Mercurio* de esa ciudad, en su portada del domingo 5 de noviembre, relató que el velatorio se había realizado en la elegante Casa de Huéspedes de la compañía Lautaro Nitrate en Antofagasta: “En uno de los salones se levantó una capilla ardiente que durante dos horas fue visitada por lo más destacado de la colonia norteamericana, de la industria del salitre y de sus amigos chilenos”. En el salón alumbrado por velas, la viuda Amalia González recibió saludos, flores y muestras de respeto de cientos de personas que hicieron fila para despedir a su esposo. Desde encumbrados industriales norteamericanos como Horace Graham Jr., hasta humildes obreros del salitre “con sencillez pero con impresionante solemnidad, muchos de sus amigos chilenos y norteamericanos rindieron el póstumo homenaje a un hombre que, con sus investigaciones y su esfuerzo personal, contribuyó al engrandecimiento de la industria del salitre y, de consiguiente, a la defensa económica de la zona”, describía la larga nota de portada de *El Mercurio de Antofagasta*.

A las 17:00 partió el multitudinario cortejo fúnebre desde la Casa de Huéspedes. Encabezaron el funeral cuatro coches cargados de ofrendas florales. A continuación, venían la carroza con el difunto, el automóvil con los familiares y los vehículos con las altas autoridades de las Compañías Anglo Chilena y Lautaro, entre las que estaban John Peebles; el amigo personal del Doctor Freed, Héctor Crozier; Arturo

Fuenzalida; Germán Rivas; Karl Ruegger; S. T. Thompson; Raúl de la Fuente; Horace Graham Jr.; J. Noisko; Alfredo Contreras, y J. Smith. También participaron en la caravana personalidades de la ciudad, como el secretario general del Centro para el Progreso de Antofagasta, José Papic Radnic; el doctor Pedro Marinov; y el agente portuario de la Lautaro en Antofagasta, Isidro Bosch. También desfilaron numerosos amigos norteamericanos y chilenos de Stanley Freed. Cerraban la procesión decenas de obreros de la Lautaro y público de la ciudad que se unieron a la despedida.

El largo desfile entró al cementerio N° 2 de Antofagasta y se apretujó entre los sencillos sepulcros. Los parientes y amigos más cercanos del doctor cargaron el ataúd de madera y lo depositaron en el nicho N° 279, “en medio del recogimiento de los presentes”.

A ese último rito en el cementerio, Amalia González no tuvo el ánimo de sumarse, demasiado dolida por la pérdida tan inesperada de su marido. Volvió pronto a Santiago para acompañar a sus hijos. El 8 de noviembre ya estaban de vuelta en el colegio, para que la rutina escolar y la compañía de sus amigos los ayudaran a distraerse. Amalia siguió durante muchos días recibiendo cartas y notas de condolencias, algunas de las cuales aún conservan sus descendientes. El directorio de Guggenheim Nitrate Corporation le envió por correo desde Nueva York un elegante documento en inglés encuadernado en cuero, con una fotografía de Stanley Freed

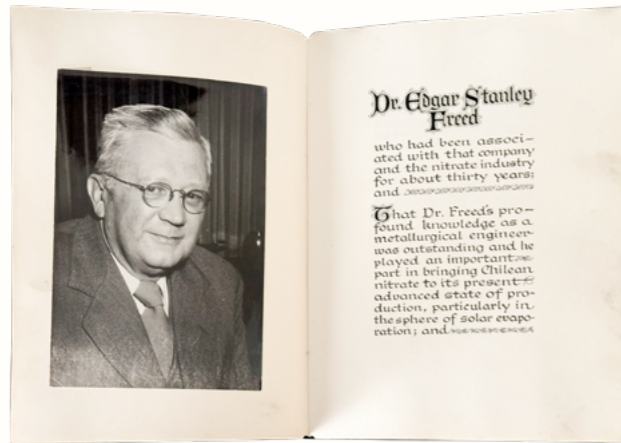
Al último rito en el cementerio, Amalia González no tuvo el ánimo de sumarse, demasiado dolida por la pérdida tan inesperada de su marido. Volvió pronto a Santiago para acompañar a sus hijos.





At a Special Meeting
of the
Board of Directors
of
Guggenheim
Nitrate Corporation
held November ninth,
nineteen hundred and
fifty, Mr. Horace R. J. J.
Graham informed the
board:

That Anglo Chilean
Nitrate Corporation
had sustained a great
loss by the recent
sudden death of



That his mature judg-
ment on chemical and
metallurgical matters is
no longer available is an
irreparable loss.

The Chairman moved
that it would be a
fitting mark of respect
for this Board to record
its sorrow in the death
of Dr. Freed, and to ex-
press its profound sym-
pathy to his family
and associates in the
untimely passing of
their provider and
friend.

Now, on motion, duly
made, seconded and

unanimously carried; it is

Resolved, that the
Board of Directors of
Guggenheim Nitrate
Corporation records its
sorrow in the sudden
and untimely death of
Dr. Edgar Stanley Freed
and expresses its pro-
found sympathy to his
family and associates in
their loss.

Harry F. Guggenheim
Chairman

y un texto escrito a mano con elaborada caligrafía y filigranas doradas para “registrar el dolor en la muerte del Dr. Freed, y expresar su profunda simpatía por su familia y socios por la partida final de su colaborador y amigo”, junto con lamentar que “su maduro juicio en materias químicas y metalúrgicas es una pérdida irreparable”. Firma el valioso documento el propio Harry Guggenheim.

El norteamericano Paul Kruger, vicepresidente ejecutivo de Anglo Chilena y Lautaro Nitrate Company, le envió a Amalia una nota formal de condolencia a nombre de los directorios de ambas compañías, así como una afectuosa carta a título personal, como amigo del Doctor Freed desde los viejos tiempos de la planta experimental Cecilia: “Querida Amalia: Ud. y nosotros hemos sufrido una irreparable pérdida. Sin embargo, siempre recordaremos al gran amigo y leal colaborador que fue su marido”.

Durante los meses y años inmediatamente siguientes a su muerte, Stanley Freed recibió varios homenajes póstumos y palabras de gratitud a su legado de parte de senadores, ingenieros, diarios, revistas especializadas y medios internacionales como la revista *Time*.

Ya el día siguiente a su muerte, *El Mercurio de Antofagasta* publicó una fotografía del científico en la portada y afirmó que “al Dr. E. Stanley Freed se le consideraba como el hombre que en el mundo tenía el más completo conocimiento de las características físicas y químicas del caliche”;

una declaración que no tenía nada de exagerada y sobre la que había un consenso amplio en todos los círculos relacionados con el salitre dentro y fuera de Chile.

Varios artículos que aparecieron en esos días lo llamaron “un sabio” y le atribuyeron haber salvado a la industria salitrera en distintos momentos críticos con sus invenciones. “El salitre granulado, por ejemplo, que se obtiene en gigantes barras de acero en donde se está produciendo día y noche una lluvia de granizo que parece cosa de magia, nació en el cerebro del Dr. Freed”, recordó una editorial de *El Mercurio* de Santiago, firmado por Hugo Silva y publicada en noviembre. “Y sin la granulación... quizás más vale no pensar qué habría sido del salitre de Chile”, concluye. El artículo también destaca la creación de sus pozas solares, que significaron una “nueva etapa” para el golpeado sector. “Stanley Freed ha cerrado los ojos para entrar en el pasado justamente cuando, gracias a él, la industria salitrera abre los suyos hacia un nuevo porvenir”.

El antiguo diario *La Hora*, en su homenaje publicado el 10 de noviembre, también reconoció su aporte a “la salvación de una de nuestras principales industrias productoras”, gracias a sus mejoras al procedimiento Guggenheim durante la crisis de los años 30. El reportaje menciona, además, la capacidad del ingeniero para volver a oxigenar la industria con el sistema de evaporación solar que permitió producir 6 mil toneladas de salitre potásico mensuales. “Las dos grandes plantas que

albergan a unos 25.000 chilenos” en María Elena y Pedro de Valdivia quedan allí, “cual monumentos faraónicos, para recordarle”, al igual que “esas colosales lagunas artificiales, que día a día cogerán los ardientes rayos solares y los vientos de la zona, serán para la posteridad los espejos” que recordarán “al sabio que dedicó su vida para bien de las empresas que lo cobijaron y para nuestra patria”.

La revista *Pampa* de diciembre de 1950 se refirió a él en términos parecidos: “Era un sabio, un inventor, uno de los más valiosos innovadores industriales que ha conocido Chile”. El artículo describió sus inventos tecnológicos para aprovechar la energía solar como un descubrimiento que abrió “rutas nuevas de prosperidad y desarrollo” a la industria del salitre y lo posicionó a la altura de “las hondas huellas dejadas por José Santos Ossa, por los Guggenheim y por Cappelen Smith”.

Un legado bajo el sol del desierto

El 9 de noviembre, a muchos kilómetros al sur de María Elena, Alberto Barbosa, en su emotivo homenaje póstumo en el Rotary Club de Valparaíso, lo describió como un “benefactor de la industria salitrera, de Chile y de la humanidad entera” gracias a su invento, ya en marcha, con las cuatro primeras pozas de evaporación

solar en Coya Sur, que ayudaban a abaratar notablemente los costos, para competir con los fertilizantes sintéticos. “Con esta parte de la primera planta se podrá recuperar alrededor de cuarenta mil toneladas métricas en forma de salitre potásico y veinte mil toneladas adicionales de salitre sódico a un costo por tonelada apreciablemente inferior al actual”, explica. En ese momento, el salitre potásico era un producto de gran demanda en el mundo y, como se mencionó ya, se pagaba por él un sobreprecio de 1.2 de dólar por unidad.

Gracias a esta innovación del Doctor Freed —dijo con optimismo Barbosa—, “las pampas nortinas no volverán a ser el desierto sin vida; continuará entonándose en las oficinas salitreras la canción del trabajo... y seguirán saliendo los barcos cargados de salitre, llevando a las tierras agotadas de todo el mundo, el fertilizante que las hará revivir”. Afirmó que Stanley Freed se fue de este mundo “con la satisfacción que a muy pocos les es dado experimentar: la de haber realizado una obra tan magna, tan humana, con una modestia ejemplar y con una tenacidad digna de imitarse. Cayó con la armadura puesta en su sitio de combate”.

Alberto Barbosa pintó con tono bélico la lucha que estaba dando la industria del salitre por su sobrevivencia ante los bajos precios de los nitrógenos sintéticos. Freed no había esperado a que terminara la Segunda Guerra Mundial para adelantarse a una nueva crisis de la industria. Su invención llegó como un nuevo salvavidas en años que fueron decisivos para el futuro del salitre



Jefes de las Compañías Salitreras Aljo-Chilena y Lautaro y deudos del Dr. Freed siguen la ura en el Cementerio de Antofagasta.



Parte del público asistente en el Cementerio de Antofagasta.

EL DOCTOR FREED

Conocimos al doctor Freed de la manera más curiosa. En una de esas funciones rotativas del teatro de María Elena nos tocó sentarnos al lado de un señor que se divertía como un niño con los dibujos animados. Nos llamó la atención esa risa espléndida, y pensamos que no podía pertenecer sino a un hombre sencillo y de gran tranquilidad espiritual. Al término de la función preguntamos quién era. “Es el doctor Freed”, nos dijo un amigo. Y al pronunciar su nombre lo hizo con un respeto que traducía además admiración y sorpresa. Y no podía ser otra su reacción, pues, por muchos motivos, consideraba imposible que alguien ignorara lo que el señor Stanley Freed significaba.

—Es un sabio, agregó nuestro informante. Su trabajo consiste en buscar algo revolucionario para la industria. Muchas de las cosas que se relacionan con el futuro del salitre, dependen del hecho de que él descubra la clave de un nuevo método de elaboración.

Al leer algunos años después en Santiago, que se había patentado el sistema de Evaporación Solar, comprendimos el alcance de aquella explicación. Al visitar más tarde la nueva planta que se construye en Coya Sur, al recorrer por sus cuatro costados los estanques llenos de esas soluciones que contienen innumerables sales y compuestos, tuvimos la comprobación objetiva de lo que el doctor Freed representaba. Las fórmulas que él experimentó en modestas “bateas”, sus investigaciones en los laboratorios, su cuidadosa y larga observación de probetas, retortas y tubos de ensayo con líquidos de diversas densidades, se habían traducido por fin en una nueva conquista para la producción.

El doctor Freed hablaba muy poco. Sus amigos ya estaban acostumbrados a sus prolongados silencios. Daba siempre la impresión de hallarse enfrascado en meditaciones situadas más allá de la realidad, alejado de la tierra, situado mentalmente en un mundo distinto y lejano.

¡Pero qué apegado a la tierra se encontraba! Por el contacto tan intenso y permanente que tuvo con el desierto, con la pampa calcinada, llegó a adquirir insospechados conocimientos acerca del caliche. Penetró en los dominios más íntimos de la costa nortina, le arrancó todos sus secretos, y ésta, por cierto, se le entregó dócilmente, como materia dispuesta a un análisis completo.

Su familiaridad con el sol y con el viento, pudo haber sido considerada como una inclinación excéntrica si no se hubieran tenido antecedentes sobre lo que perseguía. Las variaciones de temperatura, los estudios del clima en sus menores detalles, la energía solar, todo eso formaba parte de su concepción genial, dirigida a un solo objetivo: un descubrimiento capaz de abrirle rutas nuevas de prosperidad y desarrollo a una de las industrias básicas de Chile, fuente de riqueza y de bienestar para miles de personas, garantía económica para la nación. Se trataba, en suma, de encontrar un derrotero original para ampliar las hondas huellas dejadas por José Santos Ossa, por los Guggenheim y por Cappelen Smith. Ahora ya lo podemos ver. Cualquiera que vaya hacia la pampa podrá apreciar las diferentes etapas. Primero está el Salar del Carmen, donde el “pioneer” cocía los terrones pardos para convertirlos en polvo blanco; luego se divisan unos vestigios del antiguo sistema Shanks; en seguida surgen las chimeneas,

las maquinarias poderosas, las ciudadelas estremecidas y pujantes de las modernas Oficinas. Finalmente, la visión del porvenir, la herencia dejada por Stanley Freed, como una ancha puerta que aguarda una era de audaces realizaciones.

¿Cómo lo hizo el doctor Freed? No es fácil contarlo. Es necesario haber convivido con él, estar compenetrado de su incansante y apasionada tortura de sabio al servicio del progreso. La gente de la pampa lo comprende, incluso los modestos obreros, porque él circuló entre todos ellos, dejando una estela de bondad, el recuerdo inestimable de su personalidad y de su modestia. Nada de enormes bibliotecas ni de malabarismos espectaculares. El poseía todos los conocimientos básicos propios de su profesión. Lo demás fué investigación individual, labor creadora. Los experimentos se sucedían con regularidad agobiadora. M u c h o s ingenieros ayudantes sintieron la desesperación de esta tenacidad que los aplastaba. ¿Para qué esos papeles, esos apuntes, esa rutina de mirar meses y meses un horizonte que parecía inalcanzable? Sólo el doctor Freed lo sabía. Y sabía también qué destino les iba a dar a las arrugadas carillas donde anotaba datos, cifras, fórmulas, ecuaciones. De allí salió esto que el Gobierno llamó el otro día “la única posibilidad de estabilizar la industria, de bajar sus costos y de darles garantías de permanencia a los trabajadores del salitre”.

La obra del doctor Freed era seguida paso a paso por los científicos. Sin embargo, nunca hizo alarde de su capacidad, de su erudición especializada. A nosotros nos costó bastante entender su andar desgarrado, su “ordenado desorden”, sus monosílabos desconcertantes, sus gabinetes, sus estanques y sus observatorios. Pero ahora repetimos convencidos: era un sabio, un inventor, uno de los más valiosos innovadores industriales que ha conocido Chile. Por eso la pampa está de duelo.— C. (De “El Mercurio” de Antofagasta).

Dr. E. Stanley Freed.



Notas del Día

EL DOCTOR FREED

Conocimos al Doctor Freed de la manera más curiosa. En una de esas funciones rotativas del teatro de María Elena nos tocó sentarnos al lado de un señor que se divertía como un niño con los dibujos animados. Nos llamó la atención esa risa espléndida y pensamos que no podía pertenecer sino a un hombre sencillo y de gran tranquilidad espiritual. Al término de la función preguntamos quién era. "Es el Doctor Freed", nos dijo un amigo. Y al pronunciar su nombre lo hizo con un respeto que traducía además admiración y sorpresa. Y no podía ser otra su reacción, pues, por muchos motivos, consideraba imposible que alguien ignorara lo que el señor Stanley Freed significaba.

—Es un sabio, agregó nuestro informante. Su trabajo consiste en buscar algo revolucionario para la industria. Muchas de las cosas que se relacionan con el futuro del salitre dependen del hecho de que él descubra la clave de un nuevo método de elaboración.

Al leer algunos años después en Santiago que se había patentado el sistema de Evaporación Solar, comprendimos el alcance de aquella explicación. Al visitar más tarde la nueva planta que se construye en Coya Sur, al recorrer por sus cuatro costados los estanques llenos de esas soluciones que contienen innumerables sales y compuestos, tuvimos la comprobación objetiva de lo que el Doctor Freed representaba. Las fórmulas que él experimentó en modestas "bateas", sus investigaciones en los laboratorios, su cuidadosa y larga observación de probetas, retortas y tubos de ensayo con líquidos de diversas densidades, se habían traducido por fin en una nueva conquista para la producción.

El Doctor Freed hablaba muy poco. Sus amigos ya estaban acostumbrados a sus prolongados silencios. Daba siempre la impresión de hallarse enfrascado en meditaciones situadas más allá de la realidad, alejado de la tierra, situado mentalmente en un mundo distinto y lejano. ¡Pero qué apegado a la tierra se encontraba! Por el contacto tan intenso y permanente que tuvo con el desierto, con la Pampa calcinada, llegó a adquirir insospechados conocimientos acerca del caliche. Penetró en los dominios más íntimos de la costra nortina, le arrancó todos sus secretos y ésta, por cierto, se le entregó dócilmente como materia dispuesta a un análisis completo.

Su familiaridad con el sol y con el viento pudo haber sido considerada como una inclinación excéntrica si no se hubieran tenido antecedentes sobre lo que perseguía. Las variaciones de temperatura, los estudios del clima en sus menores detalles, la energía solar, todo eso formaba parte de su concepción genial dirigida a un solo objetivo: un descubrimiento capaz de abrirle rutas nuevas de prosperidad y desarrollo a una de las industrias básicas de Chile, fuente de riqueza y de bienestar para miles de personas, garantía económica para una nación. Se trataba, en suma, de encontrar un derrotero original para ampliar las hondas huellas dejadas por José Santos Ossa, por los Guggenheim y por Cappelen Smith. Ahora ya lo podemos ver. Cualquiera que vaya hacia la Pampa podrá apreciar las diferentes etapas. Primero está el Salar del Carmen donde el "pioneer" cocía los terrones pardos para convertirlos en polvo blanco; luego se divisan unos vestigios del antiguo sistema Shanks; en seguida surgen las chimeneas, las maquinarias poderosas, las ciudadelas estremecidas y pujantes de las modernas Oficinas. Finalmente, la visión del porvenir, la herencia dejada por Stanley Freed, como una ancha puerta que aguarda una era de audaces realizaciones.

¿Cómo lo hizo el Doctor Freed? No es fácil contarlo. Es necesario haber convivido con él, estar compenetrado de su incesante y apasionada tortura de sabio al servicio del progreso. La gente de la Pampa lo comprende, incluso los modestos obreros, porque el círculo entre todos ellos dejando una estela de bondad, el recuerdo inestimable de su personalidad y de su modestia. Nada de enormes bibliotecas ni de malabarismos espectaculares. El poseía todos los conocimientos básicos propios de su profesión. Lo demás fue investigación individual, labor creadora. Los experimentos se sucedían con regularidad agobiadora. Muchos ingenieros ayudantes sintieron la desesperación de esta tenacidad que los aplastaba. ¿Para qué esos papeles, esos apuntes, esa rutina de mirar meses y meses un horizonte que parecía inalcanzable? Sólo el Doctor Freed lo sabía. Y sabía también qué destino les iba a dar a las arrugadas carillas donde anotaba datos, cifras, fórmulas, ecuaciones. De allí salió esto que el Gobierno llamó el otro día "la única posibilidad de estabilizar la industria, de bajar sus costos y de darles garantías de permanencia a los trabajadores del salitre".

La obra del Doctor Freed era seguida paso a paso por los científicos. Sin embargo, nunca hizo alarde de su capacidad, de su erudición especializada. A nosotros nos costó bastante entender su andar desgarrado, su "ordenado desorden", sus monosílabos desconcertantes, sus gabinetes, sus estanques y sus observatorios. Pero ahora repetimos convencidos: era un sabio, un inventor, uno de los más valiosos innovadores industriales que ha conocido Chile. Por eso la Pampa está de duelo. C.—

chileno. El sistema Guggenheim solo podía recuperar salitre y yodo. El de evaporación solar de Freed permitió recoger otras sales, como sulfato de sodio, magnesio, cloruro de sodio, bórax y salitre potásico, sin necesidad de un proceso posterior, aprovechando la poderosa energía que ofrecía el lugar con mayor radiación solar en el mundo. Mientras decenas de oficinas Shanks agonizaban en la pampa, el complejo de pozas en Coya Sur permitió recuperar el nitrato, potasio y yodo de las soluciones que trataban los finos de María Elena y Pedro de Valdivia, logrando que el método Guggenheim tuviera una alta eficiencia global que hubiera sido imposible sin la existencia de las pozas de evaporación solar.

En 1955, el ingeniero Roberto Fiedler, administrador comercial de Anglo-Lautaro, dio una conferencia ante el Instituto de Ingenieros de Chile llamada precisamente *La importancia del proceso de evaporación solar para la industria del salitre*. Después de cinco años produciendo salitre potásico y sódico a partir de los rípios de María Elena en las cuatro pozas de 44 mil metros cuadrados que Stanley Freed dejó construidas en Coya Sur, Fiedler hizo un anuncio: "Su explotación y las experiencias prácticas recogidas han sido tan satisfactorias que se considera el ensanche en esta planta a diez unidades de pozos como el tema número uno en nuestra agenda de inversiones de capital para la modernización de la industria". La expansión en seis pozos adicionales demandó una inversión de 4,5 millones de dólares.

Las grandes lagunas, impermeabilizadas desde su construcción con el mítico "cemento Freed" llevaban cinco años evaporando 1.000 metros cúbicos de agua diariamente "sin haber presentado indicios de filtración alguna", aseguró Roberto Fiedler. Parecía cosa de magia, pero era ciencia pura. Incluso el lugar en que se había decidido ubicar los pozos había sido determinante: la pendiente que ofrecía la locación en Coya Sur permitió construirlos en diferentes niveles, facilitando así lidiar con posibles filtraciones.

La pionera invención de Freed tuvo insospechadas influencias políticas y económicas seis años después de su muerte. En 1956, se votaba en el Senado el crucial referéndum del salitre, que otorgaba exenciones de impuestos, liberación de derechos aduaneros y otras facilidades a los industriales del salitre a cambio de invertir millones de dólares en mejoras de la producción. Eduardo Frei Montalva, entonces senador, defendió durante varios minutos sus motivos para votar a favor del referéndum y no dejar morir a la industria. Como uno de sus argumentos más poderosos describió con elocuencia el sistema de evaporación solar de Stanley Freed como un ejemplo de la innovación técnica a la que debía apuntar el sector y, en general, el desarrollo industrial en Chile. Para convencer a los demás senadores, Frei describió con admiración la genialidad de la mezcla Freed: "El conglomerado —llamado en la pampa 'cemento Freed'— es una sencilla

mezcla de 'ripios' de la oficina, con piedra chancada y un pequeño agregado de cal apagada, mezclados con agua. Con esta composición se evitan las grandes grietas, pero se provocan innumerables pequeñas fisuras. Al llenar las bateas, las soluciones se introducen en las quebraduras y ellas conjuntamente con la cal reaccionan químicamente y obstruyen la filtración de los líquidos. Es decir, se realiza un proceso de autoimpermeabilización. Con justicia, una conocida revista técnica, refiriéndose al 'cemento Freed', decía que es 'una proeza que el país no ha valorado ni agradecido lo suficiente'".

En su largo discurso, Frei enfatizó que "el norte ha dado nuevamente una respuesta. La extensión del sistema de evaporación solar, que permite la recuperación de enormes valores que se perdían, introduce economía en las operaciones y aumenta considerablemente las reservas explotables de terrenos salitrales, abre inmensas posibilidades para nuestro salitre colocándolo nuevamente en un plano de igualdad y posiblemente de superioridad, en relación con los competidores".

El referéndum fue aprobado. Y, por lo tanto, millonarios recursos fueron inyectados por Anglo-Lautaro, con la expansión de las pozas solares como prioridad central. Entre 1957 y 1959, se construyeron las seis pozas adicionales y se completó el conjunto de diez pozas que hasta hoy sigue en plena producción en Coya Sur.

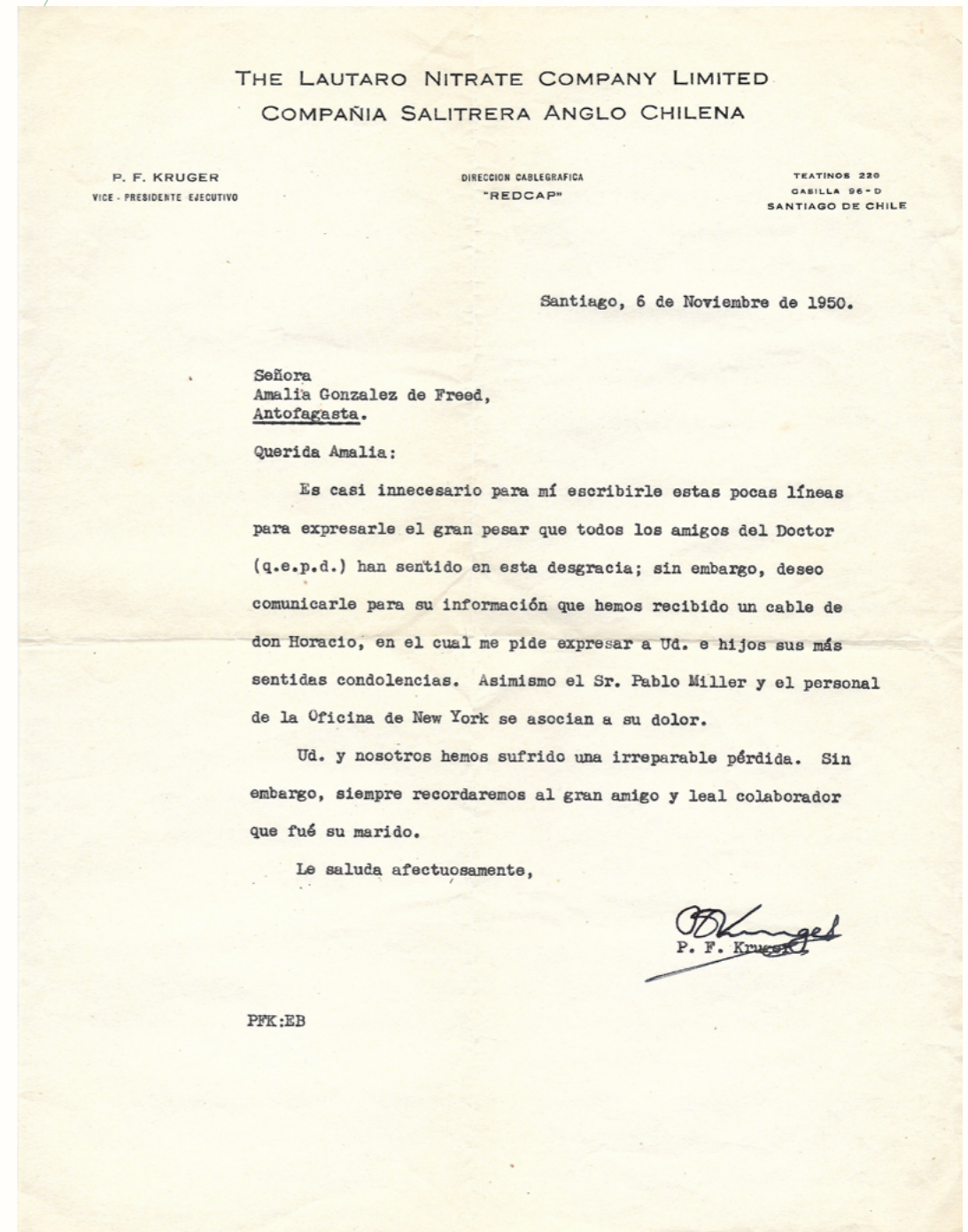
La revista norteamericana *Time* en 1956 celebró esta noticia con un artículo

en inglés titulado *Nueva vida en el desierto*, en el que se lee:

"A través de la oscuridad que se ha asentado en recientes años sobre la alguna vez pujante industria del nitrato natural de Chile, llegó un rayo de esperanza la semana pasada. Para ayudar a la industria a retomar su lugar en la competencia mundial, el Congreso aprobó un nuevo contrato entre las compañías de nitrato y el gobierno diseñadas para cortar costos, proveer incentivos para aumentar la producción y alentar el desarrollo de nuevos subproductos (...). A los pueblos fantasmas del desierto, el contrato les trae una promesa de nueva vida con perspectivas de una inversión a nivel de toda la industria de 100 millones de dólares en nuevos equipos y métodos mejorados de extracción desarrollados por el fallecido ingeniero norteamericano Edgar S. Freed. Con un uso de larga escala del proceso de Freed, las compañías de nitrato esperan añadir valiosos nuevos productos a su lista de exportación. Por ejemplo: sulfato de sodio (para la fabricación de papel), sulfato de magnesio (para el curtido y teñido) y bórax (para el vidrio)".

Tal como se expuso anteriormente, otro aporte importante que dejó Stanley Freed es su investigación sobre los *by-products* de la industria salitrera. Desde comienzos de los años 30, catastró todos los subproductos susceptibles de explotación comercial que su método por evaporación solar permitía recuperar en forma directa, anticipando así el futuro de la industria

Afectuosa carta de pésame a la viuda Amalia González escrita por P. F. Kruger, vicepresidente ejecutivo de Lautaro Nitrate y gran amigo de Stanley Freed.



salitrera. Como el gran adelantado químico que era, estudió también la presencia de un elemento que no parecía tener valor comercial en ese momento, pero que en el futuro sí podría tenerlo: el litio.

Refiriéndose a estos estudios, Fiedler dijo en su conferencia de 1955: “No debemos omitir la presencia de compuestos del elemento ‘Lithium’ en nuestros caliches y soluciones de la planta de evaporación solar. Sin embargo, sus concentraciones son sumamente débiles y no se han investigado aún las posibilidades de recuperarlo (...). Este elemento y sus compuestos han adquirido últimamente inusitado interés. El principal empleo de sus compuestos es por ahora en la fabricación de grasas lubricantes y en cerámica”.

Tuvieron que pasar más de cinco décadas para que el litio comenzara a ser explotado masivamente en el desierto de Atacama por SQM, heredera de Anglo-Lautaro, con un complejo de pozas que recupera el litio, el potasio y otras sales en base a los mismos principios de evaporación solar diseñados por Stanley Freed.

Los artículos y homenajes póstumos al Doctor Freed publicados durante los años 50 dan cuenta del procedimiento de evaporación solar como clave para la sobrevivencia de la industria del salitre, que nuevamente peligraba. Y quizá no hubiera sido capaz de reinventarse si no hubiera sido por innovaciones oportunas que aportó el científico durante 30 años ininterrumpidos de trabajo en Chile.

Aunque su nombre merecía ser tan

famoso como el de otros pioneros de la industria, entre ellos Elias Anton Capellen Smith, James Thomas Humberstone y José Santos Ossa, con el paso del tiempo su figura fue desapareciendo de la memoria colectiva y de los registros históricos. Si bien sus diagramas de equilibrio, torres de granulado y fórmulas del Licor Madre se siguieron utilizando durante décadas en las plantas de María Elena y Pedro de Valdivia y en las pozas de evaporación solar, su origen fue quedando en el olvido, excepto en la memoria de los salitreros más viejos que aún lo recordaban. Sus investigaciones e informes quedaron desperdigados, juntando polvo en archivos, bodegas y laboratorios abandonados y solo recientemente algunos historiadores, investigadores del salitre y descendientes del Doctor Freed –en especial su bisnieto Sebastián– han comenzado a unir con paciencia las piezas de su historia.

Pese a que su nombre sea mayormente desconocido por el común de los chilenos, su legado continúa vivo y a pleno sol.

En la localidad de Coya Sur, a 8 kilómetros al sur de María Elena, las diez pozas solares diseñadas por él y construidas en los años 50 están en plena producción. El legendario cemento Freed se ha seguido usando durante más de 65 años. De vez en cuando, se ha vuelto a preparar la mezcla con ripios, cal y piedra chancada para parchar los enormes fondos de las lagunas y renovar su gran poder impermeabilizante.

Solo a partir de los años 90, el cemento Freed fue reemplazado por membranas

sintéticas de menor costo y totalmente impermeables para la construcción de las pozas solares. Sin embargo, no varió la forma de operar, ya que el sistema sigue siendo el mismo diseñado por el científico norteamericano: usar la radiación solar para evaporar el agua y lograr que las salmueras se concentren de poza en poza, para luego obtener soluciones ricas en nitrato de sodio, cloruro de potasio y yodo, que son procesadas en la planta de Coya Sur. Los equilibrios químicos para concentrar las distintas sales que calculó con precisión Stanley Freed son el pilar del sistema. La base de conocimientos químicos es la misma. Hoy la tecnología facilita la tarea y se usan diagramas de fase en 3D para calcular el momento exacto en que se debe traspasar la solución de una poza a otra.

Con el comienzo del siglo XXI, su tecnología se expandió también al Salar de Atacama, donde decenas de pozas de evaporación solar de SQM recuperan litio y proveen el 37 por ciento del mercado mundial de este elemento que Freed registró entre los que podrían tener futuro.

Hoy las operaciones de SQM cuentan con una superficie aproximada de 40 millones de metros cuadrados de pozas de evaporación solar (4 mil hectáreas).

Las tecnologías de producción que Stanley Freed ayudó a crear entre 1922 y 1950 fueron tan eficientes que lo sobrevivieron durante más de 70 años: las monumentales plantas Guggenheim siguieron produciendo salitre en María Elena hasta 1997, y en Pedro de Valdivia, hasta 2015.

Ese año fueron reemplazadas por el sistema de pilas de lixiviación en frío, que es más lento, pero mucho más económico y sustentable. Las pozas de evaporación solar de Freed siguen siendo parte esencial del sistema de recuperación de las sales del caliche, tal como él las diseñó. Actualmente, en el conjunto de ambos sistemas, la lixiviación en pilas y las pozas de evaporación solar, el sol aporta el 98 por ciento de la energía requerida para la recuperación del nitrato.

Como ha dicho el historiador Nelson Arellano-Escudero, el Doctor Freed fue uno de los pocos “ingenieros, científicos y entusiastas” que tuvieron la visión y la valentía “para tomar opciones de ciencia y tecnología al margen de la corriente principal y respondieron al desafío, que aún permanece vigente, de utilizar el recurso más abundante que existe en el desierto de Atacama: la energía solar”.

Además de su legado tecnológico e industrial, queda en sus descendientes la huella de un hombre sabio, curioso, enamorado de la química y de la pampa, cuyo último deseo era ser enterrado junto a sus pozas solares.



Enamorado del norte

Era tal su amor por la pampa, por su querida María Elena y por la industria salitrera del norte que el último deseo de Stanley Freed fue ser enterrado en suelo chileno, junto a sus pozas de evaporación solar. Así está documentado en un acta de directorio y así ha sido: el Doctor Freed descansa en el cementerio de Antofagasta. Su tumba fue reacondicionada en 2024 por SQM como parte de las acciones para rescatar su memoria.



65	N-S	1.418	640	114	19	700	651
60	N-S	1.412	615	121	19	746	668
56.5	N-S-e	1.408	597	127	20	734	674
55	N-e	1.407	588	129	20	730	677
53	e-S	1.403	550	136	23	721	682
50	N-e	1.402	562	137	21	713	689
48	e-S	1.384	457	161	32	648	736
45	N-e	1.395	536	145	22	698	697
	e-S	1.367	398	175	38	610	757
40	N-e	1.390	509	152	23	682	708
	e-S	1.352	553	186	45	581	771
35	N-e	1.385	482	160	24	666	719
	e-S	1.340	516	195	51	558	782
30	N-e	1.380	456	168	25	649	731
	e-S	1.330	282	203	58	537	793
28	N-e	1.375	429	177	27	632	743
	e-S	1.322	250	210	64	517	805
20	N-e	1.368	402	184	29	613	755
	e-S	1.316	220	216	68	498	818
12	N-e	1.354	362	194	32	580	774
	e-S-D	1.305	178	225	76	470	835
10	N-e	1.350	350	197	34	570	780
	e-D	1.318	242	215	80	504	814
7	N-e-D	1.342	335	199	40	557	785
5	N-D	1.337	325	201	33	546	798
0	N-D	1.320	300	203	20	518	802

Extractos de escritos e informes técnicos de Edgar Stanley Freed

Por Memoria Creativa

INTRODUCCIÓN

Recopilar el valioso y prolífico material bibliográfico que dejó Edgar Stanley Freed entre 1922 y 1950 (los años que vivió en Chile como superintendente de investigación de María Elena) requeriría de varios tomos. Esta es una primera aproximación que rescata algunas de las muestras más sustanciosas de su trabajo. La selección de documentos publicada en las páginas que siguen permite estudiar con detención algunos de los escritos más relevantes del ingeniero químico norteamericano. Stanley Freed, como el científico metódico que era, dejó sus estudios, innovaciones y creación de procesos minuciosamente documentados en cientos de memorandos técnicos, cartas, libretas personales, ponencias académicas y patentes de invención registradas en Chile y Estados Unidos. Este material proviene de los archivos de Sebastián Freed, Patricio Díaz, José Meli y Alejandro Lara, del Fondo del Salitre del Archivo Nacional Histórico, de la Biblioteca Nacional Digital y de SQM.

Para iluminar los complejos obstáculos técnicos e históricos que superó el Doctor Freed en el contexto de la industria del salitre en la primera mitad del siglo XX y reflexionar sobre la innegable vigencia de su legado en los procesos actuales de SQM fueron entrevistados Beatriz Oelckers, doctora en Ciencias Mención Química y VP Investigación Nitratos y Yodo SQM; Gabriel Meruane, doctor en Ingeniería Química y gerente de Investigación Litio SQM (ambos autores de este libro); Patricio Díaz, ingeniero químico industrial y director de Investigación y Patrimonio de la Corporación Museo del Salitre; Alejandro Lara, ingeniero civil químico y director senior de Investigación Nitratos y Yodo SQM y Mario Pérez, ingeniero en ejecución en Geomensura, jefe de operación Pozas Solares Coya Sur.

Aunque el nombre de Stanley Freed se fue olvidando con el paso del tiempo, su trabajo impregnó una cultura de innovación que persiste siete décadas después de su muerte. “Algo que ocurre en SQM y que es inusual para la industria minera en Chile, es el hecho de que haya equipos de especialistas, científicos y doctores trabajando en la pampa, realizando investigación aplicada para resolver los problemas que presentan los sistemas de producción. Ese es el mayor legado que le debemos agradecer al señor Freed”, afirma Gabriel Meruane, gerente de Investigación Litio SQM.

Para difundir con más fuerza su nombre y su importancia en SQM, el nuevo laboratorio de caracterización de recursos mineros y de la producción de yodo de SQM, actualmente en etapa de proyecto, llevará el nombre de Doctor Stanley Freed. En este recinto se harán los análisis de los caliches y los productos de soluciones de pozas y plantas de nitrato y yodo, las mismas cuya existencia se debe en gran parte al dedicado y silencioso trabajo del Doctor Freed.

“Es inspiradora la pasión y el compromiso que mostró con su trabajo, aún en condiciones que eran hostiles en términos de clima, de disponibilidad de información y de recursos. Gran parte de su vida la dedicó a potenciar una industria que hoy da grandes oportunidades de crecimiento a todo el país. Sus éxitos fueron fruto de un trabajo sistemático y de largo aliento orientado a desarrollar un sistema de producción”.

#1

LA LIBRETA MANUSCRITA DE FREED

Se trata de una selección de los reportes inéditos que Edgar Stanley Freed escribió de su puño y letra en una libreta de 400 páginas de papel biblia durante sus primeros años investigando el caliche en Chile.

Estas anotaciones, fechadas entre 1924 y 1935, contienen un minucioso relato de los orígenes del sistema Guggenheim de lixiviación en frío que él ayudó a instalar y perfeccionar. Contienen el relato de los primeros experimentos realizados en el laboratorio de Chile Exploration Company en Nueva York para encontrar un nuevo método de recuperación del salitre con muestras de caliche traídas desde Chile. Luego describen las primeras pruebas en la planta experimental Cecilia de este nuevo procedimiento entre 1922 y 1924 y la evaluación que hizo el Doctor Freed de las áridas pampas donde posteriormente se construirían las monumentales plantas salitreras de María Elena y Pedro de Valdivia.

Este material, de gran valor histórico y que por primera vez se hace público, rescata un relato de primera mano de las innovaciones tecnológicas iniciadas por el equipo

de científicos e ingenieros de la compañía Guggenheim Brothers en la década de 1920. Una historia en la que Stanley Freed tuvo un rol decisivo dentro del equipo liderado por el ingeniero Elias Cappelen Smith y posteriormente como superintendente de investigación de la compañía en Chile. Este equipo creó y llevó a nivel industrial el método de lixiviación en frío en un momento decisivo para la industria porque, como afirma el doctor en Ingeniería Química y gerente de Investigación Litio SQM Gabriel Meruane, la tecnología Shanks que se utilizaba a principios de los años 20 en la industria del nitrato de sodio chileno estaba condenada a ser superada por la aparición del salitre sintético, ya que era una industria muy intensiva en energía y en mano de obra. “Cuando los Guggenheim decidieron invertir en esta industria en decadencia, tomaron un riesgo financiero importante. Lo asumieron porque tenían un equipo técnico detrás que era muy sólido y que fue capaz de crear una tecnología eficiente y rentable para la explotación del recurso en las inhóspitas condiciones de la pampa. Este

nuevo proceso sembró la semilla que permitió que la industria del salitre hoy perdure en Chile. No es exageración afirmar que sin este proceso, la industria del salitre habría desaparecido y SQM no existiría”, afirma Meruane.

La forma en que hoy día SQM desarrolla investigación aplicada e innovación en la producción de litio, nitrato y yodo es heredera de la metodología de trabajo que aplicó el equipo de Stanley Freed hace un siglo atrás y que está descrita en detalle en estos manuscritos. Según Gabriel Meruane, consiste, en primer lugar, en definir una visión de un negocio potencial que justifica invertir recursos valiosos y dedicar a profesionales muy especializados a estudiar este tema y, como en este caso, transportar decenas de toneladas de caliche en barco a un laboratorio en Estados Unidos para que hagan la primera investigación. Una vez que el proceso fue desarrollado y patentado, vino la etapa de implementar una planta piloto en medio del desierto para convencer a las autoridades de que era necesario hacer un cambio importante en



E.S. Freed.
E.S. Freed

la forma de trabajar de manera escalonada; generando, confirmando y corrigiendo las hipótesis, para luego implementar un proceso industrial, que hoy es parte de la cultura de SQM.

Método Guggenheim en el Laboratorio Nueva York (sin fecha)

Mientras trabajaba en el New York Laboratory Test, el Doctor Freed estudió pequeñas muestras de caliche chileno para mejorar el método Guggenheim, mediante el cual se recuperaba el nitrato de sodio con alta pureza. Él registró en la siguiente tabla los resultados que obtuvo al someter las sales puras del caliche a diferentes temperaturas, lo que hasta ese momento nadie había realizado. Este estudio fue muy significativo para sus posteriores investigaciones en terreno.

Temp.	Fase sólida	Densidad	Nitrato	Cloruro	Sulfato	T.S	H ₂ O
90	N-S	1.424	667	107	19	775	649
65	N-S	1.418	640	114	19	700	658
60	N-S	1.412	615	121	19	746	668
56.5	N-S-C	1.408	597	127	20	734	674
55	N-C	1.409	588	129	20	730	677
	C-S	1.403	550	136	23	721	682
50	N-C	1.402	562	139	21	763	689
	C-S	1.384	457	161	32	648	736
45	N-C	1.395	536	145	22	698	736
	C-S	1.369	398	175	38	610	757
40	N-C	1.390	509	152	23	682	708
	C-S	1.352	353	186	45	581	771
35	N-C	1.385	482	160	24	666	719
	C-S	1.340	316	195	51	558	782
30	N-C	1.380	456	168	25	649	731
	C-S	1.330	282	203	58	537	793
25	N-C	1.395	429	199	27	632	743
	C-S	1.322	250	210	64	517	805
20	N-C	1.368	402	184	29	613	755
	C-S	1.316	220	216	68	498	818
12	N-C	1.354	362	194	32	580	774
	C-S-D	1.305	178	225	75	470	835
10	N-C	1.350	350	197	34	570	780
	C-D	1.318	242	215	60	504	814
9	N-C-D	1.342	335	199	40	557	785
5	N-D	1.337	325	201	33	546	791
0	N-D	1.320	300	203	20	518	802

Mediciones de solubilidad con sales puras

N - Nitrato

S - Sulfato

C - Cosoformado - NaNO₃ - Na₂SO₄

D - Darapskita NaNO₃ - Na₂SO₄ - H₂O

Conclusiones:

El magnesio por encima de 16.4 gpl puede tomar sulfato de darapskita para formar bloedita.

Otros ensayos en los que tenemos fases de escalas son:

NaNO₃

Na₂SO₄ - NaNO₃ - H₂O

Na₂SO₄ - Na₂SO₄ - 4H₂O

Y proporcionó las siguientes concentraciones de Mg:

T (°C)	gpl, Mg
	23.5
10	22.2
20	21.1
30	17.4
35	16.6

Chemistry of Caliche.

There has never been any accurate or fundamental study made of the chemistry of caliche either from the mineralogical or from the physical chemical side. Much of the material that is available is faulty and misleading and attempts to establish new processes or improve old ones have failed for the lack of adequate scientific data.

“La genialidad del Doctor Freed y el equipo de ingenieros del laboratorio Guggenheim en Nueva York fue lograr separar y cristalizar el nitrato de sodio a baja temperatura. Antiguamente se hacía a 100 grados Celsius. Freed lo hizo a 40 grados celsius, utilizando solamente el equilibrio de las fases químicas. Este diagrama de fases fue la base del sistema Guggenheim y también es la base de lo que se aplica hoy en la producción de nitratos de SQM con lixiviación en pila del caliche a 25 grados celsius; está basado en el mismo principio. Hoy día en Nueva Victoria y en Coya Sur lixivian todas las sales con el sistema en pilas a 25 grados y después hacen la separación de las sales a 75 grados. Posteriormente le agregan KCL, cloruro de potasio, para hacer el nitrato de potasio”.

Patricio Díaz

Ingeniero químico industrial y director de Investigación y Patrimonio de la Corporación Museo del Salitre.

Química del caliche

Nunca se ha realizado un estudio preciso o fundamental de la química del caliche, ya sea desde el punto de vista mineralógico o desde el punto de vista químico. Gran parte del material disponible es engañoso, y los intentos de establecer nuevos procesos o mejorar los existentes han fracasado por falta de orientación adecuada y basada en datos científicos.

Planta experimental Cecilia (fechado en 1924)

En noviembre de 1924 el Doctor Freed le escribió este informe a sus clientes estadounidenses explicando sus pruebas realizadas en el caliche de la planta experimental Cecilia, en el norte de Chile. En concreto, les describió cómo se había llevado a cabo el método Guggenheim en Antofagasta, el cual había estudiado previamente en el laboratorio de Nueva York.

Durante los primeros días de las actividades de la Chile Exploration Company en Chuquicamata, el Sr. Smith se enteró de los métodos rudimentarios, ineficientes y costosos empleados en la recuperación de nitrato de sodio de los enormes depósitos de caliche encontrados en los desiertos del norte de Chile.

Siguiendo la decisión de investigar la tecnología del nitrato, con la esperanza de encontrar un método nuevo y cada vez menos costoso para la recuperación del nitrato del caliche, el Sr. Smith y sus asociados realizaron los primeros experimentos a fines del año 1918 en Chuquicamata.

Después de este modesto comienzo, el trabajo experimental fue transferido al laboratorio de la Chile Exploration Company en la ciudad de Nueva York. En este laboratorio, el trabajo pasó por muchas etapas, comenzando con los "laboratorios de prueba" y luego transfiriendo los resultados a unidades más grandes, alcanzando varios cientos de kilos de caliche. Durante 1919 y 1922 se probaron varios procesos, cada uno siendo descartado a su vez por otro más simple en sus detalles, pero las ideas fundamentales detrás de cada proceso eran idénticas; es decir, lixiviar el nitrato del caliche con soluciones a temperatura atmosférica y recuperar el nitrato de estas soluciones mediante refrigeración.

En 1922, los resultados experimentales del laboratorio mostraron suficiente promesa como para justificar la construcción de una planta piloto a gran escala. En consecuencia, se construyó una planta piloto de prueba diaria de 25 toneladas en la propiedad de la Compañía Loa, en la oficina Cecilia, cerca de Antofagasta, la cual operó durante un año. El principal objetivo de este informe es hacer un registro de las experiencias con esta planta piloto en Cecilia.

Principios de lixiviación en frío y refrigeración

El proceso Guggenheim para la elaboración de salitre (nitrato de sodio) consiste en la lixiviación en frío o a temperatura ambiente del caliche, seguida por la refrigeración de las soluciones saturadas o simplemente saturadas.

Cuando el caliche se trata con agua a, digamos, 30°C, el agua se satura con todas las sales contenidas en el caliche, que se analizan aproximadamente de la siguiente manera:

Nitrato como NaNO_3	434 gpl
Cloruro como NaCl	190 gpl
Sulfato como Na_2SO_4	54 gpl
Magnesio como Mg	16 gpl
Potasio como K	18 gpl

Cuando esta solución se enfría a 0°C, tendrá la siguiente composición:

NaNO_3	305 gpl
NaCl	195 gpl
Na_2SO_4	57 gpl
Mg	17 gpl
K	20 gpl

Veremos que el cambio más significativo en la composición de la solución al enfriar de 30°C a 0°C es una disminución en el contenido de nitrato de 129 gpl.

La solución a 30°C en el proceso Guggenheim es conocida como una solución fuerte, mientras que la solución a 0°C se conoce como Licor Madre.

El Licor Madre, cuando se aplica a una nueva porción de caliche, solo disuelve el nitrato y queda listo para ser refrigerado nuevamente.

Con el enfriamiento adicional de la solución por debajo de 0°C, otras sales en la solución comienzan a precipitarse, lo que resulta en un salitre impuro.

Como se ha señalado anteriormente, es muy afortunado que al menos el 90% del nitrato total en el caliche esté presente como nitrato libre, es decir, la sal simple NaNO_3 .

Durante la investigación de la química del caliche, se descubrió que la sal doble -conocida como darapskita, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NaNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - no es soluble en el Licor Madre de la composición mencionada anteriormente, y las aplicaciones repetidas del Licor Madre al caliche que contiene todo su nitrato como darapskita no disolvieron el nitrato en él. Se han propuesto varios métodos, como mezclarlo con sales de magnesio (...) para disolver el nitrato de caliches que contienen darapskita.

Nov - 1924

Cecilia Report.

During the early days of the Chile Exploration Companies activities at Chuquicamata, Mr. E. A. Coppel Smith learned of the crude, inefficient, and costly methods of recovering sodium nitrate from the enormous deposits of caliche found on the deserts of Northern Chile.

La planta de pruebas Cecilia de veinticinco toneladas

En julio de 1922, se realizaron diferentes arreglos para construir la planta de pruebas de nitrato en Chile. La planta fue diseñada por el Dr. C. L. Burdeos, quien, habiendo estado en Chuquicamata durante algunos meses anteriores, tenía todos los planos listos y estaba listo para comenzar el trabajo de construcción de inmediato. El Sr. P. F. Kruger, del Departamento de Ingeniería en Chuquicamata, fue contratado para supervisar la construcción de la planta. Todo el equipo estándar, como los de la planta de trituración, los motores diésel y los de la planta de refrigeración, se enviaron desde Nueva York en los meses de julio. Maquinaria especial, como la planta empalizadora y un conjunto de materiales múltiples (...) para tareas específicas, se enviaron desde el almacén en Chuquicamata, y una pequeña cantidad de equipo fue prestado por la Compañía Loa, en cuya propiedad se construyó la planta.

Ubicación de la Planta

La planta de pruebas fue construida en una parcela inclinada situada a unos 500 metros al este de la Oficina Cecilia.

La Oficina Cecilia es una de las siete plantas de nitrato pertenecientes a la Compañía Loa, y se encuentra en la Provincia de Antofagasta, a unos ocho kilómetros al oeste de la estación de tren F.C.A.B.

Desde la estación hasta el puerto de Antofagasta hay 140 kilómetros y desde la estación hasta Calama hay 102 kilómetros. La Oficina Cecilia se encuentra a una altitud de 4500 pies.

Construcción

Los trabajos de construcción de la planta de pruebas comenzaron el 6 de julio de 1922 y el primer salitre se produjo el 1 de diciembre. Durante la construcción se emplearon a casi 60 trabajadores chilenos. El trabajo se completó en el tiempo previsto y sin incidentes.

Operación

La planta funcionó de manera continua desde el 1 de diciembre de 1922 hasta el 18 de octubre de 1923, durante este período se probaron 125 cargas de 40 toneladas de caliche. El caliche de 95 de esas 125 cargas provenía de los montones apilados en la Oficina Cecilia, y el resto de otras oficinas, principalmente María Elena, Ossa, Los Dones y Araucana. Las primeras 50 cargas se trataron mediante el proceso de percolación. Sin embargo, en las operaciones a gran escala la percolación presentó problemas porque la solución ascendente formaba canales en la carga y el caliche no se lixiviaba de manera uniforme. Por lo tanto, se cambió el proceso de percolación ascendente a percolación descendente, lo que demostró que la solución se podría percolar a través del caliche, si se eliminaban las partículas. Fue necesario un proceso para el tratamiento de las partículas finas, lo que implicó una mejor planta.

Durante los meses de abril y mayo de 1923, se instaló el equipo de la planta de filtración. También se añadió un nuevo motor diésel de 150 caballos de fuerza para satisfacer los requisitos adicionales de energía.

El proceso de percolación descendente del caliche grueso y la filtración de las partículas finas dieron excelentes resultados con todos los caliches que contenían nitrato de NaNO_3 . Sin embargo, con el caliche de Araucaria y Ossa, en los que del 25% al 50% del nitrato estaba presente como darapskita es decir $-\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ NaNO}_3-$, fue necesario modificar ligeramente el proceso para poder disolver el nitrato de sodio de esta sal disuelta. Esta modificación consistió en calentar el Licor Madre a unos 50°C . A esta temperatura, el nitrato de sodio de la sal disuelta darapskita es soluble en el Licor Madre.

Desde el 18 de octubre hasta el 19 de enero de 1924, fecha en que se recibieron órdenes para dismantelar la planta, se aceleró la conclusión de los trabajos. También durante este tiempo se realizaron diversas pruebas de ingeniería, especialmente con respecto a un nuevo tipo de empalizado.

Desmantelamiento de la planta

Entre el 19 de enero y el 15 de abril la planta fue completamente dismantelada y el equipo fue empacado y enviado a Chuquicamata para su almacenamiento.

Planta de pruebas

La planta de pruebas de Nueva York también fue replicada en Cecilia y todas las pruebas realizadas en la planta grande fueron paralelas a las que se realizaron en la planta pequeña. Con la percolación ascendente, la planta pequeña duplicó los resultados del Laboratorio de Nueva York y cuando se cambió el proceso a percolación descendente, las plantas grande y pequeña se corroboraron mutuamente.

El proceso - percolación ascendente

La planta de pruebas en Cecilia fue diseñada para el proceso de percolación ascendente, tal como se desarrolló en el Laboratorio de Nueva York. Con el fin de simular condiciones comerciales aproximadas, se agregaron también ciertas características. Estas están relacionadas especialmente con la utilización del calor residual de las plantas de energía y de refrigeración.

Trituración y lixiviación

El caliche se entregaba en carros de 3.0 toneladas, primero se trituraba en una trituradora de mandíbulas y luego se trituraba aún más en una trituradora giratoria. Luego, se elevaba mediante un elevador a un tambor para eliminar las piedras con exceso de tamaño. El exceso de tamaño se devolvía a un conjunto de rodillos, que a su vez los enviaban de nuevo a la trituradora giratoria. El tambor descargaba en una tolva, la que llenaba un carro de carga desde el cual el caliche se disolvía en los tanques de lixiviación.

Durante la prueba de percolación ascendente, se probaron diversas tallas, desde $\frac{5}{8}$ ' hasta $\frac{1}{4}$ ', así como diversas formas de lixiviar los tanques para evitar la formación de canales.

Lixiviación

El Licor Madre N°1 se calentaba con agua caliente diésel. El N°2 se calentaba de la misma manera.

Se utilizaron intercambiadores de calor de doble paso para calentar las soluciones, y estos intercambiadores estaban sumergidos en cajas que también contenían soluciones.

El flujo de solución (...) se aplicaba en los tanques de lixiviación en las mismas proporciones que en las pruebas del Laboratorio de Licor Madre.

Cristalización

La cristalización tenía el mismo diseño que se utilizó en Nueva York. Los discos tenían 4 pies de diámetro, 12 discos en el lado del recuperador y 8 discos en el lado de la salmuera.

Hallazgos en la zona de Coya Norte (fechado en 1924)

En marzo de 1924, el Doctor Freed escribió un reporte sobre las características geográficas del sector de Coya Norte, en Antofagasta, y las propiedades del caliche que se obtuvo. Esta información fue muy útil para mantener al tanto a sus jefes de la compañía Guggenheim Brothers.

“La investigación que dejó el Doctor Freed es una herencia que está siempre presente en la operación. En sus tiempos se hacía la lixiviación del caliche en batea con el sistema Guggenheim y hoy se hace en pilas de lixiviación. La información que desarrolló Freed de las concentraciones, soluciones y equilibrios de las sales del caliche están en un modelo que nosotros construimos, en el cual vemos cómo las distintas sales se van saturando en las soluciones. Actualmente podemos estudiar con herramientas mucho más sofisticadas las concentraciones de las sales y con un software que representa todas las relaciones de las especies que están en solución. ¡Y son muchísimas! Tenemos una base de 88 o más sales distintas”.

Beatriz Oelckers

Doctora en Ciencias Mención Química,
VP Investigación Nitratos y Yodo SQM.

Examinación de Coya Norte

En marzo de 1924, se realizó una examinación de los terrenos de nitrato de Coya Norte para los hermanos Guggenheim.

Ubicación y tamaño

Coya Norte es una llanura rectangular de terreno con nitrato, ubicada en la Provincia de Tocopilla, Chile. Esta llanura tiene aproximadamente 10 km de largo de este a oeste y 8 km de norte a sur. Está limitada al sur por la propiedad Coya de la Anglo-Chilean Nitrate and Railway Company, y al este por el Anglo-Chilean Railway. Por conveniencia, el gobierno ha dividido su llanura en cuatro lotes paralelos que van de este a oeste. El lote junto al límite de Coya se ha llamado Lote Número 1.

Lote	Área total	Área de depósitos de caliche	% del área total
1	21.76 km ²	3.88	17.9
2	16.48 km ²	5.11	31.1
3	15.82 km ²	5.32	33.6
4	27.02 km ²	5.40	20.0
	81.08 km ²	19.41	24.3

Propiedades físicas y químicas del caliche de Coya Norte

Las muestras de caliche fueron clasificadas según su tipo y también fueron sometidas a pruebas para determinar su porcentaje de nitrato libre. Los resultados de las pruebas y la clasificación son los siguientes:

Porcentaje	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
Caliche viscoso	-	12	11	12
Caliche blanco	40	30	16	17
Caliche Salar	5	13	18	25
Café arenoso	42	43	45	33
Gravaneso	13	2	10	13

Porcentaje de Nitrato Libre

Caliche Area	91	89	91	92
Caliche Barren	90	86	94	88

La interpretación de esas cifras es que el caliche de Coya Norte no debería presentar dificultades cuando se trate con el Proceso Guggenheim. Sin embargo, debido a la presencia de un pequeño porcentaje de caliche viscoso -digamos un 10%- es posible que el tamaño de la planta requerida deba ser algo mayor que una para un caliche del tipo proveniente de Cecilia.

Instalaciones de transporte

El Ferrocarril Anglo-Chileno está en el límite (...) de Coya Norte, y desde Coya Norte por esa línea hasta Tocopilla son 120 km. La línea tiene un ancho de vía de 42”.

Corriendo paralelamente al Ferrocarril Anglo-Chileno, a 5 km de distancia, se encuentra el Ferrocarril Longitudinal (...). Es una línea de propiedad del Gobierno, pero actualmente es operada por el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia. Esta línea tiene un ancho de vía de un metro de calibre, y desde Coya Norte hasta Antofagasta son 230 km.

Aguas

A unos seis kilómetros al oeste de Coya Norte corre el río Loa, un cauce de agua que transporta aproximadamente 2.5 metros cúbicos por segundo. Esta agua contiene más sal disuelta que la cantidad normal, por lo que no puede ser utilizada para usos domésticos, agricultura o como agua potable. Sin embargo, es adecuada para la elaboración de nitrato y para el cultivo de maíz y alfalfa (...).

Además del agua del río Loa, es bastante probable que se pueda encontrar agua cavando pozos en la pampa baja entre Coya Norte y el río Loa. En la Oficina Vergara, a unos 15 km al suroeste de Coya Norte, hay dos pozos de 65 metros de profundidad que suministran a esa oficina entre 400 y 500 toneladas de agua al día. A 20 km al norte de Coya Norte, en Pampa Unión, también hay un pozo de 35 metros de profundidad. Se desconoce la cantidad de agua que se puede obtener de este pozo. Estos pozos son considerablemente más salados que el agua del río Loa y están más afectados por las adiciones de sales debido a los yacimientos de sal en los pozos.

La comparación del agua de los pozos con el agua del río Loa es la siguiente:

	Agua del río Loa	Pozo de Vergara	Pozo de Pampa Unión	
CaSO ₄	0.397	2.789	3.990	gpl.
MgSO ₄	-	0.400	0.406	gpl.
MgCl	0.269	0.396	-	gpl.
NaNO ₃	-	-	0.205	gpl.
Na ₂ SO ₄	-	-	0.235	gpl.
NaCl	3.274	4.929	16.354	gpl.

Total sólidos	4.685	8.988	23.760	gpl.
Dureza	0.800	2.837	1.836	gpl.
Sales incrustantes	0.784	2.745	0.532	gpl.
Alcalinidad	0.140	-	0.100	gpl.
Línea ablandamiento	0.342	0.460	0.342	gpl.
Soda ablandamiento	0.880	2.700	0.964	gpl.

El pozo de Pampa Unión, del cual no se está extrayendo agua, probablemente sea más salado de lo normal.

Información variada

Los terrenos de Coya Norte son más o menos planos en dirección norte-sur, pero se inclinan suavemente hacia el ferrocarril de oeste a este. Las partes orientales de los Lotes 3 y 4 están atravesadas por varios lechos de ríos secos de 3 a 4 metros de profundidad, y cercanos a estos hay muchos ríos secos más pequeños que se extienden hacia los Lotes 1, 2 y 3. Debido a la falta de una verdadera pendiente en la que ubicar la planta, y la maravilla de tener terrenos en los que ubicar la disposición de desechos, será difícil elegir un sitio para la planta sin disponer de un mapa topográfico. La ubicación más lógica sería en la línea que limita entre los Lotes 2 y 3, para que el caliche sobrante sea el mínimo. Pero en caso de que el caliche de los terrenos de Coya también deba ser tratado, la ubicación de la planta sería más céntrica.

Material de construcción

Hay poco o casi nada de piedra pesada en los terrenos de Coya Norte, aunque hay muchas piedras pequeñas en la superficie que podrían ser recolectadas y llevadas a la planta para hacer concreto. En el extremo oeste del Lote 1, hay dos pequeñas colinas de las cuales se podría extraer piedra.

La arena se puede obtener de los lechos de ríos secos, especialmente de los más profundos en los Lotes 3 y 4. Esta arena tendría que ser lavada antes de usarla.

El “Chuca” para hacer adobes se encuentra en abundancia en la región cerca del ferrocarril y también en el terreno justo al oeste del Ferrocarril Anglo-Chileno.

Minería

Una gran parte del sobrecargue, especialmente el que cubre el caliche blanco de capas profundas en la parte oriental del Lote 1 y la parte occidental del Lote 4, consiste en algunos casos en un material muy suelto y pedregoso, y en otros casos en un material similar a una panqueca. Estos caliches podrían ser removidos del sobrecargue con palas, aunque las palas en este sitio no han sido muy efectivas en la pampa.

Para el resto de los caliches de las áreas de trabajo, el método de trabajo seguiría la práctica estándar de la pampa, y el uso de taladros de aire ayudaría a reducir la cantidad de personas necesarias para

la extracción. La superficie contorneada del terreno en Coya Norte es lo suficientemente uniforme como para que el caliche pueda ser transportado desde todas las partes de la pampa hasta la planta en tren. En la oficina Coya, se ha construido una línea de ferrocarril a lo largo de la zona de trabajo del caliche por la cual este es llevado a la planta. No se utilizan mulas ni carros.

De pequeñas áreas de terreno de nitrato, para las cuales sería poco rentable construir una línea de ferrocarril, el caliche puede ser transportado a la planta en carretillas de orugas a un costo menor que utilizando mulas y carros.

Si los trabajos de caliche se llevaran a cabo en dirección norte-sur con la cara de trabajo hacia el este, menos polvo sería soplado hacia los trabajadores mientras arrojan el caliche en la pampa.

Afloramientos blancos en cauces secos de ríos

Mientras buscábamos depósitos de yeso como una posibilidad para la construcción de viviendas, tomamos varias muestras de afloramientos blancos cerca de la Línea de Transmisión Chilena y también en el cauce seco del río siguiendo el camino hacia Santa Isabel. Los análisis fueron los siguientes:

Ubicación	% basal	Ca So ₄	CaCO ₃
1- Río seco- Km 67, Lot 4 - 2 metros	38.9	1.87	46.0
2- Muestra de 50 pies al Norte N°1	35.8	tr	52.6
3- “ 100 pies “ N°2	25.8	0.75	60.3
4- “ 1500 pies “ N°3	35.2	1.63	46.4
5- Línea de transmisión - Km 67 - 2.5 metros	76.4	1.46	2.1
6- Río seco- Km 67, Lot 4 - 2 metros A un Km de la L. de T.	74.9	4.1	2.5



“La forma en que hoy día SQM desarrolla investigación aplicada e innovación en la producción de litio, nitrato y yodo es heredera de la metodología de trabajo que aplicó el equipo de Stanley Freed hace un siglo atrás. Consiste, en primer lugar, en definir una visión de un negocio potencial que justifica invertir recursos valiosos y dedicar a profesionales muy especializados a estudiar este tema”.

Gabriel Meruane
Gerente de Investigación Litio SQM.

#2

EL SUPERINTENDENTE DE LA PAMPA

Stanley Freed comenzó su historia en Chile como ingeniero dentro del equipo dirigido por Elias Cappelen Smith, el célebre ingeniero jefe de la compañía Guggenheim Brothers. En el momento en que Cappelen Smith pasó a un rol más gerencial y estratégico de la organización a fines de los años 20, el Doctor Freed empezó a tomar más protagonismo técnico y a dirigir el equipo de investigación y procesos de María Elena, bajo el cargo de superintendente de investigación, rol que ejerció hasta su muerte en 1950. “En esta etapa la información sobre los desarrollos de diseño y mejora de las plantas Guggenheim empezó a aparecer firmada con su nombre y él derechamente las lideraba”, afirma Gabriel Meruane.

En esta etapa de intensa actividad el Doctor Freed escribió cientos de memorandos técnicos de investigación sobre la situación de las colosales plantas extractoras de caliche María Elena y Pedro de Valdivia, sobre la resolución de problemas y la invención de métodos más eficientes de producción y procesamiento. Los cuatro informes seleccionados en este capítulo dan buena cuenta de esos desafíos. “El nombre de Freed era conocido en la pampa por ha-

ber desarrollado una cantidad contundente de procesos que están bien documentados en sus memorandos técnicos. En el área de Investigación de Nitratos y Yodo hemos hecho una recopilación de la información que él generó porque hay una herencia de investigaciones sobre problemas que son muy específicos de la minería del caliche y que nos permiten poner en perspectiva los desafíos que estamos tratando de resolver en el presente”, dice la VP de Investigación Nitratos y Yodo de SQM Beatriz Oelckers.

Por el conocimiento y experiencia adquirida en su cargo, Stanley Freed también cumplió un rol muy apreciado como asesor técnico para tratar asuntos tecnológicos e industriales de la compañía. “Uno de los grandes desafíos que siempre tuvo esta industria era el tema de los costos y el Doctor Freed peleó desde el principio contra eso”, agrega Beatriz Oelckers. Por ejemplo, durante los difíciles años de la gran recesión de entre guerras Stanley Freed propuso la explotación de nuevos subproductos que diversificaron la oferta y resultaron clave para la sobrevivencia de las grandes plantas salitreras María Elena y Pedro de Valdivia.

Reportes desde oficina María

Elena de la colección José Meli

(1929 -1930)

En estos informes de investigación escritos entre 1929 y 1930 Stanley Freed relata a sus superiores de la compañía en Nueva York sus investigaciones para extraer salitre más puro y sus mejoras a las plantas de producción.

Testimonio de José Meli

Ex Gerente de operaciones en María Elena

Los reportes técnicos de este capítulo fueron facilitados gentilmente por el ingeniero civil químico José Meli, que los atesora desde 1982.

“En el año 1982, siendo ingeniero de la gerencia técnica de Soquimich, en mis viajes a terreno descubrí archivos arrumados en el suelo de una bodega. Como estaban en inglés, nadie podía ver la enorme relevancia de su contenido. Se trataba de una serie de reportes técnicos del Doctor Freed, en los que describió el avance de sus investigaciones y de copias de cartas a su jefe directo, Mr. Kruger. Los he conservado por años como uno de mis grandes tesoros y forman parte de mis vivencias en las pampas salitreras.

Usando las investigaciones del Doctor Freed desarrollé un modelo de simulación para la oficina salitrera Pedro de Valdivia que integraba un conjunto de algoritmos para la optimización de la operación, tales como:

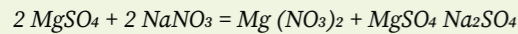
- Balance calórico en sección Cristalización.
- Balance calórico en condensadores de amoníaco.
- Función empírica de la evaporación en los meses del año.
- Tablas de evaporación de amoníaco.
- Familia de curvas para el cálculo del consumo de energía eléctrica en los compresores de amoníaco.
- Función empírica del consumo eléctrico de bombas de impulsión.

Este modelo, basado en las investigaciones de Stanley Freed, permitió un conocimiento más profundo de las variables operacionales del proceso y contribuyó a su optimización global. El trabajo que desarrollé valió que me nombraran gerente de Operaciones en María Elena, cargo que desempeñé desde 1984 a 1986. La foto del Doctor Freed me acompañó siempre en mi oficina”.

Sr. Robert Marsh, Jr.
Gerente General

Informe de investigación n°11
Algunas luces sobre el problema del magnesio

Este informe muestra que el sulfato de magnesio se disuelve en soluciones de nitrato hasta una concentración definida de sulfato, dependiendo de la concentración de magnesio que ya existe en las soluciones y también de la temperatura. Otras soluciones del sulfato de magnesio dependen de la reacción.



El primero de estos productos, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ es muy soluble y permanece en la solución. El segundo producto, bloedita, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$, es precipitada y por tanto limita la concentración de sulfato de la solución.

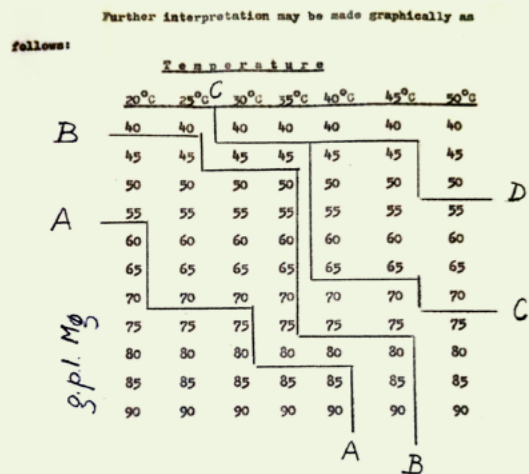
Este informe también muestra que la solución de varias concentraciones de magnesio, saturadas en nitrato y bloedita y a temperaturas variadas pueden ser enfriadas dentro de un cierto rango, dependiendo de estas temperaturas y concentraciones de magnesio, y obtener un salitre puro. Mayores enfriamientos dan un porcentaje alto de sulfato de magnesio en el producto.

Por ejemplo, 75 gpl de solución de magnesio saturada con nitrato y bloedita a 40°C y 50°C puede ser enfriada a 25°C y 30°C respectivamente sin producir un salitre impuro.

Si estudios adicionales en esta línea corroboran los resultados descritos arriba, se harían recomendaciones para elevar la temperatura de la lixiviación y refrigeración a las temperaturas en las que se evita un salitre impuro.

E. S. Freed.

Una interpretación adicional puede hacerse gráficamente de la siguiente manera:

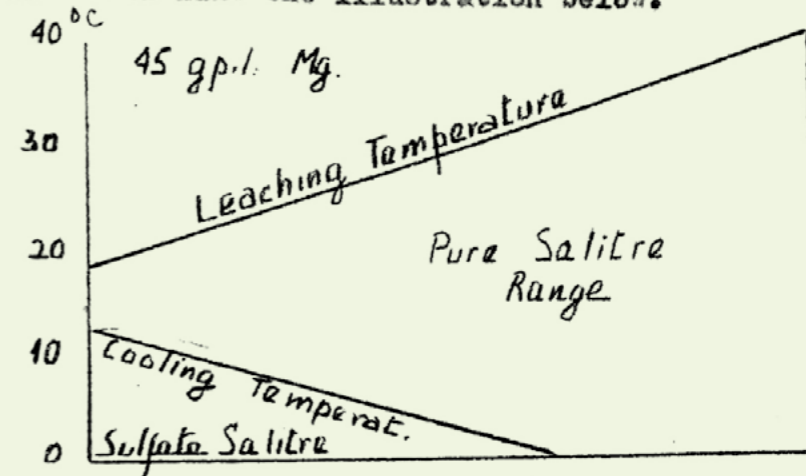


Análisis:

1. Cualquier solución que contenga magnesio en concentraciones y temperaturas como se muestra en los pasos AA no puede enfriarse ni siquiera unos pocos grados sin depositar sulfato. Por encima de los pasos AA, las soluciones pueden enfriarse, digamos, 1° o más y producir salitre puro.
2. Por encima de los pasos BB, las soluciones pueden enfriarse hasta 10°C y producir salitre puro.
3. Por encima del paso CC, la solución puede enfriarse hasta 20°C y producir salitre puro.
4. Por encima de los pasos CD, las soluciones pueden enfriarse hasta 30°C y producir salitre puro.

En este informe técnico de 1928, Stanley Freed relata la búsqueda de la concentración de magnesio y temperaturas adecuadas en la lixiviación para obtener un salitre más puro.

The conclusion to be drawn from this work is that for every magnesium concentration and strong solution temperature, there is a definite range of cooling permissible and when sufficient data is available a chart for each magnesium concentration can be drawn up showing this range of cooling. The chart may well look like the illustration below.



La conclusión que se puede extraer de este trabajo es que para cada concentración de magnesio y temperatura de la solución fuerte, hay un rango definido de enfriamiento permitido y cuando se dispone de suficientes datos, se puede elaborar un gráfico para cada concentración de magnesio que muestre este rango de enfriamiento. El gráfico podría lucir algo parecido a la ilustración a continuación.

“El Doctor Freed combinaba lo mejor de entender muy bien cuáles eran los fenómenos que estaban ocurriendo en las soluciones, y cómo utilizar esos fenómenos en un entorno en que los recursos para operar eran limitados; no solamente por la disponibilidad de materiales para llegar a lugares tan aislados, sino que, además, usando y mejorando la tecnología existente en ese minuto”.

Beatriz Oelckers
Doctora en Ciencias Mención Química
VP Investigación Nitratos y Yodo SQM.

Oficina "María Elena", 26 de marzo de 1929.

Sr. W. R. Brown,
Gerente General Interino.

**Informe de investigación n°60
base metalúrgica para el programa de 500.000 toneladas**

Basado en el tratamiento diario de:

18.600 toneladas de caliche extraído con pala - 8,5% de nitrato.
2.000 toneladas de caliche extraído a mano - 15,0% de nitrato.

Hemos llegado a la siguiente distribución de nitrato:

	Ton. Caliche grado	% Nitrato	Ton nitrato	% Nitrato recuperado	Ton
Rechazos	3,300	3.2%	105	-	-
Para pilas	1,000	12%	120	-	-
Para filtros	1,600	12%	192	61.5	118
Para bateas	14,700	9.9%	1,463	87.0	1,272
Total	20,600	9.1%	1,880	74.0	1,390

Durante un período de 352 días completos, esto nos debería proporcionar 500,000 toneladas de salitre con un 98% de pureza.

Un estudio de la planta de lixiviación en tanques, la planta de cristalización Griscom-Russells, los compresores de amoníaco, los condensadores de amoníaco y la torre de enfriamiento de la solución, mostró que este equipo tendrá una capacidad más que suficiente para cumplir con el programa de 500,000 toneladas.

No sabemos cuánta capacidad adicional podría tener el equipo mencionado anteriormente, pero se realizará un estudio adicional sobre este punto y los resultados se presentarán en un informe aparte.

La planta de filtrado todavía está sujeta a muchos retrasos menores debido a la falla de grúas y otros equipos mecánicos, así como también retrasos debido a variaciones en las características de la pulpa. Probablemente podamos promediar las 1,600 toneladas dadas en la configuración anterior, pero es probable que tengamos una buena oportunidad, a medida que pase el tiempo, de alcanzar 2,000 toneladas diarias.

En cuanto al flujo de solución a través de la planta de lixiviación, presentamos dos esquemas. El primero de ellos es el esquema actual de lixiviación de 4 etapas diseñado para proporcionar una solución concentrada a 45°C y un flujo diario de solución de 9,000 metros cúbicos. El segundo esquema es el sistema de flujo paralelo de 2 etapas diseñado para proporcionar una solución concentrada a 40°C y un flujo diario de 11,000 metros cúbicos. Aunque el segundo esquema ha dado buenos resultados en pequeña escala, no ha habido una demostración a gran escala, por lo que proponemos comenzar con el primero de estos esquemas.

Oficina "María Elena",
November 11, 1929.

Mr. W. R. Brown,
Acting General Manager,
Present.

RESEARCH REPORT NO 79

MAXIMUM CAPACITY OF EVAPORATING TOWER

New York Engineering No 28, stated that 400 metric tons of water evaporation per day from the solution cooling tower was the estimated figure for the new Lautaro Plant using same size tower as now in service at María Elena, and we were asked to check this figure.

Results of a recent test here show that the maximum evaporating capacity of the tower for the new Lautaro Plant would be around 310 tons of water per day.

We find by test that the scheme of recirculation at María Elena gives no greater cooling than a single pass of solution over the tower. Therefore, the recirculating system might as well be eliminated in the new plant design.

Oficina "María Elena", 11 de noviembre de 1929.

Sr. W. R. Brown,
Gerente General Interino,
Presente.

**Informe de investigación n°79
Capacidad máxima de la torre de evaporación**

La Revista de Ingeniería de Nueva York N°28 afirmó que 400 toneladas métricas de evaporación de agua por día de la solución desde la torre de enfriamiento era la cifra estimada para la nueva Planta Lautaro, utilizando la misma torre de tamaño que la que está actualmente en servicio en María Elena, y se nos pidió que verificáramos esta cifra.

Los resultados de una prueba reciente aquí muestran que la capacidad máxima de evaporación de la torre para la nueva Planta Lautaro sería de alrededor de 310 toneladas de agua por día.

Hemos comprobado mediante pruebas que el sistema de recirculación en María Elena no proporciona un enfriamiento mayor que una sola pasada de solución sobre la torre. Por lo tanto, el sistema de recirculación podría eliminarse en el diseño de la nueva planta.

E.S. Freed.

Oficina "María Elena", 19 de junio de 1930.

Sr. P.F. Kruger,
Gerente General,
Pedro de Valdivia

Informe de investigación n°95

Asunto: estudio de calor para la planta Pedro de Valdivia de 540.000 toneladas.

Este informe es una respuesta a la Administración N°29 en la que se nos pidió realizar un estudio de calor para la Planta Pedro de Valdivia.

Como base para este estudio, hemos tomado datos de operación de María Elena y los hemos aplicado a la Planta Pedro de Valdivia. La principal diferencia entre las dos plantas es que en Pedro de Valdivia no habrá calor proveniente de la planta de destilación como en María Elena, sin embargo, estas pérdidas adicionales de calor serán prácticamente compensadas por el aumento de calor disponible proveniente de la planta de energía.

Los resultados de este estudio son los siguientes:

1. La temperatura de la solución concentrada será alrededor de 40°C, pero no más alta.
2. Con un sistema de intercambio de calor instalado en Pedro de Valdivia de la misma manera que en María Elena (56 unidades conectadas en flujo paralelo en serie), podemos esperar absorber todo el calor de la planta de energía.
3. Una torre de enfriamiento del tamaño de la de María Elena será suficiente.
4. La presión de amoníaco en Pedro de Valdivia será alrededor de 230 lbs., mientras que en M.E. con la torre de enfriamiento adicional se espera que estas presiones caigan por debajo de las 200 lbs.
5. La bomba de circulación de la solución de tratamiento debe tener una capacidad de al menos 650 metros cúbicos por hora.

E.S. Freed.

Oficina "María Elena",
June 19, 1930.

Mr. P. F. Kruger
General Manager,
Pedro de Valdivia.

RESEARCH REPORT NO 95

Subject: Heat Study for 540,000 Tons Pedro de Valdivia Plant.

This report is in reply to Administration NO 29 in which we were asked to make a heat study for the Pedro de Valdivia Plant.

As a basis for this study, we have taken María Elena operating data and applied it to the Pedro de Valdivia Plant. The main difference between the two plants is that at Pedro de Valdivia there will be no heat from the distilling plant and the heat losses from the top of the vats will be 47% greater than at María Elena, however, these additional heat losses will be practically offset by the increased heat available from the power plant.

The results of this study are as follows:

1. The strong solution temperature will be around 40°C, but not higher.
2. With a heat interchange system installed at Pedro de Valdivia in the same manner as at María Elena (56 units hooked up in the series-parallel flow) we can hope to absorb all of the power plant heat.
3. One cooling tower of the María Elena size will be sufficient.
4. The ammonia pressure at Pedro de Valdivia will be around 230 lbs., while at M. E. with the additional cooling tower these pressures are expected to fall below 200 lbs.
5. The treatment solution circulating pump should have a capacity of at least 650 cu. Ms./hour.

E. S. Freed.

Memorándum sobre futuro de la industria (1932)

Durante la Gran Depresión de los años 30 el Doctor Freed propuso en un memorando explotar nuevos subproductos a partir del caliche que permitan diversificar la oferta y sobrevivir momentos críticos para la industria. Su visión adelanta varios años lo que sería el futuro de la producción de nitratos, yodo, sulfato de sodio y otros valiosos subproductos.

Compañía de Salitre de Chile

Gerencia Local (Cosalitre)

Nº 24

Asunto: Subproductos

Oficina María Elena, 13 de septiembre de 1932.

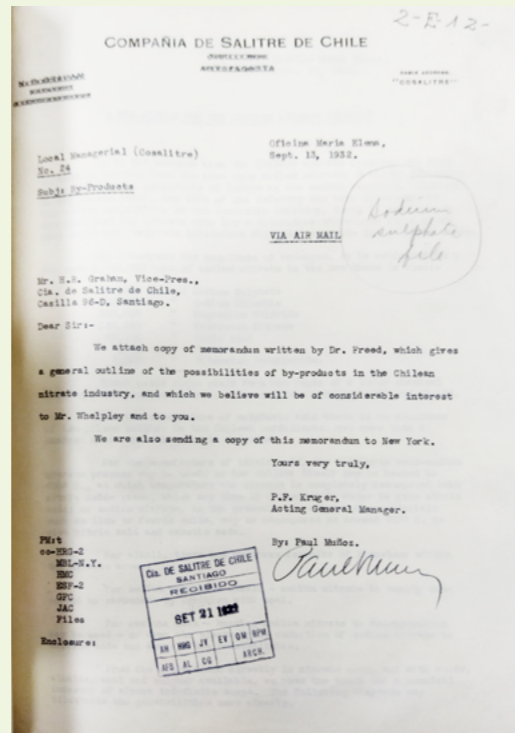
Sr. H.R. Graham, Vicepresidente,
Cía. de Salitre de Chile,
Casilla 96-D, Santiago.

Estimado señor:

Adjuntamos copia de un memorando escrito por el Dr. Freed, que da un esbozo general de las posibilidades de los subproductos en la industria del nitrato chileno, y que creemos será de considerable interés para el Sr. Whelpley y para usted.

También estamos enviando una copia de este memorando a Nueva York.

Atentamente,
P.F. Kruger,
Gerente General Interino.



Portada de la revista *Boletín Minero* de 1926, en que Belisario Díaz Ossa explica el nuevo método Guggenheim.

“El sistema Guggenheim, si bien era muy eficiente y revolucionó la industria porque permitió trabajar caliches de menor valor, llegó en un momento en que la economía del nitrato de sodio estaba muy mal y el bajo precio no justificaba la inversión que los Guggenheim habían hecho en el desarrollo de Pedro de Valdivia y María Elena. Freed siempre trató de buscar mayor valor a todos los subproductos que estaban contenidos en el caliche, de tal manera que el costo total de la operación fuera menor. Puso lo mejor de sus talentos como técnico al servicio de ese objetivo”.

Beatriz Oelckers

Doctora en Ciencias Mención Química, VP Investigación Nitratos y Yodo SQM.

Un nuevo futuro para la industria del nitrato chileno

Hasta el presente, la industria del nitrato chileno se ha contentado con extraer de sus minerales nitrato de sodio, un poco de nitrato de potasio y las cantidades de yodo que demanda el mercado. Aunque en los últimos años la vida de la industria ha sido amenazada por la fuerte competencia de la industria sintética, hay una nueva esperanza en el hecho de que los minerales de nitrato son un enorme almacén de muchas sales y productos químicos que hasta ahora se han desechado como residuos en los vertederos de ripio.

Para ilustrar la magnitud de las toneladas, se estima que por cada 1,000,000 de toneladas de nitrato de sodio en el mineral, también hay:

- 800,000 toneladas de Sulfato de sodio
- 500,000 toneladas de Cloruro de sodio
- 300,000 toneladas de Cloruro de magnesio
- 140,000 toneladas de Nitrato de potasio
- 50,000 toneladas de Ácido bórico
- 4,000 toneladas de yodo

Estas sales por sí solas podrían ser la base de una gran industria química, pero para que esta industria sea completa, se requieren ácido y álcali.

Para la fabricación de ácido sulfúrico, hay abundancia de azufre de bajo costo en las cordilleras chilenas, a no más de cien millas de los yacimientos de nitrato.

Para la fabricación de ácido nítrico, se puede utilizar el proceso de ácido sulfúrico-nitrato de sodio; o el propio caliche puede ser calentado a 600°C, a esta temperatura el nitrato se descompone completamente en gases de óxido nítrico, que luego pueden ser condensados en agua para obtener ácido nítrico; o el nitrato de sodio, en presencia de ciertos materiales como cal u óxido férrico, puede descomponerse a unos 700°C para dar ácido nítrico y soda cáustica.

Para el álcali, existen numerosos depósitos de piedra caliza dentro de las áreas de nitrato.

Para el álcali carbonato de sodio, el nitrato de sodio se convierte fácilmente en carbonato mediante la ignición con carbón.

Para la soda cáustica, se puede utilizar la descomposición del nitrato de sodio por calentamiento, o incluso la reducción electrolítica del nitrato de sodio para obtener soda cáustica y amoníaco tiene posibilidades.

A partir de las sales encontradas directamente en los minerales de nitrato, y con ácidos, álcalis, carbón y azufre disponibles, tenemos la base para una industria química de alcance casi indefinido. Los siguientes diagramas pueden ilustrar las posibilidades de manera más clara.

Existen varios factores físicos que son favorables para una industria química de subproductos, y que pueden enumerarse de la siguiente manera:

Aunque la ubicación está a muchas millas de los mercados mundiales, el transporte es principalmente transporte marítimo a un costo no superior a \$5.00 por tonelada de puerto a puerto.

El clima templado durante todo el año permite construir plantas con poco o ningún refugio, y no se requieren edificios climatizados.

En contraste con el clima húmedo de los Estados Unidos, Inglaterra o Alemania, el clima seco de la pampa es un lugar ideal para una planta que fabrica materiales higroscópicos.

Una gran cantidad de equipos diversos, como centrífugas, bombas, filtros, tanques, calderas, estructuras de acero, automóviles, vías férreas, etc., están disponibles debido al cierre de oficinas, lo que reduce el gasto de capital.

La preparación de la mayoría de estos productos químicos y su separación entre sí han sido indicadas con bastante claridad en varias investigaciones realizadas durante los últimos años.

El problema más difícil de todos será ingresar a mercados ubicados en países con fuertes tendencias nacionalistas.

No es el propósito de este documento presentar argumentos contra los aranceles, excepto para decir que Chile es esencialmente un país minero y agrícola, y el oro que llega a este país para la compra de materias primas vuelve al comprador a cambio de productos manufacturados, como automóviles, películas, productos medicinales, maquinaria, etc. El resultado neto es que ha habido un intercambio justo de productos y el nivel de vida en Chile se ha elevado.

E.S.Freed.

CALICHE

<p>Nitrato de Sodio</p>	<p>— — —</p>	<p>Soda Cáustica Ácido Nítrico</p>	<p>— — —</p>	<p>Nitrato de Calcio Nitrato de Bario Nitrato de Plata Nitrato de Cobre, etc.</p>
		<p>Soda Cáustica Amoníaco</p>	<p>— — —</p>	<p>Nitrato de Amonio</p>
		<p>Carbonato de Sodio</p>	<p>— — —</p>	<p>Cristales de Soda Bicarbonato de Sodio Sulfito de Sodio</p>
<p>Cloruro de Sodio</p>	<p>— — —</p>	<p>Soda Cáustica Ácido Clorhídrico Cloro</p>	<p>— — —</p>	<p>Cloruro de Sal</p>
<p>Sulfato de Sodio</p>	<p>— — —</p>	<p>Sulfato de Sodio</p>		
<p>Cloruro de Magnesio</p>	<p>— — —</p>	<p>Metal de Magnesio Carbonato de Magnesio Sulfato de Magnesio</p>		
<p>Nitrato de Potasio</p>	<p>— — —</p>	<p>Carbonato de Potasio</p>	<p>— — —</p>	<p>Varias sales de Potasa</p>
<p>Ácido Bórico</p>	<p>— — —</p>	<p>Bórax</p>		
<p>Iodina</p>	<p>— — —</p>	<p>Yodato de Potasio Yoduro de Potasio Yoduro de Sodio</p>		

Planta sulfato de sodio (fechado en 1932)

En este informe de 1932, el Doctor Freed describe sus pruebas para crear un innovador método para explotar sulfato de sodio, un rentable subproducto que inyectó ganancias a la compañía durante años de recesión mundial y precios bajos del nitrato de sodio.

Oficina María Elena, 17 de noviembre de 1932.

Memorando de Investigación N°209

Asunto: Informe de Progreso del Sulfato N°1

Sr. P.F. Kruger,
Gerente General.

El 29 de octubre se dieron instrucciones para proceder con la planta de deshidratación de sulfato. Hasta la fecha, se ha logrado lo siguiente:

1. Se han completado los formularios para los cimientos de las conexiones de la torre y el hogar de fuego.
2. El filtro Dorrcó ha sido desmontado y trasladado a María Elena.
3. El espesador Dorr en la planta de yodo ha sido desmontado y está listo para ser enviado a la planta de sulfato.
4. El secador rotativo -24' x 25' de diámetro- se encuentra en Chacabuco en camino a María Elena.
5. Los transportadores L y N se están fabricando en los talleres.
6. Los tanques de acero para la construcción de la torre de rociado se están desmontando.

Producción de Sulfato:

Se produjeron alrededor de 1.400 toneladas de decahidrato en María Elena durante el fin de semana del 4 y 5 de noviembre. Pedro de Valdivia ha estado produciendo solución de sulfato desde hace algún tiempo, y dado que la elaboración de nitrato se ha detenido, tendremos una semana completa de producción de solución de sulfato en la planta de cristalización, lo que nos permitirá hacer siete u ocho mil toneladas de decahidrato. El costo de producción en María Elena fue de 61 centavos por tonelada de decahidrato.

El decahidrato de María Elena y Pedro de Valdivia se está almacenando en la cancha de asfalto Holstein, cerca de Vergara. Este sulfato se está apilando en hileras para su secado al sol. Se espera que el sulfato recogido de esta reserva no contenga más de un 0.005% de hierro, lo que permitiría venderlo a los fabricantes de vidrio del sur.

(...)

“Lo que el equipo de Stanley Freed logró a través del sistema de lixiviación de las bateas en las plantas Guggenheim es algo que nosotros envidiamos. Hoy en día tratamos de implementar métodos parecidos con la lixiviación en pila, y no logramos el nivel de eficiencia o de estabilidad que se logró con las bateas, no se puede reproducir con los sistemas de producción actuales”.

Gabriel Meruane

Doctor en Ingeniería Química, gerente de Investigación Litio SQM.

Comparación con el secado en cancha

Creemos que ahora tenemos dos métodos de trabajo prácticos para deshidratar el decahidrato. Estos son el secado en cancha y los métodos de evaporación por rocío. Las ventajas y desventajas de estos dos procesos se pueden resumir brevemente de la siguiente manera:

Método de Cancha

Ventajas

1. Las briquetas trituradas son más adecuadas para el envío a granel.
2. Proporciona empleo a un gran número de personas (entre 400 y 500).
3. El secado en cancha es la forma más económica de secado, aproximadamente \$1,50 por tonelada para briquetear y preparar un producto de tamaño adecuado.
4. Los gastos de operación prácticamente no implican gastos en oro.

Desventajas

1. La pureza del producto está limitada del 97.5% al 98.0% en base seca, y puede contener hasta un 3.0% de humedad.
2. Existe una gran cantidad de producto almacenado en canchas, aproximadamente entre 35,000 y 70,000 toneladas de sulfato, dependiendo de la producción requerida.

Método de Torre

Ventajas

1. El producto puede tener una pureza más alta, del 98.5% o mejor si es necesario.
2. No hay acumulación de producto, ya que puede ser enviado tan rápido como se produce en la planta de cristalización.
3. Los costos de capital para la planta son aproximadamente un tercio de los costos para el producto secado en cancha.

Desventajas

1. El producto es tan fino que se requerirá un gran cuidado para el envío a granel.
2. Los costos serán al menos 50 centavos de dólar estadounidense por tonelada, mayores que para el secado en cancha.
3. El costo total para el secado será de alrededor de \$2.00 USD por tonelada, de los cuales al menos \$1.00 será un gasto en oro.

E.S. Freed

Informe sobre subproductos (fechado en 1939)

El inicio de la Segunda Guerra Mundial amenaza el precio y demanda del salitre, por lo que Freed experimenta en bateas cómo extraer otros subproductos desde el caliche. En este informe revela sus resultados.

Oficina "María Elena", 5 de diciembre de 1939.

Memorando de Investigación N.° 432 Resumen de las Posibilidades de Subproductos

El problema de producir subproductos en las plantas de María Elena y Pedro de Valdivia ha estado presente durante varios años. La investigación de subproductos se ha llevado a cabo en los laboratorios de María Elena en diferentes momentos, dependiendo del personal disponible.

Recientemente, en Nueva York, el Sr. E. A. Capellen Smith me pidió que resumiera las posibilidades desarrolladas hasta ahora, ya que con otra guerra en curso, podría haber cambios en la estructura de precios que justifiquen una revisión del problema de los subproductos.

El propósito de este memorando no es entrar en detalles técnicos, sino simplemente señalar lo que creemos que se puede hacer si hay fondos disponibles para el desarrollo y si el mercado y los precios justifican dicho desarrollo.

Sulfato de sodio

Este es un subproducto con el que ya tenemos bastante experiencia. Después de que el nitrato se ha lixiviado en un tanque y se ha completado el ciclo de lavado del nitrato, se agrega agua adicional para producir 4,000 metros cúbicos de una solución fuerte de sulfato de sodio a aproximadamente 160 gramos por litro de sulfato de sodio. Esta solución, al refrigerarse a 0°C, reduce su contenido de sulfato a 45 gramos por litro y produce entre 400 y 450 toneladas de sulfato por carga de tanque.

Con la producción de nitrato reducida a 20,000 - 25,000 toneladas por mes, hay suficiente tiempo en el ciclo de lixiviación y capacidad de refrigeración en la planta de cristalización para tratar o lixiviar dos

tanques cada tres días para el sulfato y refrigerar la solución resultante. La capacidad de la planta para sulfato, con la producción de nitrato reducida, es de 70,000 a 80,000 toneladas para un año de 300 días.

La torre de evaporación actual para deshidratar el decahidrato de sulfato de sodio puede producir aproximadamente 6,500 toneladas por mes trabajando los siete días de la semana y once meses al año (se requieren dos semanas de cierre para mantener la planta en reparación). Por lo tanto, sin gastos de capital adicionales, podemos ofrecer alrededor de 70,000 toneladas de sulfato por año, produciendo no más de 25,000 toneladas de nitrato por mes.

Pero se podría producir mucho más sulfato si el negocio justifica el gasto de capital adicional. Si operamos la planta de nitrato a plena capacidad, es decir, 2.4 tanques por día, la producción de sulfato podría aumentar a 1000 toneladas diarias o 300,000 toneladas por un año de 300 días o 360,000 toneladas por un año de 360 días.

Para proporcionar esta producción, se requeriría:

- 4 Tanques adicionales de lixiviación.
- 1 Nueva planta de cristalización.
- 1 Nueva planta de energía diésel de 5600 HP.
- 4 o 5 torres de evaporación adicionales (o como alternativa, estanques de evaporación solar -ver más adelante).

El costo total de este equipo adicional sería de alrededor de \$5,000,000.

El costo de producir el decahidrato de sulfato de sodio es muy bajo, aproximadamente \$1.20 por tonelada de sulfato (en base anhidra). El principal costo está en la operación de las torres de evaporación para eliminar 1.26 toneladas de agua por cada tonelada de sulfato, lo que requiere 170 kilos de fuel oil por tonelada de sulfato. Los costos estimados recientes del sulfato F.A.S. utilizando las torres de evaporación fueron de \$10.00 por tonelada métrica.

Hace dos años comenzamos pruebas, realizadas durante un año, para ver si la evaporación del agua del decahidrato se podía hacer de manera más económica utilizando la evaporación solar. En estas pruebas, el decahidrato de sulfato de sodio se agregó a una solución fuerte de cloruro de sodio, lo que redujo el punto de fusión del decahidrato de 33°C a 20°C. A medida que el agua se evaporaba de esta solución debido al calor solar, se agregaba nuevo decahidrato para compensar la pérdida, y el sulfato anhidro precipitado se retiraba de vez en cuando. Una prueba de un año mostró que podríamos esperar recuperar aproximadamente 2.0 toneladas de sulfato anhidro por año por metro cuadrado de área de evaporación. El proceso funcionó muy bien durante los meses de verano, ya que las temperaturas de la solución en una profundidad de 10 pulgadas se mantuvieron a temperaturas promedio inferiores a 20°C durante los meses de invierno, cuando la temperatura promedio cayó por debajo de 20°C y el decahidrato no se derretía en la solución, y se tuvo que agregar calor adicional durante las horas desde el anochecer hasta el amanecer. Por lo tanto, se midió el calor y se calculó el consumo de gasolina con una eficiencia del 70%, y se determinó que se requerirían 60 kilos de aceite por tonelada de sulfato anhidro producido durante los meses de invierno o un promedio de 30 kilos para la producción anual que no requiere calor durante los meses de verano.

El costo estimado de sulfato anhidro F.A.S. mediante evaporación solar fue de \$4.70 por tonelada métrica (probablemente más alto ahora debido a los costos generales aumentados) en comparación con \$10.00 por el método de la torre.

Para producir, digamos, 300,000 toneladas de sulfato anhidro mediante el proceso de evaporación solar a 2.0 toneladas por año por metro cuadrado, se requerirían 150,000 metros cuadrados de estanques de evaporación solar. Aún queda mucho trabajo por hacer para desarrollar un fondo adecuado para los estanques. El suelo natural de la pampa es muy poroso, y aunque se cubra con barro o lodo fino de hasta unos pocos centímetros de grosor, no es completamente impermeable. Los pisos de concreto, incluso si no están muy reforzados, desarrollan rápidamente grietas. Una capa de asfalto de medio centímetro vertida sobre ripio apisonado en un área de cuatro metros cuadrados no ha presentado fugas en una prueba de un año. Pero sería necesario rea-

lizar una prueba en un área más grande, por ejemplo, 100 metros por 100 metros durante dos años, antes de estar razonablemente seguros de un fondo impermeable.

Además, se requeriría el desarrollo de equipos mecánicos para cosechar las sales anhidras de áreas grandes sin dañar el fondo impermeable del estanque de evaporación.

Parecería que solo una vida útil muy prolongada para el negocio de sulfato justificaría una expansión adicional de la planta o el trabajo de desarrollo necesario para la evaporación solar del agua del decahidrato.

“Stanley Freed fue capaz de anticipar con más de 40 años de distancia procesos que probablemente tendríamos que desarrollar para dar más valor agregado, como la producción de nitrato de potasio a partir del caliche, que SQM comenzó recién en 1985. Él tuvo la visión de desarrollar un memorando para la producción de nitrato de potasio, diciendo claramente que se necesitaba cloruro de potasio y un análisis de dónde se podían buscar fuentes de cloruro de potasio. Algo que SQM concretó más de 40 años después, cuando encontró fuentes de cloruro de potasio en el Salar de Atacama para poder producir nitrato de potasio”.

Beatriz Oelckers
Doctora en Ciencias Mención Química, VP Investigación Nitratos y Yodo SQM.

Otros subproductos del proceso de lixiviación de sulfato de sodio

Después de refrigerar la solución de sulfato, queda una solución que se descarta, que contiene no solo 45 gramos por litro de sulfato de sodio, sino también otras sales de valor.

Un análisis típico de esta solución es el siguiente:

Cloruro de Sodio	80 gramos por litro
Sulfato de Sodio	45 gramos por litro
Cloruro de Magnesio	36 gramos por litro
Nitrato de Potasio	23 gramos por litro
Ácido Bórico	6 gramos por litro
Iodo	0,6 gramos por litro

Si estuviéramos produciendo 300,000 toneladas de sulfato por año, lixiviando 2.4 tanques diariamente en un año de 300 días y produciendo 4,000 metros cúbicos de solución débil de sulfato por tanque, las cantidades totales de sales en la solución débil serían las siguientes:

Cloruro de Sodio	230,000 toneladas
Sulfato de Sodio	130,000 toneladas
Cloruro de Magnesio	100,000 toneladas
Nitrato de Potasio	67,000 toneladas
Ácido Bórico	17,000 toneladas
Iodo	1,700 toneladas

Para recuperar estas sales, la solución débil de sulfato debe evaporarse, y la evaporación solar es el único medio económico para hacerlo.

Durante el último año se realizaron pruebas de evaporación solar con esta solución. Se construyó una cascada de diez bandejas de evaporación, cada una de un metro cuadrado. La solución débil entraba en la primera bandeja y fluía por gravedad hasta la última bandeja, de la cual no había salida. La velocidad de alimentación en la primera bandeja era solo suficiente para proporcionar la evaporación en las diez bandejas. La evaporación se realizó a razón de 40 L por día para los diez metros cuadrados durante los meses de invierno y 70 L por día durante los meses de verano. Si tomamos un valor promedio

de 50 L por día como la tasa de evaporación para los diez metros cuadrados, el área requerida para proporcionar la evaporación de 2,900,000 metros cúbicos por año sería de 1.6 kilómetros cuadrados.

Aquí tendríamos el mismo problema de construcción para proporcionar estanques de evaporación impermeables como tendríamos para la evaporación solar del agua cristalina del sulfato de sodio.

Sin embargo, después de las pruebas, encontramos que en las seis primeras bandejas de la cascada, se depositó la siguiente composición aproximada de sal:

Cloruro de Sodio	96.0%
Sulfato de Calcio	1.0%
Otras impurezas	1.0%
Humedad	2.0%
	100.0%

En la bandeja No. 7 encontramos que la sal tenía la siguiente composición aproximada:

Cloruro de Sodio	72.0%
Sulfato de Sodio	-
Sulfato de Magnesio	20.0%
Otras impurezas	1.0%
Humedad, incluida agua de cristalización	7.0%
	100.0%

Bandeja No. 8

Nitrato de Sodio	28.0%
Cloruro de Sodio	24.0%
Sulfato de Sodio	-
Sulfato de Magnesio	22.0%
Cloruro de Magnesio	9.0%
Otras Impurezas	2.0%
Humedad, incluida agua de cristalización	15.0%
	100.0%

Bandeja No. 9

Sulfato de Sodio	-
Sulfato de Magnesio	20.0%
Cloruro de Magnesio	9.0%
Cloruro de Sodio	13.0%
Nitrato de Potasio	14.0%
Nitrato de Sodio	26.0%
Otras impurezas	1.0%
Humedad, incluida agua de cristalización	17.0%
	100.0%

Bandeja No. 10

Sulfato de Sodio	-
Sulfato de Magnesio	4.0%
Cloruro de Magnesio	27.0%
Cloruro de Sodio	ninguno
Nitrato de Potasio	11.0%
Nitrato de Sodio	25.0%
Ácido Bórico	2.0%
Otras impurezas	1.0%
Humedad, incluida agua de cristalización	31.0%
	100.0%

La solución en la bandeja No. 10 tenía un contenido de 105 gramos por litro de ácido bórico, que se puede reducir a 40 gramos por litro mediante acidificación con ácido sulfúrico. Además, la solución ha acumulado 20 gramos por litro de yodo, que también se puede eliminar mediante el proceso de yodo habitual.

No se intentó separar las diversas sales depositadas en las bandejas 7, 8, 9 y 10, pero parece que sería un proceso bastante difícil y requeriría una investigación exhaustiva sobre la físico-química de estas diversas sales y sus mezclas.

Si se recuperaran estas sales, el sulfato de sodio, el nitrato de potasio, el ácido bórico y el yodo tendrían valores de mercado hasta la capacidad del mercado para consumir estas sales.

El cloruro de sodio probablemente no tendría un valor de venta, pero sería útil para hacer una salmuera para la lixiviación en tanques para evitar la desintegración del caliche en los tanques.

El cloruro de magnesio puede tener solo un valor de venta pequeño, pero sería útil para mejorar la lixiviación tanto en María Elena como en Pedro de Valdivia. Es decir, su uso resolvería el problema de la darapskita y proporcionaría una mayor extracción de nitrato.

Quizás sea casi inútil intentar estimar las ganancias de este proceso, pero si pudiéramos contar con \$18 por tonelada métrica para el sulfato de sodio (producido en exceso de las 300,000 toneladas en la planta de cristalización mediante refrigeración directa), \$45 por tonelada para el nitrato de potasio y \$100 por tonelada para el ácido bórico, tendríamos los siguientes ingresos por ventas:

130,000	toneladas de Sulfato de sodio a \$18 por tonelada:	\$2,400,000
67,000	toneladas de Nitrato de Potasio a \$45 por tonelada:	\$3,000,000
17,000	toneladas de Ácido Bórico a \$100 por tonelada:	\$1,700,000
Total		\$7,000,000

Debido a que el proceso de separación de una sal de otra no se ha resuelto, solo podemos hacer conjeturas sobre el costo de producción de estas sales. Si fueran \$6.00 por tonelada con \$8.00 adicionales para flete y gastos de venta, el costo entregado de las 214,000 toneladas sería de \$3,000,000, dejando una ganancia de \$4,000,000.

El costo de capital de las bandejas de evaporación, si se toma a \$4.00 por metro cuadrado, sería de \$6,400,000.

Sulfuro de sodio

A partir del sulfato de sodio, se puede producir sulfuro de sodio mediante la reducción del sulfato de sodio con carbón en un horno adecuado. El Memorandum de Investigación No. 251 del 22 de diciembre de 1933 estimó el costo del sulfuro de sodio en \$25 por tonelada, incluidos los contenedores y el flete al mercado, y si pudiéramos vender 10,000 toneladas al año a \$50,000, habría una ganancia esperada de \$250,000.

Se podría requerir un costo de planta de alrededor de \$500,000 basado en la planta de 4 toneladas diarias de Kazazian Bros. en Antofagasta.

Soda cáustica

Este proceso consiste en calentar nitrato de sodio con óxido de hierro para formar un ferrito de sodio y gases de óxido nítrico. Los gases nítricos se absorben en agua para hacer ácido nítrico y se tratan con piedra caliza para hacer nitrato de calcio. El nitrato de calcio se agrega entonces a las soluciones de lixiviación de nitrato y se regenera el nitrato de sodio. El ferrito de sodio se disuelve en agua para producir una solución cáustica fuerte y se filtra del óxido férrico regenerado y que se utiliza nuevamente en el proceso. La solución cáustica se evapora para obtener soda cáustica sólida para el mercado.

El Memorando de Investigación No. 255 del 5 de diciembre de 1933, escrito en Nueva York establece una estimación detallada del costo de entrega de la soda cáustica producida a \$30.00 por tonelada frente a un precio de mercado de \$45.00 por tonelada.

Se realizó una considerable cantidad de trabajo en este proceso en María Elena. Descubrimos que la mezcla de óxido de hierro y nitrato comenzaba a reaccionar alrededor de los 600°C, pero la velocidad de reacción era muy lenta. Solo al elevar las temperaturas hasta los 900°C, la tasa de reacción adquirió importancia comercial, aunque no logramos una descomposición completa del nitrato de sodio. Hasta el momento, no hemos encontrado ningún método para separar el nitrato de sodio de la soda cáustica. A temperaturas más bajas, se observaron humos visibles de óxido nítrico que escapaban del horno, pero a temperaturas más altas, gran parte del óxido nítrico se descomponía a partir de hierro colado. Sin embargo, después de solo unas pocas horas de funcionamiento, el tubo se agrietó y, después de la reparación, volvió a agrietarse en una prueba posterior. En ninguno de estos ensayos se obtuvieron datos confiables.

El éxito técnico del proceso dependería de un horno de larga vida útil, una descomposición completa del nitrato y una alta recuperación de los óxidos nítricos para la regeneración del nitrato de sodio. Además, no existe un suministro conocido y económico de piedra caliza para el funcionamiento del proceso. El suministro más cercano es una conglomeración de conchas marinas en Mejillones.

Carbonato de sodio

De vez en cuando, hemos considerado producir carbonato de sodio para su consumo en Chile, pero nunca lo hemos hecho. Se produciría mediante el proceso de sodio crudo, que consiste en quemar una mezcla de nitrato de sodio y carbón al aire libre sin un horno. El producto crudo resultante se disolvería en agua y se cristalizaría de nuevo. Se requieren dos toneladas de nitrato para producir una tonelada de carbonato de sodio. Hemos calculado que obtendríamos un producto refinado, comparable al carbonato de sodio importado y entregado en bolsas en Valparaíso a \$30.- por tonelada frente a un precio de venta de \$40.-. En 1929, el consumo de carbonato de sodio en Chile era de aproximadamente 600 toneladas por año. Dado que el carbonato de sodio se vendía en Estados Unidos a \$22.- por tonelada, no podríamos competir en el mercado externo.

Este precio de \$30.- por tonelada de carbonato de sodio se basaba en el uso de nitrato a un costo de cancha, pero si recuerdo correctamente, se nos aconsejó que tendríamos que comprar el nitrato al precio de la Corporación de Ventas, lo que elevaría el costo a \$40.- por tonelada.

Sulfato de magnesio y Ácido Bórico.

Añadiendo cal directamente al Licor Madre, se precipita una mezcla de sulfato de calcio, borato de calcio y óxido de magnesio. Este precipitado en base se analiza como sigue:

Sulfato de Calcio	55.0%
Borato de Calcio	27.0%
Óxido de Magnesio	28.0%
Total	100.0%

Este precipitado podría ser digerido con ácido sulfúrico para convertir el borato de calcio en sulfato de calcio y ácido bórico, y el óxido de magnesio en sulfato de magnesio. La solución que contiene ácido bórico y sulfato de magnesio sería filtrada para separarla del sulfato de calcio. Luego, se debería desarrollar un proceso para separar el ácido bórico del sulfato de magnesio.

El precipitado, una vez seco, podría ser enviado a los Estados Unidos como material crudo y, por lo tanto, estaría exento de impuestos de importación.

Con el ácido sulfúrico barato, la conversión a ácido bórico y sulfato de magnesio no sería costosa.

Si la separación del ácido bórico del sulfato de magnesio se puede realizar con un gasto no demasiado elevado, esto parecería ser un proceso rentable, ya que el sulfato de magnesio (sales de Epsom) se cotiza a alrededor de \$40.- por tonelada y el ácido bórico a \$110.-

Carbonato de magnesio

Al agregar una solución de carbonato de sodio directamente al Licor Madre, se precipita el carbonato de magnesio. El precipitado es muy difícil de asentar y filtrar, pero se puede hacer. Tomando carbonato de sodio crudo a \$20.- por tonelada y considerando la lenta velocidad de filtración, podríamos obtener carbonato de magnesio a \$30.-, y con unos \$10.- adicionales por bolsas y flete, alcanzaríamos un precio de aproximadamente \$40.- por tonelada entregado en los Estados Unidos si estuviera exento de impuestos. El precio de venta es de 6 centavos de dólar por libra o \$130.- por tonelada métrica. Una dificultad que no hemos podido eliminar es que el carbonato de magnesio siempre contiene un 2 o 3% de borato de magnesio, lo que podría o no influir en su valor en el mercado.

Productos de Yodo

Ya tenemos una pequeña planta, construida para la Corporación de Ventas, para producir productos de yodo. La planta, construida con una capacidad de 5 toneladas cada mes de yoduro de potasio y yodo resublimado. En realidad, el yodo no se sublima, sino que los cristales de yodo se lavan y secan para obtener una pureza superior al 99.9%. En la misma planta se podrían producir yoduro de sodio y yoduros de sodio y potasio. También se podría producir yodoformo.

Nitrato de Potasio

Hace varios años, se consideró seriamente producir nitrato de potasio, particularmente salitre de potasa al 30%, importando muriato de potasa. El resultado final fue que, considerando el bajo precio pagado por el salitre de potasio al 30% y el bajo precio de \$45.- por nitrato de potasio al 95%, utilizado en fertilizantes, apenas lograríamos obtener beneficios económicos. Sin embargo, el nitrato de potasio, probablemente un producto refinado de alta calidad, todavía se cotiza en revistas comerciales a \$110.- por tonelada métrica.

Carbonato de Potasio

Si alguna vez producimos nitrato de potasio, entonces sería un paso más para fabricar carbonato de potasio. Este proceso, completamente desarrollado en el laboratorio, consiste en quemar nitrato de potasio con carbón o aserrín (preferiblemente aserrín por razones técnicas) para producir un carbonato de potasio crudo. El carbonato crudo se lixiviaría con agua, se recristalizaría y se secaría. El carbonato de potasio se cotiza del 80 al 85% a \$143.- por tonelada métrica, y del 99 al 100% a \$190.- por tonelada métrica.

Tomando nitrato de potasio a \$45.- por tonelada, nuestro producto, con una pureza superior al 99%, se estima que costaría \$126.50 por tonelada métrica entregado en los Estados Unidos e incluiría \$16.50 de impuestos de importación.

Según el libro de minerales de 1933, se estima que se importan alrededor de 7,000 toneladas de carbonato de potasio anualmente a los Estados Unidos.

Para evitar impuestos, este proceso podría ser utilizado en los Estados Unidos con mayor ventaja.

Esto concluye brevemente las oportunidades que tenemos en cuanto a los subproductos. Cabe mencionar que se han realizado docenas de pruebas y estudios, pero con resultados negativos que no se han reportado aquí.

Si alguna de las oportunidades mencionadas anteriormente resulta de mayor interés, estaremos encantados de continuar las investigaciones en las líneas indicadas.

E. S. Freed,
superintendente de Investigación.

#3

UN REFERENTE EN LA ACADEMIA

Para finales de los años 30, el Doctor Freed era reconocido dentro del rubro minero, industrial y académico como un experto en el caliche chileno y en sus subproductos. Mantenía correspondencia con académicos y eminencias del área dentro y fuera de Chile y se mantenía al tanto de los últimos avances tecnológicos e industriales.

“Si bien Stanley Freed buscó trabajar con los recursos que tenía disponibles en la pampa, él era un hombre que no dejaba de mirar hacia afuera”, dice la VP de Investigación Nitratos y Yodo de SQM Beatriz Oelckers, “viajaba bastante a Estados Unidos y no perdía oportunidad de visitar los laboratorios de los Guggenheim en Nueva York o de viajar para ver otras operaciones

similares a las pozas de evaporación solar, como Salt Lake City. Aprovechaba su capital intelectual para no quedarse encerrado en la industria chilena y mirar lo que se hacía en el extranjero. Algo que también practicamos en SQM y que todo científico debería practicar”.

En estos documentos el ingeniero químico norteamericano comunica su experiencia en la industria chilena en una carta a sus antiguos compañeros de clase del MIT en Estados Unidos y expone ante sus pares sobre el procedimiento Guggenheim y sus futuras posibilidades en un importante congreso panamericano en Chile realizado en 1942.

Carta publicada en Revista Technology Review de MIT (1 fechada en 1939)

Dentro de una revista del MIT -su alma mater- Freed comparte en una breve carta su experiencia como superintendente de investigación en Chile.

Su secretario se alegró de recibir una respuesta de Edgar S. Freed, de quien no habían tenido noticias por un tiempo. Se graduó en el Curso V y obtuvo su doctorado en 1918. Ha estado en Chile desde 1922 como superintendente de investigación y asesor técnico para la administración en el nuevo proceso Guggenheim para la extracción de nitrato. Todo suena muy complicado para mí, pero tal vez algunos de ustedes, ingenieros químicos y mineros, estarán interesados en esto: “Digo nuevo proceso con reservas, ya que el proceso ha estado en funcionamiento durante aproximadamente 11 años, pero siempre surgen nuevos problemas. La recuperación de yodo a partir de las soluciones de plomo de nitrato, y el subproducto de sulfato de Sodio, un nuevo desarrollo, ocupan gran parte de mi tiempo. La industria en su conjunto sufrió gravemente durante la depresión, pero toda nube tiene su lado positivo, y estamos volviendo a producir a una tasa bastante alta de capacidad”. Freed se casó en 1934 con la señorita Amalia González. Tiene un niño de casi dos años. Parece que se está estableciendo para convertirse en un ciudadano regular en Chile. Es un gran placer recibir noticias de compañeros de clase en lugares tan distantes. Tal vez podamos persuadir a Ed para que traiga a su esposa e hijo a nuestra reunión de 25 años si comenzamos a trabajar en ello ahora, ¡con la esperanza de que así sea! Para ponerse en contacto con Ed, los compañeros de clase deben dirigirse a él: E. Stanley Freed, Cia Salitrera Anglo-Chilena, Oficina María Elena, Tocopilla, Chile, S.A.



Ponencia en I Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología (fecha en 1942)

Ante el Primer Congreso Panamericano de Geología de Minas y Geología, efectuado en Santiago en 1942, Freed realiza una detallada descripción del proceso productivo en María Elena y Pedro de Valdivia y contempla las enormes ventajas y gran inversión de capital que implicaría integrar la evaporación solar en el sistema.

“La planta salitrera Pedro de Valdivia que Stanley Freed describe en la ponencia es el momento cúlmine de optimización de diseño que logró este equipo de ingeniería en la pampa, porque llegaron a un nivel de integración significativo. Pedro de Valdivia era el mayor consumidor de petróleo de Chile, tenía la planta de refrigeración más grande de Sudamérica y estaba ubicada en la mitad del desierto de Atacama. Para echar a andar a este coloso, tenía una Casa de Fuerza que funcionaba con petróleo y que generaba energía eléctrica para las maquinarias de molienda, el tren que iba a buscar el caliche y para las palas mecánicas de la mina. Es decir, a todo el sistema productivo. Ese sistema termoeléctrico generaba un calor residual que se aprovechaba como calor para la generación de vapor y agua caliente para el sistema de lixiviación de minerales del salitre. También se recuperaba el calor residual que generaba el sistema de enfriamiento con amoníaco. Todo se reutilizaba, era un sistema energéticamente integrado. La integración en SQM se viene haciendo desde la época de Freed porque entendemos que la forma de generar competitividad es generar sinergia entre las operaciones productivas, aunque eso signifique que se vuelva más complejo”.

Gabriel Meruane

Doctor en Ingeniería Química, gerente de Investigación Litio SQM.

El procedimiento Guggenheim para la recuperación del nitrato y algunos comentarios sobre las posibilidades de los subproductos

por

Dr. E. S. FREED — CHILE

El caliche, la materia prima natural de la cual se extrae el nitrato de sodio, puede decirse que tiene la siguiente composición química:

Nitrato de Sodio	Expresando los ácidos radicales como sales de sodio	5 a 30%
Cloruro de Sodio		5 a 30%
Sulfato de Sodio		5 a 30%
Potasa	Por conveniencia expresados como elementos	0,1 a 5%
Magnesia		0,1 a 2%
Calcio		0,5 a 5%
Boratos		0,5 a 1%
Perclorato de Potasa		0,02 a 0,1%
Yodato de Sodio		0,02 a 0,1%

El material insoluble en agua, tal como arcilla, arena y piedras, puede variar entre 20% y 80%.

Mientras que las muestras individuales de caliche varían grandemente en los porcentajes de las diversas sales y elementos indicados, prácticamente todos los caliches contienen esas sales y elementos. Ninguna otra sal o elemento puede ser fácilmente descubierta por análisis químico, pero, sin embargo, el espectroscopio revela una variedad de otros elementos de valor para la vida de las plantas, y que son demasiado numerosos para citarlos.

La potasa, magnesia, calcio y sulfato en su mayor parte están combinadas en los caliches como sales dobles, y aunque solubles en agua, son apenas solubles en las soluciones para la lixiviación del nitrato. Estas sales dobles son:

Bloedita o astrakanita	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Glauberita	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ CaSO}_4$
Polihalita	$\text{K}_2\text{SO}_4 \text{ MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Los boratos existen en los caliches como algún borato complejo desconocido pero apenas solubles.

El yodato de sodio existe en el caliche, totalmente o en parte, como una sal doble desconocida y es sola-

mente, más o menos, 50% soluble en las soluciones de lixiviación.

Se cree que el cloruro de sodio y el perclorato de potasio existen como sales simples.

Igualmente, el nitrato de sodio, en su mayor parte, existe como una sal simple, pero algunos depósitos contienen hasta un 30% del total de nitrato en la forma de una sal doble conocida como darapskita $\text{NaNO}_3 \text{ Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, la cual es insoluble en soluciones frías de nitrato, pero totalmente soluble a temperaturas sobre 55°C.

Las características físicas del caliche son variables, con diversidad de colores, desde el blanco puro al café y rojo, con muestras ocasionales de amarillo, negro y azul. El caliche existe en forma viscosa, arenosa o gredosa, dependiendo de la preponderancia de los constituyentes que son cementados con las sales para formar un conglomerado duro.

I. EL PROCEDIMIENTO

Chancado: El caliche es entregado desde la mina en carros de 30 a 35 toneladas de capacidad y vaciados a las chancadoras mediante un volteador giratorio de carros. Llega de la mina en tamaño variable, desde pequeños fragmentos hasta trozos de 2 a 3 toneladas. El chancado se hace en tres etapas, y reduce el caliche a un tamaño de más o menos ½” y antes de ser beneficiado es pasado por harneros de 20 mallas. Más o menos, el 20% del total de caliche entregado a la planta es retirado como finos, que son tratados en una planta de filtros, y el 80% restante, como material grueso, entregado a los estanques de lixiviación.

En María Elena la primera etapa del chancado se hace en una chancadora de mandíbula de gran tamaño, y a medida que el caliche se desliza en la chancadora, el material más fino es separado por un harnero de barras de hierro. Este material fino es nuevamente harneado hasta que se obtiene un producto menor de 20 mallas. Este material contiene solamente 3.5% de nitrato y es botado al desmonte, representando, más o menos, el 10% del total de caliche entregado a la planta. Este material es conocido como “pampa rejects” o “material rechazado”, siendo, en realidad, solamente la tierra suelta estéril de la pampa, que inevitablemente, es cargada por las palas a los carros.

En Pedro de Valdivia, experimentos repetidos, han demostrado que estos “rejects” contienen alrededor de 5% de nitrato, que es un poco más alto que el límite de rentabilidad del procedimiento y, por lo tanto, todo el caliche enviado a la planta es beneficiado.

La primera etapa del chancado en Pedro de Valdivia, se hace en dos grandes chancadoras giratorias en vez de la chancadora de mandíbula, como en María Elena.

En las dos plantas, la segunda y tercera etapa del chancado se hace en chancadoras Symons, cónicas o de discos.

La capacidad de la planta chancadora de María Elena es de 24.000 toneladas y la de Pedro de Valdivia de 36.000 toneladas por día.

El consumo de fuerza es alrededor de 2 kilovatio-horas por toneladas de caliche entregada a las chancadoras.

Filtros: En la planta de filtros—Moore, tipo de hojas— los finos que contienen de 8 a 10% de nitrato, son mezclados en la proporción a 2 toneladas de finos para 1 metro cúbico de agua madre caliente, para hacer una pulpa de 50 a 55°C y 1.80 de densidad. La solución en esta mezcla y con dicha temperatura tiene la capacidad de disolver todo el nitrato de los finos y como la disolución es muy rápida, la pulpa queda lista para ser filtrada tan pronto como está hecha. También con esta densidad, la pulpa es lo suficientemente espesa para filtración directa, sin necesidad de usar mecanismos para asentarla o espesarla.

Un canasto o sección de filtros contiene 40 hojas 7' X 9', espaciadas a 6". Cada hoja está hecha de adecuados soportes de madera para refuerzo y cubiertas con lona.

El canasto es bajado por medio de una grúa puente, dentro del estanque de pulpa, y cuando se forman tortas de 1 a ½" de espesor, haciendo un peso total de la torta de 25 toneladas, el canasto es transferido a un estanque de “salmuera” para un lavado por desplazamiento. No se usa agua debido a la formación de hoyos en la torta y que, por lo tanto, resultaría un lavado deficiente. La torta final contiene 3 a 4% nitrato (debido en su mayor parte, al lavado con solución de 150 gramos de nitrato por litro) y, entonces, es mezclada con agua para ser bombeada al desmante.

Las operaciones en la planta de filtros son en forma continua, o sea, que la formación de tortas,

lavado y descarga de las mismas, prosiguen simultáneamente y la grúa puente está siempre ocupada, transfiriendo canastos a las diversas etapas.

El agua madre para la planta de filtros contiene, más o menos, 350 gramos de nitrato por litro, y la solución fuerte como producto, 475 gramos de nitrato por litro.

La capacidad de la planta de filtros de María Elena es de más o menos 7.000 toneladas de finos por día, y la de Pedro de Valdivia 7.500 toneladas.

Varios tipos de filtros giratorios continuos han sido ensayados o experimentados, pero ninguno ha dado la eficiencia del lavado de las tortas como los Moore del tipo de hoja.

Lixiviación en estanques: El caliche grueso de los harneros en la planta chancadora, conteniendo de 8 a 9% de nitrato es entregado por correas transportadoras a grandes estanques de concreto para ser lixiviado. Estos estanques en María Elena son de 19' de altura por 80' de ancho por 150' de largo y de 7.000 toneladas de capacidad, y en Pedro de Valdivia, de 19' de altura, por 110' por 160' y de 12.000 toneladas de capacidad. Hay diez de estos estanques en cada planta, para el tiempo necesario de carguío, descarga, el ciclo de lixiviación en cuatro etapas, el lavado y drenaje.

El ciclo de lixiviación consiste en la percolación hacia abajo de las soluciones, agregando agua madre al estanque en la cuarta etapa de lixiviación e inyectando soluciones a través de los estanques en la tercera, segunda y primera etapas, para producir una solución fuerte, o rica en nitrato.

El total de tiempo de contacto del caliche con la solución de lixiviación es de 50 a 80 horas, dependiendo del régimen de producción de salitre que necesita elaborar la planta.

La temperatura de lixiviación es alrededor de 40°C y el aumento de nitrato del agua madre a la solución fuerte (nunca completamente saturada de nitrato) es de 350 a 450 gramos por litro.

Después de lixiviar con agua madre, el residuo, o sea, el ripio, es lavado con una serie de cuatro lavados, de 600 a 800 m³ de contenido graduado de nitrato y finalmente con agua (alrededor de 1.100 toneladas en María Elena y 2.000 toneladas en Pedro de Valdivia, por cada fondada). El agua que se agrega es solamente la cantidad suficiente para reponer el líquido retenido en el ripio cuando es bota-

do, para la evaporación de soluciones expuestas a la superficie y para suministrar la “salmuera” usada en la planta de filtros.

El residuo de los estanques conteniendo de 1 a 1.5% de nitrato es descargado mecánicamente, usando un capacho de 5 toneladas, montado en un puente volante en carros de descarga lateral de 22 toneladas de capacidad y transportado al desmante por un ferrocarril eléctrico.

El lavado adicional para hacer “salmuera” para la planta de filtros mejora la extracción de nitrato en los estanques a expensas de la extracción en los filtros, pero el total de extracción en los estanques y filtros es igual como si la planta de filtros hubiera preparado su propio lavado con “salmuera”.

Durante las operaciones de lixiviación y lavado, la carga en los estanques baja más o menos 3'. Corrientemente el residuo de los estanques que consiste en pequeñas piedras, arena y algo de arcilla, conjuntamente con los cloruros y sulfatos dobles no lixiviados queda como material cementador, mantiene una buena estructura física y no existen problemas en la descarga. Pero hay épocas cuando cambia las características del caliche, especialmente en María Elena, la adición de agua como lavado final quiebra la carga con una preponderante proporción de finos, haciendo difícil la descarga y el transporte, porque el residuo toma la forma de un semilíquido y se escurre de los carros a lo largo de todo el trayecto del ferrocarril.

Como remedio para estas cargas ocasionales de finos—en María Elena— se está construyendo actualmente un gran estanque con el objeto de almacenar “salmuera” (hecha agregando agua sobrante a los residuos de caliche no borroso), con el fin de lavar con ella, en vez de agua, los residuos más borrosos. Para operar la planta lixivadora existe una estación central de bombas que controla el recorrido de las soluciones por toda la planta. Hay más o menos 30 bombas en esta estación conectadas a gruesas cañerías (12" en María Elena y 18" en Pedro de Valdivia) y algunos cientos de válvulas esquemáticamente dispuestas, de manera que cualquier bomba puede impulsar soluciones a cualquier estanque u otra parte de la planta.

La solución fuerte de la planta de lixiviación y de la de filtros es mezclada y bombeada a la planta de cristalización, que consiste de una serie de 20 estanques (22 en Pedro de Valdivia), cada uno conteniendo

600 tubos verticales de 3" por 16'. Las soluciones de nitrato van de un estanque a otro, con un enfriamiento gradual de 40 a 10°C.

La solución que debe enfriarse se hace circular rápidamente por el interior de los tubos. Los primeros 14 estanques de la serie de 20 o 22, son utilizados como recuperadores y el agente enfriador es el agua madre a 10°C que vuelve a entrar en estanque N° 14 y emerge del estanque N° 1 a 35°C—enfriamiento por contracorriente. Los últimos seis estanques (ocho en Pedro de Valdivia) son utilizados como refrigeradores y el agente enfriador es el amoníaco líquido. Cinco compresoras de amoníaco de 300 toneladas (base hielo) proveen estos refrigeradores.

El salitre cristalizado, aún en forma viscosa, y el salitre en suspensión en el derrame del agua madre de los cristalizadores es asentado en espesadores Dorr y entregado a una batería de 24 centrífugas para la eliminación del agua. El producto es absolutamente blanco, más o menos 48 mallas, en forma de cristal, de 95 a 96% de pureza, con 3 a 3.5% de humedad. En las centrífugas el salitre es rociado con agua para eliminar la mayor parte del agua madre retenida, a fin de entregar un producto razonablemente puro.

Cuando se necesita producir un salitre superrefinado de gran pureza, se aumenta la cantidad de agua en la rociadura.

En el procedimiento de enfriamiento, el nitrato se adhiere en el interior de los tubos y, por lo tanto, se necesita un completo mecanismo, especialmente diseñado, para la limpieza de los tubos. Este mecanismo está en servicio constante, trasladándose desde un cristizador a otro, insertando un limpiador en cada uno de los 600 tubos del cristizador. Los tubos deben ser limpiados, más o menos cada hora, de los cristales de nitrato adheridos.

La recuperación de nitrato es de 100 a 125 kilos por metro cúbico de solución enfriada.

Debido a que el enfriamiento se hace en su mayor parte por contra corriente—utilizando el agua madre a 10°C— la cantidad teórica de refrigeración requerida es solamente aquella para enfriar soluciones desde los 40°C de la solución fuerte que entra a 35°C del agua madre resultante, más el calor de la cristalización del salitre que es de 35 toneladas calorías por tonelada de salitre.

La cantidad de solución que pasa por la planta cristalizadora varía naturalmente con las necesidades de producción, pero en María Elena el máximo es de,

más o menos, 550 metros cúbicos por hora y en Pedro de Valdivia alrededor de 800 metros cúbicos por hora.

La capacidad máxima de la planta cristalizadora depende más del número de compresoras de amoníaco instaladas que del número de estanques cristalizadores.

Bajo condiciones normales, o digamos el actual régimen de producción, la diferencia media en temperatura entre la solución que debe enfriarse y el agente enfriador es de 8°C. Si, por ejemplo, se necesitara un aumento de producción de 50%, los cristalizadores fácilmente aseguraron dicho aumento, pero con una diferencia resultante en temperatura de 12°C. Los cristalizadores, por lo tanto, son de capacidad indefinida siempre que haya el suficiente número de compresoras de amoníaco para atenderlos.

El consumo de fuerza para operar las compresoras de amoníaco es de más o menos 26 KWH por tonelada de nitrato producida.

Calentamiento de soluciones: Mientras que el agua madre de la planta cristalizadora sale a 35°C, las temperaturas de lixiviación en la planta son mantenidas alrededor de 40°C.

El calor adicional requerido para calentar el agua madre, como también el caliche, y para suplir las pérdidas de calor en los grandes estanques abiertos, es obtenido como calor sobrante de la planta de fuerza diésel y los condensadores de amoníaco. Es decir, el calor extraído de las soluciones y el calor (las 35 toneladas calorías por tonelada de nitrato) dado por la cristalización del salitre en la planta cristalizadora es devuelto a las soluciones cuando estas son usadas como agente enfriador para los condensadores de amoníaco.

El agua para enfriar la planta de fuerza diésel, entrada a 42°C y salida a 52°C, circula por varias series de intercambiadores de temperatura, entregando en esa forma su calor a las soluciones para lixiviar nitrato. Estas soluciones son calentadas hasta más o menos 45°C, pero pierden temperatura a 40°C en los estanques.

En realidad, hay tanto calor disponible de la planta de fuerza y condensadores de amoníaco que una de las soluciones en circulación es enfriada en una torre enfriadora al aire libre. Esta torre enfriadora, por lo tanto, sirve de balanza para ajustar el calor disponible o el calor que debe ser eliminado de las plantas de fuerza y amoníaco con las necesida-

des de la planta de lixiviación. Tiene la ventaja adicional que el exceso de calor es disipado en forma de evaporación, permitiendo que un poco más de agua (alrededor de 100 toneladas por fondada) sea usado en lavar los ripios de los estanques, obteniéndose un mejor rendimiento.

Del contenido total de calorías en el petróleo usado en la planta de 21.000 H.P. en María Elena y de 28.000 H.P. en Pedro de Valdivia, más o menos, el 33% es convertido en energía eléctrica y alrededor de 20% se pierde en los gases de escape de los diésel. No tomando en cuenta pérdidas menores por radiación en la planta de fuerza, se recuperan, por lo tanto, para el calentamiento y evaporación de las soluciones alrededor del 47% del contenido de calor del petróleo usado. En otras palabras, más o menos, el 80% del calor contenido en el petróleo es utilizado para fuerza eléctrica y elaboración.

El agua de enfriamiento de la planta diésel de fuerza no tiene la temperatura suficientemente alta para calentar agua madre para la planta de filtros. Para este calentamiento se han provisto calderos y calentadores adicionales a vapor.

Granulación: A fin de entregar al comprador el salitre producido por el sistema Guggenheim, en una forma superior al salitre centrifugado, este es granulado. El procedimiento de granulación consiste en fundir el nitrato centrifugado en un horno adecuado a petróleo y rociando el nitrato fundido a 340°C en una gran cámara de enfriamiento. Las gotas, en su pasada por el aire, se enfrían a menos del punto de congelación y son recogidas como perlitas, hasta de 1/8" de diámetro, en una correa transportadora, debajo de la cámara que las transporta a los harneros, que eliminan los finos (menos 20 mallas), después a nuevos enfriadores y, finalmente, a una tolva de almacenaje para ensacadora o embarque a granel, según sean las necesidades. El fino de la granulación vuelve a ser fundido.

El nitrato así producido no contiene humedad, alrededor de 0.50% cloruro de sodio, 0.25% sulfato de sodio y 0.25% perclorato de potasio, con una pureza total de 98.5 a 99%.

La cantidad teórica de petróleo necesario para calentar, eliminar humedad y fundir una tonelada de salitre es de 18 kilos y se han realizado una gran cantidad de trabajos experimentales para acercarse a esta cifra lo más aproximadamente.

Se estudió un horno experimental en el cual el nitrato en forma de briquetas alimentaba el eje, y, los gases calientes de la combustión directa del petróleo eran extraídos por él (en contacto con el nitrato sólido en briquetas) mediante un ventilador externo. Este horno experimental dio un consumo de 22 kilos de petróleo por tonelada de salitre fundido.

Se construyó entonces un horno grande y se puso en operación, pero las briquetas no se endurecieron rápidamente, y cuando se cargaban dentro del horno, se desintegraba en su mayor parte al producto centrifugado original, lo que hacía que la cámara o el eje no funcionara continuamente. Es decir, los gases calientes en vez de pasar a través de la carga de briquetas (en su mayor parte desintegradas) pasaban solamente alrededor del canasto, conteniendo el nitrato y, por lo tanto, la capacidad del horno era apreciablemente reducida.

Se propuso entonces la idea de hacer una extensión al horno de eje y que esta extensión fuera en la forma de un horno de reverbero, de manera que los gases de combustión pasaran primero a través del reverbero, y después de la cámara al ventilador de succión. La carga para el reverbero eran los finos harneados de las briquetas inmediatamente antes de que entraran a la cámara. La capacidad del horno inmediatamente aumentó en 50%, pero el consumo de petróleo subió a 30 kilos por tonelada de salitre fundido.

La briquetadora del salitre y la desintegración de las briquetas al manipularlas hasta el horno había ocasionado tantas molestias, que cuando se diseñó Pedro de Valdivia, se decidió usar solamente hornos de reverbero.

Hay actualmente en María Elena dos hornos de eje y cuatro combinados de eje-reverbero y en Pedro de Valdivia tres de reverberos. Los hornos reverberos de Pedro de Valdivia son de 100' de largo por 16' de ancho y cada uno con capacidad para fundir 800 toneladas de salitre por día. Los gases de salida de estos hornos, en contraste con los hornos de eje, llevan tanto calor que se han instalado calderos para utilizar el calor. Estos calderos suministran el vapor necesario para calentar las soluciones de la planta de filtros. Después de considerar el calor recuperado, se calcula que el petróleo que puede cargarse al costo de fundición del salitre es de 36 kilos por tonelada.

Sin embargo, a pesar del consumo más alto de petróleo en los hornos de reverbero, algunas simpli-

ficaciones, tal como la eliminación de la planta de briquetas, hacen que la operación sea más fácil y el costo es más o menos el mismo que en el horno-eje o la combinación de horno-eje con reverbero.

No hay dificultad en la fundición del salitre, excepto en la muralla-puente y alrededor de los primeros agujeros de sangría, donde los ladrillos se corroen y deben ser reparados a intervalos de 150 días.

El salitre fundido de los hornos corre a través de un canal hasta un crisol, en el cual hay una bomba sumergida para forzarlo hacia los rociadores. Estos rociadores tienen capacidad de 20 toneladas por hora y son el resultado de largos estudios y trabajos experimentales —aun cuando todavía no son perfectos— debido a que dan un producto de varios tamaños, desde granos muy finos hasta 1/8". Los finos, después del horneo del salitre granulado (alrededor del 20% del total) son refundidos para obtener un producto satisfactorio.

El tamaño de la cámara para rociar es muy importante. La de Pedro de Valdivia es apropiada y tiene 115' de alto, 100' de ancho, por 250' de largo. La de María Elena no es lo suficientemente grande para permitir que todas las gotas derretidas se enfríen en el aire durante su caída, resultando que muchas gotas fundidas se enfrían en el piso o costados de la cámara, lo que ocasiona incrustaciones que deben ser removidas cada hora más o menos y además, entrega el 10% que debe ser refundido.

Los granos calientes de salitre de la cámara rodadora —a más o menos, 100°C— son enfriados a 35°C pasándolos por un intercambiador tubular de temperatura, enfriado por agua en María Elena o con agua fría en Pedro de Valdivia.

El salitre queda entonces listo para embarque, en sacos o a granel.

Química de la lixiviación del nitrato: Como se ha dicho al principio de este trabajo, el caliche contiene, además de nitratos de sodio, otras sales solubles en agua. Estas son cloruro de sodio, sulfatos dobles de magnesia, potasa y calcio, yodatos, boratos y percloratos.

El cloruro de sodio se disuelve en las soluciones de lixiviación hasta 175 gramos por litro, y como su solubilidad es influenciada muy poco por la temperatura, una solución de nitrato, casi saturada, al ser enfriada para precipitar el nitrato, no precipita cloruro de sodio.

El sulfato de sodio se disuelve de los sulfatos dobles hasta 60 gramos por litro, y como es más soluble a bajas temperaturas que a altas temperaturas (refiriéndose solamente a sulfato de sodio anhidro) no se precipita al enfriarse, por lo menos hasta 4°C. Bajo esta temperatura, el punto de transición de anhidro al decahidrato en soluciones fuertes de nitrato, se deposita decahidrato de sulfato de sodio.

Algo de magnesia, potasa, yodatos y boratos se disuelven del caliche con las siguientes concentraciones:

	Gramos por litro	
	En María Elena	En Pedro de Valdivia
Magnesia	20-25	13
Potasa	25-30	35
Yodatos	8	6
Ácido Bórico	35	25

Pero con estas concentraciones relativamente bajas ninguna de las sales correspondientes se precipita al enfriar la solución.

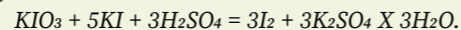
Uno de los problemas químicos más serios que se presenta de vez en cuando, especialmente en Pedro de Valdivia, es la lixiviación de caliche darapskita. Algunos de los depósitos de Pedro de Valdivia contienen hasta 50% de su contenido en nitrato como la sal doble (darapskita) $\text{NaNO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y el común de la mina a la planta, durante varios años, demuestra de 20 a 25% del nitrato contenido en forma de sal doble. Esta sal doble de nitrato no es soluble en las actuales soluciones de lixiviación, y como resultado los rípios de los estanques de Pedro de Valdivia tienen una ley más alta en nitrato que los de María Elena.

Se han propuesto diversas soluciones para resolver el problema, pero ninguna es conveniente desde el punto de vista de inversión de capital.

II. SUBPRODUCTOS

Yodo: En la industria actualmente el único subproducto es el yodo. Yodo que, como un yodato, se disuelve del caliche hasta 5 ó 6 gramos por litro. Con la adición de bisulfito de sodio (un producto fabricado localmente con dióxido de azufre y ceniza de soda) el yodato en las soluciones es reducido a yo-

duro. Entonces se le agrega exactamente $\frac{1}{2}$ más de la solución original conteniendo yodato y se forma yodo sólido que se va al fondo del estanque donde se efectúa la reacción.



La solución restante es devuelta a la planta elaboradora de salitre y la pasta de yodo es retirada, filtrada y prensada en quesos y después sublimada, entregándose un producto en bruto, en forma de cristales negroazulados, lustrosos, de más o menos 99.4% de pureza. El yodo es envasado en pequeños barriles de madera de 70 kilos de capacidad, para la exportación y es corrientemente resublimado por los compradores.

La producción de las dos plantas, Pedro de Valdivia y María Elena es más o menos 90 toneladas mensuales, representando el 15% del yodo contenido en el caliche.

Sulfato de sodio: En María Elena, durante los años 1932-1938 bajo un régimen de producción restringido de nitrato, se elaboraron varios cientos de miles de toneladas de sulfato de sodio anhidro y exportado al extranjero para la industria del papel Kraft.

Este sulfato se produjo lixivando con agua los residuos de caliche en los estanques rípios (después de la extracción del nitrato). A la temperatura de 20°C la solución tiene alrededor de 125 gramos sulfato de sodio por litro y refrigerada a 0°C deposita sulfato de sodio decahidrato, 45 gramos por litro.

El decahidrato es centrifugado y entregado a una planta deshidratadora, que consiste de una torre para rociar, calentada a petróleo, de 60' de alto, con un asentador de cristales, un filtro y un secador rotativo. Una corriente de solución de sulfato circula a través de la torre rociadora y el asentador a 70°C. El decahidrato es entregado en la corriente de solución caliente, y como el punto de fusión del decahidrato es 33°C, la sal es prontamente convertida en una solución fuerte de sulfato, la que subsecuentemente es evaporada en la torre rociadora. El volumen de la solución circulante es constante y la evaporación reemplazada por adiciones de decahidrato. La pasta para el anhidro es parcialmente secada en el filtro y finalmente secada en el secador rotativo. El producto es de 97% de pureza, con pequeñas cantidades de humedad, cloruro de sodio y nitrato de sodio.

Operando la planta elaboradora de salitre a su

capacidad, no se puede elaborar sulfato, pues la producción de ésta reduce el tiempo de lixiviación del nitrato en los estanques y se necesita parte de la planta refrigeradora para la producción de decahidrato, pero, si la demanda y el precio garantizaran la inversión de capital, para producir sulfato sin reducir la capacidad productiva de nitrato, las dos plantas María Elena y Pedro de Valdivia podrían producir más de 500,000 toneladas anuales de sulfato de sodio anhidro.

Otros subproductos: La potasa, magnesia, ácido bórico y otros en las soluciones de lixiviación, tienen todas posibilidades como subproductos. Su recuperación, en la forma de una sal u otra, parece tener poca posibilidad sin recurrir a la evaporación de soluciones de manera que de las soluciones más concentradas puedan ser recuperadas o precipitadas por enfriamiento.

El sistema más barato y más satisfactorio de evaporación es el solar. Estudios de evaporación solar demuestran una evaporación a razón de 10 litros por metro cuadrado por día, a mediados de verano y de 4 litros por día a mediados de invierno, o un término medio de 7 litros por metro cuadrado por día durante todo el año.

Se ha calculado que para producir alrededor de 40,000 toneladas de nitrato de potasio, 10,000 toneladas de ácido bórico, y una cantidad desconocida de sales de magnesia, se necesitaría una superficie de evaporación de 250,000 metros cuadrados, o sea, $\frac{1}{4}$ kilómetro cuadrado. Una superficie, de evaporación de esta naturaleza, si fuera construida de grandes bateas de concreto bajas y a prueba de filtraciones, necesitaría una gran inversión de capital, la que difícilmente se justificaría mientras las condiciones mundiales no se hayan estabilizado nuevamente.

#4

LAS PATENTES DE INVENCION

Listado de patentes de invención conocidas hasta el momento que fueron registradas en Estados Unidos y en Chile, en las que el Doctor Stanley Freed fue acreditado como el autor principal o tuvo una participación importante.

La variedad e importancia de las innovaciones patentadas es contundente: incluyen las patentes del método de lixiviación en frío, creado en el laboratorio Guggenheim Brothers en Nueva York; el tratamiento de caliche con presencia de sales dobles: un método para obtener yodo de las soluciones de salitre y, finalmente, seis patentes asociadas al sistema de evaporación solar creado por Stanley Freed y la recuperación de distintas sales bajo este sistema. Incluyendo la patente del cemento impermeabilizante de las pozas solares, conocido como “cemento Freed”.

Hoy esas patentes son parte del acervo nacional y están al alcance de quien quiera estudiarlas o aplicarlas en el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual.

“El legado del Doctor Freed demuestra el gran valor que tiene ser innovador, con bajo costo y usando los recursos que están a la mano para construir soluciones que respondan a una problemática importante en la industria. Esa innovación que él cultivó es hoy un sello de la cultura de SQM. Él representa lo mejor del capital humano puesto a disposición de un objetivo”.

Beatriz Oelckers

Doctora en Ciencias Mención Química, VP Investigación Nitratos y Yodo SQM.

Exp. 82/48.
11417

REPÚBLICA DE CHILE
\$1.
UN PESO

Válido para el Bienio 1947 - 48

SOLICITA PATENTE DE INVENCION

EXCMO. SEÑOR

Jorge Vidal, chileno, domiciliado en calle Teatinos N° 220, en representación de la Compañía Salitrera Anglo Chilena, Sociedad Anónima Chilena, y de The Lautaro Nitrate Company Limited, Sociedad Anónima Inglesa, ambas del mismo domicilio, según poder que acompaño adjunto, a

V.E. respetuosamente expongo:

La Compañía Salitrera Anglo Chilena y The Lautaro Nitrate Company Limited son inventoras de un procedimiento nuevo y útil para recuperar sales solubles de soluciones débiles provenientes de la lixiviación de minerales de baja ley en nitratos o rípios obtenidos de lixivitaciones previas y para producir estas sales en una forma incontaminada y comercial.

Mis representadas desean asegurar legalmente la propiedad del invento mencionado.

Acompaño adjunto una memoria explicativa en la cual se detalla y resume con exactitud la naturaleza de la invención de las Compañías que presento.

En conformidad a la ley, declaro que este invento es exclusivo de mis representadas y desconocido hasta el momento.

Las Compañías solicitan esta patente por el término de veinte años. El plazo pedido se justifica porque el aprovechamiento comercial que mis representadas harán del invento en sus oficinas salitreras requiere la inversión de grandes capitales, cuya amortización es a largo plazo.

Las Compañías proyectan explotar el procedimiento indicado conjuntamente con los otros inventos que se piden en esta misma fecha - que será uno de los medios racionales de aprovechar estos nuevos procedimientos y estas explotaciones requieren grandes y complicadas instalaciones de elevado costo. La manera de obtener una recuperación equitativa del dine-

82/48

**PATENTES DE INVENCION REGISTRADAS
EN LA OFICINA DE PATENTES DE ESTADOS UNIDOS:**

Patente 1.516.550:

Método para extraer nitrato del caliche al lixiviar el caliche a temperaturas bajo 60 grados celsius y precipitando el nitrato de sodio por refrigeración en etapas sucesivas. El Licor Madre frío es usado para sucesivas lixiviaciones. Patente presentada por E. A. Cappelen Smith, Nueva York, en representación de Guggenheim Brothers.

Patente 1.517.046:

Método y proceso para lixiviación de caliche y para la recuperación de nitrato a temperaturas bajo 58 grados celsius en presencia de ciertos agentes que tienen la propiedad de estabilizar ciertos componentes protectores de sulfato en la presencia de nitratos libres. Patente presentada por Charles Lalor Burdick en representación de Guggenheim Brothers, de Nueva York, el 7 de noviembre de 1921 y aprobada el 25 de noviembre de 1924.

Patente 2.040.548:

Tratamiento de material que contiene nitrato de sodio con sulfato de potasio o sulfato de magnesio o ambos en la forma de sales dobles. Registrado por Edgar Stanley Freed a nombre de la Compañía Salitrera Anglo Chilena, diciembre 1933 y otorgada el 12 de mayo de 1936.

Solicitud Patente torre evaporadora: solicitud hecha por Stanley Freed de patente de invención por una torre para evaporar soluciones que forman incrustaciones, como el sulfato de sodio y otras sales. Documento sin fechar, circa 1930.

Solicitud de patente de invención de Stanley Freed de "Un nuevo método para obtener yodo de las soluciones de salitre". El primer párrafo está tachado con lápiz mina y se cambia la firma de Freed por la de Jorge Vidal en representación de la compañía Anglo Chilena. Documento sin fechar.

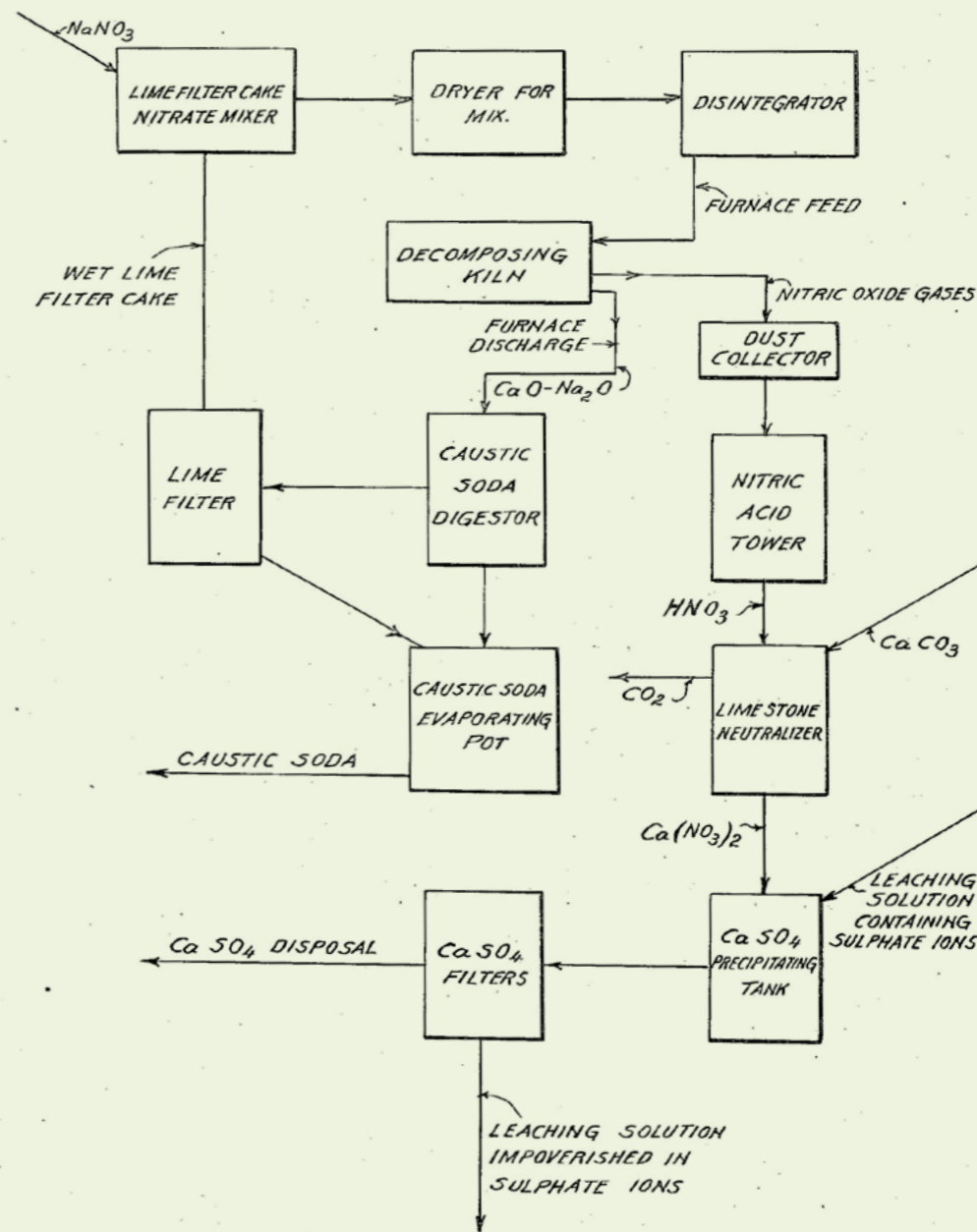
May 12, 1936.

E. S. FREED

2,040,548

TREATMENT OF NITRATE BEARING MATERIAL

Filed Dec. 29, 1933



INVENTOR
EDGAR STANLEY FREED

BY
Fennie Davis, Darwin Edmonds
ATTORNEYS

**PATENTES CHILENAS RELACIONADAS
CON EL PROCEDIMIENTO GUGGENHEIM
BROTHERS DE ELABORACIÓN DEL SALITRE
CHILENO PRESENTADAS EN 1921**

Patente 4594:

El uso en los procedimientos de lixiviación fría o tibia del caliche, en la recuperación del nitrato por enfriamiento artificial y en los métodos cíclicos que combinen estas operaciones de sustancias denominadas estabilizantes, capaces de combinarse con el radical sulfúrico, o con el sulfato de sodio que contengan los caliches.

Patente 4731:

El uso en la industria salitrera de las sustancias estabilizantes a los que se refiere la patente anterior, con el fin de impedir la disgregación del caliche y la formación de borras químicas.

Patente 4732:

Un dispositivo destinado a la extracción del aire o gases, dentro de los elementos huecos lenticulares rotativos y verticales que forman los cambiadores de temperatura de ese sistema, aplicables especialmente a la cristalización del nitrato de sodio.

Patente 5216:

Un procedimiento cíclico continuo, para el beneficio del caliche por percolación, a temperaturas atmosféricas y tibias, obteniéndose directamente un líquido saturado, del cual se recupera el salitre comercial por enfriamiento artificial, sin ninguna operación intermedia.

**PATENTES DE INVENCION REGISTRADAS EN
CHILE POR LA SOCIEDAD SALITRERA ANGLO
CHILENA EN 1948 ASOCIADAS AL SISTEMA
DE EVAPORACION SOLAR CREADO POR EL
DOCTOR STANLEY FREED**

Patente 11415:

Un procedimiento para producir decahidrato de sulfato de sodio, cloruro de sodio y diversas sales de magnesio de una mezcla de sales de cloruro de sodio y astrakanita.

Patente 11416:

Un procedimiento para convertir decahidrato de sulfato de sodio en sulfato de sodio anhidro.

Patente 11417:

Un procedimiento para recuperar nitratos boratos yodatos y sales de potasio de soluciones débiles.

Patente 11418:

Un procedimiento mejorado para recuperar yodo de soluciones de nitrato que contengan a lo menos 13 grs o más de yodato expresado como yodo por litro.

Patente 11419:

Un método mejorado para construir fondos de estanques destinados a los procedimientos de evaporación solar. Esta patente hace referencia específicamente al cemento Freed y describe la mezcla.

**EL PROCEDIMIENTO GUGGENHEIM BROS. DE ELABORACION
DEL SALITRE CHILENO**

POR

BELISARIO DIAZ OSSA

Profesor de la Tecnología del Salitre y Yodo.
Secretario General del Instituto Científico e Industrial.



Belisario Diaz Ossa

la disgregación del caliche y la formación de borras químicas.

Patente N.º 4732.—Un dispositivo destinado a la extracción del aire o gases, dentro de los elementos huecos lenticulares rotativos y verticales, que forman los cambiadores de temperatura de ese sistema, aplicables especialmente a la cristalización del nitrato de sodio.

Patente N.º 5216.—Un procedimiento cíclico continuo, para el beneficio del caliche por percolación, a temperaturas atmosféricas y tibias, obteniéndose directamente un líquido saturado, del cual se recupera el salitre comercial, por enfriamiento artificial, sin ninguna operación intermedia.

La redacción de los títulos de las patentes, no dan, por cierto, sino una vaga idea del procedimiento, el que presenta características sumamente originales, que lo hacen diferenciarse de todos los procedimientos propuestos y ensayados hasta hoy día en la Industria Salitrera.

I. El combustible en el procedimiento Guggenheim

Es perfectamente conocido, que para obtener la disolución del nitrato de sodio, del caliche en el agua, es

Patentes de invención.—Las patentes chilenas, que protegen este procedimiento, son las siguientes, en orden numérico:

Patente N.º 4594.—El uso en los procedimientos de lixiviación fría o tibia del caliche, en la recuperación del nitrato por enfriamiento artificial y en los métodos cíclicos que combinen estas operaciones, de sustancias denominadas, ESTABILIZANTES, capaces de combinarse con el radical sulfúrico, o con el sulfato de sodio que contengan los caliches, en la forma descrita en el pliego de explicaciones.

Patente N.º 4731.—El uso en la industria salitrera de las sustancias estabilizantes a que se refiere la Patente N.º 4594, con el fin de impedir

#5

EVAPORACIÓN SOLAR, LA INNOVACIÓN QUE PERDURA

La carrera científica de Edgar Stanley Freed culmina con la creación de su obra más visionaria y duradera: un innovador sistema de pozas de evaporación solar que 70 años después sigue constituyendo el pulmón principal para la producción de nitrato de potasio y yodo en Coya Sur y también es el método principal de obtención de litio en el Salar de Atacama. Una solución económica, sustentable y que aprovecha el recurso más abundante del desierto de Atacama: la energía solar.

Uno de los problemas del sistema de producción de las plantas Guggenheim María Elena y Pedro de Valdivia era que la fracción más fina del caliche, conocidos como los finos, no se podía recuperar en forma eficiente, porque no se podía tratar en las bateas. Se perdía alrededor de un 20 o 25% del nitrato por esta causa. El Doctor Freed resolvió este escollo al crear el sistema de evaporación solar en Coya Sur que se convirtió en su obra magna. “Stanley Freed desarrolló un sistema de lixiviación en frío para poder recuperar nitrato, yodo y otros subproductos desde los finos. También era

necesario crear un sistema que recibiera el agua del sistema de lixiviación por finos y como parte de ese circuito es que él crea este sistema de evaporación en pozas”, explica Gabriel Meruane, gerente de Investigación Litio SQM. Este nuevo sistema permitió pasar de un 56% a un 80% de recuperación global de nitrato de sodio del Sistema Guggenheim. “Fue una mejora estratégica para subir la productividad completa del complejo entre María Elena y Pedro de Valdivia. Permitted mejorar la eficiencia global y hace que este sistema sea imbatible en términos de costo. Por lo mismo, persistió por sobre cualquier otra oficina salitrera durante mucho tiempo (Pedro de Valdivia cerró en 2015). Esa forma de resolver la última pieza del puzle para lograr esta integración es parte del legado de Freed. La integración de las plantas es algo que sigue ocurriendo en SQM; las plantas de carbonato de litio y de hidróxido de litio están integradas desde 2020”, reflexiona Meruane.

En el extenso memorando técnico que reproduce este capítulo, el Doctor Freed relata que durante 10 años con su equipo

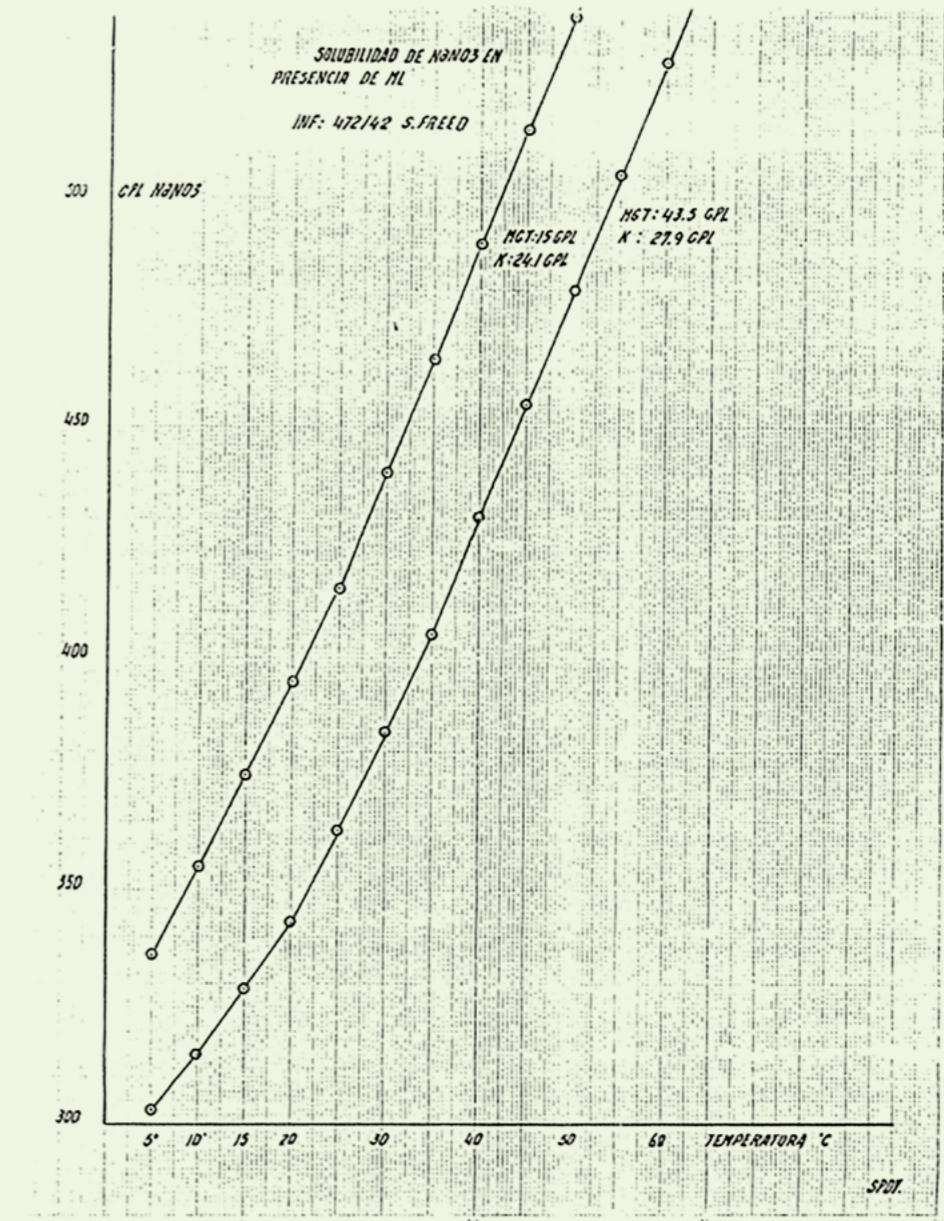
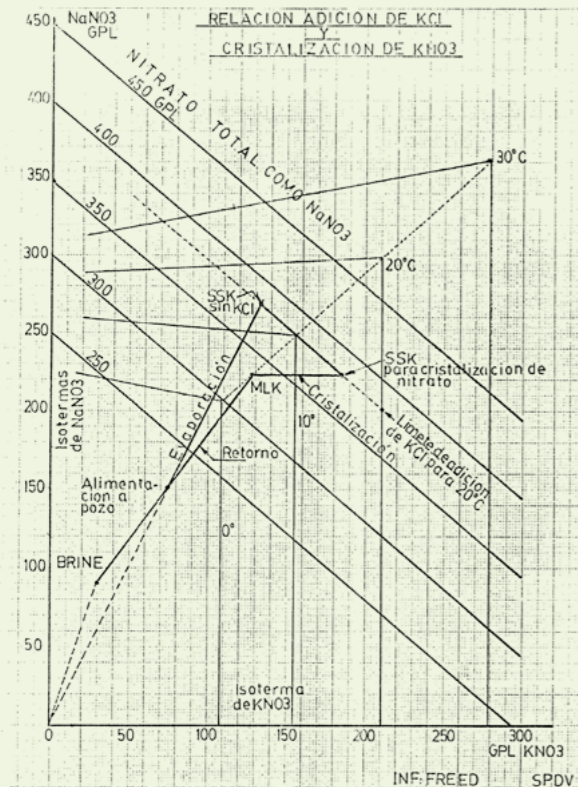
intentaron infructuosamente solucionar el proceso de evaporación solar, hasta que hallaron la idea de mantener bajo el contenido de magnesio en la solución haciendo que precipite como la sal doble astrakanita. El éxito del esquema de evaporación solar, descubrió Freed, dependía de producir una salmuera con sulfato y magnesio entre 11.8 y 1.0. Luego tocó solucionar otro gran escollo: diseñar pozas a prueba de filtraciones y de roturas por sismos. Esto último lo lograría con la invención del mítico, impermeable y autosellable “cemento Freed”.

“Si bien es conocido en la pampa por la invención del cemento Freed, él fue mucho más que eso. Esa es su contribución más visible, sin lugar a dudas, porque permitió hacer factible el proceso de evaporación de estas soluciones débiles y seguir agregando valor al proceso de nitratos del caliche. Stanley Freed perseveró durante más de 10 años para que las soluciones que se llamaban “débiles” de los procesos Guggenheim puedan tener algún valor. No era fácil encontrar un proceso adecuado, porque construir una planta nueva para mejorar la

extracción significaba una inversión gigantesca y además debía tener la capacidad de recibir volúmenes muy grandes de agua. Tuvo la persistencia para no perder el norte hasta encontrar una solución ingeniosa y con recursos que estaban al alcance de la mano”, concluye Beatriz Oelckers, VP Investigación Nitratos Yodo SQM.

Estudios de evaporación solar (fechado en 1944)

En este memorándum Freed resume su plan para recuperar las sales de los subproductos a través de su método insigne: la evaporación solar desde enormes pozas de evaporación con soluciones débiles del caliche.



Gráficos de Freed en Manual de Operaciones de 1986

Los equilibrios químicos definidos por Stanley Freed han ido pasando de mano en mano de los procesistas del complejo de pozas de evaporación de Coya Sur. Uno de los primeros gerentes de Procesos que rescató las gráficas de control del Doctor Freed fue el ingeniero Patricio Díaz, que sistematizó esta información en un Manual de Operaciones del Proceso de Evaporación Solar de 1986 ilustrado con algunos diagramas de fases que citan a Freed. “El mismo material de base se ha ido actualizando y hoy los equilibrios químicos se controlan usando softwares avanzados y dashboards”, dice Alejandro Lara, director senior de Investigación Nitratos Yodo.

“Para el personal que opera y controla los procesos, los diagramas de fase y movimiento de salmueras en las pozas calculados por Stanley Freed siguen siendo material obligatorio. Su investigación permitió conocer los campos de cristalización, definir puntos de control y manejo operacional de avances de una poza a otra. La filosofía de cómo controlar los equilibrios químicos que se dan dentro del sistema de evaporación solar sigue siendo como él la planteó”.

Alejandro Lara
Director senior de Investigación Nitratos Yodo SQM.

**Memorando de Investigación N° 512.
Estudios de Evaporación Solar N° 4.
El Plan, en resumen, para la Recuperación de
Sales como Subproductos.
Una Revisión de la Química del Caliche desde
el Punto de Vista de la Producción de Salmuera
para la Evaporación Solar.**

En primer lugar, esbozaremos el esquema general para la obtención de sales como subproductos mediante la evaporación de salmueras producidas por la lixiviación de ripios en bateas con agua en exceso.

Las salmueras contendrán las siguientes sales:

Nitrato de sodio
Cloruro de sodio
Sulfato de sodio
Sales de magnesio
Sales de potasio
Bórax y ácido bórico
Yodato de sodio

Mediante la evaporación de estas salmueras a temperatura atmosférica en estanques de evaporación solar, el cloruro de sodio, el sulfato de sodio y las sales de magnesio, ya cerca de la saturación, precipitan. El cloruro de sodio se precipita como tal, pero el sulfato de sodio y el sulfato de magnesio se precipitan juntos como la sal doble - astrakanita - ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Las demás sales:

Nitrato de sodio
Sales de potasio
Bórax y ácido bórico
Yodato de sodio

Permanecen en solución a concentraciones crecientes a medida que avanza la evaporación.

Cuando la solución evaporada alcanza una saturación aproximada en nitrato, se enfría a 0°C para producir nitrato de potasa de alta pureza. Si la salmuera para la evaporación solar contiene 8.2 gramos de nitrato de sodio por cada gramo de potasio, el producto producido por el enfriamiento será nitrato de potasa al 30%. Dado que todas las salmueras llevan

menos nitrato que la relación de 8.2 a 1.0, el producto producido por el enfriamiento será mejor que el nitrato de potasa al 30%. La revisión a la baja hasta el 30% no presentará ningún problema.

Otras impurezas, como el cloruro de sodio y el sulfato de sodio, estarán presentes en la medida en que queden en el Licor Madre entrampado en el producto centrifugado.

El Licor Madre del enfriamiento se devuelve nuevamente a los estanques de evaporación para alcanzar nuevamente el punto de saturación en nitrato, y el volumen se mantiene mediante la entrada adicional de salmuera.

El bórax y el ácido bórico (ambos presentes en la salmuera) y el yodato de sodio continúan concentrándose en la solución evaporada hasta que el bórax y el ácido bórico alcancen un punto de saturación de 90 g.p.l. a la temperatura de refrigeración de 0°C para el nitrato de potasa. Luego, el Licor Madre de la recuperación del nitrato de potasa se trata con gas dióxido de azufre para reducir el yodato a yoduro, y en esta reacción el gas dióxido de azufre produce ácido sulfúrico y convierte el bórax en ácido bórico. El ácido bórico, en ausencia de bórax, es soluble sólo hasta 30 g.p.l. a 0°C, por lo que obtenemos una recuperación de aproximadamente 60 g.p.l. de ácido bórico mediante la acidificación con dióxido de azufre. El precipitado de ácido bórico se filtra de la solución y se refina por recristalización con agua caliente.

El filtro de la recuperación del ácido bórico contiene el yodo como yoduro y, cuando se mezcla con más Licor Madre que contiene yodato, el yodo se precipita de la misma manera que en las operaciones actuales de la planta de yodo. El yodo se recuperará de esta precipitación de manera habitual.

La solución final después de los procesos de eliminación de ácido bórico y yodo se devuelve a los estanques de evaporación solar.

Este plan, entonces, completa una fase del proceso de recuperación de subproductos y ha recuperado de la salmuera las sales de sodio y nitrato y las sales de potasio, como un nitrato de potasa de alta pureza; también recupera el ácido bórico y el yodo.

La segunda fase del plan de recuperación de subproductos, que puede o no ser comercialmente deseable, es la recuperación del cloruro de sodio, el sulfato de sodio y el cloruro de magnesio a partir de las sales de cloruro de sodio y astrakanita depositadas en los estanques de evaporación solar.

Estas sales, cuando se disuelven en agua, se pueden enfriar a 0°C para producir sulfato de sodio -decahidrato de la misma manera que hicimos hace algunos años cuando enfriamos la salmuera para hacer el decahidrato- como el primer paso en el proceso para hacer sulfato de sodio anhidro.

El Licor Madre de este enfriamiento es esencialmente una solución de cloruro de sodio y cloruro de magnesio con una pequeña cantidad de sulfato restante. En otro conjunto de estanques de evaporación solar, el cloruro de sodio y el sulfato restante se precipitan nuevamente y la solución final es una solución de cloruro de magnesio muy concentrada y prácticamente libre de cloruro de sodio y sulfato de sodio. Y con una mayor evaporación, se separan los cristales de cloruro de magnesio con seis moléculas de agua ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Estos cristales se pueden recolectar y centrifugar para obtener un producto de alta calidad.

En este conjunto de estanques de evaporación, trabajando en cascada, el cloruro de sodio se deposita en los primeros estanques; en los estanques centrales se depositan el cloruro de sodio y la astrakanita, y en el último estanque encontraremos solo el cloruro de magnesio hexahidrato.

Este plan general para producir todos los subproductos posibles de las salmueras de caliche parece tener las características de un esquema práctico, y los detalles de las operaciones para la primera etapa, es decir, la recuperación del nitrato de potasa, el ácido bórico y el yodo, se están trabajando en la planta piloto. Por el momento, las sales de astrakanita, de las cuales podrían obtenerse cloruro de sodio, sulfato de sodio y cloruro de magnesio, se están descartando.

Durante los últimos diez años, hemos realizado intentos esporádicos para desarrollar el proceso de evaporación solar para la recuperación de sales como subproductos. Hemos trabajado con el Licor Madre de la planta de nitrato y con la salmuera refrigerada después de la recuperación del sulfato de sodio. Pero el alto contenido de magnesio en las soluciones evaporadas siempre presentaba una dificultad. Las soluciones finales eran ricas y viscosas en cloruro de magnesio y nitrato de magnesio, y no podíamos hacer nada con ellas. En una serie de pruebas produjimos un poco de carnalita ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Pero nunca llegamos a nada que se acercara siquiera a un pro-

cedimiento satisfactorio hasta que dimos con la idea de mantener el contenido de magnesio en la solución mediante la precipitación de la astrakanita.

Para una producción satisfactoria de nitrato de potasa, el contenido de magnesio en la solución final debe mantenerse alrededor de 25 g.p.l. Si el magnesio es mucho más alto, obtenemos sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) como impureza en el nitrato de potasa; y por otro lado, si el magnesio es mucho más bajo que 25 g.p.l., obtenemos sulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) como impureza en el nitrato de potasa. Los 25 g.p.l. de magnesio es lo que hemos establecido como cifra de trabajo, aunque hay un margen de 4 o 5 g.p.l. por encima y por debajo de esta cifra.

Pero el punto es que no podemos mantener nuestra cifra establecida de 25 g.p.l. de magnesio a menos que la salmuera entrante a la planta de evaporación solar contenga sulfato de sodio y magnesio en una proporción de 11.8 a 1.0. Es decir, la relación de sulfato total (como sulfato de sodio) a magnesio en la astrakanita. Si hay un exceso de magnesio, entonces el magnesio en las soluciones evaporadas se acumulará por encima de los 25 g.p.l. especificados y eventualmente tendríamos no solo sulfato de sodio como impureza en el nitrato de potasa, sino que parte del nitrato de sodio caería en los estanques de evaporación como darapskita ($\text{NaNO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) junto con cloruro de sodio y la astrakanita.

Así que podemos decir que, entre otras cosas (como estanques a prueba de fugas), el éxito de este esquema de evaporación solar dependerá de producir una salmuera con sulfato y magnesio en la proporción de 11.8 a 1.0. Si no se puede producir directamente una salmuera de esta especificación mediante la lixiviación en bateas, entonces sería necesario proporcionar una planta de refrigeración y cristalización independiente. El exceso de sulfato en la salmuera se podría eliminar mediante refrigeración o el exceso de magnesio se podría corregir agregando sulfato de sodio decahidrato a la salmuera. En el trabajo de la planta piloto, estamos agregando sulfato de sodio decahidrato para controlar el magnesio.

Pero el mejor plan, si es posible, es producir una

salmuera directamente mediante la lixiviación en bateas con sulfato de sodio y magnesio en la proporción de 11.8 a 1.0. Esto no significa que cada litro de salmuera a los estanques de evaporación solar necesite ser tan exactamente controlado, pero sí significa que la salmuera promedio, durante un período de aproximadamente un mes, debe llevar sulfato de sodio y magnesio en esta proporción.

Ahora pasamos a estudiar el análisis químico del caliche y las sales dobles presentes en él para ver si esto es posible.

El programa de minería en María Elena y Pedro de Valdivia se encuentra en un estado de transición. La mina de María Elena ya se ha trasladado parcialmente al área de Vergara y trae aproximadamente el 55 por ciento del caliche de esa zona, y dentro de otros seis meses, la minería de Pedro de Valdivia comenzará a trasladarse al área de Kilómetro 90. Alrededor de 10 o 15 años después, toda la minería de María Elena estará en el área de Vergara y Pedro de Valdivia se trasladará al área de Lagarto.

A partir de nuestros registros, compilados en los últimos años, tenemos los análisis químicos del caliche de varias zonas, y para esta discusión consideraremos:

1. Caliche de María Elena a las bateas - promedio para agosto, septiembre y octubre de 1944 con el 55% del caliche de la zona de Vergara.
2. Muestras de pozo de Vergara que representan aproximadamente 15 años de vida, material grueso a las bateas con las partículas finas separadas.
3. Caliche de Pedro de Valdivia a las bateas - promedio para agosto, septiembre y octubre de 1944, todo de la zona de Kilómetro 90.
4. Caliche de Balkan a partir de muestras de pozo. Los análisis que tenemos de este caliche incluyen las partículas finas en los filtros.
5. Caliche de Lagarto a partir de muestras de pozo. Material grueso a las bateas con las partículas finas separadas.

Como las partículas finas en los filtros pueden tener poco o ningún papel en la producción de la salmuera para la planta de evaporación solar, no es necesario seguir discutiendo las partículas finas.

Los análisis de estos caliches en bateas revelan lo siguiente con respecto a la proporción de sulfato-magnesio.

Caliche Soluble En agua	Sulfato de Sodio	Magnesio	Proporción
1	10.59%	0.73%	15.5
2	14.83%	1.10%	13.5
3	6.22%	0.23%	27.0
4	8.42%	0.48%	17.5
5	8.39%	0.50%	16.8

Aquí vemos que en todos los casos hay más que suficiente sulfato para el magnesio, ya que las proporciones son mayores que el requerido 11.8 a 1.0. Los caliches de Pedro de Valdivia (3, 4 y 5) muestran un exceso de sulfato mayor que el caliche de María Elena (1 y 2). Si lixiviaráramos completamente estos caliches o sus ripios correspondientes con agua, todas las salmueras llevarían un exceso de sulfato.

Sin embargo, no podemos contar con una lixiviación completa debido a que en la lixiviación por percolación hay cierta cantidad de canalización (nuestras cifras indican un 40 por ciento) y las salmueras saldrían con diluciones crecientes aunque aún quedara una considerable cantidad de sales en el ripio. Además, el tiempo disponible con solo 10 bateas en el ciclo y las características de escurrimiento del ripio son otros factores determinantes. Tenemos la esperanza de que eventualmente podamos producir hasta 0.5 metros cúbicos de salmuera por tonelada de caliche, y para las dos plantas, María Elena y Pedro de Valdivia, esto requeriría un área de evaporación de aproximadamente 2,500,000 metros cuadrados.

Dado que es poco probable que los 2,600,000 metros cuadrados de estanques de evaporación se realicen de una sola vez, sino que en etapas de, digamos, 400,000 metros cuadrados a la vez, es importante para nosotros saber no solo cuáles serán los valores en la salmuera, sino que cuál será la proporción de sulfato-magnesio cuando los ripios solo se lixivien parcialmente.

Por lo tanto, estamos llevando a cabo una serie de pruebas de lixiviación en la planta piloto para

producir salmuera en cantidades crecientes. Hemos planeado provisionalmente producir 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 y 0.7 litros de salmuera por kilo de caliche tratado. En estas pruebas proponemos usar caliche de María Elena en las bateas con un 55% de la zona de Vergara. Las pruebas con el caliche de María Elena requerirán aproximadamente dos meses. Luego se planea continuar las pruebas con el caliche de Pedro de Valdivia, lo que requerirá otros dos meses. Dado que el caliche de Pedro de Valdivia es probable que provenga de los terrenos de Balkan en el momento en que se esté llevando a cabo alguna planta de evaporación solar, tal vez las muestras probadas deberían ser de estos nuevos terrenos en lugar de Kilómetro 90.

Antes de que se completen estas pruebas y como ayuda para interpretar los resultados, consideramos que vale la pena analizar las sales y sales dobles en estos caliches 1 a 5, cuya proporción de sulfato-magnesio ya hemos visto.

Los cálculos para llegar a las sales dobles en los caliches los hemos dado en varias ocasiones en informes anteriores y, para nuestro propósito actual, solo enumeraremos los resultados de estos cálculos en forma tabular. Las tabulaciones siguen y, como ha sido nuestra costumbre, para facilitar las sumas y restas, todos los porcentajes se expresan en equivalente de sulfato de sodio.

Caliche	1	2	3	4	5
Cloruro de Sodio	10.6	9.72	6.47	6.52	5.73
Sulfato de magnesio soluble	2.14	1.77	0.18	0.83	1.18
Darapskita	-	-	1.29	1.12	0.53
Astrakanita	1.24	4.66	-	2.20	-
Glauberita	8.22	7.04	4.78	4.30	6.24
Sulfato de calcio	0.94	1.00	-	4.13	0.17
Sulfato total	18.74	24.23	10.97	16.52	15.24

Todas estas sales son solubles en agua, excepto el sulfato de calcio que consideramos insoluble, pero cada uno tiene sus propias características de solubilidad.

El sulfato de magnesio es soluble en el Licor Madre de la planta de nitrato, y esta es la sal que da lugar al alto contenido de magnesio en las soluciones de nitrato de María Elena y al hacer salmuera para la evaporación solar, la primera salmuera llevará este magnesio.

La darapskita se vuelve soluble en lavados de la planta de nitrato o en salmueras tan pronto como la concentración de nitrato disminuye a menos de 220 g.p.l.

La polihalita no es muy soluble, pero en cualquier solución, agua o salmuera, proporciona 8 a 10 g.p.l. de potasio con la liberación de una cantidad correspondiente de sulfato y magnesio en la proporción de 11.8 a 1.0.

La astrakanita es bastante soluble y proporciona aproximadamente 16 g.p.l. de magnesio con una cantidad correspondiente de sulfato. La proporción de sulfato-magnesio aquí es, por supuesto, de 11.8 a 1.0.

El sulfato de sodio de la glauberita es muy soluble en agua, 253 g.p.l. a 20°C, pero en una solución fuerte de cloruro de sodio solo es soluble a 20 g.p.l., y en una solución fuerte de cloruro de sodio que contiene sulfatos, es insoluble. Por lo tanto, la glauberita es la última sal en disolverse en la lixiviación.

Entonces, la salmuera para la planta de evaporación solar; el exceso de magnesio proviene del sulfato de magnesio en el caliche; el exceso de sulfato proviene de darapskita y glauberita; y una solución equilibrada con proporción de sulfato-magnesio de 11.8 a 1.0 proviene de polihalita y astrakanita.

Podríamos pensar en la salmuera que sale de las bateas como tres etapas. En las tres etapas, el cloruro de sodio, la polihalita y la astrakanita (si está presente) se disolverán y, por su parte, producirán una solución equilibrada. Pero la salmuera de la primera etapa llevará el exceso de magnesio; la salmuera de la segunda etapa de polihalita y astrakanita será una solución equilibrada; y la salmuera de la tercera etapa, en la que la glauberita ha liberado sulfato de sodio, llevará el exceso.

El parrón de cañerías

“Llevo 24 años trabajando en operación de pozas de evaporación solar, primero en las pozas de litio de SQM Salar y desde 2007 en las pozas de nitratos en Coya Sur. Lo primero que me llamó la atención al conocer el complejo de pozas del Doctor Freed era que el sistema estaba diseñado para ahorrar energía. En Coya Sur eligieron un sector con condiciones de clima que favorece la evaporación y que tiene una cierta inclinación, de manera que desde la primera poza hasta la última los traspasos se hacían gravitacionalmente, sin necesidad de usar bombas electromecánicas. Aún ocupamos las compuertas cuando cosechamos las pozas. Pero los traspasos de las soluciones actualmente los hacemos con bombas para llevar un control más exacto del proceso.

También me sorprendió algo que los viejos llaman “el parrón de cañerías”, un grueso grupo de cañerías elevadas y válvulas que atraviesa las 10 pozas originales del Doctor Freed. Los operadores más antiguos me explicaron que antes se cosechaba las sales con los “elefantes” del Doctor Freed, que eran unas motoniveladoras adaptadas con una tubería flexible que se conectaba como una trompa a ese parrón para bombear toda la pulpa y sal acumulada al fondo de la poza y conducirla a una planta dual que separaba el sólido. Luego devolvía la solución líquida al sistema de pozas y por medio de las válvulas se podía depositar en cualquiera de las 10 pozas. A mí me sorprendió encontrarme una obra de ingeniería creada en los años 40 que conectaba todo el sistema y lo hacía altamente eficiente. El parrón de cañerías fue reemplazado por nuevas tecnologías de menor costo, pero queda aún como testigo imponente del ingenio del Doctor Freed y de los ingenieros que lo sucedieron”.

Mario Pérez

Ingeniero en ejecución en Geomensura, jefe de operación Pozas Solares Coya Sur.



Fotografía: Mario Pérez

Ahora veamos más a fondo los cálculos de sales y sales dobles que ya hemos dado, y repitamos algunos de los números.

Caliche	Sulfato de Magnesio	Cloruro de Sodio	Glauberita
1	2.14	10.60	8.22
2	1.77	9.72	7.04
3	0.18	6.47	4.78
4	0.83	6.52	4.30
5	1.18	5.73	6.24

El análisis de los datos parece indicar que el volumen de la salmuera en la primera etapa, o más exactamente, la cantidad de exceso de magnesio en la salmuera de la primera etapa, estaría en cierta proporción con el sulfato de magnesio presente en el caliche.

Por ejemplo, la salmuera para los filtros (primera etapa) en María Elena (caliche N°1) contiene 19.7 g.p.l. de magnesio y 120 g.p.l. de sulfato de sodio, lo que equivale a un exceso de 9.2 g.p.l. de magnesio que requiere 122 g.p.l. de sulfato de sodio para obtener una solución equilibrada. Mientras que la salmuera para los filtros en Pedro de Valdivia (caliche N°8) contiene 10.8 g.p.l. de magnesio y 115 g.p.l. de sulfato de sodio, lo que representa solo 1.0 g.p.l. de exceso de magnesio que requiere solo 12 g.p.l. de sulfato de sodio para obtener una solución equilibrada.

El volumen de la salmuera de la segunda etapa depende en gran medida del contenido de cloruro de sodio en el caliche, ya que el cloruro de sodio debe ser eliminado casi por completo antes de que la glauberita libere su sulfato para producir la salmuera de la tercera etapa. Como se ve en los datos anteriores, los caliches de Pedro de Valdivia tienen mucho menos cloruro de sodio que los caliches de María Elena, lo que significa que la salmuera de la tercera etapa debería formarse mucho antes en Pedro de Valdivia que en María Elena.

La salmuera de la tercera etapa proviene del lixiviado de glauberita, y parece haber cantidades suficientes de esta doble sal en todos los caliches.

En realidad, sin embargo, en el proceso de lixiviación en bateas, no hay una distinción clara y nítida entre una etapa de lixiviación y la siguiente. Debido a los canales formados en el ripio, una etapa de lixiviación se mezcla gradualmente con la siguiente; y con el agua en la parte superior de la batea lixivian-do completamente las capas superiores del ripio, la salmuera de la tercera etapa se está formando y, a través de los canales, puede salir por la parte inferior de la batea mezclada con la salmuera de la primera etapa. En cierto sentido, este tipo de canalización es de ayuda, ya que proporciona una salmuera más uniforme que si saliera en etapas separadas.

Aquí puede ser de interés establecer la relación sulfato-magnesio para el funcionamiento de la planta grande de María Elena, según lo informado en el Informe de Investigación No. 505. Cada una de las 19 muestras es de 200 metros cúbicos. Para comparar, al comienzo de la lista, presentamos la salmuera para los filtros, aunque esta salmuera no formó parte de la corrida de prueba.

Muestra	g.p.l. Sulfato de Sodio	g.p.l. Magnesio	Relación	Salmuera para filtros 300 m ³
	120	19.7	6.1	
1	165	17.2	9.6	1,000 metros cúbicos de salmuera de primera etapa con relación promedio 10.6
2	167	16.6	10.0	
3	170	16.0	10.6	
4	173	15.4	11.3	
5	175	15.2	11.5	
6	174	14.9	11.7	4,000 metros cúbicos de salmuera de segunda etapa con relación promedio 11.6
7	174	14.5	11.9	
8	174	13.9	12.5	
9	174	13.9	12.5	
10	170	13.9	12.5	
11	165	13.3	12.4	2,000 metros cúbicos de salmuera de tercera etapa con relación promedio 12.6
12	155	12.0	12.9	
13	145	11.5	12.9	
14	143	11.3	12.6	
15	143	11.3	12.6	
16	140	10.9	12.8	
17	130	10.6	12.4	
18	112	9.8	11.5	
19	112	9.8	11.5	Últimos drenajes
Promedio	156	13.3	11.7	

Estas cifras expresan las características de lixiviación del caliche que es bastante rico en todas las sales, y no hay una gran diferencia en la proporción de sulfato-magnesio entre la salmuera de la etapa uno y la salmuera de la etapa tres.

Es importante señalar que estas cifras más o menos uniformes resultan cuando se procesa una gran cantidad de salmuera, pero cuando solo se produce una pequeña cantidad de salmuera, como la que se desearía para una pequeña planta solar evaporadora inicial, no habría tanta canalización y las primeras salmueras recolectadas serían más ricas en exceso de magnesio. Esto se ejemplifica en la salmuera para filtros dada al principio de la tabla.

Ahora veamos los resultados del test de lixiviación de grandes bateas en Pedro de Valdivia.

Este es un tipo diferente de caliche. Tiene muy poco sulfato de magnesio, un 1.29% de sulfato de darapskita, sin astrakanita y solo la mitad de cloruro de sodio en comparación con el caliche de María Elena.

Estas muestras son para 400 metros cúbicos y nuevamente, para comparación, damos la salmuera para filtros.

Muestra	g.p.l. Sulfato de Sodio	g.p.l. Magnesio	Relación	Salmuera para filtros 400 m ³
	120	19.7	6.1	
1	104	4.8	21.7	
2	108	4.6	23.6	
3	106	4.6	24.0	
4	106	4.3	24.7	
5	104	4.0	26.1	
6	100	3.9	25.0	
7	95	3.8	25.0	5,000 metros
8	90	3.5	25.0	cúbicos de
9	82	3.4	24.1	salmuera de
10	75	3.2	23.8	tercera etapa
11	63	3.0	21.0	
12	57	2.8	20.3	
13	58	2.6	22.2	
14	56	3.1	21.3	
15	56	3.9	22.5	
Promedio 68		3.7	23.8	

De estas cifras, vemos que cualquier salmuera de primera etapa que pudiera haberse obtenido, rica como una pequeña cantidad para una pequeña planta solar evaporadora, se mezcla completamente con la salmuera de tercera etapa debido a la canalización.

Esta salmuera producida mediante la lixiviación de caliches de Pedro de Valdivia (Kilómetro 90) con agua no sería adecuada para una planta solar evaporadora. Pero como ya hemos señalado, la glauberita, que

proporciona la mayor parte de este exceso de sulfato, es completamente insoluble en una solución de cloruro de sodio y astrakanita hecha disolviendo en agua las sales depositadas en los estanques de evaporación solar.

Las pruebas de lixiviación en la planta piloto con caliche del Kilómetro 90, usando agua y una solución de lixiviación de cloruro de sodio y astrakanita, y produciendo 0.5 litros de salmuera por kilo de caliche, dieron los siguientes resultados. Esta solución de lixiviación contenía 179 g.p.l. de cloruro de sodio, 9.6 g.p.l. de magnesio y 114 g.p.l. de sulfato de sodio, y estaba solo aproximadamente dos tercios saturada en estas sales.

	Lixiviación con agua	Lixiviación con solución salina
Descarga de salmuera		
Cloruro de sodio	147 g.p.l	253 g.p.l
Sulfato de sodio	134 g.p.l	143 g.p.l
Magnesio	5.5 g.p.l	13.0 g.p.l
Relación	24.4 g.p.l	11.0 g.p.l

En otras palabras, al utilizar un lixiviado de solución salina que contiene sulfato y magnesio en una proporción de 11.8 a 1.0, cambiamos la brina que se obtiene, de ser una salmuera de tercera etapa que contiene un exceso de 69 g.p.l. de sulfato, a una salmuera de primera etapa con una deficiencia de 11 g.p.l. de sulfato.

Por lo tanto, parece que tenemos un método para evitar el exceso de sulfato en la salmuera, pero no tenemos un método similar para evitar el exceso de magnesio. La única solución que podemos ver es continuar el proceso de lixiviación hasta que se produzca suficiente brina de tercer estadio para equilibrar el exceso de magnesio en la brina de primer estadio, o tal vez mezclar la brina de las dos plantas - María Elena y Pedro de Valdivia.

Los caliches del Kilómetro 90 parecen ser un caso extremo de caliches con bajo contenido de magnesio, mientras que los caliches de los Balcanes y los caliches de Lagarto tendrán características de producción de brina en algún punto intermedio entre los caliches de Kilómetro 90 y los caliches de María Elena - Vergara.

E. S. Freed,
Superintendente de investigación

“Este libro contiene la historia de un ingeniero químico de Estados Unidos que llegó en los años 30 del siglo XX a la pampa y cuyo recuerdo, tristemente, se ha ido desvaneciendo. Aquí están reunidas la biografía del Doctor E. Stanley Freed con sus innovadoras investigaciones y sus adelantados desarrollos científicos que ayudaron al salitre chileno a sobrevivir a la demoledora crisis de la Gran Depresión de 1929.

Esta narración es un homenaje a un hombre que renovó la industria salitrera y recupera su memoria, para que el Doctor Freed sea un gran recuerdo para quienes nunca lo llegamos a conocer”.

Pablo Pisani,
Gerente de Asuntos Corporativos SQM Yodo Nutrición Vegetal

“El valor del legado del Doctor E. Stanley Freed es la innovación, con bajo costo y usando los recursos que están a la mano para construir soluciones a problemáticas importantes de la industria. La innovación que Freed cultivó es hoy un sello de la cultura de SQM y representa lo mejor del capital humano puesto a disposición de un objetivo”.

Beatriz Oelckers y Gabriel Meruane, autores

YODO
NUTRICIÓN
VEGETAL



Soluciones
para el
desarrollo
humano

{ memoria
creativa }