

Instituto de Historia
Pontificia Universidad Católica de Chile

RONALD D. CROZIER

EL SALITRE HASTA LA GUERRA DEL PACIFICO: UNA REVISION

ABSTRACT

This article provides a reassessment of the nitrate industry in Peru and Bolivia up to the War of the Pacific based on the material provided by the archives of Antony Gibbs and Sons and various contemporary publications. Special attention is given to the successive changes in the technology of nitrate extraction prior to the introduction of the Shanks system. These improvements were more effective than was previously supposed. Production costs are also analyzed, output figures are provided for specific "oficinas", and contemporary information is provided on the Peruvian attempts to form a nitrate monopoly.

Una nueva veta documental sobre la evolución de la industria salitrera en Tarapacá son los archivos de la empresa Antony Gibbs & Sons, que se conservan en la biblioteca del Guildhall de Londres, que contienen una extensa correspondencia entre la casa matriz en Londres y sus sucursales en Lima, Iquique, Valparaíso y Santiago. Ella proporciona una visión del desarrollo de la industria salitrera a través de los gerentes técnicos y comerciales que puede ser interesada, pero que es de gran valor por su carácter confidencial. La microfilmación de este material, y su mayor acceso a los historiadores por esta vía, justifica una revisión del muy competente estudio de Oscar Bermúdez, *Historia del Salitre desde sus orígenes hasta la Guerra del Pacífico*.

I. EL SALITRE COMO FERTILIZANTE Y COMO INSUMO EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

Hace más de dos milenios, Catón, en 160 a.C., indica que los romanos sabían de los beneficios de la rotación de siembras con legumbres, y el empleo

de abonos orgánicos. Trescientos años más tarde el español Columella escribió un tratado sobre el empleo de las cenizas de árboles y hueros en la agricultura. Posiblemente la cultura de Tiahuanaku ya conocía el guano, y más tarde el imperio inca empleó el salitre, ya que Donald dice que tenían una palabra para "caliche" que presupone su uso como fertilizante¹.

En el siglo XVIII sabemos del empleo de salitre en la agricultura por Pedro de Ureta y Peralta que dice:

"Postscriptum – Advertencia Primera – Aunque en la nota 4 del Mercurio número 188, y primero de esta pieza exponiendo la etimología de la palabra Huano, de que hace su comercio la isla de Iquique con el Puerto de Arica, se dixo que era la estercolacion de páxaros y que servía para fortalecer las plantas, debe añadirse que sin embargo de que una y otra proposicion tienen todos los grados de certeza y evidencia, pero para que el lector no crea por esta expresion, que todo el ramo de Huano es solo compuesto del de estas aves, se previene que aunque el dicho forma su comercio, es con el agregado de una mina de polvo de este color que tiene la Isla, al que ha pasado el nombre de esta especie; el qual es de tanta fuerza que necesitan los labradores mezclarlo con bosta, ó estiercol de otros quadrúpedos para debilitarlo, sin esta precaucion quema las plantas, como al contrario ponerlo con su modificacion, surte los favorables efectos que se experimentan en todas las siembras de aquella Provincia²."

El comentario de que el polvo de Iquique quemaba las plantas si no se diluía, demuestra que Ureta y Peralta se refiere al caliche, que todavía quema las plantas del jardinero incauto.

En Europa, un hito importante sobre las teorías de nutrición vegetal fue un experimento de Jan Baptiste van Helmont [1577-1644], en el cual plantó un árbol que pesaba 5 libras en 200 libras de tierra, y observó que en cinco años el árbol había crecido hasta pesar 169 libras y que el peso de la tierra sólo se había reducido en un décimo de libra, concluyendo que sólo agua era necesaria para nutrirlo. Más tarde J.R. Glauber [1604-68] experimentó con salitre y llegó a la conclusión que este elemento era el principio vital; al punto que recomendó seguir criando salitre después de la Guerra de Treinta Años (1618-1648)

¹ Donald, M. B. (1936)

² *El Mercurio Peruano*, 21-10-1792. La nota 4 citada dice: "El huano es la estercolación de unos páxaros nombrados Huanaes que hacen su residencia fija en el puerto de Iquique; el que se recoge para sembrarlo al pie de las plantas, para fortalecer las tierras y fertilizar sus frutos; y forma esta especie un ramo de comercio en Arica, de cuyo Puerto se reparte á los Valles de su jurisdiccion".

para emplearlo como fertilizante y rápidamente recuperar la productividad agrícola destruida en Alemania.

Jethro Tull (1674-1744), autor de *The new horse houghing [hoeing] husbandry, or an essay on the principles of tillage and vegetation* (1731), fue un agricultor pionero importante. Su libro fue reimpresso cinco veces, en los próximos 90 años, y fue citado por Henri Lois Duhamel de Monceau en su libro *Éléments de Chimie* (1754), por sus comentarios sobre el salitre como abono.

El interés en las ciencias agrícolas en Escocia resultó en la formación de la "Sociedad para mejorar el conocimiento agrícola" en 1723 (disuelta en 1745), y luego "La Sociedad para mejorar los Artes y Manufacturas de Edimburgo", que en 1755 ofreció una medalla de oro para experimentos sobre "Vegetación y los Principios de Agricultura". El médico escocés Francis Home ganó el premio y publicó un libro con ese título (1756), considerado el primer texto serio en inglés dedicado sólo a la química agrícola. En él informa sobre el salitre, la sal de epsom, el sulfato de potasio y el aceite de oliva como abonos.

Más tarde tenemos un relato detallado de experimentos agrícolas con salitre efectuados por otro escocés, Archibald Cochrane, noveno conde de Dundonald, y padre del almirante Cochrane. Dundonald llamó su libro *Tratado que muestra la íntima relación entre química y agricultura dirigido a los que cultivan la tierra, los dueños de fangales en Gran Bretaña e Irlanda, y de estancias en el Caribe*³. Se dice que los experimentos de Dundonald arruinaron su familia y obligaron a su hijo a entrar al Parlamento y dedicarse a la especulación, lo que eventualmente resultó en su destierro y la comandancia de la escuadra de Chile. Al igual que el Dr. Home, Lord Dundonald también recomendó el salitre potásico como abono. Con estos antecedentes, y los experimentos de otros agricultores, el renombrado químico Sir Humphrey Davy dictó una curso sobre la química de fertilizantes, por siete años (1805 a 1812), en la Royal Institution de Londres. En él recomendó el empleo de guano como abono ideal, citando su contenido de amoníaco, y dijo que el salitre potásico, aunque un excelente abono, resultaba demasiado caro.

Su libro, publicado en 1813, pasó por seis ediciones en Inglaterra y dos en los Estados Unidos, y fue traducido al francés, alemán e italiano, antes de la publicación en 1840 del libro sobre el metabolismo de las plantas -*Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*-, de Justus von Liebig (1803-1873), profesor de química en la Universidad de Geissen. La monumen-

³ Cochrane (1795).

tal obra de Liebig fue traducida de inmediato al inglés, y valió a su autor el apodo de padre de los abonos agrícolas; pero su importancia para el salitre es menor, ya que Liebig creyó que los nitratos no servían como abono⁴.

De gran importancia en aumentar la exportación de salitre de Tarapacá fueron los ensayos efectuados por Frédéric Kuhlman⁵, en los que comparó la eficacia como abono de las sales amoniacales y de los productos animales con nitrato de sodio, para concluir que eran sólo los impuestos de aduana sobre el salitre que le impedían competir en Francia con las aguas amoniacales producidas por las fábricas locales de gas de cañería. Comenta que en Inglaterra, donde no habían impuestos sobre abonos importados, el salitre se empleaba hacía ya varios años. Documentación sobre las bondades del salitre aparecen en *A new treatise on agriculture and grazing*⁶, y en el *Farmers Magazine* de marzo 1840. En dicha revista un agricultor escribe: "hace diez años compré 14 libras de salitre potásico (...) ahora he comprado nitrato de sodio que he encontrado tan bueno como el potásico a 75% del precio".

Bermúdez informa que el primer embarque desde Iquique de 50 tons. de salitre en 1830 fue debido al capitán de un barco escocés, perteneciente a la casa de Peter Aikman de Glasgow⁷. Este embarque no encontró comprador en Liverpool y la mayor parte fue botada al mar, pero algunos sacos llegaron a manos de agricultores en Escocia. Bermúdez agrega que en 1834, Aikman compró 116.000 qq (5.336 tons.) de salitre en Iquique, y que fue el primero en exportar (200 tons.) salitre de Tarapacá vía Escocia a Alemania.

Pero aunque en Gran Bretaña el salitre sódico se empleó como abono, tuvo más éxito como insumo químico. En Francia su primer empleo fue en la fabricación de ácido nítrico cuando Lemberet en 1842 detectó yodo como impureza, concluyendo que provenía del caliche. Más tarde el salitre sódico se empleó para hacer salitre potásico artificial, haciéndolo reaccionar con muriato de Alsacia.

2. EL SALITRE Y LA ELABORACIÓN DE LA PÓLVORA EN TARAPACÁ

El caliche probablemente se empleó antes de 1650 para la fabricación de fuegos artificiales y cohetería. En la segunda parte del siglo XVII se comenzó a fabricar en Tarapacá la pólvora para tronadura, fecha que coincide con las

⁴ Sir John Russel, *History of Agricultural Science* (1964).

⁵ Kuhlmann (1846).

⁶ Segunda edición, 1837. Un ejemplar en Brit. Lib. 1252.c.76.

⁷ Oscar Bermúdez (1963), 106.

primera paradas, ya que para fabricar pólvora potente de nitrato de sodio era esencial emplear salitre bien purificado. Este fue producido por los amalgamadores de La Tirana que usaban sus tinas de cobre para disolver y refinar el salitre⁸.

Hay indicaciones que se exportó caliche desde Tarapacá a la región de Concepción bastante antes de 1800 para suministrar el álcali para fabricar jabón, en vista que el comercio externo de Chile colonial era a Lima, y consistía casi exclusivamente de cueros y grasa de animales. Las grasas se convertían en jabón y velas; William B. Stevenson⁹, secretario de Lord Cochrane que estuvo en Concepción en 1803, habla de la fabricación de jabón en base a ceniza de soda de sal sola, pero otros han sugerido que se utilizó la receta de Duhamel du Monceau (1736), en que se quemaba salitre con carbón, proceso tradicional empleado en las salitreras hasta hace poco para preparar sal natrón destinada a neutralizar las aguas yodíferas.

Tadeus Haenke, científico polaco que llegó al Perú en 1794, contribuyó a la tecnología de la industria tarapaqueña en 1808 cuando entregó a Matías De la Fuente y al señor Ugarrisa la fórmula conocida en Europa para convertir el caliche de Tarapacá en salitre potásico. La documentación de este coloquio está en un legajo conservado en Buenos Aires, que acompaña una carta de Haenke, enviada al Virrey desde Cochabamba. Este proponía caducar el sueldo real pagado a Haenke. Para defenderse y justificar la continuación de estos pagos, Haenke declara que había prestado una importante ayuda a la Corona en la defensa del virreinato de Perú, e indica que continuaría con estos esfuerzos. Documenta su aserto adjuntando recortes de periódicos limeños que citan su contribución para mejorar la disponibilidad de salitre potásico para fabricar pólvora.

Bollaert resumió en 1851 lo que aprendió del salitre en Iquique en 1826:

Nitrato de soda: La existencia de esta valiosa sustancia en la provincia de Tarapacá se ha conocido en Europa desde hace más o menos un siglo. En 1820 un poco fue enviado a Inglaterra, pero el derecho de aduana cobrado fue demasiado alto, y el salitre fue arrojado al mar. En 1827 hubo un esfuerzo infructuoso por una casa mercantil (Robson?) para exportarlo. En 1830 un cargamento se envió a los EE.UU., donde no pudo venderse, así una parte se envió a Liverpool, de donde fue devuelto como invendible. Un cargamento fue a Francia en 1831, y otro a Inglaterra, cuando se hizo más conocido, y llegó a un precio de 30 a 40 chelines por

⁸ Ver la descripción de amalgamación en La Tirana, en Antonio O'Brien (1765), "Descripción de la Provincia de Arica", Brit. Lib. additional MSS 17587; citado por Sergio Villalobos, "La Economía de un Desierto", Santiago, 1979.

⁹ Stevenson (1825), vol 1, 120.

quintal inglés. Desde entonces su precio ha variado mucho; hoy día (1851), está a 15 chelines. Entre 1830 y 1850 las exportaciones de nitrato desde Iquique ha sumado 5.293.478 quintales, que sería 239.860 toneladas [243.500 toneladas métricas]. Una parte se ha empleado para abono de la tierra, otra para fabricar ácido nítrico. El principal exportador ha sido los señores George Smith y Cía. [esta frase sólo aparece en el manuscrito].

Bermúdez documenta la refinación de salitre en la península de Tumbes entre 1813 y 1817¹⁰. Sin duda fue este el salitre que Mariano de Rivero y Ustariz, peruano residente en Europa, intentó colocar allí en 1821, cuando los De la Fuente lo contrataron para tratar de vender el producto. Sabemos se exportó una cantidad a los Estados Unidos en 1822 porque ese año E.I du Pont de Nemours experimentó con la fabricación de pólvora en base a nitrato sódico; y Whitehead dice que 935 toneladas fueron exportadas en 1825¹¹.

El gobierno republicano del Perú legalizó la exportación de salitre en 1828 cuando el Presidente La Mar firmó un permiso de exportación a favor de Juan Alba, el 28 de mayo de ese año. Este autorizaba a Alba a trabajar minas de salitre y exportar el producto. Si se embarcaba en navíos extranjeros debería pagar un impuesto de 4% ad valorem, calculado sobre un valor de 12 reales (6 chelines ingleses) por quintal de salitre.

CUADRO I

EXPORTACIONES DE SALITRE DE TARAPACÁ EN QUINTALES ESPAÑOLES
(qq = 46 kg) y toneladas métricas

<i>Año</i>	<i>qq</i>	<i>Tons. métricas</i>	<i>Año</i>	<i>qq</i>	<i>Tons. métricas</i>
1831	40.385	1.858	1841	278.488	12.810
1832	52.500	2.415	1842	659.918	16.418
1833	92.700	4.264	1843	369.317	16.989
1834	147.800	6.799	1844	380.191	17.489
1835	140.399	6.458	1845	376.239	17.307
1836	158.534	7.293	1846	391.148	18.361
1837	165.369	7.607	1857	383.197	17.623
1838	129.610	5.962	1848	485.189	22.314
1839	149.576	6.881	1849	430.102	19.785
1840	227.362	10.459	1850	511.845	23.545

¹⁰ Bermúdez, 1963.

¹¹ Whitehead (J. Economic Geology, 1920)

La exportación efectiva de salitre comenzó con la modificación de este permiso el 12 de marzo de 1830, en la que se autorizaba una aduana en Iquique, y el 14 de septiembre de 1831 se autorizó como puerto Pisagua.

En 1839 el Ministro de Hacienda del Perú, Ramón Castilla, oriundo de Tarapacá, abolió todos los impuestos sobre el salitre. Esta liberalización duró poco, y el Código Comercial de 30 de noviembre de 1840 restableció el impuesto de 4%. Las exportaciones hasta mediados de siglo se indican en el Cuadro 1.

En 1830 los peruanos residentes en Iquique, Santiago de Zavala, Hermenegildo García Manzano y Felipe Busto, embarcaron 860 toneladas de salitre. Sin duda, Jorge Smith también comerció salitre a Valparaíso en ese año por cuenta de su tío, el Capitán Archibald E. Robson. Jorge Smith llegó con su tío a Valparaíso en 1821, cuando recién cumplía 19 años; allí Robson vendió su barco, y con este capital se dedicó al comercio, comprando cobre en Coquimbo y habilitando los amalgamadores de Atacama y Tarapacá desde bodegas atendidas por su sobrino en Copiapó. Sabemos por Bollaert¹² que, desde 1823, Jorge Smith hacía el riesgoso viaje desde Caldera, en balsa de cueros de lobos para entregar mercadería en Cobija y Huantajaya, y que se instaló permanentemente en Iquique en 1825. Este era por entonces un puerto de pescadores changos con 100 a 200 habitantes. Su tío le había dado la tarea de administrar parte de las minas de Huantajaya que había arrendado a la familia De la Fuente. Samuel Haigh dice:

Un caballero, agente de una de las compañías mineras formadas en Londres (la Chilean and Peruvian), y que ahora mora en mi casa [en Arequipa], tenía como tarea obtener las célebres minas de Guantajaya, ha descubierto que está en manos de un mercader inglés con gran influencia en Arequipa, Mr. William Hodgson, quien, por el arriendo, le pagó una fuerte suma por adelantado al dueño, los Fuentes, antiguamente una de las familias más opulentas en Arequipa, y que Hodgson había traspasado su arriendo, por una buena suma, al agente de otra empresa de Londres, Mr. A. E. Robson, que también había sido comisionado para adquirir el distrito de Guantajaya... Es una lastima que la empresa no siguió con sus esfuerzos, pero, como muchos otros, se entregaron al pánico, y abandonaron el proyecto, y las minas todas volvieron a sus antiguos dueños¹³.

¹² Bollaert (1848).

¹³ Samuel Haig, *Sketches of Buenos Ayres, Chile and Peru* (1831), 370.

Por intermedio de Arequipa Mining Co., de la cual era representante, Robson contrató en 1825 a William Bollaert como químico y capataz de Huantajaya, cuando éste recién había cumplido 18 años¹⁴. Su currículum era impresionante, pero su edad debe haber sorprendido a Robson cuando Bollaert apareció en Valparaíso en octubre de 1825. Desde los 13 años (1820) fue alumno del profesor Brande, sucesor de Sir Humphrey Davy (quien seguía usando los laboratorios), y auxiliar de laboratorio de Davy y de Michael Faraday, en esos días demostrador del Royal Institute. Es decir, Bollaert fue formado por los dos químicos ingleses más famosos del siglo XIX, publicando en 1823 y 1824 ocho artículos sobre el análisis de esencias orgánicas en el Boletín del Royal Institute. Su padre, holandés, fue un farmacéutico, o posiblemente un médico que emigró a Inglaterra entre 1800 y 1807.

Bollaert, puesto al día por el capitán Robson en Valparaíso, siguió viaje en buque a Arequipa y pasó la Navidad en esa ciudad. Desde Arequipa viajó por tierra a Iquique observando (1848) que las salitreras de Negreiros estaban abandonadas y en ruinas. Llegó a ese puerto en febrero de 1826. Trabajó por menos de un año en Huantajaya bajo la tutela de Jorge Smith, hasta que la falencia de la compañía inglesa devolvió la mina a la familia De la Fuente.

Cuando la empresa de Londres los dejó al garete, el Intendente de Tarapacá, Ramón Castilla, contrató a los dos jóvenes en 1827/28 para preparar un mapa y poner al día el informe sobre la provincia, preparado por Antonio O'Brien en 1766. Su informe y mapa eventualmente fueron publicados por Bollaert en 1851, y reproducidos en su libro publicado en 1860¹⁵. Este trabajo es de importancia histórica, ya que documenta la industria salitrera de la época por un testigo con conocimiento técnico, que la vio nacer en 1825, y madurar en la década del cincuenta.

Bollaert zarpó rumbo a Inglaterra el 11 de febrero de 1830 en el barco "Adventure", parte de la escuadra de Fitzroy; tras visitar Brasil donde fue presentado al emperador, llegó a Inglaterra el 14 de octubre. No volvió al Perú hasta 1854.

El primer viajero connotado que describió las salitreras de Tarapacá fue Charles Darwin, que visitó Iquique en junio de 1835. Su nave estuvo anclada en la rada durante dos o tres días, período que aprovechó para arrendar mulas y

¹⁴ Bollaert (1860), No se ha podido comprobar el nombre de la compañía minera.

¹⁵ Bollaert 1851... y (1860), *Antiquarian*....

viajar las doce leguas a la oficina salitrera La Noria, que los señores Archibald E. Robson y Jorge Smith habían recién comprado al francés Hector Bacque¹⁶.

Darwin comentó en su diario sobre la geología de los depósitos de caliche, pero no habla del proceso de refinación, probablemente porque lo encontró idéntico, en principio, a lo que entonces se usaba para el salitre potásico en Europa. Pero sí habló del alto costo de vivir en Iquique: un par de mulas y un guía por dos días le costó cinco libras esterlinas; compró una botella de agua por tres peniques, pero anotó que un tonel de 18 galones de agua se vendía a 8 reales (4s.6d.), e informa que por el nitrato de soda ensacado, al costado del barco, se pagaba 14 chelines por quintal español de cien libras.

Unos años después, en 1838, John H. Blake visitó Iquique y la provincia de Tarapacá por cerca de un año¹⁷. Hizo una descripción completísima del proceso empleado en estas primitivas paradas. Además adjunta un mapa, basado probablemente en el que prepararon Bollaert y Smith en 1828, que indica la ubicación correcta de las paradas (¿pueblos?) de Cocina y Rinconada.

Blake perdió sus apuntes y diarios; en consecuencia, los datos sobre Tarapacá fueron publicados primero por A. A. Hayes, quien había analizado las muestras de minerales recogidas por aquél¹⁸. Por este desfase se ha supuesto que Hayes fue el primero en descubrir que el caliche contenía yodo (publicando meses antes que Lambert en Francia). En su publicación, Hayes también entrega la primera descripción clara del proceso de las paradas, cuidando de atribuir la información a Blake, y da la primera documentación del empleo de la pólvora en la extracción del caliche.

Hayes se mantuvo en contacto con Jorge Smith, quien en 1848 le mandó muestras de un mineral nuevo de ácido bórico, que en base al estudio y publicación de Hayes se llamó Hayesina, más conocida por el nombre de Ulexita, si bien Raimondi, en su "Minerales del Perú" (1878), supone que hayesina no contenía cal como la ulexita, y cree que ésta sólo se había descubierto a principios de la década del cincuenta en Tarapacá.

El informe que Blake publicó cuando aparecieron sus diarios en 1843, dice:

¹⁶ Bermúdez *op. cit.*, 111. En el diario de William Bollaert, Ayer Manuscript N° 83, Notes and Memoranda, Jan. 24, 1837-Mar. 31, 1838, Newberry Library, Chicago, la entrada para el martes 27 de junio, 1837, dice que se entrevistó con Arrowsmith, Sir Woodbine Parrish y el Capitán Fitzroy, diciendo "I am right about Paposo being N. of Pta. de Nra. Sra. Captain Fitzroy saw Mr. George Smith at Iquique". Indudablemente que si Fitzroy estuvo con Jorge Smith, Darwin también lo conoció.

¹⁷ John H. Blake (1843).

¹⁸ A. A. Hayes (1840A).

La industria del salitre en Tarapacá da trabajo a la mayoría de la población. En 1837, se exportaron del puerto de Iquique 150.000 qq de salitre, del cual 2/3 fueron a Inglaterra, y casi un tercio a Francia. Cada 'Officina' (sic) consiste en unas viviendas rudas, fabricadas de colpas de sal con las grietas adobadas con una mezcla de arcilla y sal (ripio) que queda en las tinajas empleadas en la refinación. Los techos son de paja sobre vigas de cactus.

El trabajo es todo al aire libre. Los equipos consisten en algunas tinajas de cobre, de cincuenta galones [220 litros], montadas dentro de murallas hechas con colpas de sal, y bateas rectangulares de madera para la cristalización del salitre. El caliche es tronado de sus mantos, que siempre están contiguos a la 'officina'. El material se trae en sacos, al hombro, hasta las tinajas, donde mujeres y niños se ocupan en quebrarlo a fragmentos del tamaño de huevos de gallina. Cada tinaja se llena hasta tres cuartos con la sal quebrada, y se le agrega agua, manteniendo un fuego fuerte hasta que se satura el agua. En ese momento con grandes cucharones se traspasa a toneles, para que se clarifique, y de ahí, mientras está todavía caliente la solución, se pasa a los cristalizadores. La porción que queda sin disolver consiste principalmente de cloruro de sodio y material terroso, se bota considerándose sin valor, aunque frecuentemente sólo la mitad del nitrato se ha recuperado, ya que siempre se emplea la misma cantidad de caliche sin considerar su riqueza.

Exceptuando la falta de cuidado en la refinación, la operación de las 'officinas' es competente. Cada oficio, desde la extracción de la sal de sus lechos, hasta el embarque del producto final se hace con obreros especializados, quienes reciben por su trabajo una suma fija por quintal de sal refinada producida. El costo en remuneraciones al empresario por cada 102 libras [un quintal = 101,4 lb] es aproximadamente cinco reales, o 62,5 centavos; por el combustible dos a dos y medio reales; para pólvora y herramientas, aproximadamente un real; y para el flete al puerto desde cinco a seis reales; haciendo en conjunto \$ 1 y 87 1/2 centavos (¿dolar?)...

En base a estos datos se puede calcular que en 1838 cada fondada o ciclo de lixiviación tenía una carga de 180 kg de caliche, que al fin del proceso rendía 90 kg de salitre de 96% nitrato después de secado en cancha. Si suponemos que las paradas operaban 300 días al año, quiere decir que su producción unitaria por fondo era 1.200 qq. Esto significa a su vez, que en el tiempo de las visitas de Darwin y Blake, con una exportación de 150.000 qq, habían 125 fondas en operación, y como el diseño tradicional era dos fondas por parada, estaban funcionando unas 60 paradas.

En 1840 se exportaron 227.770 qq y en 1850 la cifra había subido a 489.130 qq, lo que necesitaría unas 215 paradas para producirlos; pero según Bollaert, sólo habían 100 operando. La discrepancia indica que los fondos de cobre de 200 litros habían sido reemplazados por fondos de fierro tres veces mayores. Semper y Michels dicen que las paradas tenían fondos de fierro de 1,5 metros de diámetro y un metro de profundidad, con una capacidad aproxi-

mada de 650 litros, que es efectivamente tres veces el tamaño informado por Blak¹⁹. El que originó este cambio fue Jorge Smith quien, después de la muerte de su tío Robson, reemplazó los fondos de cobre por otros más grandes de hierro fundido en 1847 y rebautizó su oficina "La Nueva Noria".

Francisco Puelma Castillo²⁰, en su memoria presentada en la Universidad de Chile para titularse de ingeniero, no informa sobre el total de paradas en operación, pero dice:

Las salitreras que actualmente se trabajan se dividen en tres grandes grupos: 1° las del norte, que comprenden las de Zapiga, Negreros i otros menos considerables, cuyos salitres se exportan por las caletas de Pisagua i Mejillones. 2° Las del centro: que son La Noria, Cocina, la Peña, Yungai, Argentina i otras varias; la esportación de todas ellas se hace por Iquique. 3° Las del sud; que son, las de Bella vista i Pan de Azúcar que bajan sus salitres la primera a la caleta de Patillos i la otra a la de Caramucho.

Los artículos de Blake y Hayes parecen haber sido leído por todos los salitreros, ya que Puelma emplea casi los mismos términos en su descripción del caliche. La versión de Bollaert (1851) dice:

Hay varios tipos de caliche, siendo los principales los siguientes:

1. Blanco compacto, que contiene 64 por ciento.
2. Amarillos, de 70%, que contiene sales de yodo.
3. Gris compacto, contiene un poco de hierro y trazas de yodo, 46 por ciento.
4. Gris cristalino, la variedad más abundante, contiene entre 20 y 85 por ciento, y rinde trazas de yodo, con un 1 a 8 por ciento de tierra.
5. Blanco cristalino, se parece a salitre refinado.

Todas las variedades contienen sal común, sulfato y carbonato de soda, muriato de cal, y de vez en cuando borato de cal se encuentra debajo de las capas de nitrato; variedad se compone de ácido bórico 49,5, soda 8,8, agua 26,0, cal 15,7 = 100, que podría servir en este país [Inglaterra] para fabricar vidrio, etc.

Puelma dice que las paradas tienen dos recipientes semiesféricos para lixiviar el caliche en caliente. Estos están montados sobre muros de 'costra', que cubren el caliche. Un fogón que quema carbón de piedra se instala entre los dos fondos, con dos chimeneas, una en cada lado, para obligar que los gases calientes cubran por completo la parte inferior de los fondos. Y agrega:

¹⁹ Semper y Michels (1908, 61).

²⁰ Puelma, Francisco (1855), "Apuntes Geológicos y Geográficos sobre Tarapacá en Perú", *Anales de la Universidad de Chile*, vol. 12, N° 39, 665-673.

Ultimamente un señor Gamboni ha tenido la idea de aplicar el vapor al beneficio del salitre; según he oído a personas que han presenciado sus experimentos, ese sistema tiene la ventaja de aprovechar aún el caliche de baja ley i los residuos que deja sólo contienen dos o tres por ciento de salitre, de manera que evita las pérdidas anteriores con una economía de calor bastante notable.

Según parece la idea del señor Gamboni consiste en aplicar directamente el vapor a una fuerte temperatura sobre el caliche colocado en grandes tubos cerrados que se pueden remudar; su objeto al hacer la operación con una temperatura alta es el disolver con rapidez el salitre i evitar la disolución de la sal común en cuanto sea posible, logrando así obtener un salitre más puro.

Bollaert nos da una vívida descripción de lo que vio en La Noria durante su visita a Iquique de 1854, poco después que Puelma abandonara Tarapacá:

Fabricación de Nitrato del Caliche.— terminado el cateo, encontrado las buenas calicheras, se construyen chozas de sal del salar, y norias... se instalan paradas con un par de calderos de fierro fundido; 'depósitos' o estanques decantadores, 'bateas' de fierro o madera para emplear como cristalizadores, estanque para aguas madres; y se reúnen las provisiones para los trabajadores y los animales. El dueño o salitrero puede comenzar a trabajar, habiendo antes denunciado sus 'estacas' de 200 varas cuadradas²¹.

Luego el salitrero ordena al barretero perforar pozos con gruesos hierros, atravesando la costra y el caliche hasta llegar a la coba, donde se hace una cámara más ancha, que llaman la 'taza' donde se ponen 15 quintales de pólvora hechiza (fabricada con nitrato de soda, y azufre del volcán Isluga). La parte superior del hoyo se cubre con tierra bien apisonada; la construcción se llama 'bombón', se truenan, lo que suelta y da vuelta el mineral. Los trozos más grandes se rompen, y arruman, para luego poner el caliche en canastas que son llevadas por asnos a la oficina o refinería. Las colpas grandes se reducen a tamaños más pequeños por el acendrador y tirados al fondo, al cual, cuando casi lleno de caliche se le agrega agua y se comienza a hervir, agregándose más caliche de tiempo en tiempo. En unas siete u ocho horas las aguas se han saturado al llegar a la temperatura de 240 grados Fahrenheit; en este momento se le agregan las aguas madres. El fondeador ahora saca con palas la borra, tierra y sal que se ha precipitado al fondo del caldero. La solución se saca con baldes pasándola a los estanque decantadores donde más rípió se decanta, la solución clara se traspasa a las enfriaderas donde ocurre la cristalización, y se produce el salitre o nitrato de soda refinado, que se saca con palas de las bateas, y es puesto al sol para secarlo. La industria del salitre ocupa casi toda la población de la provincia, cerca de 12.000, exclusivo de los extranjeros y trabajadores chinos.

Los señores George Smith y Cía. han estado empleando grandes calderas, de una construcción más científica, con gran provecho; también han comenzado a emplear vapor para la calefacción de los fondos²².

²¹ Entiéndase 200 x 200 varas = 40.000 varas cuadradas.

²² Bollaert (The Technologist (1860)).

3. LOS PROCESOS MÁQUINA (1853-1885) Y SHANKS (1876-1942)

Una mejora sobre las paradas fue el sistema de "máquina". Siguiendo a todos los otros historiadores de la industria, Bermúdez atribuye la paternidad de este sistema a Gamboni, basado en la patente que le otorgó el gobierno del Perú en 1853²³. La patente se basó en un modelo examinado por el perito Ernesto Malinowski que sugirió algunos cambios al aprobarla. No ha sobrevivido la descripción original, pero hay una de 1859²⁴:

Se ha experimentado con el empleo de vapor en la purificación de caliche, pero con resultados no muy exitosos. El aparato empleado consiste en un recipiente de fierro en forma de cono invertido, con ambos extremos abiertos. Se llena el recipiente con 'caliche', y se inyecta vapor por el orificio inferior. La gran solubilidad del nitrato de soda en agua, y su gran atracción por la sustancia, induce la separación de la sal común y se forma una solución saturada de nitrato de soda; generada por el vapor condensado, ésta sale del fondo del cono. Pero como el material que se lixivia tiene que introducirse en colpas, una gran parte del material soluble en el centro de las colpas está protegido del vapor por la tierra no soluble y no entra en contacto con el vapor, dejando mucho del salitre sin disolver; las pérdidas que esto genera es causa del poco entusiasmo por el proceso.

Bermúdez dice que la primera máquina fue construida en 1854 en Sal de Obispo, por un salitrero no identificado. La segunda la construyó el mismo Gamboni en la Oficina Sebastopol, cerca del villorio de Noria. Esta empleó el sistema descrito por Muspratt, y fracasó. La tercera fue en Cocina, y la cuarta fue construida por Jorge Smith en La Noria en 1856 (más probable es 1853 o 4)²⁵. Bermúdez declara que después que caducó la patente de Gamboni, se construyeron otras cinco máquinas entre 1858 y 1863²⁶:

²³ El texto de la patente se encuentra en Bermúdez (1963) 141.

²⁴ Muspratt (1859) cit.

²⁵ Es más probable que Smith instaló calefacción en 1853, ya que en "Observations on the Province of Tarapacá, South Perú", por Don M. B. De la Fuente, traducido del español por William Bollaert, *J. Royal Geogr. Soc.* v. 26 (1856), 230, dice: Los señores Jorge Smith y Cía., de Iquique, han estado dedicados a mejorar el proceso de refinación del nitrato, y a facilitar su transporte a la costa (¿andarivel y muelle en Caleta El Molle?). Este artículo tiene que haberse escrito en 1853 o 54, ya que Bollaert viajó al Pacífico en noviembre de 1853 y volvió en diciembre de 1854, llegando a Inglaterra en abril de 1855. En Bollaert (1868), "Additional notes on the Geography of Southern Peru", *Proceedings R.G.S.* v. 12, 126-134, hay seis cuadros informando coordenadas geográficas y alturas medidas por Smith, Williamson, Cunningham y Forbes, la última es "La Noria, la máquina, 1854", a latitud 20°22' y longitud 69°54'30".

²⁶ Bermúdez (1963).

- Hansa, de Fernando Corssen, cerca de La Noria;
- Salar, de Juan Williamson, comprada por el francés Federico Freurat, y transformada en máquina a vapor;
- "La Chilena", construida por Demetrio Figueroa;
- La máquina "Victoria", proyectada por Jorge Smith y construida por Soruco y Cía; y
- "Carolina", construida por el mismo Jorge Smith, en 1863 y financiada principalmente por Guillermo Gibbs y Cía.

Al parecer, Victoria, Salar y La Chilena fueron construidas después de 1862, o fracasaron, porque según Hugo Reck, en 1862, habían sólo dos máquinas en operación: La Noria, de Jorge Smith, que se había construido en tres etapas; y Hansa, de Ferdinand Corssen, financiada por los señores Gildemeister y Consbruch, de Bremen, que empleaba un sistema diferente al de Smith. Carolina, de Smith, según los archivos Gibbs, sólo comenzó a operar después que Reck volvió a Alemania²⁷.

El Dr. Hugo Reck es un testigo muy calificado e interesante; ingeniero de minas, profesor de la Real Escuela de Minas de Clausthal, Alemania, llegó a Bolivia a comienzos de los años cincuenta, y trabajó en la proyección de ferrocarriles y en la mina de plata de Huanchaca de los hermanos Aramayo. Dice haber estado en Tarapacá desde fines de 1857 para explorar el trazado de un ferrocarril de Iquique a La Paz²⁸. Este, proyecto, propuesto por Aramayo, cubría un total de 200 leguas y los primeros trazados de ferrocarril eran los siguientes:

Canquilla a Pica	33 leguas
Pica a La Noria	13
La Noria a Iquique	12

Seguía en Bolivia rumbo a La Paz por medio de un sistema de canales y conexiones fluviales hasta el lago Titicaca que incluían:

Canales de Canquilla a Challapata	20 leguas
Challapata a río Laca Ahuira	17
Navegación natural del lago Pampa Aullaga	21
Río Desaguadero	54
Lago Titicaca	21

²⁷ Reck (1863).

²⁸ Este proyecto se describe en un folleto titulado *Bolivia. Extracts from a work written by Avelino Aramayo, published in London in 1863* (Londres, 1874). No se ha encontrado la publicación de 1863.

Según Aramayo, el Congreso boliviano aprobó el proyecto en 1863 y en junio del año siguiente el representante de ese gobierno en Londres, a nombre del Presidente Achá, firmó un contrato para la construcción del ferrocarril y canales y la explotación de las guaneras de Mejillones con los contratistas señores Pero y Betts. Estos enviaron de inmediato una comisión técnica a las órdenes de un señor Ogilvie que incluía dos ingenieros y Hugo Reck, para examinar el trazado del ferrocarril y las bondades de las guaneras, y confirmar los contratos firmados en Londres. La comitiva fue muy bien recibida en Cochabamba por los ministros de Achá y se llegó a un acuerdo basado en el contrato original. Sin embargo, a fines de diciembre de 1864 estalló la revolución del Melgarejo. Aramayo agrega:

Esto alarmó al señor Ogilvie, que no estaba acostumbrado a estos percances, y sin darse tiempo de reflexionar, abandonó el país, aunque el nuevo presidente le había contestado que reconocía la importancia de los contratos y que tan pronto se tranquilizara el país tomaría el tema en forma favorable. La huida repentina de la misión inglesa, sin dejar un representante para comunicarse con el gobierno, arruinó esta importante negociación, cuyo fracaso ha dejado malas y sensibles consecuencias para Bolivia.

Si no hubieran ocurrido estas desafortunadas circunstancias, es seguro que las guaneras de Mejillones y el ferrocarril estarían operando tranquilamente bajo su tutela, ya que los disturbios militares no los habrían afectado. Así son las revoluciones en Bolivia, al menos en sus efectos sobre los negocios²⁹.

La secuela de proyectos de ferrocarriles desde Iquique al interior aprobados por el gobierno del Perú comienza con la concesión otorgada el 1º de noviembre de 1860 a José M. Costas y Federico Pezet para construir un ferrocarril desde ese puerto "hasta las salitreras de La Noria y las demás que estén comprendidas en un radio de tres leguas", cuya obra debía comenzar dentro de 20 meses. Esta concesión fue caducada en 1864 por incumplimiento del plazo estipulado y el privilegio fue otorgado a José Pickering y Avelino Orihuela en los mismos términos³⁰. También ésta fue declarada insubsistente y mediante un decreto de 11 de junio de 1868 se otorgó una nueva concesión para el mismo trayecto a Ramón Montero y su hermano, quienes tendrían la exclusividad por 25 años.

²⁹ *Ibid.* Traducción del autor.

³⁰ Bollaert (1868) menciona un folleto publicado en castellano en Londres titulado Mapa de Bolivia 1861, proyecto del Ferrocarril a la costa por Hugo Reck Wyld, London. Allí se indica que el tramo Iquique-La Noria fue trazado por el ingeniero José Pickering por cuenta de Costas y Pezet, y que Reck mensuró el tramo de La Noria a La Tirana y lo proyectó hasta la frontera boliviana.

Reck declara que estuvo cinco años en Tarapacá ocupado principalmente en el trazado de estos ferrocarriles y estudiando la factibilidad del proyecto. Esto le permitió recorrer todas las salitreras en 1860/61 para obtener datos sobre el negocio del salitre y sus proyecciones. A su regreso a Europa escribió el relato más completo que se conoce sobre la tecnología de extracción y refinación del caliche por el sistema de "máquinas", precursor del llamado sistema "Shanks".

Durante esa peregrinación, hizo un catastro de todas las oficinas en operación o paralizadas en 1860. Informa que sólo había dos oficinas de máquina en existencia, sin hacer referencia a las siete otras mencionadas por Bermúdez. Dice, además, que de un total de 226 oficinas de paradas sólo 55 estaban operando. Sus datos se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2

OFICINAS EN OPERACIÓN Y PARALIZADAS EN 1860

	<i>Activas</i>	<i>Paralizadas</i>	<i>Total</i>
Distrito de La Noria, que incluye Cocina y Argentina	34	114	148
Oficinas más lejanas al este de la cordillera de la costa o el oeste de la Pampa de Tamarugal, tales como Peña, Independencia, etc.	21	57	78
Total	55	171	226

Fuente: Reck (1863).

Reck describe la capacidad productiva de estas paradas como sigue:

Cada oficina está equipada con varias paradas trabajando independientemente una de la otra (...). En un mes, una parada puede producir 500 qq de salitre, al procesar entre 2.000 y 2.500 qq de caliche. La paralización de tantas se debió a la competencia de las máquinas a vapor, ya que las paradas chicas no podían competir por la calidad del salitre producido por las máquinas y su gran capacidad de producción.

Agrega que, debido a la mayor pureza del salitre de La Noria y Hansa, los respectivos dueños, Smith y Corssen, podían cobrar un sobreprecio de 2 reales por quintal para el producto de sus máquinas a vapor por sobre lo que se pagaba por el salitre de las paradas. Luego hace la siguiente comparación con la máquina que considera la principal, diciendo:

La oficina de G. Smith ha estado procesando aproximadamente 50.000 a 60.000 qq de caliche al mes, produciendo 10.000 a 12.000 qq de salitre. Emplea 100 a 120 personas, incluyendo el administrador, maquinista, fogonero, herrero, capataz, etc. ... Si suponemos que sólo 20 están involucrados en la lixiviación, quiere decir que cada trabajador produce 500 a 600 qq de producto puro al mes. En las paradas, para producir 500 qq mensuales de salitre se requiere cuatro trabajadores, es decir cada uno sólo produce 125 qq.

Reck entrega estadísticas inéditas de la exportación y producción de salitre. La producción mensual para los años 1859, 1860 y parte de 1861, que informa, se detalla en el Cuadro 3.

CUADRO 3

PRODUCCIÓN MENSUAL DE SALITRE EN TARAPACÁ, 1859-1861

<i>Mes</i>	<i>1859</i>	<i>1860</i>	<i>1861</i>
Enero	85.307	116.144	152.175
Febrero	159.509	124.520	94.502
Marzo	125.238	190.500	101.304
Abril	120.627	140.684	35.374
Mayo	146.040	60.974	124.277
Junio	159.567	65.860	108.754
Julio	85.339	144.836	100.769
Agosto	128.180	62.573	99.794
Septiembre	174.022	106.664	112.434
Octubre	143.616	176.865	244.176
Noviembre	113.673	93.818	
Diciembre	129.047	86.810	
Total anual	1.570.165	1.370.248	

Al parecer, Reck obtuvo estos datos de los arrieros, basándose en el monto de carga transportada desde las oficinas. Además, entrega un resumen de costos e insumos, que deben ser el resultado de entrevistas con salitreros:

1. El costo de producción de salitre se ha reducido en forma significativa en los últimos cuatro años. En 1859 un quintal puesto al lado del barco costaba entre 19 y 21 reales, mientras que en 1860 y 1861 este costo fue 16 a 18 reales, y en 1862 sólo 14 a 16 reales.
2. El quintal de antracita ahora cuesta en bodega Iquique 6 reales y en la oficina 10 a 11 reales. Un quintal de carbón se consume para producir aproximadamente 4 qq de salitre; es decir, en 1860 se consumió 1.370.248 qq carbón.
3. La cantidad de pólvora de mina usada varía mucho y es difícil de determinar ya que se fabrica en cada oficina. Como promedio es un quintal por 16 de nitrato exportado, o 85.641 qq en el año 1860.
4. En términos de caliche, un quintal de pólvora entrega 72 qq de caliche.
5. El consumo de cebada, que en Sud América se emplea para forraje en vez de avena, es sumamente elevado; normalmente se importa de Chile y California, al ritmo de 30.000 qq. Es decir, 10.000 a 15.000 animales de carga se alimentan, para transportar 2,2 millones de qq de mercadería en todos los distritos salitreros.

Las exportaciones de salitre de Tarapacá para la década del 50 están en la obra de Reck, y amplían en cinco años los datos que Gamboni entregó a Rivero (1857); los datos para años en común concuerdan en los montos totales, pero no coinciden en su detalle. En el Cuadro 4 se indica el año 1850 con los datos de Gamboni y 1851 a 60 de Reck. En 1860 la distribución por puerto de embarque fue: Iquique 55%, Pisagua 33% y el resto desde la caleta de Mejillones.

Reck informa que el sueldo pagado a los hombres que hacían las perforaciones para los tiros era de \$ 2,50 por turno de 12 horas y lo mismo se pagaba a los obreros calificados en la refinación. Los arrieros que transportaban el caliche a la oficina ganaban la mitad, y los niños y mujeres que limpiaban el salitre en la cancha, ganaban lo mismo que los muleros.

Reck comenta también sobre la necesidad de producir casi toda el agua para el consumo humano mediante destiladoras de agua de mar en los puertos, y de las salmueras subterráneas de las norias en las oficinas. Señala que Iquique tenía una máquina a vapor para producir hielo, y que éste se exportaba a Lima, Guayaquil y Panamá. Bollaert había comentado sobre la importación de hielo en 1854, y lo atribuía al alto costo del agua potable de las destiladoras³¹.

³¹ Bollaert (1859).

CUADRO 4

EXPORTACIONES DE SALITRE DE TARAPACÁ
Quintales de 46 kilos

<i>País</i>	1850	1851	1852	1853	1854	1855
Inglaterra	304.459	271.137	360.703	431.929	428.267	334.745
Francia		154.331	60.651	150.493	98.267	172.036
Alemania	33.650	44.671	44.627	171.940	73.609	176.723
USA este	25.150	33.136	38.436	48.682	48.509	45.519
Italia	10.654	7.399		10.200		7.900
Holanda	40.642	26.912	7.876	14.000	6.687	8.000
Perú (norte)	3.542	3.178	6.090	2.581		750
Chile	4.995	3.180	8.346	2.000	15.238	15.458
España			17.138		6.000	
Suecia			4.700			
Bélgica		6.447			8.000	
Indias Occidentales		9.709	2.287			
Ordenes	87.827	39.807	29.647	17.038	38.924	164.677
California					5.262	5.077
Australia		7.000				
Total	510.879	599.907	563.273	866.001	730.465	936.885
toneladas	23.500	27.596	25.911	39.836	33.601	43.097

<i>País</i>	1856	1857	1858	1859	1860
Inglaterra	221.622	318.050	379.789	447.887	426.978
Francia	185.408	223.868	297.827	304.025	185.193
Alemania	142.527	163.662	102.485	166.763	129.188
USA este	49.101	64.240	70.767	100.380	133.128
Italia		20.046		11.570	
Holanda	5.500	6.038		38.408	10.515
Perú (norte)	207	521	225	6.294	1.800
Chile	11.000	5.995	12.047		
España	20.300	4.500	8.570		
Suecia					
Bélgica	6.085				
Ordenes	184.048	270.007	352.679	484.202	483.446
California	8.300	3.597		6.200	
Australia					
Total	813.798	1.096.333	1.220.337	1.574.199	1.370.248
toneladas	37.435	50.431	56.135	72.413	63.03

Nota: "órdenes" = barcos que reciben destinación de la carga en Valparaíso.

Fuentes: Reck (1863), excepto para 1850 (Rivero (1857)).

4. EL PROCESO DE MÁQUINA DE JORGE SMITH Y COMPAÑÍA

Reck describe la máquina construida por Jorge Smith, y su gerente de operaciones, el señor Milbourne Clark. Este prototipo del sistema Shanks es de una sofisticación técnica que no se vio hasta la construcción en 1884 de la oficina Ramírez, diseñada y montada por Robert Harvey.

Sobre el proceso de Jorge Smith, Reck dice:

En este proceso el equipo generador de vapor se emplea para dos cosas: primero en la lixiviación del salitre mismo, y segundo para producir agua potable, condensando el vapor producido con las salmueras de los piques. La planta está provista de dos calderas que pueden generar vapor y destilar agua. Una tiene 32 pies de largo y 4,5 de diámetro; llamada una "caldera de tiraje directo"; la otra, más chica, es un "cornish boiler". Por el centro del 'cornish' hay una cañería de 3 pies ingleses de diámetro, por el cual pasan los gases del fuego, que al salir se pasan por la segunda caldera y de ahí a una chimenea de 24 pies de alto por 6 pies de diámetro. Normalmente el vapor se genera a una presión de 20 a 25 libras por pulgada cuadrada. Este vapor se emplea para calentar los cachucho disolvedores, y para propulsar las bombas, grúas etc. La alimentación de las calderas es con salmueras. Estas se bombean a una sala especial de recolección donde hay un estanque a una altura de 30 pies, para que pueda alimentar las calderas por gravedad. Como las salmueras contienen mucha cal u otras partículas que se depositan en las calderas, se las trata tirándole salitre quemado, o carbonato de soda [sal natrón] antes de que lleguen a las calderas. Para la lixiviación del caliche se emplean dos estanques rectangulares, fabricados de planchas de fierro de un cuarto pulgada, puestos lado a lado longitudinalmente. El más grande mide 27 pies de largo por 5,4 de alto y 5 de ancho, y tiene un volumen de 726 pies cúbicos; el más chico tiene 19 pies de largo por 4,7 de alto y 5 de ancho, y una capacidad de 444 pies cúbicos. Cada estanque está conectado a las calderas por una cañería individual de 5 a 6 pulgadas de diámetro, que entra, centrada, a lo largo de cada estanque a una altura sobre el fondo de 6 a 10 pulgadas. Cada uno tiene su llave para cortar el vapor cuando es necesario. El estanque grande tiene seis y el chico cuatro canastas, o cubos de planchas perforadas de fierro, con hoyos de media pulgada separadas una de las otras por media pulgada, para que el agua de lixiviación pueda llegar hasta el caliche por todos lados. El estanque más chico tiene sólo tres canastas. Están abiertas por arriba, y tienen mangos para que se puedan poner y sacar del estanque con una grúa a vapor. Las canastas se llenan con caliche molido, y luego son colocadas en los cachuchos donde descansan sobre soportes que dejan el fondo de la canasta a tres pulgadas sobre la cañería de vapor, a unas 18 pulgadas del fondo.

Una vez que las canastas están en los estanques, se deja entrar el vapor a la cañería que está totalmente rodeada por el agua y la solución madre, y así lentamente se hace llegar al punto de ebullición. Después de alrededor de dos horas todo el líquido está a una temperatura uniforme, tras lo cual el caliche es lixiviado, con sólo el desecho quedando en las canastas, el material insoluble muy fino está en el fondo del estanque.

Para deshacerse de lo que queda en los canastos, hay un ferrocarril de unas 30 varas de largo que corre a lo largo de los estanques. A los lados de los estanques hay una grúa a vapor con la cual se levantan las canastas y se ponen sobre carros con cuatro ruedas. Estos se corren hasta el final de los rieles y son vaciados a una cancha contigua a los cachuchos por un mecanismo sencillo de volteo. Este material y los finos del fondo de los estanques se cargan a vagones de fierro y son llevados por un ferrocarril por una distancia de 80 a 100 varas al monte de desechos ubicado en pampa abierta.

Con frecuencia hay pedazos de caliche duro y compacto que no se han disuelto por completo antes de retirar las canastas; hay trabajadores que los separan, y luego se agregan a las nuevas cargas de caliche para su total lixiviación.

Las canastas limpias se llenan nuevamente con caliche y son devueltas para introducir las soluciones que se han mantenido calientes. El licor ahora algo más espeso, se mantiene caliente con vapor y se deja con calor continuo hasta que la temperatura suba a 235° a 240° Fahrenheit. Cuando ha llegado a esta temperatura, igual que en caso de las paradas, el ciclo de lixiviación se ha completado.

Una vez que las soluciones llegaban a 240°F. se cortaban las llaves de paso del vapor y las aguas madres se pasaban rápidamente por canaletas a los estanques decantadores (chulladores). Después de decantadas, pasaban a 20 bateas de fierro o de madera para enfriar la solución y así cristalizar su salitre. Sus dimensiones eran 13 pies de largo por 10 de ancho, con una profundidad de 2,7 pies, que daban un volumen de 7.000 pies cúbicos.

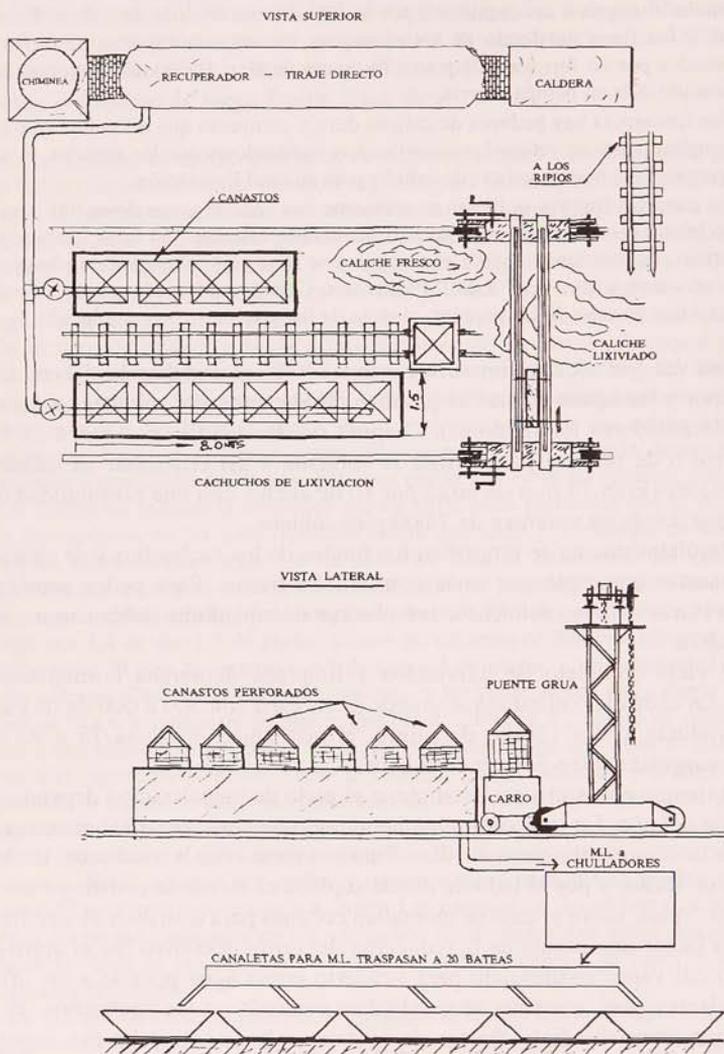
Simultáneamente se limpiaban los fondos de los cachuchos y se cambiaban las canastas con ripio por unas con caliche fresco. Para poder soportar las temperaturas en los cachuchos, los obreros desripiadores debían usar zapatos de madera.

El ciclo completo de lixiviación y limpiado demoraba normalmente 12 horas. En cada ciclo el estanque grande se cargaba con 500 a 600 qq de caliche, que producía 120 a 150 qq de salitre, el más chico producía 75 a 90 qq de salitre cargando 300 a 370 qq de caliche.

El tiempo necesario para completar el ciclo de cristalización dependía de la estación del año. En junio a septiembre demoraba unos tres días; mientras en el verano la demora era hasta 44 días. Para suavizar estas variaciones, las bateas tenían un techo, y por el lado de donde soplaba el viento se construyó un muro de unos 5 pies, sobre el cual se montaban cortinas para distribuir el aire fresco.

Un factor importante en la reducción del costo operativo fue el aprovechamiento del vapor condensado para venderlo como agua potable a las oficinas circundantes. Así, mientras se cambiaban canastas en los cachuchos, el agua feble que retornaba de las bateas de cristalización se calentaba con vapor mediante serpentines, que los operarios llamaban "roscas", instalados en el estanque de alimentación a los cachuchos. El condensado producido por los serpentines se empleaba para el personal y las mulas, y el sobrante se vendía.

FIGURA 1

ESQUEMÁTICO DE LA MÁQUINA DE JORGE SMITH EN LA NORIA³²³² Reck (1863).

La Figura 1 muestra un croquis, en plano y un corte, de la maquinaria de La Noria, descrita por Reck. Como puede verse, el proceso de Jorge Smith fue muy adelantado en la sofisticación de su ingeniería, especialmente en términos del manejo de materiales. Los trasposos de soluciones con bombas a vapor, la descarga del ripio en las canastas mediante una grúa a vapor, rieles y un volteador de carros no se conocían en la industria hasta 1884.

No presenta novedad el sistema de secado del salitre, que en todas las oficinas se hacía dejándolo al sol antes de embarcarlo al puerto a lomo de mulas. En cuanto a los costos de transporte Reck señala:

Hasta 1861, el flete por quintal desde la oficina al puerto era 7 a 8 reales; ahora, en el año 1862 es sólo de 5 a 6 reales, porque el precio del salitre ha caído en el mercado, y mucho de los productores cerraron sus paradas; pero el número de arrieros y sus burros no cambió, y el resultado ha sido que el precio tuvo que bajar. Los arrieros traen carga de retorno a las oficinas, que incluye las maquinarias, hierro, herramientas, antracita, madera, etc., como también comida y los otros menesteres de los trabajadores. La tarifa de retorno al comienzo de 1862 era de 4 a 5 reales por quintal, habiendo sido más anteriormente, pero siempre menor que de la oficina al puerto. Las estadísticas para 1859 sobre el monto de la carga son:

De La Noria a Iquique	831.749 qq	
a 8 reales/qq		831.749 Thlers (\$)
retorno a la Oficina	435.000 qq	
a 6 reales/qq		326,250 Thlr
Total pagado por flete	1.266.749 qq	1.157.999 Thlr

La segunda oficina de máquinas, Hansa, construida por Ferdinand Corssen y que Reck no describió, fue fotografiada por William Oliver en 1863. Esta máquina no era tan sofisticada en su manejo del caliche y ripio como la Oficina La Noria, probable razón por la cual Reck no la describe. Lo novedoso del diseño empleado por Corssen fue el cachucho en forma de huevo, que podía contener vapor a gran presión y permitía efectuar la lixiviación a mayor temperatura, lo que aceleraba la extracción del salitre.

La ventaja de un proceso de extracción más rápido por la alta presión y temperatura de las soluciones puede haberse perdido en la descarga del ripio de los huevos, que debe haber sido más lento y engorroso que en La Noria. Esto explicaría por qué otros salitreros no adoptaron el sistema.

El equipo humano de Jorge Smith y Cía., que ya en los años sesenta tenía el respaldo de Gibbs, se formó en Londres en 1853, con William Bollaert como catalizador. A fines de 1852, o comienzos de 1853, Jorge Smith dejó su nuevo socio, José Sandes, a cargo del negocio, y fue a Londres, donde Bollaert lo propuso como "Fellow" de la Royal Geographical Society (RGS). El viaje está confirmado por el registro de socios del RGS, e indica las fechas aproximadas

de todos su viajes a Inglaterra posteriores. En 1853 Smith contrató a Bollaert como relacionador público para escribir sobre la industria y atraer capitales, como los de Gibbs. M. B. De la Fuente debe haber acompañado a Smith a Londres en este viaje porque la RGS publicó un artículo suyo (traducido por Bollaert) sobre la geografía de Tarapacá, y Bollaert, que tenía un buen puesto pero no mucho dinero, dedicó a De la Fuente una edición de los dibujos de Tarapacá de Jorge Smith. Ciertamente el viaje que Bollaert hizo a la costa del Pacífico en 1854 no lo costó por su cuenta, y es poco probable que su empleador lo hiciera, ya que su negocio de comercio exterior se limitaba a España. Lo probable es que fueron Smith y posiblemente De la Fuente.

Jorge Smith regresó a Iquique en los primeros meses de 1853, y Bollaert salió de Londres en noviembre de 1853, llegando a Iquique en febrero de 1854. Milbourne Clark también llegó a Tarapacá ese año, y se incorporó de inmediato a Jorge Smith y Cía. como tercer socio y gerente de operaciones. Este arreglo debe haberse negociado en Londres el año anterior. Así empezó una amistad y confianza recíproca entre Clark y Smith que duró hasta la muerte de éste a fines de 1869.

El viaje a Londres dio frutos, porque cuando Smith regresó a Iquique en 1853, comenzó una serie de proyectos que necesitaban capitales importantes: aumentó la capacidad productiva de La Noria, e instaló sus primeros cachuchos con calefacción por vapor; construyó un camino de carretas hacia El Molle, y un molo en esa caleta. En 1854 construyó un andarivel para bajar el salitre hasta el muelle. Este andarivel, que en el mapa de Bermúdez aparece saliendo desde la oficina misma, sólo era para bajar la cuesta³³. No funcionó, porque los cables de acero de la época no tenían la suficiente resistencia para soportar el peso de los cachuchos con salitre, y debió ser abandonado³⁴.

En 1862, cuando Reck examinó las operaciones en La Noria, Milbourne Clark era el socio que manejaba todo los aspectos del quehacer salitrero en terreno. Jorge Smith, con su larga experiencia del salitre, y su negocio del agua potable que llevaba unos 15 años, debe haber sido el originador de las ideas de

³³ Bermúdez (1963), 144.

³⁴ Bollaert "Antiquarian etc." (1860), 256, incluye un resumen de su ponencia ante la Society of Arts de Edinburgo en 1859, dice: "Molle está a 6 millas al S.E. de Iquique. Visité esta caleta muchas veces con Mr. George Smith, quien había sido inducido a construir dos cables paralelos desde la cumbre de la montaña, a 1.800 pies de altura, hasta la costa, para así hacer bajar en carros móviles su nitrato de soda, que por su peso al bajar haría subir otro carro cargado con carbón y víveres. El principio es factible, pero por el gran largo del cable que se necesita, 3,735 pies de cable con una circunferencia de 3,5 pulgadas, y 10 libras de peso por braza. Su resistencia nominal fue de 20 toneladas, y de trabajo de 60 cwt (3.000 kg) -falló en su parte central en sus pruebas de partida. Fue reparado varias veces, pero siguió fallando y se tuvo que abandonar la idea de este carísimo 'ferrocarril aéreo'."

combinar calefacción con vapor y la venta del condensado como agua potable para recuperar los costos del combustible; en cambio los conceptos modernos sobre el manejo de material con carros de ferrocarril, canastas, y el vapor como fuerza motriz para grúas y bombas, parecen ser ideas del señor Clark. Así, la paternidad del diseño de la máquina de La Noria es de ambos.

Las autoclaves con inyección de vapor empleadas en la Oficina Hansa de Corsen deben haberse importado directamente de Alemania, financiadas por Gildemeister. Su diseño fue mejorado en oficinas construidas posteriormente por éste, pero las autoclaves no parecen haber sido aceptadas por otros salitreros.

Robson, Smith y Cía. había tenido relaciones financieras con Antony Gibbs & Sons a través de Gibbs y Cía. de Valparaíso desde mediados de los años treinta, a quienes consignaban parte de sus exportaciones de salitre, y aceptaban ser habilitados. El viaje de don Jorge a Londres en 1853 indudablemente incluyó reuniones con los socios de Antony Gibbs para asegurar financiamiento a futuro, aunque no se ha encontrado documentación al respecto en los Archivos Gibbs. Según O'Brien³⁵, Gibbs hizo su primer préstamo a Smith en 1856, y se mantuvieron muy bien informados sobre Smith y sus socios, como puede verse de la siguiente carta, escrita en 1859:

George Smith & Co. Estamos contentos de ver de que este aparentemente ha sido un buen cliente suyo, y esperamos que siga así, pero para que esto ocurra, deben tener mucho cuidado que el monto de adelanto no exceda la suma convenida, y que todas las transacciones estén bien documentadas, porque creemos importante que Uds. sepan que sus corresponsales anteriores, Seymour, Peacock & Co., tienen muy poca confianza a Mr. Milbourne Clark, diciendo que (por causa que desconocemos) si puede estafarlos, lo hará.

Esta acusación sugiere que ellos dañaron a Clark en algún negocio³⁶.

El incentivo para William Gibbs y Cía. de Valparaíso, en entrar de lleno en el negocio salitrero, se deduce de la contabilidad de Antony Gibbs & Sons. Ya en 1860 sus ganancias como habilitadores de Jorge Smith y otras empresas salitreras crecían rápidamente, y tomaban un vuelo que las acercaba a las utilidades de su monopolio en el negocio del guano peruano.

³⁵ O'Brien (1982), 15.

³⁶ Sin duda Gibbs investigó y falló a favor de Clark, ya que no sólo financió la Oficina Carolina, en 1863, pero cuando entraron como socios mayoritarios en Jorge Smith y Cía., para formar la Compañía de Salitres de Tarapacá, mantuvo a Milbourne Clark como gerente. Lo curioso es por qué emplearon su nombre al formar la empresa Milbourne Clark y Cía. para llevar a cabo su nuevo negocio salitrero en la costa boliviana.

Una carta de Antony Gibbs & Sons de Londres a Valparaíso, de 29 de enero de 1864, muestra su interés en Jorge Smith y Cía., y la confianza que Smith le daba a Milbourne Clark después de diez años de trabajar juntos:

George Smith & Co. Vemos que Uds. valorizan la deuda a 2.5%; y considerando la negociación que están llevado Uds. con ellos, no creemos que pueden cargarle un descuento mayor ...

Esta empresa, creemos, es la más antigua de los establecimientos salitreros, operando desde los días del Capitán Robson. Frecuentemente han estado sobregirados, y debían fuertes sumas a nuestra Casa. ¿Que rumbo han tomado sus actividades, y en que manera han mejorado sus negocios, o el tipo de instalación productiva que tienen, para que supongan futuras ganancias tanto mejores que puedan pagar sus deudas, como el optimista señor Smith cree puede ser en dos años? ¿Por que, si pueden saldar la deuda tan rápidamente, son tan tontos como querer vender la empresa?

Tenemos entendido que una de las condiciones sine qua non de su parte, ha sido que cuando mueran los señores Sandes y Smith, Uds. deben comprar su interés, a un precio fijo convenido. ¿Que quiere Mr. Smith cuando en su carta al señor Clark, le dice que quiere que sus herederos participen en el aumento en valor de la empresa? No nos gusta nada la idea de que sus herederos que desconocemos sean unos semisocios nuestros —algún Faraón que no conoce José, y que podría causar cualquier cantidad de problemas.

La preocupación sobre su deuda, que ese año había llegado a 133.311 pesos (£ 26.660), respondía a la preocupación generalizada entre los banqueros por la fuerte depresión que afectó a la industria salitrera a comienzos del decenio del sesenta, a la cual alude Reck, que menciona la baja en las ventas que cerró muchas de las paradas y la concomitante baja en los precios y los pagos por fletes. Por el otro lado, Gibbs obviamente reconoce que la tecnología de Smith y Cía. era la mejor en la industria, y que valía la pena comprar la empresa. El viaje de Milbourne Clark a Inglaterra para hacer la negociación en persona, indica la confianza que le inspiró a Jorge Smith. Una vez acordado el precio (que no conocemos), Gibbs se movió como relámpago en cerrar el negocio, comprando todas las propiedades de Jorge Smith en Tarapacá. Con ellas formó la "Compañía Salitrera de Tarapacá" ante el notario de Tacna, Enrique Chipoco, el 8 de noviembre de 1865 con un capital de £ 10.000, del cual William Gibbs y Cía. tenía 7/12, Jorge Smith 3/12 y Milbourne Clark 2/12³⁷.

³⁷ La relación entre Milbourne Clark y Jorge Smith está documentada en una carta de Gibbs Londres a Valparaíso de 8-5-1884 (MS 11 471, volumen 19, 8) que dice: "Mr. Clark no cree que puede atestiguar más de decir que él llegó a Iquique en 1854 y ese año ingresó como socio en Jorge Smith y Cía., continuando en ese puesto hasta que el negocio fue vendido a la Cía. Salitrera de Tarapacá en 1865; que volvió a Inglaterra en 1864 retornando a Iquique en 1865, que al traspasar la empresa de Jorge Smith y Cía. a la Salitrera Tarapacá, fue el gerente hasta que vino a Inglaterra en 1868, y con un apunte hecho en 1862 a la vista, él cree que no había ningún pleito pendiente entre Jorge Smith y Cía. y Núñez, y [el negocio] se finiquitó dándole la casa en Pica y quedándose con las ocho estacas que liquidaba por completo lo demandado."

Sin duda Smith y Clark recibieron un buen precio por sus intereses en Jorge Smith y Cía. Jorge Smith volvió de inmediato a Inglaterra y murió en Norwood Park, Somerset, el 28 de noviembre de 1869, a los 67 años de edad.

Milbourne Clark quedó como gerente de la Cía. de Salitres de Tarapacá hasta 1868. Ese mismo año, Jorge Smith envió a Clark un poder firmado ante una notaría en Bristol el 22 de octubre de 1867³⁸, para representarlo en la formación de Milbourne Clark y Cía. en Antofagasta, que se trata más adelante. Por qué se llamó esta empresa Milbourne Clark y Cía. es un misterio que ha confundido a muchos historiadores del salitre. Posiblemente fue porque Clark y Smith, como socios minoritarios, garantizaban la calidad de la tecnología que aportaría Gibbs y la Cía. de Salitres de Tarapacá, a la futura industria salitrera antofagastina.

Milbourne Clark firmó por Smith, y volvió a Inglaterra en los últimos días de ese año o principios de 1869. Había sido nombrado albacea del testamento de Jorge Smith, hecho en Iquique en 1865. Después de su muerte, Clark se encargó de la venta de las acciones que Smith tenía en Milbourne Clark y Cía. Esta transacción es interesante porque muestra una corrección casi increíble de los socios de William Gibbs y Cía. en Valparaíso, e indica que la personalidad de don Jorge era tal que inspiró respeto y aprecio de la gente con que hizo negocios. Los documentos en el Archivo Gibbs muestran que primero Antony Gibbs & Sons por instrucción de William Gibbs y Cía. pagó a la sucesión \$ 33.880,96 (£ 6.529.2s.1d.) en febrero de 1872. Una carta de Londres a Valparaíso informó de esto, diciendo que si los socios en Valparaíso obtenían un mejor precio al vender las acciones a don Agustín Edwards, era cosa suya si se quedaban con la diferencia o si se ofrecía algo a los herederos. Cuando se efectuó la transacción, Edwards efectivamente pagó un mejor precio, y Gibbs Valparaíso sólo retuvo su comisión normal y dio instrucciones a Londres a pagar a la sucesión la diferencia hasta completar £ 8.199-2s. Hay una carta muy conceptuosa de los abogados de Smith a Gibbs, alabando su rectitud y generosidad.

5. EL PROCESO SMITH Y SU EVOLUCIÓN A LIXIVIACIÓN SECUENCIAL DEL CALICHE, Y HACIA EL SISTEMA SHANKS

La evolución del proceso Smith entre 1861, cuando Reck lo estudió, y 1865, cuando Jorge Smith vendió su empresa a la Compañía Salitrera de Tarapacá de Guillermo Gibbs y Cía., no está documentado. Sin embargo, en los archivos Gibbs hay algunos informes contables anteriores a 1870, que indican

³⁸ Bermúdez, *op. cit.*, 204, dice 1868, pero tiene que haber sido antes por la fecha de la formación de la empresa.

que el método empleado para refinar caliche consistía en combinar todo el equipo disponible: fondos de paradas, cachuchos con inyección de vapor y máquinas condensadoras.

El proceso empleado en La Noria en 1865 trataba el caliche cargado en canastos que eran puestos dentro de los cachuchos calentados con inyección de vapor. Los caldos saturados de esta operación se pasaban directamente a decantadores (chulladores), y después a las bateas cristalizadoras para refinar y recuperar el salitre. El rípio de esta primera operación, que siempre contenía colpas de caliche semilixiviado, era separado por mujeres y niños, y se trataba en las antiguas paradas, probablemente mezclándolo con caliche fresco y/o rípio recuperado de los antiguos desechos.

El proceso era muy flexible ya que todas las soluciones débiles que sobraban se evaporaban en las máquinas de agua potable. Esta operación producía toda el agua para la población y los animales, y la solución concentrada se pasaba a bateas para recuperar el salitre por cristalización.

Había una segunda instalación de las antiguas paradas que se empleaban para tratar las colpas de caliche semilixiviado o los rípios de las otras operaciones, probablemente mezclados con ciertos caliches refractarios, empleando el proceso tradicional.

En todo caso, tanto en las paradas como en los cachuchos el último lavado del rípio se efectuaba con agua pura, ya que con las máquinas destiladoras se podían recuperar las soluciones débiles sin costo de combustible por la venta del agua potable producido.

Milbourne Clark, el gerente de operaciones de Gibbs, vio que las soluciones concentradas de las evaporadoras eran una fuente ideal de yodo en solución, y tomó la licencia del proceso de Gamboni, instalando la primera planta de yodo en Tarapacá. Este proceso desgraciadamente no funcionaba bien, y fue abandonado después de producir unas diez toneladas de yodo³⁹.

El empleo de tres procesos diferentes en La Noria puede comprobarse en la contabilidad en los archivos Gibbs, donde se informa separadamente la producción de cada uno. El Cuadro 5 reproduce el resumen para el año 1869.

No se sabe con certeza por qué había una diferencia tan grande en la productividad y costo de las primeras y segundas paradas, o por qué éstas trabajaban de maneras distintas. Es posible que se deba al hecho que en uno de los casos se trate de rípios reprocessados, cosa que hacían casi todos los salitreros que tenían rípios antiguos. Tampoco se sabe si otros productores empleaban sus paradas o los cachuchos a vapor. Parece que el secreto del proceso de don Jorge Smith fue el empleo de la evaporación, que fue muy rentable mientras el precio del agua potable en Iquique se mantuvo alto.

³⁹ Crozier, Ronald, El yodo. *Historia* 27.

CUADRO 5

GASTOS DE OPERACIÓN EN 1869 DE LA NORIA
Costos unitarios⁴⁰

	<i>Quintales</i>	<i>Soles/qq salitre</i>
A. Extracción de caliche	605.900	0,3323
B. Transporte de caliche		0,0806
C. Chancado del caliche		
D. Extracción de ripios		
E. Máquina	142.938	0,4334
F. Evaporadoras	20.560	0,3872
G. Primeras Paradas	15.810	0,5370
H. Segundas Paradas	26.180	0,4510
Total gastos producción salitre	205.488	0,4390
I. Gastos gerencia general		0,0704
J. Interés y amortización		
K. Nueva construcción		
Total gastos directos		0,9224

Un documento del archivo Gibbs entrega la descripción de los haberes de la Compañía Salitrera de Tarapacá, anterior a la modernización de La Noria⁴¹:

Oferta de Venta de Acciones en la nueva Compañía de Salitres de Tarapacá

Capital de la nueva Compañía: Soles 1 500 000

Lima, enero... de 1873

Activos que tendrá:

La Compañía tiene en la actualidad cinco establecimientos (ademas de terrenos en Arica y Pisagua) a saber:

- (1) uno central en Iquique con casa habitación, escritorios, bodegas, corrales, máquina (a vapor) de agua, etc.

⁴⁰ Archivo Gibbs MS 11.129.

⁴¹ Archivo Gibbs MS 11.132.

- (2) Oficina salitrera de La Carolina, con todo el aparato requerido para hacer más de 1.000 qq de salitre diarios;
- (3) otro que existe en la caleta de Junín, que dista 4 leguas de La Carolina, con una máquina (a vapor) de agua y todo lo necesario para recibir, ensacar, embodegar, pesar y embarcar (de su muelle) todo el salitre que venga;
- (4) otro que es la Oficina salitrera de La Noria, que dista de Iquique por ferrocarril, cosa de 13 leguas, con todo el aparato y lo requerido para hacer 800 qq de salitre diario; y,
- (5) otro pequeño en la caleta de Moelle con su máquina (a vapor) de agua, y todo lo necesario para recibir, ensacar, embodegar, pesar y embarcar salitre que dista cosa de 1,5 leguas al S.E. de Iquique y 12 de La Noria.

La compañía tiene de calicheras (terrenos salitrales) 1867 1/2 estacas, de los cuales se calcula una parte pequeña usada ya, y una inmensa cantidad de rípios que se propone elaborar en salitre, también se propone fabricar yodo, una substancia cuya explotación deja buenas utilidades.

La cantidad de salitre que la compañía hace al año es, y ha cido (sic) entre 650.000 y 700.000 quintales.

El trajín entre la Oficina de La Carolina y la caleta de Junin se hace en carretas grandes (llevando 100 qq c/una) sobre un camino de la propiedad de Compa entre Iquique y La Noria por ferrocarril, y entre Moelle y La Noria por arriaje.

Las existencias de carbón, fierro, madera, cebada, artículos de bodega y de pulperías, etc. evaluadas en 1 de mayo de 1872 (se estima) en Soles 428,500, mas o menos...y debía en dicha fecha a los señores Gmo Gibbs y Cía. la suma de soles 472 800, mas o menos, serán tomadas por la nueva Compañía al avalúo hecho en la citada fecha y en fin la nueva Compañía entrará en los negocios de la empresa en la citada fecha de 1o de mayo, o sea 30 de abril de 1872, tomando todas las responsabilidades contratadas de la actual empresa en y desde aquella fecha y percibiendo las ganancias del actual año comercial que fenece en 30 de abril de 1873, es decir, todo lo hecho por la actual empresa durante el citado año comercial será por cuenta de la nueva Compañía.

Este documento fue escrito justo después que Gibbs había comprado el interés minoritario de Jorge Smith y Milbourne Clark en la Cía. de Salitres de Tarapacá. Esta fue constituida originalmente en 1868, con un capital declarado de 450.000 soles, con el 58 por ciento de las acciones en manos de Guillermo Gibbs y Cía. Parece que esta propuesta de venta o recapitalización no fue más que un estudio teórico en respuesta a la amenaza del estanco. La construcción de la nueva máquina en La Noria, proyectada por Carlos Lambert (¿hijo?), resultó en una inversión directa de Gibbs de 300.000 soles.

El empleo de vapor abierto en el proceso máquina duró por casi veinte años, hasta la primera instalación de serpentines calefaccionados con vapor en los cachuchos; se adaptó en 1872/73 cuando se construyó la segunda máquina en La Noria y se le cambió el nombre a "Limeña". Esta información proviene

de J. F. Flagg, tomada de un artículo fechado el 28 de octubre de 1873⁴². Flagg era un ingeniero norteamericano experto en salitre que diseñó y construyó una máquina. Su descripción de las máquinas en operación en 1872/3 parece estar basada en Hansa de Gildemeister, y La Noria:

Hay dos nuevos métodos de refinar caliche, que difieren sólo en sus detalles. Emplean estanque-caldera grandes, y cachuchos cerrados o digestores, ambos calefaccionados por vapor —sólo un pequeño cambio en concepto con el antiguo proceso de las paradas. Es decir, se disuelve el nitrato de soda empleando calor, se limpia de su borra en un estanque decantador, y luego se enfría, para cristalizar el salitre, en bateas amplias y de poca profundidad.

Los dos sistemas tienen fuertes defensores. En ambos casos las cañerías con vapor están en el fondo del caldero, separadas de la carga por una plancha de hierro perforado que se llama "crinolina", y en que el vapor se descarga a la solución y al caliche por pequeños agujeros en las cañerías.

En el estanque abierto, que es rectangular, se consume más combustible por la gran superficie expuesta al aire (sus dimensiones son 24 pies de largo por 6 de ancho y 5 de profundidad [Reck (1863) dice 27 x 5 x 5,4]; y como el carbón últimamente se ha transado a \$ 16 a \$ 20 (moneda norte americana) por tonelada en Iquique, y el costo de transporte a las oficinas es \$ 10 a \$ 12 adicionales, este es un costo muy significativo. El ripio o deshecho, se saca en general a pala; un procedimiento lento y caro. En algunos casos se elimina esto, cargando el caliche en jaulas de hierro que se ponen y sacan con grúas puente. Por el otro lado sus defensores aducen que son más económicos en su capital de construcción, porque son sencillos y requieren mucho menos equipos de montaje de madera y muros; que se pueden tratar partidas más grandes; que el caldo es más concentrado, por la evaporación superficial, y que el nitrato se extrae más completamente, por esto y por la posibilidad de agitar la carga con barras.

Los cachuchos cerrados normalmente son cilindros verticales de 6 a 8 pies de diámetro y de 10 a 12 pies de largo, terminando arriba con un segmento semi-esférico, o un cono frustrado, con una puerta para la carga, y lo mismo abajo, con una puerta que abre la crinolina, para la descarga. En este caso hay el obvio ahorro en combustible, ya que la carga caliente está menos expuesta a radiación, por estar a un poco de presión y porque no se pierde vapor al aire. El ripio se descarga por abajo, económica y rápidamente directamente a carros; pero el caldo es mucho menos rico, y frecuentemente se acumula más agua vieja que la que se puede emplear, que si hay que botarla, esta casi saturada de nitrato y significa una pérdida grande. Pero su mayor defecto es la ineficiencia en la extracción de nitrato desde el caliche.

⁴² J. F. Flagg (1874).

Flagg informa de una sorprendente gama de configuraciones que los saliteros exploraron para mejorar sus operaciones. Esto incluye otros tipos de estanques disolvedores, entre ellos el empleo de carros de ferrocarril perforados llenos de caliche que se introducían en grandes autoclaves para disolver el salitre; una vez agotado el caliche, el ripio se llevaba directamente al monte de desecho, sin tocarlo.

Flagg comenta que desde 1872 se estaba reemplazando la trituración de caliche con combos por chancadoras Blake de mandíbula, y tiene la primera documentación del empleo de vapor cerrado en los cachuchos. Dice:

En un establecimiento [Limeña de Gibbs], hay cuatro grandes cachuchos verticales. El establecimiento que los tiene en construcción es bastante antiguo, con grandes rumas de ripio, en el cual, por la ineficiencia de su procesamiento, queda, por análisis, un promedio de 21% de nitrato de soda. Se estima que, mezclándolo con caliche virgen, este ripio podría ser trabajado recuperando mucho de las pérdidas. Los cachuchos son calefaccionados por una serie de cañerías montadas verticalmente en las paredes, sin perforaciones para inyectar el vapor. Así el caldo no se diluye con vapor condensado. El vapor condensado de retorno de las cañerías se vende a la población.

El procedimiento consiste en cargar el cachucho N° 1, con caliche y el agua necesaria, hirviéndolo por el tiempo apropiado; el caldo se traspasa al cachucho N° 2, donde se agrega una segunda carga de caliche; y se le da una segunda hervida, aumentando la concentración del caldo que luego se traspasa al cachucho N° 3, adonde se repite la operación. Cuando la operación se normalice, uno de los cuatro cachuchos siempre estará cargando o descargándose. El caldo se decanta en la manera usual, y el nitrato de soda se recupera por cristalización en las bateas. El agua que queda en las bateas (agua vieja), en vez de ocuparse nuevamente, como es usual, se traspasa a las paradas y se evapora por completo.

Flagg es escéptico sobre la competitividad de los costos, pues supone que el costo de capital era excesivo. La descripción del nuevo proceso implantado en Limeña en 1873 por Gibbs está en el siguiente documento⁴³:

La Máquina Principal

El sistema es enteramente nuevo i contiene todas las ventajas de los sistemas que se conocen como de Maquina i de Paradas, a la que hai que agregar la muy particular ventaja sobre éstos de que no sólo se aprovecha todo el calor que antes se perdía, gastando por consiguiente menos Carbón, sino que se aprovecha también el Agua dulce que se resaca durante la operación principal. Una de las ventajas más notables del nuevo sistema es que en lugar de emplear Agua vieja (Agua madre) para disolver el caliche, botando por consiguiente el Ripio que contiene 18 a 25% de Salitre, se emplea Agua de Pozo, i se lava el ripio de tal manera que después de haber concluido la operación solamente queda en el como 3% de Salitre, pero queda un exceso de *agua vieja*, rica en Salitre i Yodo, i con el objeto de extraer dichas sustancias para (sic) la Agua vieja a la ... (ilegible).

⁴³ Gibbs Ms 11.132

Máquina de Evaporación

En donde por medio de una Máquina a Vapor especial, se evapora el Agua Vieja, hasta que tenga la misma densidad que el caldo formado en la primera operación. De dicho caldo se extrae el Salitre por el modo acostumbrado. El Agua vieja que queda después de esta operación se pasa al departamento de Paradas adonde por segunda vez se evapora el líquido i se extrae todavía más de el Salitre que contenga.

El Agua vieja que se forma de la segunda evaporación se encuentra en el estado preciso para la extracción del Yodo, i con este objeto se pasa el líquido al departamento para la elaboración del Yodo.

Después de haber sacado el Yodo que contenga, el líquido pasa otra vez a la máquina de Evaporación para sacar todo el Salitre que aun contenga en una tercera operación; i el líquido que queda después de esto es muy denso, no contiene Salitre, sino todas las impuridades (sic) solubles que contenía el caliche.

La contabilidad de La Noria/Limeña para este decenio (Cuadro 6) indica que en 1872/73 los gastos para nuevas construcciones fueron 200.000 soles [£ 36.700], que tienen que ser para la nueva máquina. Es interesante que en un catastro completo de las salitreras, preparado por Juan Ibarra a pedido del gobierno del Perú, en 1873 se menciona la segunda máquina, dando una producción en 1872 de 299.166 quintales, y una proyección para el año 1873 de 1.035.000 qq⁴⁴. Esta proyección no calza con los datos del Cuadro 6 que indica que la producción mensual de La Noria subió a un máximo en 1872 y se mantuvo más o menos a ese nivel mensual hasta 1876, elevándose a un nuevo máximo de 781.968 qq en los doce meses anteriores al 30 de abril de 1877. Una razón es que Ibarra se informó por los mismos productores, y como el estudio serviría para fijar cuotas de producción, se exageró mucho la capacidad.

El censo de Ibarra registra 142 oficinas en operación; 38 con máquinas, y 344 paradas. Informa que en mayo de 1873 había 25 nuevas máquinas en construcción y, lo que sorprende, también había 17 nuevas paradas en construcción. La producción informada para los doce meses hasta mayo 1872 es de 5.787.891 qq, que se puede comparar con las exportaciones de 4.420.764 qq (203.355 tons.); en 1873 aumentaron a 6.263.760 qq (288.133 tons.), que calza con las cifras de Ibarra, mientras que proyección para 1873 de casi trece millones de quintales es inverosímil.

⁴⁴ [Gibbs MS 11129, abril 30, 1873].

La distribución de la producción en el catastro de Ibarra es interesante. El 72,5% proviene de las 38 oficinas de máquina, de las cuales sólo cuatro también tenían paradas. Un factor obvio es que 34 de las 38 eran oficinas nuevas, que explica por qué los productores nuevos no se percataron de las bondades del sistema Smith, que se mantuvo como secreto industrial. También es interesante que ninguna de las oficinas de máquina en la lista de 1872 coincide con las que se supone emplearon el sistema Gamboni en la década del cincuenta. De la lista de nueve con calefacción a vapor en Bermúdez (1963), las supuestamente modificadas por Gamboni: Sebastopol, Cocina y Salar, aparecieron en el mapa de don Jorge Smith de 1859, pero no entre las oficinas que operaban en 1870. Las sobrevivientes fueron Victoria de Soruco y Cía.; China, de Manuel Olivios; San Pedro y Hansa, de Gildemeister, y La Noria y Carolina de Smith/Gibbs.

La serie contable de las operaciones de la Cía. Salitrera de Tarapacá (Cuadro 6) es la única que ha sobrevivido con información detallada y consistente año a año. La transición entre la máquina de Jorge Smith (Oficina La Noria) y la nueva máquina de vapor indirecto (Oficina Limeña) resultó en períodos contables anormales: 7 meses en 1873 seguido por 5 meses en 1874. La notoria baja en el ritmo de producción para estos dos períodos se debe principalmente al empleo del personal de operaciones en la construcción de la nueva máquina, lo que se explica por la necesidad de cuidar el flujo de caja ante la incertidumbre generada por la crisis económica en Valparaíso, reforzada por el estanco y rumores de expropiación. La sección más afectada por la falta de brazos fue la faena minera.

Ignorando este período de operación anormal, podemos comparar la ventaja de eliminar la inyección de vapor en el caliche, observando los costos y rendimientos de La Noria anteriores a 1873, que fueron de algo más de un sol por quintal de salitre producido, con el período post 1876, cuando el promedio hasta comienzos de la guerra fue de 0,72 soles por quintal. La capacidad de producción de salitre además subió de 25.000 a 65.000 qq mensuales.

En los archivos Gibbs hay datos similares para las oficinas de postguerra, La Palma y La Patria. Un factor que salta a la vista es el cambio en la filosofía de la gerencia hacia los obreros: en Limeña la contabilidad de pulperías muestra utilidades y pérdidas, más o menos en equilibrio en el conjunto de años, mientras en postguerra hubo utilidades todos los años, además de informes gerenciales analizando los niveles de utilidad, lo que subraya la percepción de los sindicatos de este siglo que los pulperos se enriquecieron más que los salitreros.

Con respecto a los profesionales, hasta la crisis de 1930 los sueldos y los costos "casa" eran similares, lo que indica que, para poder mantener personal profesional en el desierto, había que darles una vida cómoda y la posibilidad de ahorrar el total de sus sueldos.

CUADRO 6
CONTABILIDAD DE LA NORIA/LIMENA PARA 1869-1876⁴⁵

Año contable	1869	1870	1871	1872	1873	(1873)	(1874)	1875	1876	1877	1878	1879
Fecha de cierre del balance	04.30	04.30	04.30	04.30	04.30	11.30	04.30	04.30	04.30	04.30	12.31	04.30
Oficina	La Noria	La Noria	La Noria	La Noria	La Noria	La Noria	Limeña	Limeña	Limeña	Limeña	Limeña	Limeña
Meses operados	12	12	12	12	12	7	5	12	12	12	8	4
Salitre producido qq	205.488	197.725	220.562	301.024	300.149	74.783	76.655	166.235	582.887	781.968	385.693	111.606
Promedio mensual de nitrato qq/mes	17.124	16.477	18.380	25.085	25.012	10.683	15.331	13.853	46.907	65.164	48.212	27.901
Resumen de costos, soles/qq						incluido	0.3243	0.2732	0.2776	0.1838	0.1896	0.2141
Extracción de Caliche	0.3323	0.3917	0.4267	0.4326	0.4606		0.1360	0.1185	0.0672	0.0504	0.0576	0.0785
Transporte	0.0806	0.0874	0.0850	0.0964	0.0965	en	0.0323					
Chancado refinación	0.0620	0.0610	0.0435	0.0254	0.0264	0.0301						
Costo refinación	0.4391	0.5409	0.4823	0.3615	0.4738	0.9787	0.3100	0.4089	0.4201	0.2562	0.3025	0.4513
Gerencia General	0.0704	0.0900	0.0766	0.0786	0.0794	0.1276	0.1644	0.1436	0.0232	0.0880	—	0.1083
Extracción riptos	0.0114	0.0104	0.0119	0.0121	0.0149	0.0148	0.0092	0.0062	0.0060	0.0084	0.0092	0.1044
Costo Directo/qq nitrato	0.9224	1.1100	1.0820	0.9795	1.1222	1.1184	1.0116	1.0200	0.8408	0.6100	0.5821	0.8871
Interés y amortización	0.0235	0.0708	0.0425	0.0535	0.1042	0.4966	0.4779	0.0734				
Resumen operaciones	724.620	761.696	699.730	835.140	835.820	360.832	282.098	611.010	1.774.619	2.145.312	1.112.270	2.059.692
Caliche & riptos consumido	28.25%	26%	31.5%	36%	36%	20.75%	27.25%	27.25%	33.50%	36.50%	29.25%	29.50%
% Nitrato recuperado	32.276	35.420	30.777	37.553	42.160	15.624	6.061	26.086	111.437	135.995	82.783	148.817
Carbón consumido												
Resumen de gastos												
Sueldos	8.339,72	8.642,74	8.320,28	9.137,12	10.175,30	3.360,00	3.320,00	7.586,00	9.418,30	9.535,38	6.544,80	11.898,93
Gastos Casa	5.535,37	7.654,00	8.226,13	7.885,89	10.764,93	5.160,69	7.156,99	13.300,92	10.931,70	13.898,69	9.297,76	14.647,00
Ventas	6.140,69	5.656,35	7.229,25	10.162,79	10.212,75	6.942,25	1.297,97	6.872,74	7.451,22	9.228,77	5.348,84	11.364,22
Agua potable	12.060,14	5.908,04	5.624,99	8.563,50	1.788,46	913,24						
Bodega & Pulperia	2.518,51	8.043,23	1.449,33	5.324,67	9.203,72	19.684,00	22.491,17					
Ganancias												
Pérdidas												

⁴⁵ Gibbs MS II 129 y MS II, 049A.

CUADRO 6 (Continuación)

CAMBIO: PENIQUES INGLESES POR PESO CHILENO Y SOL PERUANO — PENIQUE DECIMALES PARA EL PAPEL MONEDA⁴⁶

Año	Pesos	Año	Pesos	Soles	Año	Pesos	Soles	Año	Pesos	Año	Pesos
1850	46 3/16	1860	43 12/16	—	1870	45 10/16	49	1880	30,9	1890	24,1
1851	45 13/16	1861	44 11/16	—	1871	45 15/16	48	1881	30,9	1891	18,8
1852	46	1862	45 7/16	—	1872	46 6/16	44	1882	35,4	1892	18,8
1853	47 4/16	1863	43 2/16	—	1873	44 13/16	—	1883	35,2	1893	15,0
1854	45 4/16	1864	44 5/16	—	1874	44 10/16	—	1884	31,7	1894	12,6
1855	45 12/16	1865	45 13/16	—	1875	43 13/16	41	1885	25,4	1895	16,8
1856	45 10/16	1866	46 9/16	—	1876	40 9/16	28	1886	23,9	1896	17,4
1857	45 12/16	1867	46 13/16	—	1877	42 1/16	21	1887	24,5	1897	17,6
1858	45 5/16	1868	46 1/16	—	1878	39,6	30	1888	26,2	1898	15,7
1859	45 10/16	1869	46 1/16	48	1879	33,0	—	1889	26,6	1899	14,5

⁴⁶ Guillermo Subercaseaux (1920) "El Sistema Monetario i la Organización Bancaria de Chile", Santiago; Thomas F. O'Brien (1982), *The Nitrate Industry and Chile's Crucial Transition, 1870-1891*, New York Univ. Press, New York (Chile y Perú abandonaron el respaldo metálico en 1878).

El Cuadro 7 detalla la distribución de los costos entre mina y las etapas de refinación. Se puede notar que la filosofía global de operaciones no varió de la desarrollada originalmente en La Noria, con el empleo de lixiviación secuencial y el uso de evaporadoras y las ollas de las antiguas paradas. Las hojas mensuales que han sobrevivido son muy informativas, individualizando los sueldos y otros costos de insumos.

Por ejemplo en el rubro "A. Extracción de caliche" se detalla los sueldos de cuadrillas, contratistas, afiladores de barretas, barreteros, y el mayordomo, y los quintales de caliche producido y la cantidad de pólvora consumido. Bajo "B. Transporte de caliche", se incluye sueldos de carreteros, costo corral, reparación de caminos, talabarteros, carpinteros y herreros, más consumo y costo de forraje y agua. En "C. Chancado", están los datos sobre sueldos y consumo de combustible, pero en los datos anteriores a 1870 se puede estimar las horas de mujeres y niños empleados en separar el caliche de alta ley. Los datos sobre recuperación de ripio sólo incluyen los pagos a los peones, sin indicar las cantidades de ripio procesadas.

En la contabilidad los sueldos están detallados por gremio. La lista de los especialistas comprende: fagoneros, pionetas, desripiadores, chulladores, llaveros, bomberos, cancheros, wachiman, mayordomo, contador, ingeniero y administrador. Las maestranzas ocupaban caldereros, carpinteros, herreros, albañiles, montadores, y moldeadores en la fundición. Los insumos incluyen carbón, sal natrón, almacén, y se contabiliza el valor de agua vendida, además de entradas por servicios a otras oficinas. Bajo el rubro gastos de gerencia están la casa, sueldos, contaduría, seguro, viajes, estampillas y correo, contribución industrial (?), gastos de laboratorio, hospital, e intereses y amortización. De los datos de "capital de construcción" se ve, por ejemplo, que en diciembre de 1875 y marzo 1877 hubo gastos para "nuevas paradas". Las operaciones de las casas de yodo tienen contabilidad separada.

Al considerar las bondades del proceso Smith hay que incluir la importancia que tenía el empleo de la evaporación y las paradas. El Cuadro 7 muestra que si en 1876 sólo hubiera operado la máquina, la producción habría bajado casi 100.000 qq a 300.490 qq y que el costo unitario subido 0,8274 soles por quintal. El costo marginal del salitre producido por las paradas y evaporación fue sólo 43,85 centavos. Flagg y otros salitreros, que no vieron la contabilidad, nunca se dieron cuenta de la sofisticación del sistema Smith porque tenían la preconcepción que las paradas eran obsoletas e ineficientes.

Read, el gerente de Limeña, emitió un minucioso informe en diciembre de 1878, sobre los principales procesos en uso, incluido el nuevo sistema aplicado en 1876/77 por el recién llegado ingeniero Santiago Humberstone en Agua Santa, quien sugirió adoptar sifones de traspaso empleado en el sistema Shanks

CUADRO 7

COSTOS UNITARIOS DE OFICINA LIMEÑA.
Seis meses en 1876 y 1877

	<i>Quintales bruto</i>	<i>Soles/qq salitre</i>	<i>Quintales salitre</i>	<i>Soles/qq</i>
A. Extracción de caliche		0,3385		0,1738
B. Transporte de caliche		0,0813		0,0505
C. Chancado del caliche		0,0598		0,0227
D. Extracción de ripios		0,0288		
E. Máquina	300.490	0,3188	243.567	0,2658
F. Evaporadores	30.400	0,3902	22.650	0,3132
G. Primeras Paradas	37.830	0,4443	45.570	0,3213
H. Segundas Paradas	30.843	0,4781	36.750	0,2679
Total salitre	399.565	0,7310	348.537	0,2763

Nota: En 1876 el caliche consumido fue 1.054.321 qq, con un costo de extracción de 0,0965 soles/qq; de 0,0232 soles/qq por transporte a la oficina y 0,0170 de chancado.

de las fábricas de ceniza de soda en Gran Bretaña⁴⁷. Los principales procesos de refinación eran el de Smith/Lambert en Limeña, el de Harneker en Bearnés, el de Campbell en Agua Santa, el de Gildemeister en San Juan y el de Hicks en Antofagasta. Read describe la evolución en Limeña, que fue

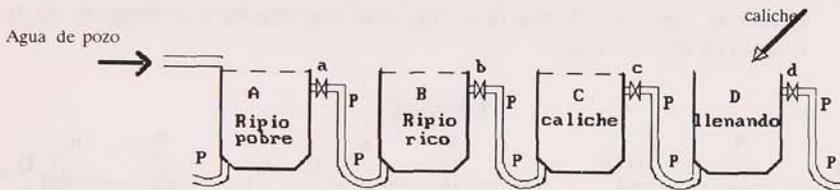
⁴⁷ J. T. Humberstone había sido un ayudante del Dr. Frankland antes de su contratación por uno de los socios de Agua Santa, el Sr. Hainsworth, en octubre de 1874. Llegó a Iquique a principios de 1875, posiblemente con una copia de Muspratt a la mano, ya que en un carta fechada 6 de octubre de 1874, dirigida a su hermano, describiendo dónde iría a trabajar en Perú, emplea la ortografía de Muspratt para la palabra 'caliche' diciendo 'caléche'. La carta manuscrita, transcrita a mano, encontrada en los papeles de H. M. Crozier, dice: "My dear Brother, The delay in the Peru business has been caused by Dr. Frankland's continued absence on the continent. ... He sent off a testimonial the next day [after his return] which he has since told me was a really good one. ... By return of post I had an answer [from Mr. Hainsworth] to the effect that he had received my letter [adding] "which was satisfactory, the more so, as I have received testimonials from Dr. Frankland and from Crewe which give me full confidence in closing the engagement as soon as you are at liberty to do so." I have been down to see him since, and had a long talk with him about the country, and the Works (he has been out there 20 years himself)."

Bermúdez (1963) dice que Humberstone llegó a Pisagua el 6 de enero de 1875, a bordo del vapor "Tagus" desde Southampton.

el primero en emplear vapor cerrado y la lixiviación secuencial del caliche en la cual los caldos se traspasan de un estanque a otro, seguido por el lavado final con agua de noria, en vez de generar agua madre en un sólo estanque, seguido con varios lavados en el mismo estanque, en el siguiente ciclo:

ABCD son cuatro estanque con calefactores verticales en los cuatro costados. No están instalados en línea sino dos a dos. El caliche en A está casi agotado, en B un poco más rico, en C recién cargado, y D se está cargando. Agua de pozo se agrega a A para extraer todo el nitrato del caliche empobrecido. Cuando se llena A, la llave (a) se abre y el licor pasa por P al estanque B, donde lentamente sube y extrae el salitre. Este licor no puede llegar al mismo nivel del estanque A porque el caldo es más pesado. Una vez lleno B, se abre la llave (b) y el licor pasa a C, lleno con caliche fresco. El licor nuevamente percola por el caliche, disolviendo nitrato todo el tiempo, pero no llega a la misma altura que el de B. Cuando tiene la concentración "caldo", se traspasa al estanque decantador. ...

FIGURA 2

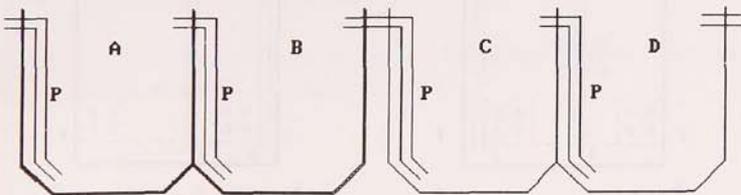


Estanques con serpentina de vapor cerrados

Este fue el sistema diseñado por el señor Lambert. En la práctica no operó continuamente; es decir, con un chorro de agua de pozo entrando al primer estanque y otro de caldo saliendo del último, porque el tiempo de llenado con caliche y desripado de los estanque era lento; además que las cañerías de traspaso se tapan por ser curvadas... el problema de la falta se podría haber solucionado agregando más estanques, para lo cual Lambert dejó espacio, pero no se hizo por la expropiación.

El sistema empleado en Antofagasta fue en principio idéntico al de Li-meña, pero más completo, con suficientes estanques hervidores y las cañerías de traspaso dentro en vez de fuera de los estanques:

FIGURA 3

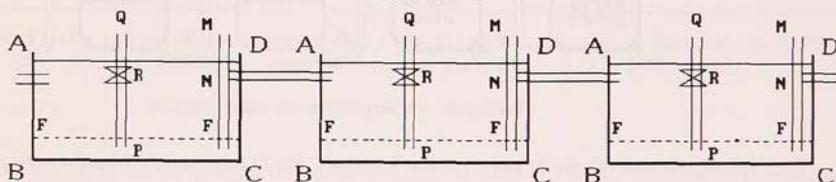


Read concluye que el proceso empleado en Limeña era inferior al de Agua Santa porque los serpentines no estaban protegidos con una crinolina. Además, el consumo de carbón era mayor porque faltaban suficientes estanques, y en menor grado, porque el traspaso era de un caldo menos rico, y la percolación no era de abajo hacia arriba.

Flagg no se percató de la importancia de la recuperación completa del nitrato con el empleo de agua de pozo para el último lavado del ripio. Posiblemente por ser secreto industrial, no se le dijo que el último lavado era con agua pura. En su informe, Read señala que los ripios se desechaban con sólo 3% de nitrato en vez de con 15 a 20%. Describe el sistema Shanks de sifones, instalado en la oficina San Juan por Humberstone como sigue:

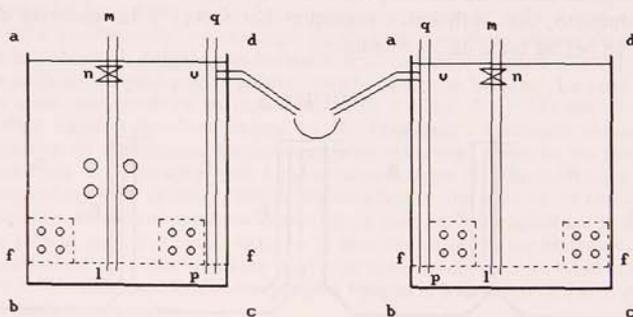
El proceso empleado en Agua Santa es idéntico al de Limeña, en su calefacción y empleo de lixiviación secuencial, pero es superior en su sencillez y el arreglo de los detalles, *especialmente en el método del traspaso de los licores de un estanque al otro*; es superior al de San Juan, porque se traspasan las soluciones en vez de lavar en un sólo estanque...

FIGURA 4



Los calefactores corren a lo largo de estos estanque, dos pares a los costados y dos pares en el centro:

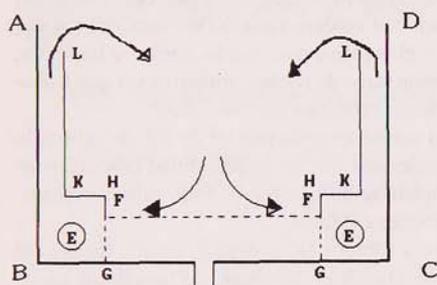
FIGURA 5



Hay seis estanques operando de la misma manera que en Limeña; ... [excepto que] ...en Limeña el caldo más magro encima de los estanques se pasa al fondo del estanque siguiente percolando hacia arriba por el caliche, mientras que en Agua Santa el caldo pesado del fondo de un estanque pasa arriba del próximo y percola para abajo... además las soluciones están completamente claras porque no se las permite llegar a su punto de ebullición, y la boca del traspaso está protegida con una crinolina.

El proceso Harnecker, en Bearnés, es el siguiente: dos tubos grandes atraviesan un estanque rectangular de punta a punta, conectados a chimeneas.... con crinolinas... y un fondo falso perforado... la calefacción es por fuego directo... La cantidad de agua vieja empleada se mide cuidadosamente, y los estanques se mantienen llenos ... el proceso de calefacción demora una hora... se deja apagar el fuego y el caldo se decanta por una hora, se deja escurrir lentamente y se introduce agua pura... para otra fondada. Si la segunda hervida rinde caldo grueso se traspasa a bateas; si no, se pasa al estanque de agua madre... los estanques se descargan de su ripio y se introduce una carga de caliche nueva. Esto demora unas dos horas, haciendo un total para el ciclo de diez horas. El corte por un estanque es:

FIGURA 6



ABCD sección por el cachucho.
 EE son los tubos de calefacción por fuego directo.
 FF es la crinolina o fondo falso.
 GH son los protectores verticales de los tubos.
 KL las planchas verticales paralelas a los lados del estanque.
 M la llave de paso para traspasar caldo.

De acuerdo a un análisis pedido por los Bancos Asociados, los ripios de Bearnés tienen 18 a 20% de nitrato, mientras que los de Limeña, Agua Santa y San Antonio rara vez tienen más de 8 a 10%... Si hay más es únicamente por no haberse lavado lo suficiente [con agua pura].

El texto original de Muspratt no emplea el nombre "Shanks" para el sistema de lixiviación de soda⁴⁸. Al contrario dice:

⁴⁸ Muspratt (1860), v. 2, 926.

El aparato de lixiviación que es ahora universalmente adoptado por los fabricantes de cenizas de soda en este país, el Editor sabe positivamente que llegó del extranjero, y fue introducido por el Sr. C. T. Dunlop en su fábrica química de St. Rollox en Glasgow, en el año 1843.

Llama la atención que la reedición anónima de "Chemistry", publicada después de su muerte por la editorial William MacKenzie en 1880, corrige expresamente el comentario de Muspratt, diciendo que Shanks no inventó el proceso pero que lo introdujo a la industria química. De hecho, Shanks patentó el proceso en 1863.

Alejandro Cañas Pinochet fue el primero en describir el sistema Shanks, que llamó el "proceso Jorge Smith"⁴⁹:

El procedimiento empleado en Agua Santa para la elaboración de nitrato es el de lexiación (sic), que es también el más económico de todos los conocidos. Este procedimiento consiste en la rotación de los caldos por los cachuchos en que están depositados los caliches, rotación que dura tres días, al fin de los cuales i cuando las aguas viejas han adquirido una densidad de 112 grados de aerómetro de Twadells, se las deja escurrir sucesivamente hasta obtener la cristalización del salitre.

El sistema de disolución es el de vapor cerrado o indirecto, que penetra en los cachuchos por medio de tubos i que vuelve al caldero para volver otra vez a rotar. Este procedimiento hace tan económico el trabajo, que, según nuestros informes, la oficina produce con un quintal de carbón doce de nitrato, mientras las que trabajan por el método de vapor directo o abierto, producen de seis a siete.

Los ripios, por eso, que arroja la oficina contienen sólo una lei de 2% de salitre, lo que jamás se obtiene en otros establecimientos. Hai en la actualidad colocados en Agua Santa cerca de cien bateas de condensación que reciben los caldos preparados por una máquina a vapor de siete grandes calderos. ...

Actualmente 600 trabajadores de diversas categorías se ocupan en las faenas del establecimiento, los que viven en 180 habitaciones cómodas, de las cuales las de los casados están separadas de las de solteros i tienen dos cuartos cómodos i muchas de ellas con patio i cocina.

Esa aldea de trabajadores de 1.200 habitantes de todas edades i sexos, anuncia al primero que la divisa su carácter cosmopolitano. Ingleses, chilenos, franceses i bolivianos se distinguen a primera vista, dominando este último elemento, que se conoce en el tinte de su cara i en los vistosos colores que siempre escojen para sus vestidos.

⁴⁹ Cañas Pinochet, Alejandro, *Descripción Jeneral del Departamento de Pisagua* (Iquique, 1884)

La oficina... está dotada de una maestranza dividida en dos talleres... uno de herrerías i el otro de carpintería... El taller de carpintería se contrae especialmente a la fabricación de los carretones i ruedas de que tanto uso hace la oficina...

Anexa a la oficina se encuentra la pulpería, como llaman por acá a aquellos establecimientos comerciales que espenden de preferencia artículos que en Chile se llaman de abarrotes. La pulpería de Agua Santa es un arca de Noé: de todo se encuentra allí; de cuanto se necesita para la comodidad de la vida regalada de la Pampa, allí se espende. Desde la carne al pan; desde el paño i la cachemira finos al tocuyo ordinario; desde el quillai al jabón; desde la lenteja al trigo, etc., todo se vende, eso sí que a precios mui subidos.

La pulpería es el establecimiento indispensable, absolutamente indispensable de la salitrera, porque ella es el correctivo o el castigo de los trabajadores, desde que se ven obligados a comprar en la pulpería de la oficina, de la que reciben una seña o ficha convencional que representa el valor de su trabajo i que no tiene valor en otro establecimiento.

Excesivamente exigentes de salario, purgan en la pulpería, pagando precios dobles, el pecado de su exigencia. Los sueldos así se ven reducidos a la mitad efectiva; i los costos, bien crecidos por cierto, de un establecimiento, disminuyen por las pingües utilidades que se proporciona de este negocio.

Estos comentarios de quien fuera el primer gobernador chileno del departamento de Pisagua, sobre los abusos de la pulpería, son interesantes y vehementes.

Cañas detalla también los gremios salitreros y sus sueldos:

El barretero o cateador del caliche, al mes, 100 pesos. El particular, o el que carga el hoyo que ha hecho el anterior, prende la mecha, i procura la explosión, quiebra la costra i el caliche i ayuda al carretero a cargar la carreta, 100 pesos. El corralero, 75 pesos. El carretonero, que atiende a los animales, 80 i 90 pesos, según su antigüedad en el servicio. El ripiador, que saca el ripio de los cachuchos, 1.50 por cada fondada o 90 pesos. El cargador, que conduce el caliche del montón a los cachuchos, 90 pesos.

El acendrador, que tritura con el combo los pedazos grandes de caliche, 67 pesos.

Los jornaleros de máquina son:

Llavero 1., que deja pasar el caldo a los chulladores por donde va a las bateas, 102 pesos. Llavero 2., 82 pesos. Jornalero, que limpia la máquina o retira el salitre, 75 pesos. Fogonero, 102 pesos. El mayordomo de máquina, 100 pesos. El mayordomo de acendradores, 100 pesos. El capataz de carretas, 90 pesos.

El corrector, que corre con todos los peones, menos los de máquina, 105 pesos. Hai mecánicos que ganan 250 pesos; herreros, 160 i caldereros la misma suma. Hai otros mecánicos que ganan 180 pesos, herreros, 150 i ayudantes de éstos, 90. Los carpinteros ganan de 90 a 102 pesos.

6. LA PRODUCCIÓN DE SALITRE EN BOLIVIA Y EL FERROCARRIL DE ANTOFAGASTA

La existencia de salitre al interior de Antofagasta fue descubierta por los hermanos Domingo y Máximo Latrille en 1857. En abril de 1860, durante una expedición para reconocer unos rodados de plata en Aguas Blancas, José Santos Ossa descubrió caliche en Cuevitas. En base a este hallazgo, Ossa obtuvo la promesa de una concesión del Presidente Melgarejo en La Paz, pero no fue más allá, fuera de enviar muestras del caliche a Francisco Puelma en Santiago. Las muestras de minerales de plata no eran gran cosa, pero las de caliche parecían más interesantes; sin embargo, Ossa no hizo nada por los problemas de su negocio en Cobija, que incluía una destiladora de agua de mar. La casa, bodegas y destiladora fueron destruidas por un incendio el 10 de diciembre de 1865, razón que obligó a Ossa a dedicarse a cualquier negocio que podía darle unas entradas para recuperar su fortuna.

La oportunidad de obtener una concesión boliviana más concreta sobre salitre ocurrió en septiembre de 1866, a raíz de la presencia de Mariano Donato Muñoz, amigo de Puelma, que estaba en Santiago por el tratado de límites con Chile. José Santos Ossa, Francisco Puelma Castillo, y Manuel Antonio de Lama obtuvieron una concesión preliminar por 25 años sobre salitre y bórax, y formaron la Cía. Exploradora del Desierto para concretar y cubicar sus descubrimientos. Por falta de capital, los socios consiguieron que Agustín Edwards los habilitara, a cambio de un interés de 50 por ciento en la sociedad.

Obtuvieron cotizaciones de Fernando Corrsen para el diseño y construcción de una máquina, y un informe favorable de Pedro Gamboni, pero no pudieron convencer a Agustín Edwards ni a Enrique Meiggs de invertir en una salitrera. Es probable que esta reticencia se debiera a la crisis económica del momento, que hizo bajar los precios del salitre bruscamente (Cuadro 10). De todos modos perseveraron en poner las concesiones en buen pie, encargando a Manuel Antonio de Lama de afinar la redacción de la concesión y mandar al abogado boliviano Manuel José Tovar, para asegurar que la Sociedad Exploradora del Desierto tuviera su concesión. A raíz de esta gestión, el general Melgarejo y su ministro Manuel de la Lastra firmaron el 5 de septiembre de 1868 un decreto concediendo exclusividad por 15 años de la producción de salitre y bórax, además del derecho a construir un camino de 25 leguas para unir los depósitos con la costa, y con la obligación de instalar un muelle en Peña Blanca o La Chimba.

En el intertanto, pudieron interesar a Guillermo Gibbs y Cía. de estudiar el negocio, empleando la tecnología de punta de la Cía. de Salitres de Tarapacá. El 19 de marzo de 1868 se formó la empresa Milbourne Clark y Cía. para absorber la Sociedad Exploradora, con todos sus derechos salitreros y ferroviarios. De acuerdo a Gibbs MS 11 128, el 13 de mayo de 1868 el señor Mil-

bourne Clark, acompañado de Jorge Hicks y una cuadrilla de cateadores, viajaron a La Chimba para evaluar el Salar del Carmen, sacar muestras más grandes de caliche y escoger el lugar donde se construiría la primera oficina salitrera de la provincia. Volvieron a Iquique antes que los sorprendiera el maremoto del 13 de agosto de ese año.

Los socios originales de Milbourne Clark y Cía. fueron Guillermo Gibbs y Cía. con 94 acciones, Ossa con 90, Puelma con 50, Agustín Edwards con 30, y Clark y Smith con 18 cada uno, con un total de 300 acciones. En los estatutos se especificó que Gibbs tendría la administración y que Antony Gibbs & Sons tendrían la consignación exclusiva de la producción, a cambio de un préstamo de 150.000 pesos a un interés de 8% anual.

Al mes de formarse la empresa, Gibbs nombró a George Paddison (ingeniero colegiado en Inglaterra en 1855) como gerente y a George Hicks como contador. Paddison se enfermó y sólo duró unos meses en el puesto antes de regresar a Valparaíso, donde murió. Fue reemplazado por Hicks como administrador, y H. R. Stevenson asumió como contador. Hicks, con James Adamson y John Clemenson, construyeron la primera oficina en el Salar del Carmen, que comenzó a operar en 1869. El Cuadro 8 muestra su producción hasta 1882.

La primera planta fue construida en el mismo Salar del Carmen según el proceso Smith/Clark, empleando estanques disolvedores rectangulares con inyección directa de vapor para su calefacción. Estos cachuchos nunca operaron muy bien por la cantidad de lamas muy finas que contenía el caliche del Salar.

La evolución del diseño debe haber sido en Antofagasta y/o en el Salar del Carmen, ya que según una carta de Hicks, Milbourne Clark y Cía. había invertido \$ 809.329,87 [£ 155.120] entre 1869 y 1872, para tratar de solucionar el problema de las lamas, sin poder llegar a una producción anual mayor de 100.000 quintales⁵⁰. La primera memoria de la Cía. de Salitres (1872), señala que la oficina en el Salar del Carmen estaba dotada con tres cachuchos, seis u ocho calderas, ocho estanques decantadores, y 60 bateas de cristalización. Además indica que habían cuatro estanques para almacenar agua de pozo y aguas madres y febles.

Charles Lambert, ingeniero asesor de Gibbs, experimentó con varias geometrías para hervir los caliches. El empleo de estanques altos con inyección de vapor por una cañería central debe haber sido la siguiente etapa, pero no mejoró la operación. Indudablemente, para resolver los problemas de lamas finas y reducir la agitación causada por los chorros de vapor a presión inyectados a la solución, Lambert tuvo que haber experimentado con vapor cerrado. La si-

⁵⁰ Ravest, *op. cit.*, 140.

CUADRO 8

PRODUCCIÓN DE SALITRE DE LA CÍA. DE ANTOFAGASTA HASTA 1882
Y COSTOS UNITARIOS

<i>Milbourne Clark & Co.</i>				<i>Producción</i>	
		<i>Toneladas</i>	<i>Quintal</i>	<i>Costo \$/qq</i>	
Nov./diciembre	1869	460	10.000		
	1870	1.609	34.978		
	1871	4.095	89.022		
Enero/mayo	1872	2.757	59.940	1.461	
<i>Cía. Salitres y Ferrocarril de Antofagasta</i>				<i>1^{er} sem.</i>	<i>2^{do} sem.</i>
Mayo/diciembre	1872	5.592	121.558		1,473
Enero/diciembre	1873	8.511	185.028	1,683	1,699
	1874	10.639	231.283	1,37	1,270
	1875	11.197	243.420	1,035	1,144
	1876	11.161	242.630	1,17	1,320
	1877	19.982	434.392	1,68	
<i>Primer año de operación de la planta en Antofagasta</i>					
	1878	50.586	1.099.701	1,4971	
	1879	48670	1.058.034	1,5949	1,6966
	1880	50.212	1.091.556	1,9186	2,5476
	1881	50.428	1.096.252	1,9186	
	1882	41.171	895.027		

Nota: Producción para 1879 a 1882 es de Bermúdez (1984).

guiente modificación fue el empleo de planchas de fierro fundido, instaladas verticalmente en las paredes del estanque (informe de Read), que necesitaban un estanque profundo para traspasar el calor del vapor a las soluciones eficientemente. De ahí salió el diseño de los estanques cuadrangulares, altos y delgados.

Lambert aprovechó más tarde esta tecnología para su diseño de la nueva máquina en la oficina Limeña instalada a fines de 1872, en la cual cambió los calefactores de fierro fundido por serpentines. Este es el diseño que Flagg vio, y le atribuyó el primer empleo de vapor cerrado a Limeña en Tarapacá⁵¹. El aprovechamiento por Gibbs de los costosos experimentos hechos en el Salar explicaría la posterior renuencia de Agustín Edwards de mantener informado a su socio capitalista (Gibbs) sobre las operaciones en Antofagasta.

Arce reproduce una foto, muy borrosa, de la oficina del Salar que dice ser de 1872, que muestra cachuchos altos⁵²; y en algunos informes en el Archivo Gibbs hay comentarios sobre fallas en un elevador de capachos que habría sido un sistema lógico para cargar caliche en altura. Así la planta piloto en la oficina del Salar del Carmen podría haber sido la primera planta con vapor de serpiente cerrado.

El problema de las lamas sólo se resolvió definitivamente cuando a fines de 1872 se probaron los buenos caliches descubiertos en 1870 al este del pueblo de Baquedano, en Las Salinas. Las reservas cateadas hasta 1872 de caliche con leyes de 25 a 45% nitrato fueron enormes (37 millones qq). La combinación de este caliche de Salinas con los malos pero ricos caliches del Salar en estanques disolvedores con serpentines cerrados, aminoró el problema de la arcilla y permitió elevar la producción de salitre de 242.630 qq en 1876, a 434.392 en 1877.

Cuando se decidió proseguir con los caliches de Las Salinas o Carmen Alto, que estaban a una distancia antieconómica para acarreo con mulas y carretas, se hizo necesario considerar la alternativa de construir un ferrocarril, lo que requería un fuerte aumento en capital. De ahí la liquidación de Milbourne Clark y Cía. y la formación de la Compañía de Salitres y Ferrocarril de Antofagasta. Esta nació en octubre de 1872 con un capital declarado de dos y medio millones de pesos divididos en 2.500 acciones de mil pesos. Al formarse esta empresa, los socios tenían derecho al siguiente número de acciones⁵³:

⁵¹ Flagg, *op. cit.*

⁵² Arce (1930), 140.

⁵³ Gibbs MS 11,128.

	<i>Por ciento</i>	<i>Nº acciones</i>
Don Agustín Edwards, de Valpo.	42,16	1.054
Señores Gmo. Gibbs & Co., Valpo.	28,76	719
Don Luis Pereira, de Santiago	3,00	75
Don Emilio Escobar	0,40	10
Don Francisco Puelma	25,68	642

Todos los socios, excepto Puelma, aportaron el capital necesario para hacerse dueños de las acciones asignadas. Puelma vendió una parte de las acciones a que tenía derecho a Agustín Edwards, quien quedó como socio mayoritario. Por entonces Ossa ya se había retirado.

Dado que el aumento de capital no había sido suficiente para construir el ferrocarril autorizado por el gobierno boliviano, la nueva empresa tuvo que llegar al siguiente arreglo con Gibbs⁵⁴:

Sesión 33 del Consejo de Directorio de la Cía. de Salitre i FFCC de Antofagasta: 7 de julio de 1874 (asisten Agustín Edwards, Presidente, Thomas Comber, Emilio Escobar, Francisco Puelma)

Wm. Gibbs aprueba, sujeto a conformidad de Antony Gibbs & Cía., otorgar un préstamo en cuenta corriente de hasta un millón de pesos para la construcción del ferrocarril.

Este préstamo será por diez años, al interés del 10% anual i amortizable con el 25% de las utilidades líquidas de la Compañía.

En consideración a ese préstamo la Sociedad constituye a los señores Guillermo Gibbs i Cía. en sus únicos agentes por el término de diez años para la venta del salitre i demás productos de sus establecimientos, lo mismo que para las compras que tengan que hacer en Europa, obligándose a abonarles una comisión de 2 1/2% por las ventas que hicieren en esta costa i las compras en Europa, i la comisión de costumbre para las ventas en el extranjero. Para la seguridad del préstamo la Compañía hipoteca a favor de los señores Gibbs i Cía. todos sus bienes.

secretario: Soubllette.

⁵⁴ Gibbs MS 11,128.

La construcción del ferrocarril comenzó el 10 de enero de 1873 bajo la supervisión del ingeniero inglés Josiah Harding, y llegó hasta la planta del Salar del Carmen a fines de ese año. Harding publicó un artículo en el *Journal of the Royal Geographical Society* sobre la geografía de la provincia, basado en el trabajo topográfico realizado, con un hermoso mapa que muestra la ruta del ferrocarril⁵⁵.

Arce indica que antes de que llegara la primera locomotora el 25 de noviembre de 1873, se usaba la línea férrea para acarrear carbón y víveres desde el puerto. Los carros existentes subían arrastrados por mulas, y volvían cargados con salitre, en convoyes de 10 carros con sólo palanqueros, aprovechando la pendiente continua desde el Salar hasta las bodegas de la empresa. La tracción a vapor comenzó en la fecha oficial de la inauguración del ferrocarril al Salar, el 23 de diciembre de 1873. La línea llegó hasta las calicheras de Las Salinas en agosto de 1876.

La segunda planta, en Antofagasta mismo, entró a producir el 12 de junio de 1877. Con esto, la capacidad productiva de la empresa aumentó a más del doble, llegando a sacar un millón de quintales anuales en 1878, lo que causó considerable preocupación a Gibbs y los otros productores tarapaqueños y al gobierno peruano. Aunque la eficiencia de la planta del Salar no era tan buena como la de Antofagasta, el costo marginal del Salar permitió continuar su operación hasta 1887.

El primer ingeniero chileno empleado en la planta de Antofagasta fue Manuel A. Prieto, quien asumió el puesto de químico en 1870, cuando tenía 25 años de edad. Otro ingeniero chileno que trabajó en la empresa de Antofagasta fue Gustavo Jullian, autor de un informe fechado el 20 de diciembre de 1878 sobre el procesamiento del yodo en Antofagasta⁵⁶.

Prieto, por su parte, publicó un artículo sobre la industria del salitre en los *Anales de la Universidad de Chile* en 1888 que, en general, ha sido ignorado por los historiadores de la industria. Una posible razón es que en su obra no atribuye los inventos a sus verdaderos inventores. Por ejemplo, describe un tipo de cachucho (su figura 19), calefaccionado por fuego directo, idéntico al de Harnecker que figura en el informe Gibbs del Sr. Read en 1878⁵⁷. La razón para no mencionar a Harnecker es sencilla: Prieto sacó la patente chilena número 468, sobre este diseño, ese mismo año. Sorprendería que Read atribuyera el diseño a Harnecker de algo inventado por un ex empleado de la oficina Antofagasta, aunque Bermúdez menciona que Manuel Prieto estaba trabajando

⁵⁵ JRGS, v. 47, 1877.

⁵⁶ El informe se encuentra en Gibbs MS 11128A.

⁵⁷ Prieto (1888); Informe de Read citado.

con Harnecker en 1878⁵⁸. Los cachuchos calefaccionados por serpentines de vapor cerrado, que Prieto dice se usaron en oficina Santa Catalina (su Figura 20), también los patentó en Chile en 1881, con el número 498.

De todos modos, su descripción de la evolución del proceso empleado en la oficina Antofagasta es exacta, ya que trabajó allí en ese tiempo. En cambio, su opinión sobre su falta de eficacia, citada por Belisario Díaz Ossa (1919), puede reflejar algún desagrado con sus empleadores, ya que Arce, quien también trabajó en Antofagasta, dice lo contrario⁵⁹.

7. LA TECNOLOGÍA DEL PERÍODO SHANKS DE LA INDUSTRIA DEL SALITRE

El señor Robert Harvey es conocido en las historias del salitre como el socio subordinado del rey del salitre, John T. North. Fue el inspector de la industria del salitre para el Perú, y con extrañeza de muchos, fue mantenido en su puesto por las autoridades chilenas después de la ocupación de Tarapacá. Una posible razón fue que era un ingeniero sumamente competente. Indicación de que no fue sólo empleado de escritorio es su patente chilena número 505, concedida en 1881, para un caldero para el beneficio de los caliches y rípios sobrantes después de beneficiado el salitre⁶⁰.

En 1884 el señor Harvey proyectó y construyó la oficina Ramírez, en Tarapacá, para la Liverpool Nitrate Co., a pedido del señor North. Su diseño incorporó todos los últimos adelantos tecnológicos y los integró con los más modernos sistemas de transporte disponibles. Por ejemplo, las canchas de salitre y las bateas estaban iluminadas con faroles al arco, empleando electricidad generada por una dínamo alemana. Para tener mejores comunicaciones con las oficinas centrales instaló el primer teléfono, comunicando Iquique con Pozo Almonte.

Una descripción con dibujos de la oficina se publicó en el boletín del Instituto de Ingenieros Civiles, en Londres. Una versión más amplia se imprimió en un folleto que los futuros accionistas podían entregar a ingenieros consultores para ratificar que la tecnología era de punta. Esta publicación entrega una visión de la industria después de la Guerra del Pacífico:

En 1883 las exportaciones de este importante abono llegaron a 570,000 toneladas. Tanta oferta habría creado un exceso sobre la demanda, si los productores no hubieran convenido limitar su volumen, a las necesidades de Europa, que en ese momento se estimaban en 460,00 toneladas al año. Esta cantidad se estaba produ-

⁵⁸ Bermúdez (1984), 214.

⁵⁹ Citada por Belisario Díaz Ossa (1919); cf. Arce (1930).

⁶⁰ El pliego está resumido por Díaz Ossa en Caliche, v. I, 26.

ciendo en 37 diferentes establecimientos o factorías, conocidas con el nombre "oficinas", pertenecientes a 30 diferentes empresas o individuos. La parte de las empresas británicas es de 186,000 toneladas, o 40% del total. La capacidad de la oficina Ramírez es 140,00 quintales, o 6,360 toneladas al mes; pero la usina, como todas las otras está a 40% de su capacidad productiva...

Sigue luego la descripción de la planta

En septiembre de 1882, el Autor recibió instrucciones de los directores de la Liverpool Nitrate Company de preparar planos y estimaciones para construir una oficina capaz de producir 6,000 a 6,500 toneladas de nitrato al mes... 1,000 más que la oficina más grande existente. En enero de 1883 los planos y especificaciones fueron aprobados, y se le dio instrucciones al Autor poner las órdenes de compra para los equipos (Lámina 7). Seis calderas, 30 pies de largo por 6'6" de diámetro, con chimeneas dobles, y con seis tubos Galloway, fueron construidas por los señores R. Dalglish y Cía., de Saint Helen's. Doce estanques disolvedores con tubos de condensación de acero, noventa bateas de cristalización, dos estanques receptores de las soluciones de cabeza, un estanque lavador con cinco compartimentos, además de tres estanques cilíndricos, 25 pies de diámetro por 12 de alto, fueron suministrados por los señores Preston, Fawcett y Cía. Las locomotoras y carros ferroviarios, con dos y medio millas de rieles portátiles, además de máquinas semiportátiles para los pozos fueron fabricadas por John Fowler y Co., de Leeds, y las máquinas, tornos, etc., se obtuvieron de Tangys Hermanos. Las tres máquinas chancadoras se fabricaron en la fundición tarapaqueña de North, Humphry, y Dickinson, en Iquique.

Harvey agrega que regresó a Iquique el 15 de mayo de 1883; la maquinaria llegó en diciembre; instaló todo y la primera producción fue el 23 de mayo de 1884. Describe, en su publicación, el caliche y dice ser el primero en utilizar rieles portátiles en la industria del salitre:

El caliche contiene 51% de nitrato, 26% de sal, 6% de sulfato de soda, 3% sulfato de magnesia, y 14% insolubles. Para proveer una oficina de este gran tamaño requiere por lo menos 250 mulas y 40 carretas; así, para eliminar este gasto, el Autor introdujo la novedad de un ferrocarril portátil con dos locomotoras y 80 carros de volteo lateral, limitando así las mulas a 30 y las carretas a cinco, para traer el caliche hasta la línea del tren, que corre milla y media hasta las calicheras.

La novedad fue el empleo de rieles portátiles parecidos a los de trenes de juguete, que medio siglo más tarde usó el coronel Marsh, perito minero de los Guggenheim, cuando diseñó el novedoso sistema minero empleado en María Elena en 1925. Harvey continúa:

La línea del trencito es de un ancho de dos pies, con rieles y durmientes de acero. Un sistema conocido como 'Greig's Patent Portable Railway'; con rieles de 16 libras por yarda, y carros que pesan 5 quintales cada uno, con capacidad de carga de una y media toneladas de caliche cada uno.

La disolución con ebullición emplea el conocido sistema Shanks, introducido a la industria del salitre por Mr. J. T. Humberstone, en el cual se produce un movimiento continuo del líquido más liviano hacia adelante al próximo cachucho siguiendo a las soluciones más fuertes y densas. Cuando ésta se convierte en caldo, tiene 110 grados Twaddell⁶¹; se deja decantar brevemente, y se traspasa al primer canal, del cual pasa a las bateas de cristalización. La temperatura de este caldo es de 240 grados Fahrenheit [115,6 grados centígrados].

El 'ripió' o desecho dentro del cachucho se lava con agua de pozo [agua de tiempo], y la salmuera resultante se traspasa al estanque de lavados. Este contiene casi todo el nitrato que quedaba en el ripio. Estas aguas de lavado se bombean con una centrífuga al primer estanque disolvidor de la serie. Cuando todo el líquido se ha escurrido, las puertas de fondo de los estanques se abren, y caen a carros ferroviarios puestos debajo los estanques. Estos lo llevan a las tortas de ripio...

Una vez que la solución de nitratos se enfría, y el salitre cristaliza en las bateas, el agua vieja, o agua madre, se traspasa a canales de retorno, volviendo así al estanque enterrado de aguas madres, que tiene las dimensiones de 25 pies de diámetro y 12 de profundidad, y está completamente enterrado. De ahí se traspasa con bombas al estanque alto de agua madre de cabezas, volviendo para hacer el circuito completo nuevamente. La densidad de esta solución es 90 grado Tw.

La inversión en toda esta maquinaria fue £ 110,000. Todo el trabajo se terminó en sólo seis meses, después de la llegada del primer cargamento de maquinaria a Iquique....

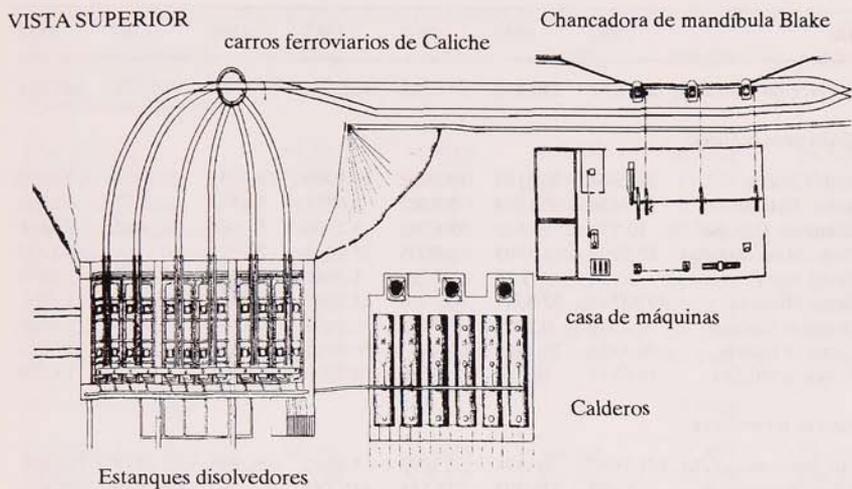
...Por causa de la reducción convenida por los productores, sólo están trabajando 300 hombres; pero hay casas para 600 trabajadores y sus familiares, construida alrededor de una gran plaza, y dos calles. En esta oficina se trabaja día y noche, y el trabajo de noche está iluminado con dos focos de 6.000 bujías de poder, potenciadas por una dínamo Siemens A, impulsada por una máquina Tangye de 4 HP. Hay, además, comunicación telefónica con Pozo Almonte, que tiene telégrafo a Iquique y dista 17 millas de Ramírez.

Los siguientes croquis ilustran la maquinaria de la oficina Ramírez:

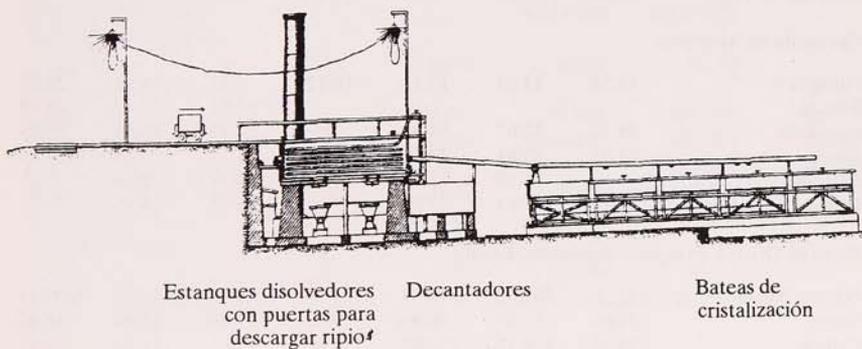
⁶¹ El densitómetro inventado por Twaddell indica densidades más altas que el agua, que pueden calcularse multiplicando los grados por 5 y sumando 1.000, que representa el metro cúbico de agua que pesa 1.000 kg. Es decir, al llegar a 110 grados Tw, quiere decir que el metro cúbico de caldo listo para cristalizar salitre pesa 1.550 kg.

FIGURA 7

DIBUJOS PARCIALES DEL DISEÑO DE ROBERT HARVEY (1885)
DE LA MÁQUINA DE OFICINA RAMÍREZ



VISTA LATERAL



CUADRO 9

INFORMES A LA GERENCIA DE LAS OFICINAS GIBBS LA PALMA Y LA PATRIA⁶²

Oficina La Palma

Año	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
Producción Salitre qq	249,637	340,432	342,268	428,071	577,187	916,038	944,001
Costo peso cents/qq							
Extr. Caliche	30.2664	20.8103	19.2002	14.9969	18.3035	26.3724	29.4114
Trans. Caliche	11.5434	7.1394	5.9262	5.6771	5.9501	7.91	6.8268
Chancado Caliche	10.776	7.1508	5.8742	5.2306	5.0684	6.2062	7.8861
Costo Mina cents/qq	52.5858	35.1005	31.0006	25.9046	29.322	40.4886	44.1243
Costo Agua	3.963	3.25	2.2329	1.3648	0.8924	0.7865	1.2495
Costo Máquina	49.53217	37.9347	30,1236	23,2087	18.8347	21.4966	25.2867
Gerencia General	0.2729	0.2009	0.7107	0.0164	0.8532	3.8604	5.5384
Costo en Cancha	106.3324	76.4861	64.0673	50.4942	48.1839	58.9298	64.0219
Arriendo Oficina	16.6717	10.373	7.6688	15.5000	16.5007	13.482	14.319
Nuevas inversiones							
Cto. bruto en cancha	141.7933	90.574	72.3106	65.4942	65.2825	72.4118	78.3938
Salitre a puerto qq	237,828	326,403	323,584	445.352	567.052	823.939	938.622
ensacado y carguío							
Salitre prod/qq Carbón	5.102	5.7146	6.830	8.548	10.614	8.810	7.910
extract. Caliche %	20.291	24.2765	30.29	32.96	34.75	26.91	24.95
% nitrato en caliche	46.02	48.27	46.31	42.79	40.17	35.33	31.04
% nitrato en Ripio	19.40	17.30	5.74	4.29	3.73	4.92	4.70
Ganancias de Abarrotes							
Pulpería %	11.58	13.02	15.13	10.12	23	26.12	28.27
Tienda					13.62	20.47	23.05
Panadería	49.46	52.67	50.91	48.3	54.42	56.56	56.55
Carne	24.91	22.81	24.55	25.8	18.57	21.22	24.15
Recova		11.19	11.72	9.12	33.14	24.6	26.8
Utilidad promedio %	21.20	21.64	23.77	19.47	26.95	28.65	30.91
Costo en Oficina de algunos productos, \$ cents							
Pólvora Negra por qq	252.26	267.52	276.53	332.79	246.72	252.599	240.484
Sacos	20.60	17.80	16.50	19.80	17.00	17.30	18.90
Carbón	125.35	108.70	152.80	158.40	119.2	117.98	125.80

⁶² Archivo Gibbs MS 11,131.

Cuadro 9 (Continuación)

Oficina La Patria

Año	1884	1885	1886	1887	1888
Producción Salitre qq	75.180	486,114	466,602	780.538	860,719
Costo \$ cents/qq nitrato					
Extr. Caliche	24.607	16.8711	17.7304	21.8251	29.5757
Trans. Caliche	5.631	5.5573	5.4577	8.4349	7.5131
Chancado Caliche	4.359	4.1633	4.3408	5.3941	5.7361
Costo Mina cents/qq	34.597	26.5917	27.5289	35.6541	42.8249
Costo Agua	1.825	1.2633	1.0136	0.7977	0.709
Costo Máquina	26.593	21.4857	17.9525	21.4669	25.345
Gerencia General	0.252	1.7384	1.4084	2.5442	4.8049
Costo en Cancha	62.763	47.6023	45.0866	55.3745	64.074
Arriendo Oficina	13.532	15.0000	19.7973	15.3381	14.8155
Nuevas inversiones			1.4841	0.9404	
Costo Bruto en Cancha	76.295	62.6023	66.368	71.653	78.8895
Salitre a puerto qq	17.154	535.337	439.071	743.233	806.643
Ensamado y carguío	8.595	7.7128	7.9852	8.4353	9.2242
FOB costo		70.315	74.353	80.089	88.114
Salitre por ton Carbón	6.526	10.395	12.675	11.439	9.616
extract. Caliche %	33.369	39.818	38.123	33.226	29.348
Caliche/qq pólvora	283.06	275.71	290.41	307.90	295.21
Caliche extract. qq			1.624.860	2.830.237	
Sueldos % Costo Bruto en cancha	54.17	67.28	48.31	61.77	
Sueldos pagados obreros \$		164.837	195.969	271.301	419.440
Ventas pulpería		118.683	144.831	177.819	260.640
total incluido pan y carne				205.888	285.080
Producto Pulpería % neto de 10% al pulpero		30.36	30.96	29.89	30.56
% sueldos gastados en Pulpería	72.0	73.9	65.54	62.14	
Costo en Oficina de algunos productos, \$ cents					
Pólvora Negra por qq		188.19	180.75	183.37	173.58
Sacos, cada uno		18.52	17.45	17.03	19.12
Carbón qq		115.31	108.67	116.5	123.93

Parte de los dibujos de la "Lámina 7" de la publicación londinense de Harvey se reproducen en la Figura 7. La "vista lateral" muestra claramente el sistema de cachuchos y el método de descarga del ripio a los carros puestos debajo de la compuertas en el fondo de los estanques disolvedores. M.B. Donald dice que este sistema Shanks diseñado por Harvey sobrevivió sin cambios mayores hasta 1928, cuando recuperaba 83% de los caliches con leyes de 16% nitratos⁶³; es decir los ripios en promedio contenían sólo 2,72%.

El estanco de la industria salitrera y su estatización, dispuestos por el Gobierno del Perú, han sido analizados en dos informes interesantes elaborados por expertos en el tema: uno fue escrito en 1878 por Henry Read, el gerente de operaciones de Gibbs en Iquique, y el otro corresponde al segundo apéndice del "Estudio sobre la organización económica i la hacienda pública de Chile", publicado en Santiago en 1880 por el economista Miguel Cruchaga Montt.

Este último informe es revelador. Gran parte está en *Salitre y Guano*, publicado en Madrid por Miguel Cruchaga Tocornal, patrocinado por Agustín Edwards, pero el texto original de 1880 es más informativo:

Los precios del salitre bajaron en esa época de vigencia de la lei de 1873,... i la renta jeneral sólo logró percibir algo menos de trescientos mil pesos sobre una cantidad de salitre que llegaba a cerca de dos millones de quintales.

Vista la insuficiencia de este medio para dominar por completo el mercado, se estudiaron dos sistemas distintos: el uno consistía en establecer un impuesto en la exportación, con escala móvil, esto es, con tasa proporcional al precio del salitre en el mercado; i el otro, en el estanco más absoluto por medio de la espropiación de todas las propiedades salitreras, para que, transmitidas éstas o revertidas al dominio del Estado, fuera éste quien vendiese los salitres i dominara, según la intención de los fundadores, el mercado universal. De aquí vino la lei de 28 de mayo de 1875, derogatoria de la del estanco en el nombre, i tendente a espropiar todas las propiedades particulares por compra que de ellas..., previa tasación i con letras sobre Europa al cambio de 44 peniques por sol.

Para realizar esta empresa se contaba con levantar un empréstito de siete millones de libras esterlinas.

La administración del Perú quiso llevar a cabo esta lei con la mayor enerjía. Practicó dilijencias activas para obtener el empréstito... El avalúo de las propiedades se hizo a fines de 1875 i principios de 1876. Se principió por contratar las oficinas de paradas o fondos, con recursos suministrados por los bancos asociados de Lima; i como no hubiera los fondos necesarios para adquirir las oficinas i maquinaria, se permitió la introducción de algunas modificaciones en el sistema jeneral, para establecer:

⁶³ M. B. Donald (1936), 195.

- 1.º El sistema de promesas de venta en favor de aquellos que no quisieren enajenar a firme, sin recibir los fondos de que se carecía;
- 2.º La facultad de explotación por los mismos que hubieran hecho esas promesas de venta;
- 3.º Esa misma facultad a favor de los que hubiesen vendido sus oficinas i que no hubieran recibido el precio de compra, que se estipuló a dos años plazo; i
- 4.º Cierta tolerancia para consentir algunos productores libres que no habían querido aceptar el sistema de las promesas de venta, ni el de ventas efectivas con pago de precio a plazo.

De datos publicados por la oficina de los bancos asociados aparece que los establecimientos adquiridos por el gobierno tenían un valor de 18,194.000 soles, once millones y medio por máquinas realmente entregadas con sus estacamentos a la autoridad pública, i el resto correspondiente a oficinas con mera promesa de venta. Relacionándose con este sistema de adquisición aparecen los certificados emitidos por la autoridad. Algunos eran al portador, otros nominales i con hipoteca especial de las oficinas vendidas; otros, por fin, intransferibles. No pudo la autoridad peruana procurarse los fondos necesarios para hacer los pagos de las compras a plazo, i sin embargo no desistió de esas compras. Parece que los certificados salitreros emitidos hasta principios de 1878 llegaban a un valor de cerca de catorce millones de pesos.

Este sistema dio al fisco peruano mejores resultados que los de la lei de 1873, pues que en un año alcanzaron las entradas a la suma de tres millones i más de pesos. Pero al fin la lei no estaba aún cumplida. Muchos de los productores de salitre no habían enajenado sus establecimientos. La autoridad peruana no se encontraba en el caso de obligarse de una manera abierta porque carecía de fondos para llenar los compromisos que de las operaciones de compra resultaron, i entonces se expidió la Lei de 8 de julio de 1876, que perseguía la adquisición de los establecimientos aún no vendidos con la imposición al salitre de un derecho de exportación de un sol i 25 centavos por quintal, al cambio de 44 peniques o su equivalente en moneda peruana. Esta lei completó la espropiación iniciada en 1875.

Este análisis de Miguel Cruchaga sobre la política salitrera del Perú es de por sí informativo, pero es aún más importante porque pudo ser parte de un informe al gobierno chileno que afectó la política de postguerra sobre el problema de la propiedad del salitre.

Lo que Cruchaga no menciona es la libertad de producir yodo y salitre potásico, factor importante en explicar por qué los grandes productores –Gibbs, Gildemeister, Fölsch y Martin– entraron con entusiasmo a un cartel para mantener un buen precio del yodo en Europa, y continuaron produciendo salitre para el gobierno, sin el cual no tendrían yodo que vender.

Se puede cuantificar la importancia del yodo sobre la base de los resultados operacionales de la Cía. de Salitres de Tarapacá para 1879⁶⁴.

RESULTADOS DE OPERACIONES HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1879

<i>Gastos</i>		<i>Entradas netas</i>	
Gerencia general	\$ 60.160,19	Ventas Salitre a Gobierno	\$ 9.232,51
		idem a terceros	3.503,40
		Embarques Yodo	62.285,63
		Habilitación Yodo	108.045,27
		Habilitación salitre	5.877,58
SUMAS	\$ 60.160,19		188.944,39
Neto al haber de Guillermo Gibbs y Cía. Valpo.			128.784,20

Si Gibbs sólo hubiera vendido salitre, no hubiera cubierto ni siquiera el 20 por ciento de sus gastos de gerencia. No sorprende que mantuvieran este tipo de información muy confidencial, para que las autoridades peruanas no se percataran del error en sus contrato de elaboración con las salitreras expropiadas.

Cruchaga cita un informe de 1879 preparado por "un alto empleado de la Dirección Jeneral de Rentas" como fuente de las siguientes estadísticas de la expropiación⁶⁵:

<i>Establecimientos expropiados</i>	<i>Nº de estacas</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Valor Soles</i>
63 Oficinas de máquinas	8.982,5	16.225.000	17.574.694
83 Oficinas de paradas	5.585,5	2.582.800	1.982.245
En trámite			
2 Oficinas de máquinas	145	435.000	390.000
11 Oficinas de paradas	289	423.000	232.471

⁶⁴ Los datos se encuentran en los archivos Gibbs MS 111 472A, en carta de J. I. Smail a Valparaíso de 4 de mayo de 1880.

⁶⁵ Cruchaga (1880).

Se pueden comparar estas cifras con el censo de Juan Ibarra, de 1873, cuando había sólo 38 oficinas de máquina y 104 oficinas con 344 paradas. Así, tenemos el anacronismo de que durante este período, tan incierto para los salitreros, hubo mucha inversión: 25 oficinas fueron provistas con máquinas completas. En promedio, las máquinas podían producir 20.000 qq mensuales, a un valor tasado de alrededor de un sol por quintal/año instalado (S/250.000 por máquina); es decir, una inversión de S/6.250.000 [£ 1.150.000]. Cruchaga continúa citando al funcionario peruano:

El valor real de las oficinas compradas, por el intrínseco valor de sus estacamientos, es el siguiente:

Número de estacas, 14.568, a 100.000 quintales cada una, = 1.456.800.000 qq. Este número de quintales, a 4 chelines neto, £ 291.360.000. Quiere decir, pues, que el Gobierno ha adquirido un capital que al cambio de 44 d por sol es igual a S/1.589.236.364, que puede hacer efectivo, realizando cada año más o menos 6.000.000 de quintales, [o sea 243 años de reservas]. Con este capital se puede pagar el interés del valor de las oficinas, al mismo tiempo que amortizarlo, i de paso aprovechar el resto de los productos para atender al equilibrio del Presupuesto Jeneral de Gastos.

En una palabra, con el capital adquirido se realizan los fines de que la lei de 28 de mayo de 1875 se propuso alcanzar, i se obtiene para la reconstitución de la Hacienda Nacional una entrada fiscal, positiva, saneada i bien garantida, como se dijera que el capital adquirido es solución del problema administrativo que le ha tocado al actual Jefe de Estado la gloria de dejarlo concluido.

Cruchaga no identifica el autor ni el origen de este informe, pero Read demuestra que las proyecciones de flujo de capital eran ilusas, y Cruchaga no dudó que el análisis fue falaz.

Este sistema fiscal ideado por la administración peruana ha dado los siguientes frutos:

1. Las entradas fiscales del Perú por razón del salitre casi no sobrepasaron a las que le ha procurado la esportación de los productores libres;
2. El monopolio no ha podido mantener el alza de los precios, i ha pagado en intereses extraordinarios casi todo el ingreso del ramo;
3. Ha mantenido cierta relación necesaria entre el guano i el salitre para llevar ambas sustancias a un sistema de consignación o de venta directa, que ha disminuido las entradas de los ramos.

De estas indicaciones se puede sacar ejemplos provechosos en contra de los sistemas administrativos por cuenta fiscal...

Así, en 1871, el último año de la presidencia de Balta, el presupuesto de la nación proyectaba ingresos de sólo 8,6 millones de soles con gastos de 17 millones, sin la posibilidad de tocar las entradas por cuenta de las ventas de guano, destinadas en su totalidad al servicio de la deuda externa.

El primer paso que tomó Manuel Pardo al asumir la Presidencia fue reconocer formalmente que las entradas derivadas del guano eran sólo para servir los bonos de la deuda externa. Para paliar el déficit, propuso reformas administrativas para reducir costos y un aumento en los derechos aduaneros que debían rendir una mayor entrada al fisco de unos cinco millones de soles. Como esta medida no aminoró la crisis, en enero de 1873 el Congreso tomó las riendas, y aprobó una ley de estanco del salitre por la que el Gobierno se haría cargo de todas las ventas de salitre por cuenta propia, pagando a los productores un precio de 2,40 soles por quintal (£ 8.8s/tonelada).

La reacción de los productores y los sectores políticos de Lima fue tal que se debió postergar la implementación del estanco; pero en su reemplazo, para afirmar el precio del salitre, que ya había caído de £ 14,56 a £ 13,75 en 1873, cuando los embarques subieron 68,000 a 288,000 tons., un decreto limitó la producción para 1874 a 207.000 toneladas (4,5 millones de quintales). En la práctica, la producción no se pudo controlar, y los embarques de salitre ese año fueron de 256.830 tons, lo que produjo una baja en el precio a £ 10,86 la tonelada.

La estadística comercial empleada por Cruchaga en su análisis se tabula en el Cuadro 10.

En los primeros cinco años de la década del setenta, el valor de los embarques mundiales de guano fueron £ 20,6 millones, comparado con £ 15,9 millones para salitre, a precios casi iguales: £ 11-8/-la tonelada de guano versus £ 12-9/- para salitre. Entre 1875 y 79 sólo hay embarques de guano en tres años, pero el promedio anual del valor embarcado todavía es significativamente mayor que el del salitre. Pero es un tanto injusto deducir de estas cifras que el estanco y la expropiación fueron claramente ineficaces para mejorar el precio de salitre, porque una feroz crisis agrícola, que duró hasta el fin del siglo, contribuyó a la baja de precios en Inglaterra.

El segundo análisis es un largo informe inédito con el título "Memoranda as to the nitrate business in Peru", sin firma ni fecha, pero indudablemente escrito por Henry Read⁶⁶. Además de ser el gerente de operaciones de la Cía. de Salitres de Tarapacá, Read fue, al parecer, el funcionario con más credibilidad en Londres, ya que los socios le encargaron una serie de informes sobre los

⁶⁶ Se encuentra en Gibbs MS 11,132, "Cartas de la gerencia relativas al salitre".

CUADRO 10

EXPORTACIÓN DE SALITRE Y GUANO DE TARAPACÁ, 1870 A 1879⁶⁷

Cifras en toneladas y libras esterlinas por tonelada

Año	1870	1871	1872	1873	1874
Salitre embarcado a					
Europa	114.019	149.378	181.252	265.271	235.290
USA & California	21.134	15.904	20.356	21.916	21.010
Chile & Costa	245	589	1.747	946	529
Salitre total ton	135.397	165.872	203.355	288.133	256.830
Precio Europa £	15,50	15,44	15,13	14,25	12,25
Valor total £	2.098.653	2.560.644	3.075.747	4.105.899	3.146.167
Guano embarcado a					
Inglaterra	243.434	142.365	74.401	136.000	94.000
Mundo total ton	452.000	363.000	404.000	342.000	337.000
Precio Europa £	13,25	12,00	12,00	12,75	13,00
Valor total £	5.989.000	4.356.000	4.848.000	4.360.500	4.381.000
Año	1875	1876	1877	1878	1879
Salitre embarcado a					
Europa	317.608	300.920	194.137	235.884	84.920
USA & California	12.971	21.192	13.548	35.757	12.663
Chile & Costa	881	1.530	311	181	95
Salitre total ton	331.460	323.642	207.996	271.824	97.677
Precio Europa £	11,75	11,48	14,00	14,50	14,25
Valor total £	3.894.655	3.715.139	2.911.945	3.941.445	1.391.897
Guano embarcado a					
Inglaterra	86.000	157.000	112.000	128.000	44.000
Guano total ton	373.000	379.000	310.000	305.045	298.382
Precio Europa £	12,50	12,50	12,00	11,00	11,00
Valor total £	4.662.500	4.737.500	3.720.000	4.235.495	3.282.202

⁶⁷ *Ibid.* y Greenhill & Miller (1973).

aspectos técnicos y comerciales de la industria del salitre. El siguiente extracto indica con qué ojos Read veía las maniobras financieras del gobierno peruano:

En los primeros días de julio último [1878], la situación financiera del gobierno era crítica. El tesoro estaba vacío, nada se había decidido sobre el nitrato, y el Congreso se reunía en pocos días.

Apenas reunido, el Ejecutivo firmó un acuerdo con uno de los bancos peruanos, que decía: las partes eran el gobierno y el Banco de la Providencia de Lima (uno de los bancos que disfrutó de los \$ 18.000.000 en letras avaladas por el Gobierno por el decreto de 17 de agosto de 1877). No se necesita entrar en detalles sobre éste ya que, apenas firmado, el convenio fue traspasado con acuerdo del Gobierno, a la nueva combinación, la Compañía Nacional del Salitre, con un capital de £ 800.000, en acciones de £ 100 cada una, que se adjudicaron como sigue:

	<i>Acciones</i>	<i>Primer Directorio</i>
Banco Providencia	16.000	Presidente Directorio:
Banco Nacional	16.000	F.G. Calderón
B. Valdeavillano	16.000	Vicepresidente:
C. Elizalde	16.000	C. Elizalde
Derteano	8.000	Gerente interino:
F. G. Calderón	8.000	Luis B. Cisneros

Para cualquiera que conoce Lima, es evidente que la nueva empresa no tiene capacidad para colocar una parte importante de los ochocientos mil, y que dependen por completo de obtener recursos desde Europa. En vista de las obligaciones del contrato no encontrarán inversionistas. Condiciones del contrato incluyen embarcar a Europa no menos de 5 o más de seis millones de quintales al año; pagar los fletes, comisiones y a los productores; adelantar al Gobierno, comenzando en agosto pasado, £ 60.000 mensuales por seis meses, y después £ 20.000 mensuales; además de las cuatrocientas y quinientas mil libras adeudadas por el Gobierno a los Bancos Asociados. El gobierno le autoriza emitir bonos por cuatro millones de libras que se le entregarán a los antiguos dueños de las salitreras a cambio de sus certificados, además de £ 1.000.000 que se le debe pagar a la "Public Works Company"⁶⁸.

Por esto se ve que las obligaciones de esta empresa en los primeros doce meses son:

⁶⁸ La "Public Works Company" era la empresa formada por Meiggs un mes antes de su muerte el 30 de septiembre de 1877, a la cual se traspasaron las obligaciones del gobierno.

Pago a productores a £ 6 10s/ton 234.000t	£ 1.521.000
Cargos fijos a £ 4/ton	936.000
Adelantos al gobierno	
Seis meses a £ 60.000	£ 360.000
Idem a £ 20.000	120.000
Interés etc. sobre bonos	
£ 4.500.000 a 12%	540.000
Pago de la deuda del gobierno a bancos	400.000
1.200.000	
<hr/>	
Total para doce meses	£ 3.877.000
<hr/>	

El mayor consumo anual de salitre en Europa fue durante los 12 meses que terminaron en junio del 77, en que se vendieron 270.000 tons a un precio de £ 12.10s/ton. El año siguiente, principalmente por el monopolio programado del salitre peruano, los precios subieron a £ 16 por tonelada, pero las entregas bajaron 60.000 tons, en consecuencia las entregas de 12 meses hasta junio 30 fueron sólo 210.000 t.

Otro factor nuevo importante es la competencia del salitre boliviano. Hace cuatro años, el Perú tenía un monopolio absoluto, pero ahora su vecino está produciendo 50.000 tons, con la probabilidad de que vaya aumentando el tonelaje. Aún suponiendo que quede en 50.000 t el mercado futuro sería

Consumo total en Europa	250.000 t
menos el producto boliviano	50.000 t
saldo neto	200.000 t
Si éstas se venden a £ 15/t menos el descuento normal de 2 1/2% queda	£ 2.925.000
Pero la empresa se ha comprometido pagar durante los primeros 12 meses	£ 3.877.000
<hr/>	

quedando, aún con un monopolio, con un déficit de novecientas mil libras.

Pero, la situación es aún peor, porque demorará a lo menos 5 meses para que el primer buque contratado llegue con su carga al destino; y además tendrán que competir con las existencias, que se estima son nueve meses de ventas. En efecto enfrentarán el mismo dilema que con el guano y la cancelación del contrato Dreyfus, con el agravante que el salitre no está remotamente en manos de un sólo comerciante.

El memorándum lleva adjunto una copia del contrato entre el gobierno y el Banco de la Providencia. Este contrato incluye los pagos mensuales a Bolivia por el arriendo de las salitreras del Toco.

Es interesante que Read no alude a la compra de las salitreras bolivianas del Toco por intermedio de Meiggs. El negocio es conocido en la jurisprudencia chilena como el "caso Squire". Guillermo Gibbs y Cía. estuvo íntimamente involucrados en esta maniobra del gobierno peruano para neutralizar la competencia boliviano con el salitre de Tarapacá, que tiene que haber estado en conocimiento de Read, aunque es posible que la participación de Gibbs era tan delicada que ni su hombre de confianza en Iquique estuviera informado.

La operación Squire comenzó cuando Bolivia convocó a licitación el 13 de enero de 1876 las salitreras bolivianas, exceptuando el contrato con la Cía. de Salitres de Antofagasta. La licitación la ganó Juan Gilberto Meiggs⁶⁹, hermano de Enrique, que ofreció un arriendo de 10.000 pesos mensuales por un período de 20 años. Esto resulta sospechoso, ya que él había abandonado el Perú hacía un año. Además, la situación financiera de Enrique Meiggs se había tornado muy difícil desde mediados de 1874, debido al atraso del gobierno en los pagos por el trabajo en los ferrocarriles. En parte, el déficit de caja inmediato obedecía al aumento en los gastos militares debido al golpe de Piérola que casi derrocó el gobierno. Pero, más serio para Meiggs es que corrían rumores que había financiado a Piérola, con órdenes de pago sobre Watson y Meiggs de Valparaíso para los gastos del movimiento de tropas rebeldes en el "Talismán".

Aunque, al parecer, don Enrique superó el problema generado por este rumor, la mala situación económica del país siguió en 1875, hasta el punto que en agosto el Congreso congeló los trabajos en ferrocarriles. Ante esta nueva crisis, Juan Gilberto decidió regresar en forma definitiva a Nueva York, partiendo algunos días antes de la Navidad de 1875. Es evidente que si no tenía la intención de volver, y la empresa no disponía de fondos para una especulación como esta, el proyecto de 1876 no debe haberse originado con Juan o Enrique Meiggs, ni haber sido financiado por su empresa.

Los detalles de la operación son pintorescos: el contrato de arrendamiento lo firmó Guillermo M. Bush como apoderado de Juan Meiggs el 20 de marzo de 1876; Bush era jefe administrativo de Enrique Meiggs y en 1877 se casó con una sobrina nieta de los Meiggs. El 20 de mayo Meiggs apareció comprando 61 3/4 estacas de caliche del Toco en manos de particulares, representado por

⁶⁹ Juan Meiggs, hermano menor de Enrique Meiggs, llegó a Perú desde Nueva York, a principios de 1870 como gerente general de las empresas de su hermano, lo que hizo con mucha eficiencia. Había sido corredor de la bolsa en Nueva York y su compromiso con su hermano era de quedarse en Lima por un par de años. Después de la crisis de la caja fiscal y la congelación de los trabajos ordenada el 13 de agosto de 1875, renunció, y regresó a fines del año a Nueva York a su antiguo trabajo en la bolsa, financiado por los buenos sueldos que recibió de su hermano. Lo reemplazó Charles Horsfall Watson, asociado con el hijo mayor de Enrique Meiggs en Valparaíso bajo la razón social de Watson y Meiggs.

Carlos Watson [socio en Watson y Meiggs y sucesor de Juan Meiggs como mano derecha de Enrique]; y el 12 de junio el arriendo y las estacas compradas fueron traspasadas al gobierno peruano. Seis semanas más tarde, el 4 de agosto, los Bancos Asociados (agrupados sólo desde abril de ese año) firmaron un contrato de elaboración con Meiggs por veinte años, con entrega del salitre desde Tocopilla, a un precio mayor que el vigente en Iquique. Es un convenio extraño, ya que Meiggs no disponía de oficinas salitreras, ni los recursos financieros para montarlas. Este arreglo fue ratificado oficialmente mediante un decreto.

Los términos del contrato con los bancos fueron los siguientes⁷⁰:

- “1. Don Juan G. Meiggs se obliga á elaborar por cuenta de los Bancos, un millón de quintales de salitre durante cinco años, y un millón quinientos mil quintales en los años posteriores, que entregará en el puerto de Tocopilla ó en otros del litoral de Bolivia que le convenga ... [el contrato sigue estipulando las mismas condiciones y pagos que Perú ha impuesto en Tarapacá].
4. En compensación de los pagos que don Juan G.... ha hecho al Gobierno de Bolivia y que tiene que seguir haciendo y del precio en que ha comprado las salitreras particulares, se le pagará una prima de veinticinco centavos de sol por cada quintal de salitre, al mismo cambio de 42d.
4. bis. (sic) Don Juan G.... principiará las entregas de salitre elaborado en el término de seis meses contados desde esta fecha.

Pero, antes del traspaso del arriendo del Toco al gobierno peruano, Gibbs se había comprometido de hacer estos pagos. En Gibbs MS 11132 hay un borrador sin fecha, de las cláusulas secretas adjuntadas al contrato con los Bancos Asociados de 29 de abril de 1876, que dice:

“Artículos reservados: Queda estipulado reservadamente, aunque con la misma fuerza legal que la contrata por escritura pública.

- 1º. Que la subvención de 10 000 Bolivianos al mes que el Gobierno del Perú tiene que pagar al de Bolivia por el arrendamiento del Toco, se adelantara al Gobierno de Bolivia por la casa de Gibbs, la que se reembolsará de estos adelantos [a lápiz – y los intereses?] de los primeros productos líquidos del Salitre, lo mismo como hace con los gastos de administración naturales del negocio en la costa.
- 2º. El Gobierno del Perú se compromete a que todo el salitre que por su cuenta se elabore en Bolivia, sea entregado a la casa Gibbs en los mismos términos que prescribe la contrata por escritura publica para el salitre que por cuenta del Estado se produzca en el Perú.

⁷⁰ Aldunate Solar (1907).

La producción de salitre contratada con "Juan Meiggs" fue elaborada por Otto Harnecker. Bermúdez documenta que el último embarque que éste hizo desde Tocopilla fue por 14.204 qq consignados a los Bancos Asociados en el buque inglés "Samuel", el 3 de abril de 1879⁷¹. Las estadísticas de embarques desde Tocopilla antes de la guerra no aparecen en las cifras oficiales de la Superintendencia del Salitre, pero se estiman en 28.000 qq en el segundo semestre de 1878 y 66.000 qq en 1879.

La única explicación racional de todas estas insensatas movidas peruanas es que generaron propinas para las autoridades involucradas. La falta de lógica tiene que haber afectado las decisiones del gobierno chileno, que a su vez estaba bajo severa presión financiera enfrentando una profunda crisis económica. Un factor negativo para Chile fue que el precio mundial del cobre cayó de £ 91,50 por tonelada en enero de 1873 a £ 58,75 en enero de 1879. El nivel de la crisis generalizada de 1878 fue tal que Perú tuvo que abandonar el respaldo metálico de los billetes moneda, y lo mismo pasó en Chile⁷². La recesión mundial, en Europa desde 1870, se agravó en 1875, y la crisis agrícola en Gran Bretaña siguió hasta el fin del siglo. Sin duda esto debe tomarse en cuenta en evaluar las causas de las combinaciones que fueron necesarias después de la guerra para sanear los precios en el mercado.

El derecho de exportación de 10 centavos por quintal cuyo cobro dio origen a la Guerra del Pacífico parece haberse impuesto deliberadamente por la Asamblea Nacional Constituyente en La Paz el 14 de febrero de 1878 para crear un conflicto y gatillar el tratado secreto de mutua defensa firmado el 6 de febrero de 1873 con Perú. Se ha acusado a los salitreros extranjeros de haber tratado de generar el conflicto en contra de Perú para proteger sus intereses. La única conclusión clara y creíble es que el fondo del problema fue las reservas salitreras, explicando así la muy complicada operación Squire.

Como puede verse del Cuadro 13, la ocupación chilena del litoral boliviano no afectó las operaciones de la Cía. Salitrera de Antofagasta en las oficinas del Salar del Carmen y en el puerto, donde se mantuvo la producción a más de un millón de quintales ese año. En Tarapacá, los embarques de salitre cesaron en mayo, con el bloqueo naval, y la producción estuvo muy deprimida en 1879, por la guerra, y mermada en 1880 por la pérdida de los obreros chilenos, quienes casi todos entraron al ejército invasor. El control chileno de Tarapacá se hizo efectivo en noviembre de 1879.

⁷¹ Bermúdez, *op. cit.*, 373.

⁷² Véase William Sater (1979), "Chile and the World Depression of the 1870s", *J. Lat. Amer. Studies*, 11, 1, 67-99.

BIBLIOGRAFÍA SOBRE SALITRE

1. Aldunate Solar, Carlos (1907), *Leyes, Decretos i Documentos relativos a las Salitreras*, Imprenta Cervantes, Santiago de Chile, 567 páginas.
2. Anon (1859), "Sur le nitrate de soude naturel du Perou" Bull. Encouragement Industriel National, 58, 562-563 citado en *Journal of the Society of Arts*.
3. Anon (1872), *Exposición relativa a las Salitreras de Tarapacá con datos sobre el costo de salitre y razón de precios de venta en Liverpool durante los últimos 25 años*, 17 págs., Imprenta de la Gaceta de Callao y Lima, Callao, B.L. 1568/9032.
4. Arce R., Isaac (1930), *Narraciones Históricas de Antofagasta*, Antofagasta.
5. Baume, Antoine (1793), *Memoire sur le raffinage du Saltpetre brut*.
6. Bermúdez, Oscar (1963), *Historia del Salitre desde sus orígenes hasta la Guerra del Pacífico*, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
7. Bermúdez, Oscar (1966), *Orígenes Históricos de Antofagasta*, Santiago.
8. Bermúdez, Oscar (1981), *Historia del Salitre desde la Guerra del Pacífico hasta la Revolución de 1891*, Ediciones Pampa Desnuda, Santiago.
9. Billinghamurst, Guillermo E. (1878), *Compilación de la Legislación Municipal del Perú, 1873-1877*, Iquique.
10. Billinghamurst, Guillermo E. (1886), *Estudio de la Geografía de Tarapacá (páginas de un libro). Trabajo escrito para el Ateneo de Iquique*, Imprenta El Progreso, Santiago.
11. Billinghamurst, Guillermo E. (1887), *El abastecimiento de agua potable del Puerto de Iquique*, Iquique.
12. Billinghamurst, Guillermo E. (1889), *Los Capitales Salitreros de Tarapacá*, Santiago.
13. Billinghamurst, Guillermo E. (1893), *La irrigación de Tarapacá*, Santiago.
14. Bermúdez, Oscar (1966), "El Salitre de Tarapacá y Antofagasta durante la ocupación militar chilena". *Anales de la Universidad del Norte*, N° 5, Antofagasta.
15. Blake, John H. (1843), "Geological and miscellaneous notices of the Province of Tarapacá", *Am. Journ. Sci.*, (i), v. 44, 1-12, (octubre/noviembre, 1842).
16. Bohm, Johannes (1683), *Actis eruditorum*, citado por Mellor (1922): "el primero que distingue claramente entre nitrato de sodio y de potasio".
17. Bollaert, William (1848), "Southern Peru - Its deserts, Desert of Atacama, Survey and account of the province of Tarapacá Peru", by 'A Traveller', *Colburn's United Services Magazine*, Part III, N° 238, 88-96; N° 239, 290/6; N° 240, 412-424.

18. Bollaert, William (1851), "Observations on the Geography of Southern Peru, including a Survey of the Province of Tarapacá, and Route to Chile by the coast of the Desert of Atacama", *Royal Geogr. Soc. Journal*, Vol. 21, N° vciii, 99-130; mapa frente a página 99: "Survey of the Province of Tarapacá in the Department of Arequipa, Perú, commenced in 1827 by Wm Bollaert and Geo Smith, with additions to 1851 by W.B."
19. Bollaert, William (1859), 2nd series of "Observations on the Geography of Southern Peru; and on the Salt, Nitrate of Soda and Borax deposits in the Province of Tarapacá", *Trans. 29th Meeting of the British Assoc. Adv. Sci.*, Aberdeen. Sin texto, sólo título, página 177.
20. Bollaert, William (1859), "Trade and Statistics of Nitrate of Soda", *Steam Shipping Chronicle*, September 19, 1859.
21. Bollaert, William (1860), "The Nitrate of Soda and Borate Districts of Peru", *The Technologist*, vol. I N° 4, 115-121, November 1860.
22. Bollaert, William (1860), *Antiquarian, Ethnological and other researches in New Granada, Equador, Peru and Chile, with observations on the Pre-incarial, Incarial and other Monuments of Peruvian Nations*, Trübner & Co. Londres.
23. Bollaert, William (1862), "Nitrate of Soda and Borate of Lime in the Province of Tarapacá, Peru", *The Exchange*, vol. 2, 43-45, October 1862.
45. Bollaert, William (1868), "Additional Notice on the Geography of Southern Peru", *Royal Geogr. Soc. Proceedings*, v.12, 126.
24. Bollaert, William (1874), "Tarapaca, Peru, its mineral wealth", *Royal Geogr. Soc. Journ.*, v. 44, 131 y sigs.
25. Boyle, Robert (1667), "A fundamental experiment made with nitre", Oxford. Citado por Mellor (1922), "La descripción de los cristales de Boyle muestra que preparó nitrato de sodio".
26. Castle, W.M.F. (1887), *Sketch of the City of Iquique (Chile). Its past and present during the last fifty years, describing the nitrate of soda works*, Plymouth.
27. Cañas Pinochet, Alejandro (1884), *Descripción Jeneral del Departamento de Pisagua, Iquique, terminado Dic. 28, 1882*. Iquique.
28. Cato, Marcus Porcius [234-149 BC], (160 B.C.), *De agricultura*. Discute la producción de vino, aceite, y fruta. Un tratado práctico basado en sus experiencias agrónomicas en el Lacio y Campania.
29. Cochrane, Archibald, ninth Earl of Dundonald (1795), *A Treatise shewing the intimate connection that subsists between Agricultural Chemistry addressed to Cultivators of the soil, to the proprietors of Fens and Mosses in Great Britain and Ireland, and to proprietors of West Indian estates*, Primera Edición, Edinburgo; Segunda Edición, Londres, 1803.

30. Columella, Lucius Junius Moderatus (S^o I d. C.) nacido España, soldado romano, terminó como agricultor en Italia. Su "De re rustica", en 12 volúmenes, ha sobrevivido.
31. Couyoumdjian, Ricardo & Horacio Larraín B. (1975), "El plano de la quebrada de Tarapacá de don Antonio O'Brien, su valor geográfico y socioantropológico", *Norte Grande*, v. 1, N^o 3-4.
32. Crozier, Ronald D. (1993), "La Industria del Yodo", *Historia*, 27, 141-212.
33. Cruchaga, Miguel (1880), *Estudio sobre la organización económica de la Hacienda Pública de Chile. Libro segundo. De la industria i los consumos*. Imprenta Gutenberg, Santiago.
34. Darwin, Charles (1839), *Journal of Researches into the Geology and natural History of the various countries visited by H.M.S. Beagle, under the command of Captain Fitzroy, R.N., from 1832 to 1836*, Primera edición, Henry Colburn, Londres
35. Darwin, Charles (1845), *Journal of Researches*, 2^a ed., Londres.
74. Davy, Humphry (1814), *Elements of Agricultural Chemistry in a course of lectures for the Board of Agriculture*, 2^a Edición, Londres. Primera edición 1813. Contiene sus charlas desde 1802 a 1812.
36. Davy, Humphry (1844), *Elements of Agricultural Chemistry, a new Edition with Instruction for the Analysis of Soils and copious notes embracing the recent discoveries in Agricultural Chemistry by Liebig, Boussingault, and others, by John Shier*, Londres.
37. Díaz Ossa, Belisario (1919), "Bibliografía de la Tecnología del Salitre", *Caliche*, vol. 1, 18-23.
38. Díaz Ossa, Belisario (1919), "Patentes de Invención referentes a la extracción del Salitre, con observaciones sobre la historia técnica", *Caliche*, v. 1, 25-31; 64-69.
39. Donald, M.B. (1936), "History of the Chile Nitrate Industry", *Annals of Science* (Londres), v. 1, 29-47, 193-216.
40. Duhamel du Monceau, Henri Louis (1736), "Sur la base du sel marin", *Academie des Science, Paris, Memoires*, 215-32. Distinguió entre potasa y ceniza de soda, independiente de Marggraf in 1757.
41. Flagg, J.W. (1874), "Nitrate of Soda, its location, mode of occurrence and methods of extraction", *Amer. Chem.*, 4, N^o 11, May 1874; firmado en Iquique, Oct. 28, 1873; contiene un mapa sorprendentemente impreciso.
42. Fonseca, Enrique (1874), "Salitreras del Toco y Borateras de Maricunga", *Anal. U. de Chile*, Tomo XLV, 153-161.
43. Forbes, David (1861), "On the Geology of Bolivia and Southern Peru", *Proceedings of the Geological Society*, vol .17, 7-35; Habla del nitrato de Tocopilla, 16.

44. Fuente, M.B. de la (1856), "Observations on the Province of Tarapacá, South Peru, traducido y comunicado por William Bollaert", *J. Royal Geographical Society*, Vol. 26, 229-232; menciona sales yódicas en el caliche, y que Jorge Smith y Cía. tienen un proceso mejorado para refinar salitre.
45. Gandarillas, J. & O. Gigliotto Salas (1908), *La Industria del Salitre en Chile*, traducido y aumentado de Semper, E. & M. Michels (1904), "Die Chilesalpêtre Industrie", *Zeitschr. Berg. Hutt. u. Salinenw.*, 52, 359-482; Imprenta Barcelona, Santiago. xiii, 418, págs. y mapas de las regiones salitreras.
46. Greenhill, Robert G. & Rory M. Miller (1973), "The Peruvian Government and the Nitrate Trade, 1873-1879", *J. Lat. Amer. Stud.*, v. 5, N° 1, 107-131.
47. Greenhill, Robert, Dr. (1983), "Antony Gibbs and Sons and the Organisation of the Iodine Trade 1870-1914", *Lat. Am. Studies*, U. of Cambridge, Working Papers, N° 1.
48. Grüneberg, H. (1853), "Über den Gehalt des Chilisalpeters an Jod und Brom", *J. Prakt. chem.*, v. 60, 172-175; analizó muestras de caliche.
49. Haenke, Tadeo (1799), "Histoire Naturelle de la Province de Cochabamba", en Felix de Azara, *Voyage dans l'Amérique Meridionale, depuis 1781 jusque 1801*, Publies... par C.A. Walckenaer, Paris, 1809; volumen II.
50. Hamilton of Carluie, Ayrshire, Captain (1840), "Trials of saltpetre and nitrate of soda, as dressing for various crops, at Rozelle in 1840", *Trans. Highland & Agric. Soc. Scotland*, New Ser. v. 8, 269-274.
51. Harding A.I.C.T., Josiah (1877), "The Desert of Atacama (Bolivia)", *Journ. Roy. Geogr. Soc. Londres*, vol. 47, 250-253, mapa.
52. Harvey, Robert (1883), "Machinery for the Manufacture of Nitrate of Soda at the Ramírez Factory, Northern Chile", *Minutes of the Proc. Inst. Civ. Eng.* (Londres), v. 82, 337-344, ver 343.
53. Hayes, A.A. (Augustus Allen) (1806-1882), (1840A), "Notice of native nitrate of soda, containing sulphate of soda, chloride of sodium, iodate of soda, and chloriodide of sodium, from the province of Tarapacá". *Boston J. Nat. Hist.* v. 3, 279-280. De Kelly: *Bibliography*.
54. Hayes, A.A. (1840B), "Native nitrate of soda", *Am. Jour. Sci.*, v. 39, 375-378.
55. Hayes, A.A. (1840C), "New Minerals - Associated with the nitrate of soda of the Province of Tarapacá", *Am. Jour. Sci.*, v. 38, 410. Primera mención de yodo en caliche.
56. Hayes, A.A. (1840D), "Notice of native nitrate of soda, containing sulphate of soda, chloride of sodium, iodate of soda, and chloriodate of sodium, from the Province of Tarapacá. Pampa of Tamarugal in Southern

- Peru, and of algaroba wood from the buried forest beneath the Pampa", *Boston J. Nat. Hist.* v. 3, 279-280.
57. Hayes, A.A. (1844A), [sin título], *Am. Jour. Sci.*, v. 47, 215.
 58. Hayes, A.A. (1844B), [sin título], *Am. Jour. Sci.*, v. 46, 360 and 377.
 59. Hayes, A.A. (1844C), "Borate of Lime", *Am. Jour. Sci.*, v. 49, 377.
 60. Hernández, Roberto (1930), *El Salitre, Resumen histórico desde su descubrimiento y explotación*, Valparaíso.
 61. Herrmann, Alberto (1903), *La producción en Chile de los metales i minerales más importantes de las sales naturales, del azufre i del guano, desde la Conquista hasta fines del año 1902*, Santiago.
 62. Home M.D., Francis (1756), *The Principles of Agriculture and Vegetation...*, A. Kincaid & A. Donaldson, Primera Edición, Edinburgo, 3^a Edición, Londres (1776).
 63. Jara, Alvaro (1973), *William L. Oliver - Un precursor de la fotografía en Chile en 1860*, Editorial Universitaria, Santiago.
 64. Kuhlman, Frédéric (1846), "Experiences sur la fertilisation des terres par les sels ammoniacaux, les nitrates et d'autres composés azotés", *Bull. Soc. Encouragement pour l'Industrie Nationale*, v. 45, 15-25.
 65. Kuhlman, Frédéric (1859), "Sur le produits de la decomposition du Nitrate de Soude", *Bull. Soc. Encouragement pour l'Industrie Nationale*, v. 58, 567-571.
 66. Kuhlow, W. (1876), "Die Salpeterlager im Peru", *Berg-u. Hüttenm. Ztg.*, v. 35, 14; citado por M.B. Donald; informa sobre rodillos de Marsden y chancadoras de mandíbula.
 67. L'Olivier, V. (1876), "Le nitrate de soude dans l'Amerique du Sud", *Ann. Chim, Phys.*, series 5, v. 7, 289-319 "Desde 1821 Mariano de Rivero daba a conocer el nitrato en Europa".
 68. Labeyrie, Enrique (1896), "Memoria sobre la Oficina Salitrera de Antofagasta", *Anales del Inst. de Ing.* Santiago, octubre de 1896.
 69. Latrille, F. (1888), "Salitres en la región de Antofagasta", *Boletin Soc. Nacional de Minería*, Santiago.
 70. Lecanu, B. (1832), "Nitrate de soude de commerce", *Journ. de Pharm.* (ii), v. 18, 102.
 71. Leguanda, Joseph Ignacio (1793), "Descripcion del Partido de Sana y Lambayeque", *Mercurio Peruano* N° 285, 26 Sep. 1793: se halla nitrato en medio del Partido de Piura y de Truxillo.
 72. Mathew, W.M. (1968), "The Imperialism of Free Trade: Peru, 1820-70", *Economic History Review*, Second series, v. 21, N° 3, 562-579.
 73. Mayo, John (1669), "Tractus quinque medico-physici quaram agit de salnitro et spiritu nitro-aereo", Oxford, citado por Mellor (1922).

74. Mayo, John (1979), "Before the Nitrate Era: British Commission Houses and the Chilean Economy, 1851-1880", *JLAS.*, v.11, N° 2, 283-302.
75. Mellor, J. W. (1922), *A comprehensive treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*, 16 vols. Londres, 1922-1937.
76. Muspratt, J. Sheridan (1860), *CHEMISTRY, theoretical, practical, and analytical as applied and relating to The Arts and Manufactures*, 2 vols., William MacKenzie, Glasgow, 1857-1860.
77. O'Brien, Thomas F. (1979), "Chilean Elites and Foreign Investors: Chilean Nitrate Policy, 1880-82", *J. Lat. Am. Stud.* v. 11, 101-121.
78. O'Brien, Thomas F. (1982), *The Nitrate Industry and Chile's Crucial Transition, 1870-1891*, New York Univ. Press, Nueva York.
79. Ossa Borne, Samuel (1931), "Don Jose Santos Ossa", *RChHG*, v. 67, 43-90, v. 68, 112-141, v. 69, 186-215.
80. Paz Soldan, Mariano Felipe (1877), *Diccionario Estadístico Geográfico del Perú*, Lima.
81. Peacock FRGS, Captain George (1878), *On the supply of Nitrate of Soda and Guano from Perú with the history of their first introduction into this country &c.* A Paper read before the Devonshire Chamber of Agriculture in Exeter, on 15th March, 1878. Printed by William Pollard, Exeter, B.L. 7074.cc.12.
82. Pissis, Amado (1877), *Guano y Salitre de Atacama*, Santiago.
83. Pissis, Amado (1878), *Nitrate and Guano Deposits in the desert of Atacama*, Londres. Citado por Mellor (1920).
84. Prieto, Manuel A. (1888), "Memoria sobre la Esplotación i Beneficio del Salitre i Iodo... presentada al certamen universitario de setiembre de 1887 i premiada con una medalla de oro", *Anales de la U. de Chile*, 73, primera sección, 317-380.
85. Prieto, Manuel A. (1917), *Estudios sobre Elaboración de Salitre*, Soc. Nacional de Minería, Imprenta Universo, Santiago. Con una evaluación del "Sistema M.A. Prieto por corriente artificial".
86. Proust, J.L. (1806), "Sur l'utilité du nitrate de soude", *Journal de Physique, de Chemie*, Paris, v. 63, 59; Uno de los primeros que indica el empleo de salitre sódico en fuegos artificiales, diciendo que se conocían en el desierto de Chile y Perú desde el siglo XVI.
87. Puelma, Francisco (1855), "Apuntes Geológicos y Geográficos sobre Tarapacá en Perú", *Anales de la Univ. de Chile*, vol. 12, N° 39, 665-673.
88. Raimondi, Antonio (1874), *El Perú*, Imprenta del Estado, Lima.
89. Raimondi, Antonio (1878), *Minerales del Peru o Catalogo razonado de una coleccion que representa los principales minerales de la Republica, con muestras de Huano y restos de aves que lo producen*, Imprenta del Estado, Lima.

90. Ravest Mora, Manuel (1983), *La Compañía Salitrera y la Ocupación de Antofagasta 1878-1879*, Editorial Andres Bello, Santiago.
91. Reck, Hugo. (1863), "Die Saltpeter und Boraxlager de Provinz Tarapacá im Süden Peru und deren Ausbeutung", *Berg-u. Hüttenm. Ztg.*, v. 22, 149-152, 188-192, 207-210, 225-229 and 344.
92. Rivero y Ustariz, Mariano de (1821), "Note sur le nitrate de soude découverte dans le district de Tarapacá au Pérou", *Ann. des Mines* (Hauy's Annales) (ii), v. 6, 596; sugiere el empleo de salitre de Tarapacá para fabricar salitre potásico y ácido nítrico.
93. Rivero y Ustariz, Mariano de (1821), "Note sur le Cuivre muriaté du Pérou, et sur le Nitrate de soude trouvé dans le district d'Atacama, pres du port de Yquique", *Ann. Chim. Phys.*, v. 18, 442.
94. Rivero y Ustariz, Mariano de (1822), "Note sur le Cuivre muriate et le Nitrate de soude decouverte dans le district du Tarapacá du Peru", *Arch. Descouvertes et des Inventiones Nouvelles; Soc. d'Encouragement por l'industrie nationale*, 44.
95. Rivero y Ustariz, Mariano de (1826), "Note sur le nitrate de soude decouverte dans le district de Tarapacá de Peru", *Bull. Univ.* October 1826.
96. Rivero y Ustariz, Mariano de (1827), "Note sur le nitrate de soude decouverte dans le district de Tarapacá de Peru", *Am. Journ. Sci.*, (i), v.12, 385.
97. Rivero y Ustariz, Mariano de (1857), *Colección de Memorias Cientificas Agricolas e Industriales*, Imprenta de H. Goemaere, Bruselas; salitre embarcado por país 1850-54, 1855, firmado pedido por P. King, atestiguado por P. Gamboni.
98. Sater, William F. (1979), "Chile and the World Depression of the 1870s", *JLAS*, v. 11, N° 1, 67-99.
99. Semper, E. and M. Michels (1904), "Die Chile-Salpetre Industrie", *Z. Berg. Hütt.u. Salinenw.*, v. 52, 359-482; ver Gandarillas, J. & O.Gigliotto Salas, (1908), "La Industria del Salitre en Chile".
100. Shanks (1863), Brit. Patent N° 3232.
101. Smith, George (1859), *Plano de las localidades de la Provincia de Tarapacá en el Departamento de Moquegua adonde se encuentra el Nitrato de Soda, Borato de Cal, con las oficinas principales y sus caminos y los Puertos habilitados para su embarque, por Jorge Smith F.R.G.S.*
102. Stahl, G. (1723), *Ausfürliche Betrachtung und Zulänglicher Beweiss von den Saltzen*, Hallé, Citado por Mellor.
103. Stevenson, William Bennet (1825), *A Historical and Descriptive Narrative of twenty years residence in South America*, Londres, 1825, 3 vols. 8vo. informa sobre las minas de carbón en Concepción en 1803.

104. Subercaseaux, Guillermo (1920), *El Sistema Monetario i la Organización Bancaria de Chile*, Santiago.
105. Vincent, C.W. Editor (1880?), *CHEMISTRY, Theoretical, Practical and Analytical, as applied to the Arts and Manufactures by Writers of Eminence*, William MacKenzie, Londres. Sucesor de Muspratt.
106. Walckenaer, C. A. (1809), *Voyages dans l'Amerique meridional par Felix de Azara depuis 1781- 1801*, Paris; Incluye la historia de Cochabamba de Haenke.
107. Whitehead, W.L. (1920), "The Chilean Nitrate deposits", *Economic Geology*, v. 15, N° 3, 187-224; traducido en *Caliche II*, N° 9, 412-428; cita K.W. Jurisch (1918), "Salpeter und sein Ersatz", Leipzig, que da una producción de 935 t de salitre en Tarapacá en 1825.