

Consideraciones sobre la Industria del Salitre

POR

EMILIANO LÓPEZ S.

Atendiendo el pedido de la Comisión de Redacción de los Anales, recopiaré algunos datos sobre la Industria del Salitre, ya que el Instituto de Ingenieros de Chile no ha hecho publicaciones sobre este asunto tan importante de la economía nacional.

La Industria del Salitre, en sí, es una industria extractiva que presenta vasto campo para las aplicaciones de la ingeniería y su importancia es manifiesta: por lo enorme de la producción, por las aplicaciones que como abono tiene el Salitre en la agricultura del mundo entero y por el valioso contingente que aporta en la economía de nuestro país.

Sobre esta importante materia, hay distintas publicaciones interesantes, como las de los señores Manuel Antonio Prieto y Gustavo Julian, Guillerme E. Billinghurst, Alejandro Bertrand, Semper y Michels, Enrique Kaempffer, Nicolás Ugalde, Belisario Díaz Ossa, etc., además de la importante revista «Caliche» que tiene numerosos cooperadores y que presenta trabajos sobre todos los ramos que abarca la Industria del Salitre.

SALITRE

La sal blanca o ligeramente pardusca, cristalizada, que circula en el mundo entero para fines industriales y que se compone de 95 ó 96% de *nitrate de sodio*, teniendo como impurezas, principalmente, cloruro de sodio, sulfatos y yodatos, humedad e insolubles, se conoce en el comercio con el nombre de *nitro cúbico*, por cristalizar en romboedros parecidos al cubo, *salitre sódico*, *salitre de Chile* o simplemente *salitre*.

Cuando tiene 95% de nitrato de sodio, se le llama *salitre ordinario* y si tiene 96% de nitrato y no más de 1% de cloruro de sodio, se llama *salitre refinado*; el primero se usa como abono en la agricultura y el segundo para la fabricación de explosivos. Además, se usa el *Salitre* para la fabricación de ácido nítrico, ácido sulfúrico, nitrato de potasa, materias colorantes y medicinales, etc.

Al *Salitre* en su estado mineral, o sea como se le encuentra en el terreno, se le llama *Caliche*. En él, el nitrato de sodio está mezclado con cloruros y sulfatos, principalmente, y con sustancias terrosas o pétreas. El *caliche*, es la materia prima de la elaboración del *Salitre*.

I. YACIMIENTOS DE SALITRE

Los mayores depósitos de salitre natural, o casi los únicos en el mundo, se encuentran actualmente en Chile, en la zona Norte del país o sea en lo que se conoce con el nombre de desierto chileno, región cálida, casi sin lluvias y sin vegetación, que comprende los llamados antes desiertos de Tarapacá y de Atacama, que los separaba el río Loa.

Los yacimientos de *Salitre* que existen en la Puna de Atacama, en Bolivia, en el Perú, en Colombia, en Venezuela, en California, en Sicilia y en el Desierto de Sahara, son de espesores insignificantes y de leyes bajas; así es que son sin importancia comercial y, económicamente, no se prestan para la elaboración por su mala calidad y por no estar el salitre en proporción industrial. Por ello, solamente Chile tiene el privilegio de la elaboración del salitre natural.

A). SITUACIÓN

Los Yacimientos de Salitre de Chile se encuentran cerca de la Costa del Pacífico, en el extremo Norte del país, casi únicamente en las actuales provincias de Tarapacá y Antofagasta, pues los que se encuentran en las provincias de Tacna y de Atacama no tienen importancia comercial.

Los depósitos explotables vienen a quedar entre la quebrada de Camarones, límite norte de la provincia de Tarapacá y la quebrada de la Cachina o de Carrizal, en el límite sur de la provincia de Antofagasta, o sea entre los grados 19 y 26 de latitud Sur. Véase mapa fig. 1, tomado de la «Industria del Salitre» por Semper y Michel, plano I, de 1908.

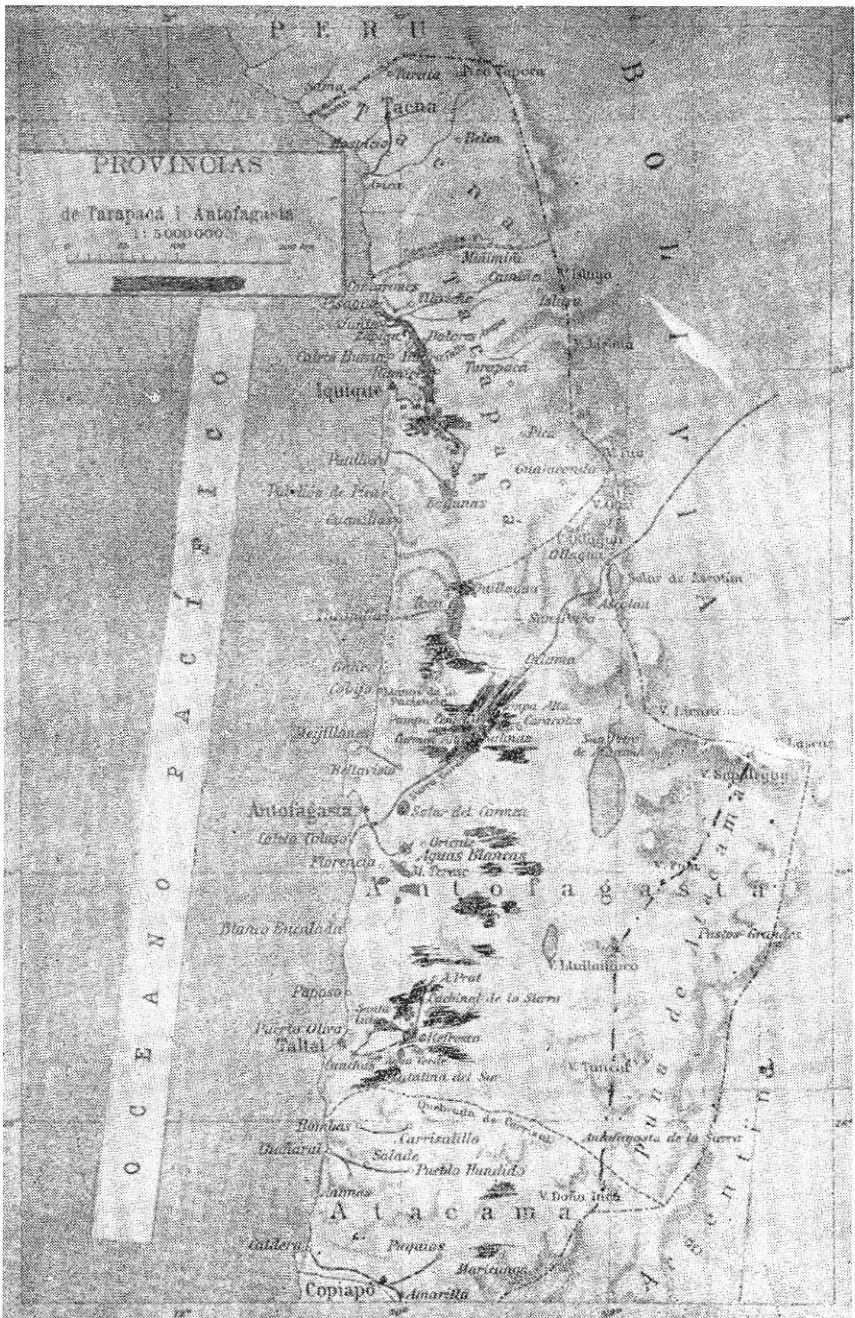


Fig. 1.—Situación de los Yacimientos de Salitre.

Como los depósitos de salitre están agrupados en zonas aisladas, que tienen su salida por distintos puertos o caletas, se acostumbra denominar Cantones, Pampas o Distritos Salitreros, a cada una de esas zonas y se consideran separadamente: La primera, la de más al Norte, comprendida entre Pisagua y Pampa Lagunas, es el «*Cantón o Pampa de Tarapacá*», que se sirve por los puertos de Pisagua, Junín, Caleta Buena e Iquique. Sigue después la «*Pampa del Toco*», que tiene su salida por el puerto de Tocopilla. Después el «*Cantón de Bolivia o de Antofagasta*», que se sirve por los puertos de Antofagasta y Mejillones. En seguida el «*Distrito de Aguas Blancas*», que tiene su salida por Caleta Coloso. Y, finalmente, el «*Cantón o Distrito Salitrero de Taltal*», que se sirve por el puerto del mismo nombre.

La faja de terreno que comprende los Yacimientos de Salitre, está situada principalmente en las faldas o vertientes orientales de la Cordillera de la Costa.

La *Cordillera de la Costa* corre a orillas del Océano Pacífico, tiene 20 a 80 kilómetros de ancho y alturas de 800 a 1 500 metros sobre el mar, llegando hasta 2,000 metros. Sigue después al Oriente el *Valle Central*, de superficie pareja, que en Tarapacá se llama Pampa del Tamarugal, por los numerosos tamarugos principalmente y Algarrobos que le quedan aún, tiene un ancho medio de sus 40 kilómetros. Viene en seguida la *Cordillera de Los Andes*, que se manifiesta primero por serranías o contrafuertes de distintas alturas, que encierran pequeños valles con agua y vegetación; y más al Oriente muestra los volcanes y altas sierras nevadas, que forman el macizo principal con sus máximos de alturas sobre el mar.

En toda la provincia de Tarapacá y en el departamento de Tocopilla, los yacimientos salitrales ocupan netamente los suaves lomajes que forman el pie de la vertiente Oriental de la Cordillera de la Costa o sea el límite Poniente del Valle Central y se mantienen a distancias de 40 a 60 kilómetros del mar y a una altura media de 1 000 metros. En los cantones de Antofagasta y de Taltal, los depósitos de salitre avanzan por entre las serranías que ocupan lo que corresponde al valle longitudinal y llegan hasta los contrafuertes de la Cordillera de Los Andes, con alturas de 1 000 a 2 000 metros y más. En el cantón o pampa de Antofagasta el valle longitudinal se desvía al Este, formando la quebrada por donde corre el Ferrocarril

a Bolivia y en cuyos faldeos están los yacimientos salitrales. En el distrito de Aguas Blancas vuelve a aparecer el valle longitudinal como en Tarapacá. Y en el cantón de Taltal, desaparece el Valle Central para convertirse en una llanura atravesada por una serie de valles, adonde el caliche se encuentra a grandes alturas sobre el nivel del mar, a 2 000, a 2 400 metros y más aún.

Más al Sur, siguen otros depósitos pobres y en el paralelo 27, frente a Caldera, se encuentra el último depósito salítral, el de «Marícunga», cerca de las borateras de ese mismo nombre (depósito aislado a 3 800 metros sobre el nivel del mar y a 170 kilómetros de la costa); pero, por sus condiciones, no tienen importancia comercial.

B). FORMACIÓN

Los depósitos salitrales se presentan, según su origen, en cuatro formas distintas:

a) *En mantos, papas o bolsones*.—Esta es la forma normal en que se presentan los depósitos que explota la Industria del Salitre.

El caliche se presenta en este caso, en capas o mantos de sustancias cristalinas de espesores variables, desde algunos decímetros hasta algunos metros; pero, el término medio corriente, es sus sesenta centímetros de espesor. La profundidad a que se encuentran es también variable y, puede decirse, entre números análogos a los anteriores.

Las otras capas o mantos de materias estériles, que acompañan al salitre, varían según las localidades y a veces faltan algunas de ellas; pero, en general, especialmente en la Pampa de Tarapacá, se presentan las distintas capas en el siguiente orden y con estos nombres especiales: *chuca, costra, caliche, congelado o banco y coba*; fig. 2.

1). La *chuca* es una materia terrosa suelta, que viene de la descomposición de rocas eruptivas. Su superficie está casi siempre cubierta de trozos de piedras que permanentemente se están requebrando a causa de las temperaturas extremas del día y de la noche, fig. 3.

2). La *costra* es una brecha o conglomerado, cuyos trozos de piedra son análogos a los que se encuentran sobre la chuca y están aglomerados con arcillas y sales análogas a las del caliche, pero en general con poca ley de nitrato.

3). El *caliche* se presenta a veces en capas cristalinas blancas o con manchas de colores amarillo, morado, anaranjado, negruzco, etc.; pero, más comúnmente se



Fig. 2.—Caliche bajo capas estériles.

presenta el caliche como la costra compuesta de materias arenosas o pedregosas, de color achancacado, cementado con nitrato, cloruro, sulfato y yodato de sodio, a veces de potasio, calcio o magnesia, etc. La más abundante de esas sales es el cloruro de sodio, que no falta nunca. En algunas regiones, como en los distritos de Toco y Tarapacá, las acompaña el perclorato de potasio, que precipita junto con el nitrato de sodio si no se toman precauciones y hace daño a la agricultura.

4). El *congelado* o el *banco*, es una capa que sigue más abajo del caliche, se compone de mezclas de cloruros y sulfatos. Cuando predomina el yeso se llama *congelado*

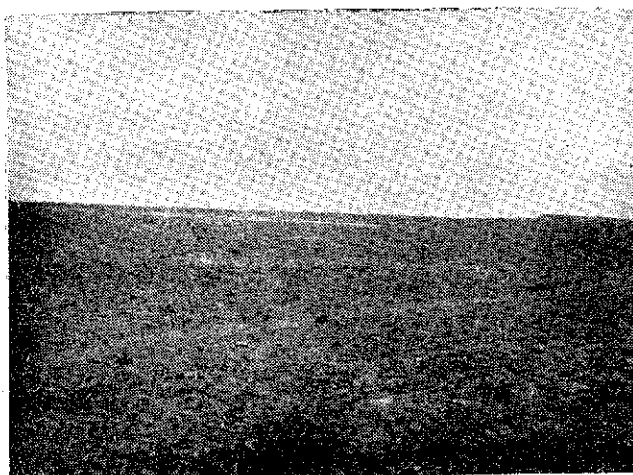


Fig. 3.—La Pampa, mostrando la Chuca y piedras sueltas.

y si predomina el cloruro de sodio, como en la Pampa de Antofagasta, se llama banco y suele tener alguna ley por nitrato de sodio.

A veces faltan el congelado y el banco, presentándose entonces la capa de caliche directamente sobre la coba, que no falta nunca.

5). La *coba* es una tierra suelta, ferruginosa, mezclada con piedras pequeñas y cristallitos sueltos de yeso o de otras sales. Suele tener la coba grandes espesores y también alterna con otras capas, a veces se presenta endurecida y llega hasta las rocas volcánicas que forman la cordillera de la costa.

En la Pampa de Antofagasta falta con frecuencia la costra y el congelado, el que a veces es reemplazado por el banco. En el Distrito de Aguas Blancas, se encuentran capas de sulfato de sodio anhidro (Thenardita) en medio de la capa de chuca y capas de cloruro de sodio en medio o abajo de la capa de caliche. Y en la Pampa del Taltal, la chuca de color oscuro se presenta con manchas blancas del mismo sulfato de soda, lo que es allá indicio de la presencia del caliche; en lugar de la costra, hay un ripio o cascajo medio trabado con sales y sobre esta capa se encuentra una capita delgada de materia rica en yeso, que se encuentra debajo de la chuca y que se llama *panqueque*.

b). *En impregnaciones salitrosas en los pórfidos descompuestos*.—En la región Norte del Distrito de Taltal, entre las pampas Moreno y Callejas, se presenta nitrato de sodio en la superficie de rocas volcánicas porfíricas de la Cordillera de la Costa y se le supone resultante de su descomposición por la acción del tiempo. La descomposición del pórfido ha llegado hasta unos cincuenta centímetros de profundidad. Cubre la capa de caliche—que llega a tener espesores de treinta centímetros y leyes por nitrato de 20 a 65%—una capita de chuca arenosa con trozos de caolina y un espesor de sus diez centímetros.

c). *Relleno de cavidades en el terreno calcáreo*.—En el terreno calcáreo jurásico de la región Norte del Distrito de Tarapacá, de Negreiros al Norte, en las pampas de las Oficinas Aurora, Amelia, Aragón, Sacramento y Jazpampa, el salitre se ha presentado al estado cristalino, rellenando grietas que iban hasta profundidades de 12 metros y más, en los faldeos de los cerros, donde se han explotado generalmente por labores subterráneas.

En la zona central de Tarapacá, como en las Oficinas Paposo y Virginia, se han encontrado también depósitos análogos.

d). *Esflorescencias de salitre en la superficie de los salares*.—En algunos salares—

que son los depósitos de sales y arcilla que se presentan en la superficie del terreno en capas de superficie irregular, dura y hueca—se presentan capitas de salitre encima o debajo de la costra o capa del salar. Esto se ve en el Cantón de Antofagasta: en Pampa Alta, en Pampa Central y en Carmen Alto; pero, es más característica esa formación en el «Salar del Carmen», lago u hoyada sin salida natural, a 11 kilómetros de Antofagasta, respecto a la que la obra de Semper y Michels dice lo siguiente, que copiaré porque explica a la vez el dicho que el salitre reaparece o nace nuevamente:

... «Sobre la costra amontonada de sal de esta cuenca se ha depositado, en forma de fajas, una capa de salitre bastante puro».

«Este salar tiene la particularidad de dar origen a un error repetido muchas veces al tratarse de las teorías sobre la formación del salitre, a saber: que el caliche aparece de nuevo en las partes de donde ha sido extraído anteriormente, de tal modo que cada cuatro años puede renovarse la explotación en el mismo sitio».

«La explicación es obvia. Las aguas subterráneas que atraviesan depósitos calichosos, situados a mayor altura, arrastran el salitre en disolución, lo llevan hacia abajo por el valle de Sierra Gorda y se resumen y detienen en el Salar del Carmen, donde son evaporadas por la acción atmosférica y dan lugar a estos depósitos secundarios, en relación con los depósitos superiores»...

De estas mismas formaciones se encuentran en los depósitos de la Pampa de Aguas Blancas, principalmente en la pampa Barazarte, pero todos estos depósitos tienen poca importancia por el poco espesor y por las malas condiciones de la arcilla que los acompaña.

C). ORIGEN

Las numerosas hipótesis que procuran explicar el origen de los yacimientos de salitre, se refieren no solamente a la formación de los depósitos mismos, sino también al origen del nitrógeno que entró en la composición del nitrato de sodio.

De estas teorías—aunque en general no satisfacen las distintas características que presentan los depósitos en las distintas regiones—voy a extractar algunas:

Dos son los grupos principales en que pueden reunirse esas hipótesis: uno, de las que atribuyen *origen orgánico* a los yacimientos de salitre y otro, de las hipótesis que le supone un *origen inorgánico*:

a). *Origen orgánico*.—Las teorías que atribuyen este origen a los yacimientos, implican la formación de éstos en el sitio adonde se encuentran y en ensenadas

unidas con el mar, que por sollevamientos fueron transformados en grandes lagos salobres de poco fondo, cuyas aguas se evaporaban hasta dejar en descubierto la materia orgánica, que fermentaba—por los grandes calores de la región—y que contenía el nitrógeno y el yodo, que son los componentes característicos de los yacimientos de salitre de Chile; y, así, suponen que los depósitos de salitre han resultado:

1). *De la descomposición de las algas marinas*, que en presencia del cloruro de sodio y del carbonato de calcio, formaron el nitrato de sodio.

2) *Por nitrificación microbiana*, en la fermentación de materias orgánicas vegetales, formando nitrato de calcio, que con el cloruro de sodio habría formado el nitrato de sodio.

3). *Del guano fósil*, que habrían arrastrado los vientos desde las covaderas de la costa del Pacífico y en el que habrían obrado el cloruro de sodio y el anhídrido carbónico. El salitre se habría formado con el guano amoniacal que es el más liviano.

b). *Origen inorgánico*.—Las hipótesis que suponen un origen inorgánico a los yacimientos de salitre, consideran que el nitrógeno que se encuentra en ellos, es de origen atmosférico o de origen volcánico, pudiendo haberse formado el salitre en la misma cordillera de Los Andes, de donde habría sido traído posteriormente, disuelto en las aguas, hasta los sitios adonde se encuentra.

Los procesos, según estas otras teorías, habrían sido como sigue:

1). *Las descargas eléctricas*, durante las tempestades atmosféricas, frecuentes en esa región, habrían provocado la combinación del nitrógeno con el oxígeno del aire ozonizado, formando ácidos nítrico y nitroso—por su afinidad con las bases, que resultan de la descomposición de los felspatos del terreno por los agentes atmosféricos y por las aguas lluvias—en presencia de compuestos oxidados de fierro y con intervención de carbonatos alcalinos.

Los felspatos—especialmente el ortoclasia y el oligoclasa, que son silicatos dobles de aluminio, potasio, sodio, calcio, magnesio y hierro, que entran en la composición de las rocas graníticas, tanto de la cordillera de la Costa como de la de Los Andes y que se encuentran por consiguiente en los terrenos de la región salitrera—al descomponerse, han dado la caolina o sea el silicato de aluminio y han dejado en libertad las otras bases, que han ido a formar las sales que constituyen el caliche. El anhídrido carbónico de la atmósfera con las bases dejadas por los felspatos, habría formado los carbonatos alcalinos, que se descompondrían después

por el ácido nítrico, para formar el nitrato de sodio y los otros nitratos que lo suelen acompañar.

En cuanto a las otras sales que componen el caliche; el ácido sulfúrico y el cloro, que son sus principales elementos, habría resultado: el primero, de la oxidación de las piritas que se encuentran en los mismos terrenos y, el cloro, para estas hipótesis, sería producto de los volcanes de la cordillera de Los Andes.

2) *Las emanaciones volcánicas*, habrían proporcionado sales amoniacaes, principalmente al estado de cloruro de amonio, que por oxidación, a presencia de las bases alcalinas resultantes de los felspatos, como se detalló al tratar del grupo de hipótesis anteriores, habrían formado el ácido nítrico y en seguida el nitrato de sodio.

El amoníaco y las sales amoniacaes, son comunes en las emanaciones volcánicas y son abundantes en las fumarolas de los volcanes italianos.

Las otras sales que forman el caliche, se habrían formado como se explicó antes. Entre ellas, el bórax—hidro boracita de cal, soda y magnesia—producto de volcanes y que acompaña también al caliche.

Respecto a las emanaciones gaseosas de los volcanes, A. Jaccard en su obra «*Le Pétrole l'Asphalte y le Bitume au point de vue Geologique*» de 1895 dice: «No es solamente agua que se encuentra en combinación con las materias minerales arrojadas por los volcanes. Sustancias volátiles en número de cuarenta a cincuenta, aparecen desde el principio de las erupciones y manifiestan su existencia hasta el completo enfriamiento de las lavas»...

«En todos los volcanes terrestres que ha estudiado M. Sainte-Claire Deville ha encontrado siempre en cantidad predominante sales de soda, y en particular cloruro de sodio, en los puntos que la lava está más caliente y aún roja. Cuando la temperatura baja, otros productos aparecen, productos más volátiles, ácido clorhídrico, ácido sulfuroso, cloruros de fierro; lo que constituye un segundo período. En un tercer período, lo que domina es el azufre, el ácido sulfhídrico y aún ya el ácido carbónico. En fin, hay un cuarto, en el cual no hay más que vapor de agua, gases combustibles y ácido carbónico».

«Para un gran número de autores, esas sustancias proceden muy sencillamente de las reacciones químicas ejercidas por el calor subterráneo sobre las aguas marinas que han penetrado en las profundidades»...

Acción de la Radioactividad.—En la hipótesis de origen inorgánico de los yacimientos de salitre, algunos autores han introducido la idea de que la oxidación del

nitrógeno y la combinación del ácido nítrico con las bases, han sido activadas por la radioactividad del suelo.

Esta idea de la radioactividad y la hipótesis de origen volcánico, están reforzadas por observaciones del agrónomo, profesor Stoklasa, de Praga, que enumera la revista «Engrais et Produits Chimiques Agricoles» de Agosto de 1923 y que resume el trabajo presentado a la Academia de Ciencias de París en Mayo de 1923, como sigue:

«Que la materia azoada nitrificada, vendría del ázoe amoniacal que los volcanes arrojan en abundancia. Que el nitrato de sodio de Chile y las rocas que lo acompañan en los yacimientos son muy radioactivos, como todos los productos eruptivos. Que la composición química y mineralógica de la chuca y de la costra, capas que acompañan la de caliche, presentan gran analogía con las de los productos de las últimas erupciones del Vesubio y del Etna. Que ha encontrado fuertes cantidades de clorhidrato de amoníaco en las lavas y en todas las materias proyectadas por los volcanes; según sus cálculos el Vesubio habría enviado a la atmósfera unas 500 000 toneladas de ázoe amoniacal en su última erupción. Que la nitrificación del amoníaco es fuertemente activada por la radioactividad y, según experiencias se triplica en actividad. Que los depósitos chilenos están localizados en comarcas donde la actividad volcánica ha sido intensa. Y recuerda, por último, que ensayando sobre la betarraga de azúcar a dosis igual de ázoe del nitrato de soda químicamente puro, nitrato de soda sintético y nitrato de Chile, ha obtenido un excedente de cosecha con el nitrato de Chile, que ejerce una acción más estimulante que los otros abonos azoados sobre el desarrollo de las plantas; lo que se explica por la radioactividad, debida a su origen volcánico».....

Traslación de depósitos de salitre.—Los autores alemanes Semper y Michels, primero, y los americanos Singerwald y Le Roy Miller, después, aceptando todas las hipótesis que atribuyen al nitrógeno y a los depósitos de salitre un origen inorgánico, manifiestan que esos yacimientos se habrían formado primero en la misma cordillera de Los Andes, ocupando grandes extensiones de terreno, seguramente con poca ley de nitrato de sodio, y que las lluvias, los deshielos o las humedades de la atmósfera, habrían ido disolviendo o lixiviando el caliche y arrastrando el nitrato de sodio, junto con las demás sales solubles que forman el caliche y, aún, en las avalanchas, con las materias pedregosas y terrosas que lo acompañan, como llegan de tiempo en tiempo hasta las Oficinas Salitreras, como se ve en la fig. 4, cuando caen las grandes lluvias periódicas—como las de este año—y poco a poco habrían ido

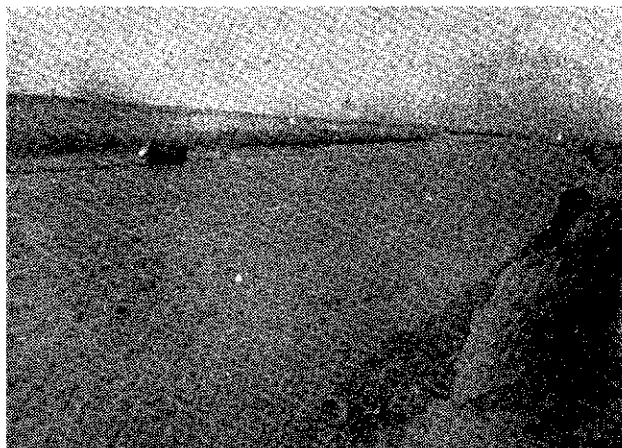


Fig. 4.—Avalancha de agua por lluvias.

atravesando el Valle Central, hasta ser contenidas por el inmenso dique o tranque de la cordillera de la Costa, al pie de la cual se formarían embalses o grandes lagos, cuyas aguas con la solución de sales se irían sumergiendo y evaporando, para formar los depósitos de salitre en esos mismos sitios adonde ahora se encuentran.

En otras partes—y aún se supone que en la actualidad se sigan formando así los depósitos de salitre—las aguas subterráneas habrían acarreado en pequeñas cantidades en disolución las sales solubles, como en la actualidad, hasta encontrar la represa o dique de la cordillera de la Costa y tratar de subir a la superficie; antes de llegar a la cual se evaporarían por la sequedad del aire en la región Norte, hasta ir formando con los años o los siglos, por acumulación, los actuales depósitos. Lo mismo que se supone siguen formándose en la actualidad en el «Salar del Carmen», cerca de Antofagasta.

II. ELABORACIÓN DEL SALITRE

Como la industria de la Elaboración del Salitre, es simplemente extractiva, no emplea en sus procedimientos actuales reactivo alguno. Trata solamente su materia prima, que es el *caliche*, en agua caliente en grandes estanques llamados cachuchos. Decanta la solución clarificada caliente aún y cristaliza el salitre por enfriamiento en estanques de poca profundidad, llamados bateas. Seca el salitre al aire libre en canchas permeables, lo ensaca y lo baja por ferrocarril a los puertos respectivos para su embarque. Estas operaciones implican trabajos llamados de Pampa, de Máquina y de Puerto, que expondré brevemente:

A). TRABAJOS DE PAMPA

Como las capas de caliche son subterráneas y las indicaciones de la superficie del terreno no precisan ni su calidad ni su cantidad, hay que hacer trabajos de Pampa, fig. 5. para determinar esos datos, indispensables para la ubicación y magnitud de las máquinas elaboradoras, primero, y para la manera cómo llevar la extracción de la materia prima, después.

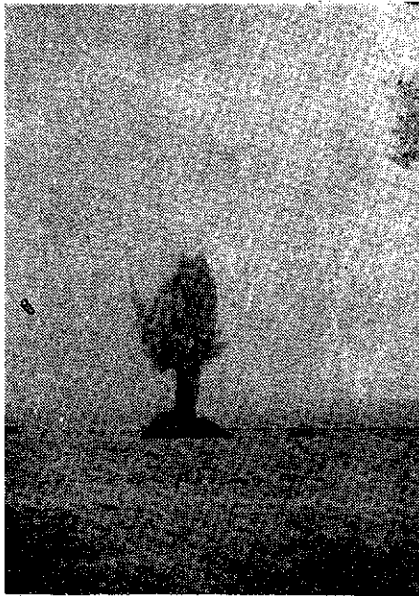


Fig. 5.—Tiro para reconocimiento de la Pampa salitrera.

a). *Cateos y Recateos*.—Para precisar la calidad y condiciones del caliche que se va a trabajar y la cantidad de nitrato de sodio disponible, hay que hacer lo que se llama el *reconocimiento o cateo* del terreno salitral.

Conocida la presencia de caliche en una pampa, por las indicaciones que da la experiencia y por las perforaciones distanciadas que se hacen en el terreno, al buscar el caliche, se procede al cateo de la pampa. Este primer cateo sistemático, hay que efectuarlo en condiciones penosas por lo desamparado de las pampas; por consiguiente, todo se hace a mano, nada a máquina.

1). *Perforación de Tiros*.—El cateo se hace por perforaciones verticales, llamadas *tiros*, que se colocan a 100 ó 200 metros unos de otros, cuadrículando el terreno y levantando el plano respectivo, adonde se anotarán después las características de los tiros.

Cada uno de esos tiros, se hace por barreteros y consta de tres partes: el desboque, el cañón y la taza.

El *desboque* se practica con barreta y pala de mango corto, y consiste en la remoción y retiro de la parte suelta o blanda del terreno—que pueden ser la chuca y el panqueque—en la parte donde está la estaca o punto de intersección de la cuadrícula iniciando la perforación cilíndrica con un diámetro de unos cincuenta centímetros o más y con la profundidad necesaria para pasar el terreno suelto de encima pero, cuando el tiro atraviesa costra o resulta de mucha hondura se lleva el desboque a más profundidad para la comodidad del manejo de las herramientas y para que no resulten demasiado largas.

Después sigue el *cañón* del tiro que en general se perfora atravesando la capa de caliche, con un diámetro de 15 a 20 centímetros operación que se hace con barretas y barretillas de acero o de fierro calzadas con acero, ayudándose generalmente con tiros de dinamita que se labran al fondo de la perforación con barrenos y combo de mano. Los detritus o saca que resulta de la perforación se extraen con una especie de cucharón compuesto de un disco de fierro ligeramente cóncavo, de unos 12 centímetros de diámetro unido a escuadra con una lumilla delgada o mango largo por intermedio de una barrita de fierro remachada al disco y amarrada con

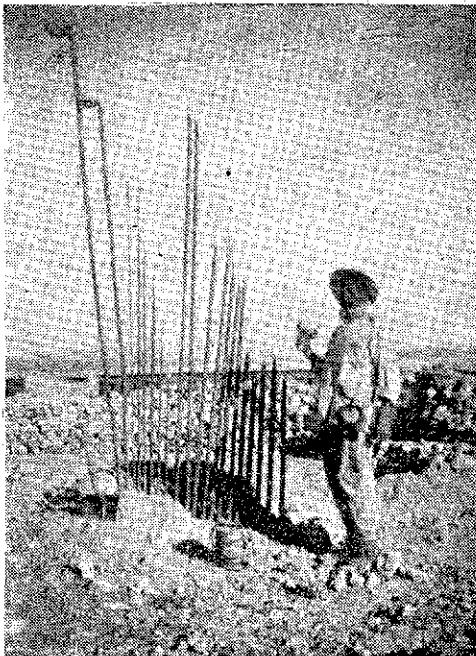


Fig. 6.—Barretero, su herramienta y equipo.

un correón de cuero a la lumilla herramienta que se llama cuchara de concha. Cuando el tiro va resultando de gran profundidad se aumenta su diámetro con barretas de punta encorvada, llamadas de pico de loro. Fig. 6.

El tiro termina con la *taza*, que se hace en cuanto se pasa la capa de caliche valiéndose de la barreta pico de loro o *abadora* y de la cuchara de concha; ahí el tiro se ensancha y su objeto principal es dar cabida a la pólvora para disparar o tronar el tiro. Cuando se trata solamente de reconocimiento del terreno se hace una taza chica únicamente para asegurarse que el tiro ha pasado la capa de caliche y para recoger en ella las muestras que se toman del tiro.



Fig. 7.—Barretero empezando un tiro.

Estos trabajos de cateo, fig. 7, por las condiciones de aislamiento en que se hacen cuestan caro porque hay que acarrearlo todo por malos caminos y a veces a grandes distancias. Eso, y la naturaleza de los tiros cuyos espesores hay que medirlos y cuyas muestras exigen gran diámetro para las estrías que se labran excluyen las perforadoras; y, sondas pequeñas, apropiadas no se encuentran; así es que este importante trabajo, no será fácil simplificarlo. El último adelanto en ellos o el único ha sido el empleo de camiones para el acarreo de los elementos necesarios.

2). *Muestreo de Tiros.*—Esta es una operación importante porque la muestra servirá para conocer la calidad del material su ley por nitrato y la cantidad de salitre que contiene la pampa que se catea. Por ello los tiros deben estar en terreno sin chorros ni grietas o junturas de tablas debiéndose desviarlos ligeramente de la in-

tersección de la cuadrícula, si es necesario para que el tiro quede fuera de esas fallas que adulteran el dato.

La muestra se saca haciendo estrías o rayando el tiro como se dice, según dos generatrices opuestas con barretas de pico de loro y con la cuchara de concha. La muestra recogida con cuidado se coloca en bolsitas o saquitos de género numeradas con el mismo número del tiro correspondiente; y en el registro, al lado de su número donde se anotan los espesores de las capas que atraviesa el tiro, se escriben las características especiales de ellos.

Las muestras, por medio de cuarteos, se reducen hasta dejarlas del peso aproximado uniforme que se fije, según las necesidades, y se procede a molerlas y a ensayarlas para tener la ley por nitrato.

A la vez que se saca la muestra de los tiros, se mide la hondura de ellos: La profundidad total de los tiros, se toma desde la superficie del terreno hasta el fondo o extremo que se haya perforado. En seguida se toma el espesor de la capa estéril, el de la capa o manto de caliche—que es el dato principal y que se va examinando por muestras que se van extrayendo y por la mecha de ensaye—y el de la parte estéril que se haya cavado en el fondo. La suma de estos últimos, sirve para comprobar el primero.

3). *Cubicación de la Pampa*.—Para saber la cantidad de caliche que contiene un terreno salitral y la cantidad de salitre que puede obtenerse de él, hay que hacer la operación llamada *cubicación de la pampa* o *del terreno salitral*.

Para esto se recurre al plano que se ha levantado del terreno, con la fijación de todos los tiros y la anotación, alrededor de ellos, de su número, del espesor del caliche aprovechable, del espesor estéril sobre ese caliche y de la ley en nitrato del caliche. Si en el plano se trazan las curvas de nivel del terreno, quedará completo.

En vista de los datos anteriores y de los que se anotan en las observaciones del registro de tiros, referentes a las calidades de las distintas variedades de caliche que se encuentran, se establecen normas—formuladas en vista de resultados de casos análogos conocidos—para precisar las leyes mínimas y espesores mínimos que deben tomarse en cuenta como aprovechables para la explotación del terreno; pues ellos dependen del mayor o menor espesor de la capa estéril que hay sobre el caliche o sea de la profundidad a que está la capa de caliche y de su buena o mala calidad, porque puede ser muy borroso y difícil para disolver y ello aumenta las pérdidas, hasta hacer inaprovechables, caliches que están bajo esos mínimos.

Fijados esos espesores mínimos y las leyes mínimas, que deben tomarse en

cuenta, se marcan en el plano las superficies que encierran los tiros aprovechables y que constituyen las manchas calichosas. Para fijar los contornos de esas manchas, se marca la mitad de las distancias entre los tiros aceptables o buenos y los malos o estériles contiguos, se unen esos puntos por un trazo continuo y se pintan las superficies que encierran todos los tiros aceptables, haciendo resaltar así las manchas calichosas aprovechables, que hay que cubicar.

La superficie A de la mancha calichosa, se mide en el plano con planímetro. El espesor medio E se calcula por los espesores que se indican en cada tiro y por el número de tiros. El volumen V del caliche teórico, lo da el producto $A \times E$. La densidad media del caliche, se determina; resulta con frecuencia que un metro cúbico pesa 45 quintales españoles o sea 20.70 quintales métricos. La pérdida de caliche durante la explotación y acarreo hasta la Máquina, se estima en 15%, luego: $V \times 20.70 \times 0.85 = \text{Qs. mts. de caliche práctico en máquina.}$

Por las leyes de nitrato, que se indican para los distintos tiros, y los correspondientes espesores de la capa de caliche, se tiene la ley media L del caliche. Entonces la cantidad total de salitre que contiene el caliche será: $V \times 20.70 \times 0.85 \times \frac{L}{100} = \text{Qs.}$

mts. de salitre teórico en Máquina. Pero, como durante la elaboración se producen pérdidas, que en total se estiman en 7 unidades del porcentaje de la ley media, se

tiene: $V \times 20.70 \times 0.85 \times \frac{L-7}{100} = \text{Qs. mts. de salitre práctico en cancha.}$

Luego la fórmula general será:

$$\text{Salit. Práct.} = A \times E \times 20.70 \times 0.85 \times \frac{L-7}{100} = 17\,595 \times V \times \frac{L-7}{100} = \text{Qs.}$$

mts. de salitre en Cancha.

Esta cantidad de salitre que efectivamente debe obtenerse del terreno salitral, se anotará también en el plano de cateo, con el detalle de lo que da cada mancha o de lo que hay en cada estaca de mensura.

Con los datos del plano de cateo, se fija la magnitud de la máquina que debe construirse y la ubicación de ella.

Durante la construcción de la máquina y aún durante la explotación, se hacen los recateos para conocer con más exactitud y detalle la cantidad y calidad del caliche, a fin de hacer las extracciones y acarreos en las proporciones convenientes, abriendo con tiempo las calicheras que sea necesario para hacer los abundantes acopios que son menester. Estos recateos consisten en abrir nuevos tiros, generalmente

intermedios con los del cateo, para dejarlos a 100 a 50 o a 25 metros, unos de otros, según convenga. Los tiros se labran en la misma forma descrita antes y se toman igualmente las características, anotándolas en el plano de cateo.

De distancia en distancia se profundizan algunos tiros para ver si la capa de caliche continúa más abajo, después de alguna grieta o falla, o por si hubiese una segunda capa a más profundidad, que—por su ley, espesor y profundidad—correspondiese también tomarla en cuenta.

4). *Mensura*.—Si el terreno cateado no estaba mensurado, en el plano mismo de cateo se estudiaba la ubicación más conveniente para las pertenencias o estacas; que si eran simples, debían encerrar un millón de metros cuadrados y, si eran descubridores, tres millones de metros cuadrados de terreno. Los polígonos, ángulos y lados, podían ser cualesquiera; se figuraban, encerrando las manchas calichosas y en forma que las estacas rodeasen la descubridora o fuesen teniendo contacto unas con otras, como se interpretase el tenor de los pedimentos. Después se hacía la mensura en el terreno, fijando los vértices de los polígonos con linderos, rayándose los lados y, siguiendo las tramitaciones correspondientes, quedaba constituida la pertenencia salitrera.

b). *Extracción*.—La *Extracción*, es la primera serie de trabajos que se hace, para elaborar salitre en una Oficina Salitrera; llamando Oficina Salitrera, al conjunto de terrenos salitrales, construcciones, instalaciones y elementos que son necesarios para producir salitre, fig. 8.

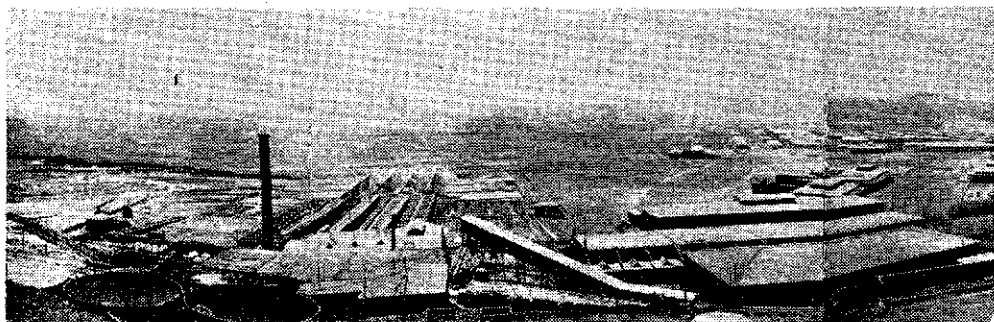


Fig. 8.—Oficina salitrera.

La materia que se usa en la elaboración del salitre, es el caliche y como éste se encuentra en mantos consistentes, casi como roca, y a más o menos profundidad bajo el suelo, hay que romperlo, trozarlo convenientemente y acarrearlo a la Máquina.

Se rompe la capa de caliche, perforándola con tiros y disparando o tronando éstos, para seguir rompiendo después los bloques, limpiándolos de las materias extrañas y requebrándolos, hasta dejar trozos apropiados para el carguío en montones o rumas, sobre terreno parejo para el acceso de carretas, camiones o líneas férreas.

Los tiros se hacen como se indicó para el cateo, haciendo la taza—que va en la coba o en el banco estéril—un poco más grande para que pueda contener la carga de pólvora. En esta perforación de tiros para la extracción, que hasta unos pocos años antes se hacía solamente a mano, se ha progresado bastante en los últimos tiempos con el empleo de las perforadoras.

En 1917 se hizo pruebas de perforación mecánica de tiros en la Oficina «Francisco Puelma» y luego después en la Oficina «Carlos Condell» del cantón de Antofagasta, en buenas condiciones, pero con costo alto. Se citan otras experiencias al respecto, pero no han sido hechas por los industriales salitreros y no se siguieron.

En 1918 se empleó perforación mecánica en la Oficina «Santa Fe» de Toco, empleando perforadoras de la fábrica The Ingersoll Rand C., para la perforación de tiros en el trabajo de cuevas o de laboreo de minas, con todo éxito, pues en un año de trabajo se conseguía aumentar en 40% la extracción difícil del material rico, hasta conseguir así la proporción de ese material que la máquina exigía.

A principios de 1920 en la Oficina «Peña Grande» de Tarapacá, de la Dupont Nitrate C., se empezaron experiencias con la perforadora Turbro de la Denver Rove Drill Manufacturing C., que para salvar el inconveniente de la Ingersoll—que trabajaba sólo por percusión y se atascaba o no pasaba bien las capas de terreno suelto—taladraba la turbro por rotación o por percusión, según la necesidad, y lo

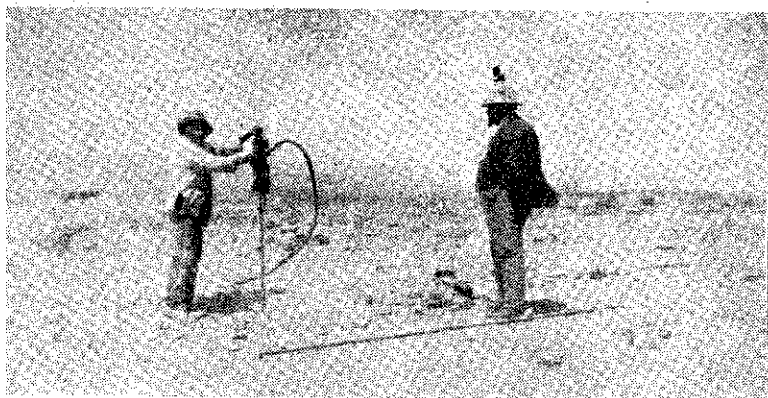


Fig. 9.—Aplicando la perforadora.

hizo con éxito. Se realizaron varias experiencias, tanto para el caso de tiros en serie, como para trozar grandes bloques o bolones.

A fines de 1920, empezó otra vez la Cía. de Salitres de Antofagasta una serie continuada de experiencias: Primero con la perforadora Turbro de la Denver en rocas y en terrenos calichosos de la Oficina «Francisco Puelma» y después, a principios de 1921 en la Oficina «José Santos Ossa», aplicando la perforadora citada fig. 9. con brocas de 25,4 milímetros a un manto de caliche de gran espesor y de gran dureza, que por ser desigual—piedras redondas muy duras, trabada con nitrato y otras sales blandas—los barrenos a mano se atascaban; lo que no pasaba a la perforadora, fig. 10, porque en esos casos se recurría a su movimiento de rotación. A la vez empezaban a ensayarse en la Of. «Chile» de Taltal.



Fig. 10.—Primeros tiros para series.

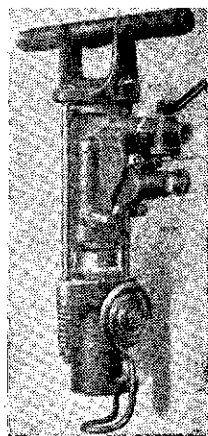


Fig. 10'.—Perforadora «Jackhammer».

Las instalaciones en la Oficina «José Santos Ossa» se fueron aumentando y mejorando; se ensayaron diversos tipos de perforadoras Ingersoll, fig. 10' igualmente para brocas de 25,4 mm. con todo éxito también y otras de otras marcas, que presentaban sus ventajas y cuyos defectos se indicaban a los fabricantes para que fueran corregidos. Sopladores, a modo de inyectores con aire comprimido, expulsaban el polvo de la saca de los grandes tiros. Buena compresora de aire, Ingersoll ER-1 de 60 caballos, fig. 11, era movida por motor eléctrico cuya fuerza se transmitía desde la Máquina a 1 500 metros; la que después se cambió por corriente alterna de 9 kilómetros, desde la Oficina «Aníbal Pinto». La compresora trabaja con 5,5 a 7 kgs. por centímetro cuadrado de presión y es de capacidad de admisión de 8,5 mts.

cúbicos y da 0.920 metro cúbico de aire comprimido por minuto. El aire era conducido a 300 metros, hasta el rasgo de la calichera por una cañería matriz de 50.8 milímetros, que se bifurcaba en su extremo a cañerías de 38 milímetros de diámetro, a las que por intermedio de llaves se acoplaban las mangueras, que conectaban a las perforadoras, que proporcionaban caliche para 80 a 100 particulares, con tiros de 2 a 5 metros de hondura y de 4 a 6 metros de distancia para las series que se explotaban a la vez.

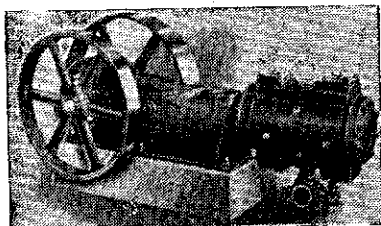


Fig. 11.—Compresora de aire.

Se hizo experiencias sobre distancia de los tiros para el mejor resultado de las series, así como sobre las cantidades y calidades de la pólvora y dinamita necesarias. Para los destazes se usaban varios cartuchos de dinamita a la vez, en el fondo de los



Fig. 12.—Taladrando cachorros para romper bloques de caliche.

tiros; operación que se repetía, según las necesidades. Los fulminantes variaban, según fueran para cachorros, fig. 12, o para tiros en serie. Las explosiones de las series, se hacían con estallador o detonador eléctrico.

El efecto que producía cada serie de tiros, correspondía al cálculo hecho de

antemano sobre la extensión que abarcaría el terreno removido y sobre la cantidad de caliche que arrancaría. Y, como en el mismo rasgo adonde se trabajaba con perforadoras, se había trabajado antes con barreteros, fig. 13, que hacían el trabajo



Fig. 13.—Trabajo con barreteros.

solamente a mano; comparando las estadísticas de esos trabajos antiguos, con los datos de la perforación mecánica, pudo constatarse una economía media de 32% en el costo para ese rasgo; hubo disminución de barreteros y particulares en la obra, lo que es también muy importante.

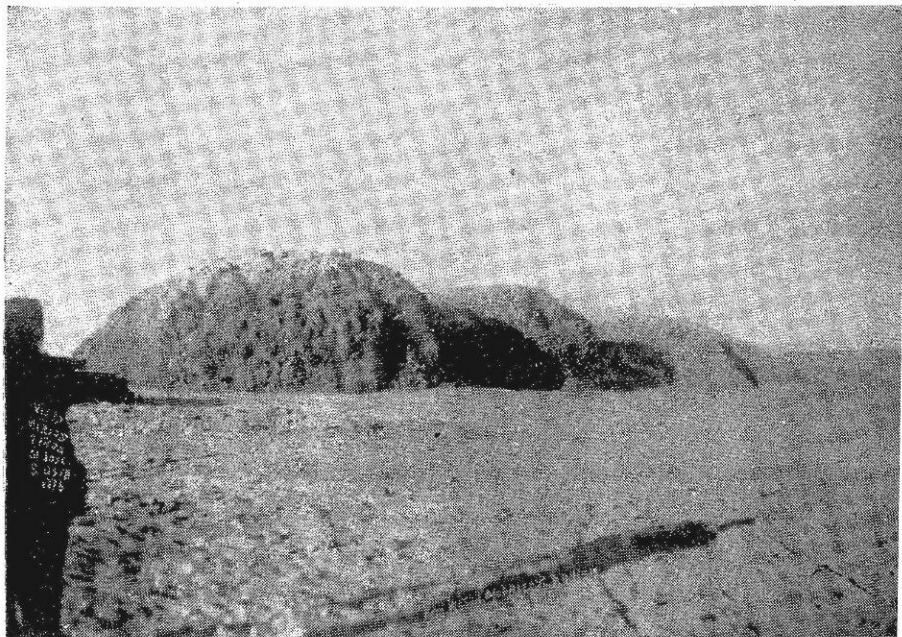


Fig. 14.—Serie de 25 tiros, tronada el 22 de Mayo de 1925.

Las series de tiros han ido haciéndose de más y más importancia. Una de esas series, tronada el 22 de Mayo del presente año en la Oficina «José Santos Ossa», se muestra en la fotografía de la figura 14, en el momento de la explosión. Ahí se ve que ella ha sido instantánea y simultánea en toda la extensión de la serie. Y en la fotografía de la figura 15, se ve el buen efecto que hizo, por el enorme montón de caliche que se obtuvo. Los datos de esta serie, que han sido proporcionados por dos ingenieros, a quienes se debe gran parte de los progresos realizados en la perforación mecánica aplicada a la Pampa, son los siguientes:

| | | | |
|--|------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Longitud | 150 mts. | Terreno por mover | 31500m ³ |
| Ancho | 30 mts. | Número de tiros | 25 |
| Superficie | 4500 mt ² . | Carga de pólvora por tiro | 630 ks. |
| Distancia entre tiros | | | 10 mts |
| Espesor del caliche | | | 3 » |
| Profundidad de los tiros | | | 7 » |
| Ley del caliche | | | 14 a 15% |
| Carga de pólvora por mt. cúbico | | | 0.50 ks. |
| Total de pólvora en carga y destazes | | | 20164 » |
| Valor de los materiales gastados | | \$ | 4761.45 |
| Jornales pagados | | | 1761.45 |
| Valor de un tiro tronado | | | 260.14 |
| Tiempo ocupado en hacer un tiro | | | 3.1 días |

«La serie tronó muy bien; la carga de pólvora se había calculado teóricamente a razón de 0.50 kgs. de pólvora por mt. cúb. por remover; pero después de cargada y tronada la serie, se midió lo removido y resultó que la carga subió a 0.541 kgs. de pólvora por mt. cúb. de terreno movido, a fin de lanzar encima el caliche; lo que probó la aproximación del cálculo de la carga».

«Ahora, si esta serie se hubiera hecho a mano con barréteros, su valor habría sido el siguiente:

| | | |
|---|----|---------|
| Pagado al barretero por hacer un tiro..... | \$ | 155.50 |
| Pérdida en la venta de explosivo por tiro | | 34.85 |
| Jornales y explosivo en un tiro cargado..... | | 146.00 |
| Valor de un tiro a mano | \$ | 336.35» |

«Como un tiro hecho con perforadora costó \$ 260.14, tenemos una diferencia a favor de la perforadora de \$ 76.21».

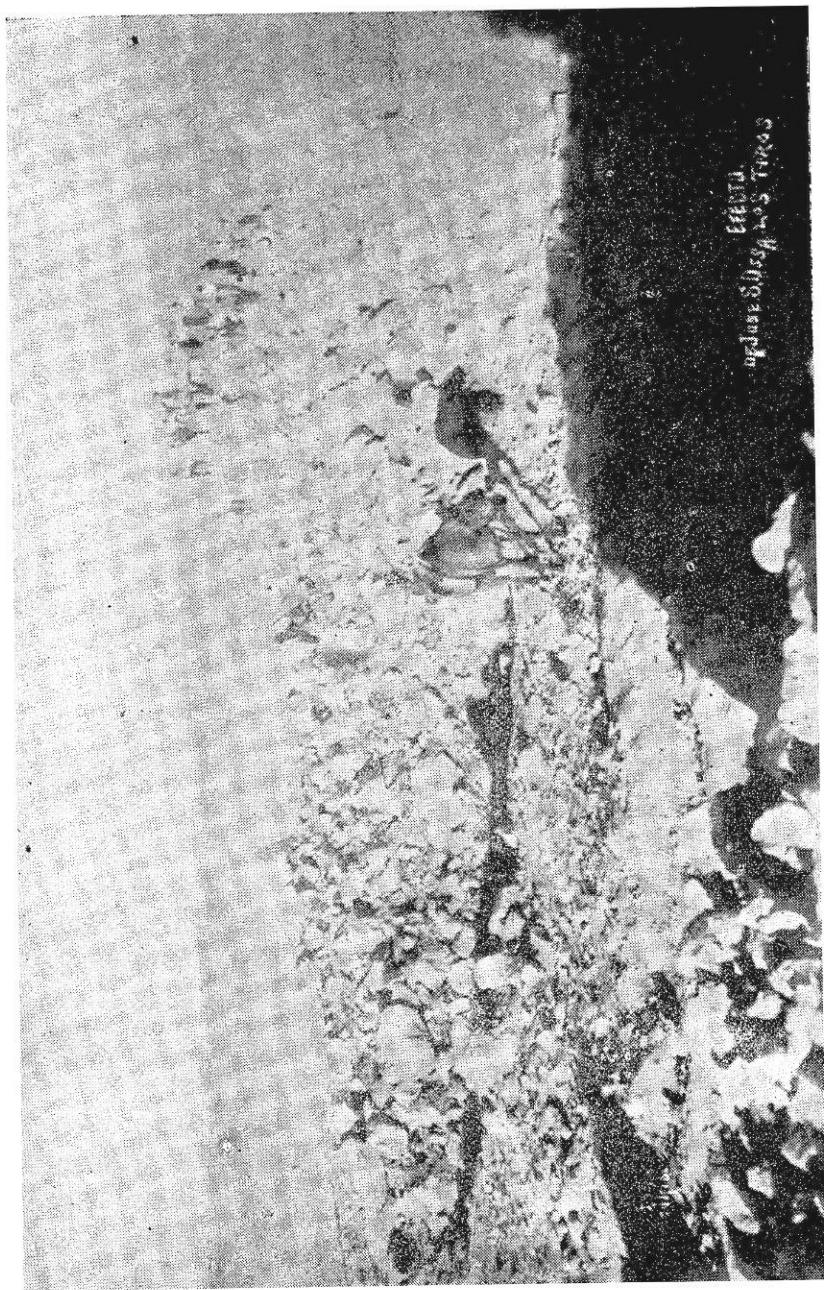


Fig. 15.—Caliche arrancado al tronar la serie de Mayo 22 de 1925.

«Con las perforadoras un operario demora 3.1 días en hacer un tiro y con barrerero demora 7.5 días, luego tenemos 4.4 días de tiempo a favor de las perforadoras»

«Además, en esta serie se tuvo un gasto obligado de \$ 442.00 en hacer los desboques o descostres a 2 mts. de profundidad en cada tiro, por no tener una broca de 23 pies de longitud; pues, la más larga que se tenía era de 19.5 pies y con esa broca los tiros llegaban solamente a los 7 mts. de profundidad y quedaban en caliche».

«Por los datos expuestos, se ve la economía que hay en trabajar con aire comprimido; tenemos gran economía de tiempo, menor jornal en hacer los tiros y lo más importante está en el menor precio que se paga al particular por metro cúbico de acopio».

«Haciendo un cálculo aproximado, esta serie dará 13 350 mts. cub. de caliche acopiado, con un gasto de \$ 0.48 por mt. cúb. de caliche tronado».....

La Compañía de Salitres de Antofagasta, instaló otra planta para perforaciones mecánicas en la pampa de la Oficina «Sargento Aldea» con un costo de \$ 60 000, usando una compresora ER-1 de 12×10 pulgadas, 1 perforadora grande para tiros y 4 perforadoras chicas para cachorros.

Y otras Compañías Salitreras, tanto del cantón de Antofagasta como del de Tarapacá y de Toco, han hecho también instalaciones importantes y contribuirán al perfeccionamiento del sistema, que seguirá adaptándose por las demás Compañías cuando sus terrenos lo indiquen.

Mucho puede aún mejorarse la extracción con el empleo apropiado de pólvoras y dinamita, así como mejorando la calidad de ellas; pues, aunque mucho se ha hecho—no empleando ya para las pólvoras: salitres, carbones y azufres de la peor clase, como hacían algunas Oficinas antiguamente, sino estos elementos de los mejores obtenibles—queda mucho por hacer en la confección de las pólvoras que quedan aglomeradas como muestra la fig. 16, instalando grandes fábricas con maquinarias más perfectas que la que muestra la figura 17 y estudiando el agregado de otras materias explosivas. Hay que conseguir, también, la buena calidad de las dinamitas y la baja de sus precios.

Hecha la explosión de los tiros, fig. 18, la quebradura de los grandes bloques fig. 19, se hace por barrenos pequeños o cachorros para tiros de dinamita. El resto de la trozadura, la hacen con barretas y machos o combos grandes, obreros especiales, llamados *particulares* fig. 20 y 21, junto con la selección y limpia del caliche

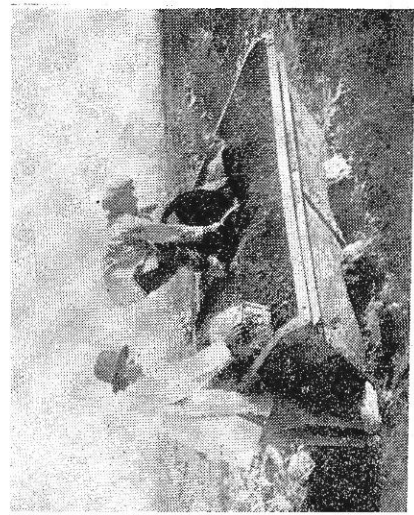


Fig. 16.—Depósito de pólvora.

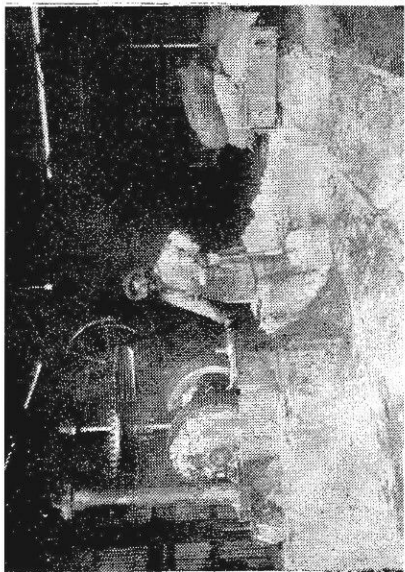


Fig. 17.—Tipo de polvorera.

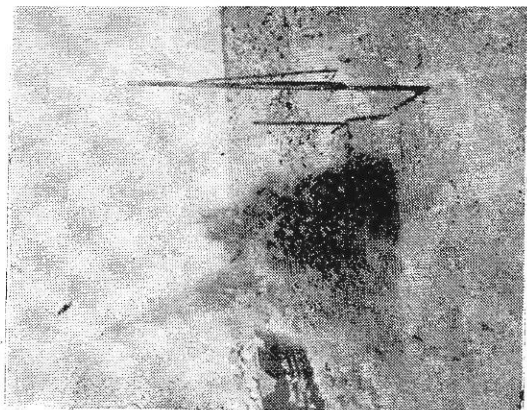


Fig. 19.—Quebrando bloques de caliche.

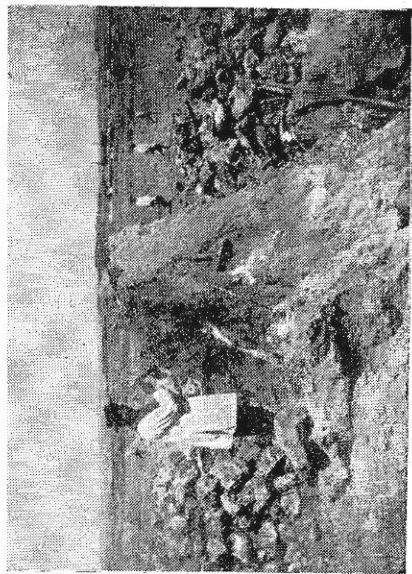


fig. 22, la formación de las canchas o plataformas y a la arrumadura del caliche sobre esas canchas, que es lo que constituye los *acopios*, de los que necesita grandes cantidades de reserva, para dos o tres meses el consumo de la Máquina, como se muestra en la fig. 23.

Como se ha dicho antes, el caliche se encuentra a profundidad variable bajo el suelo: cerca, o casi en la superficie, en las planicies llamadas salares, que van quedando pocos, porque los han consumido ya las Máquinas; por eso, abundan ahora los caliches hondos, que están a 3,5 y más metros bajo la superficie y, aunque éstos son más ricos, son también de espesores pequeños.

La explotación de los caliches de hondura, fig. 24, es cara; por que hay que remover masas enormes de tierras, muchas veces sueltas. Se explotan también por cuevas o galerías subterráneas; pero, no todos los terrenos se prestan para ello y siempre resulta caro este sistema. Por ello, desde hace años, vienen haciéndose experiencias con palas mecánicas a vapor, así: En Marzo de 1919 se hicieron en la Oficina «Agua Santa» de Tarapacá, las primeras experiencias con una pala «Thew» de cuchara de arrastré. El mismo año 1919 se trabajó en la Oficina «Delaware» de Taltal con una pala de cuchara tipo draga. Y por la misma época, una análoga en la Oficina «Eugenia» de Aguas Blancas. En la Oficina «Cota», de Aguas Blancas también, y en la Oficina «Primitiva» de Tarapacá, se trabajó con palas de cucharón de arrastre, en 1920. Y, a principios de 1923, la Oficina «José Santos Ossa» de Antofagasta, encayó una pala tipo «Osgood» de cucharón de arrastre, figs. 25 y 26. Todas esas experiencias han adolecido de defectos, que no han permitido llegar a conclusiones definitivas; pero, ellas han dejado la impresión: de que la pala es una máquina cara aún para su aprovechamiento (300 a 400 mil pesos las chicas), muy pesadas, difícil para maniobrar su arrastre en los terrenos blandos de la pampa, que—siendo indispensable la selección de tamaño y calidad del caliche—su objeto principal debiera ser para destapar el caliche o sea para retirar la mayor parte del terreno estéril, que se encuentra sobre la capa de caliche y que se iría removiendo con polvorazos cuando fuera algo duro.

Siendo el empleo económico de palas a vapor o eléctricas, como las actuales de Chuquibambilla, de toda importancia para la Industria del Salitre, espero que las Compañías Salitreras han de afrontar nuevamente los grandes gastos que cuestan las experiencias, hasta encontrar el tipo más apropiado y la manera más práctica de valerse de ellas.

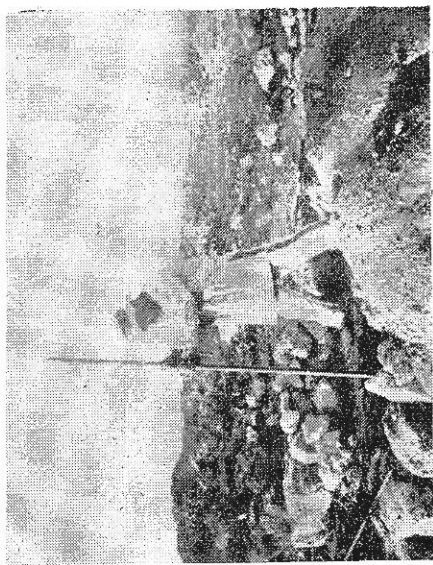


Fig. 20.—Particular trozando caliche con barreta.

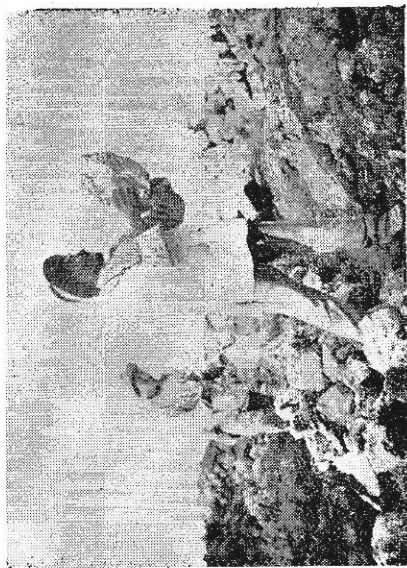


Fig. 22.—Particulares limpiando y seleccionando caliche.

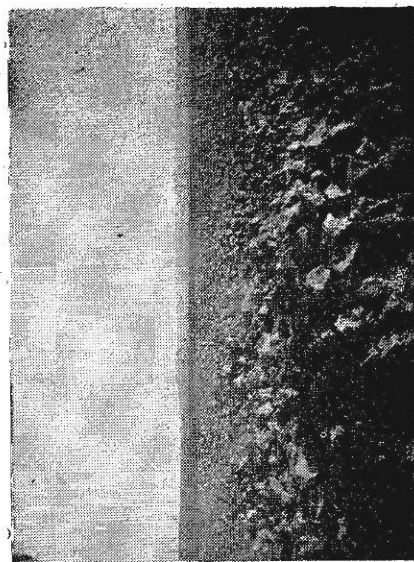




Fig. 24.—Tipo de calichera honda.

Como la generalidad, o más bien todos los trabajos de Extracción, se hacen actualmente a mano—pues, son pocas las Oficinas que usan perforadoras para una parte de esos trabajos—el conjunto resulta caro, por la gran cantidad de obreros que

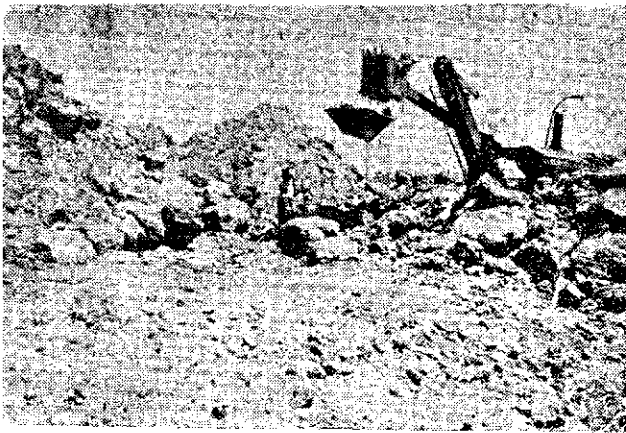


Fig. 25.—Pala mecánica a vapor, destapando caliche.

emplea y, en los últimos tiempos, por las alzas de jornales, así como porque los terrenos hondos o difíciles son los que más van abundando, ha llegado a duplicar e su valor en algunas Oficinas. Hay, pues, necesidad de simplificar esos trabajos y abaratarlos.

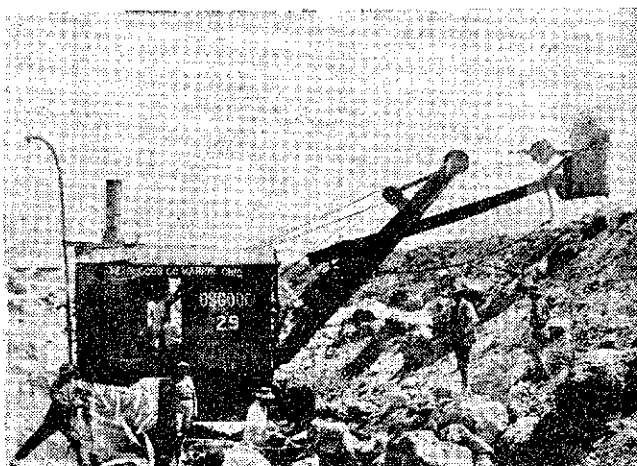


Fig. 26.—Pala mecánica a vapor, abriendo caichera.

El caliche arrumado sobre las canchas que se van formando en las calicheras se paga a los particulares por metro cúbico, por carretada o por carro según haya sido necesario convenirlo con el particular. Después viene el *acarreo* hasta la Máquina

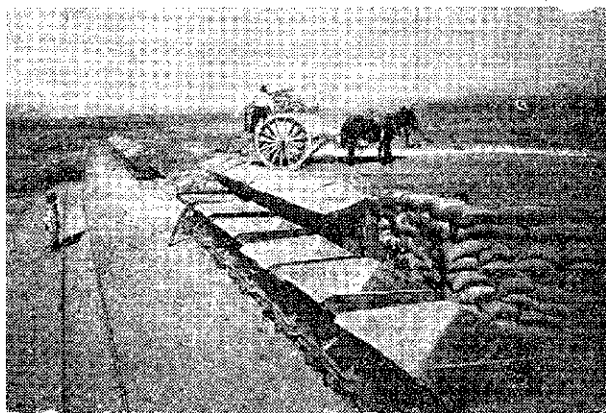


Fig. 27.—Vaciando caliche de carretas a carros.

lo que se hace en carretas, en camiones o en carros, directamente hasta la rampa de las chancadoras, o parte del trayecto en carretas o camiones para vaciar el caliche a carros después. Véase figuras 27°, 27 y 27'.

El *carguío* en carretas o carros, se hace a mano aún, y es una operación penosa figs. 28, 29° y 29, que da molestias y es cara; ojalá puedan adaptarse palas especiales a vapor, aunque éstas son máquinas pesadas y caras. En «Agua Santa», en 1919, se ensayó la pala «Thew» en el carguío de granzas o llamos; pero, la experiencia no se hizo en buenas condiciones.

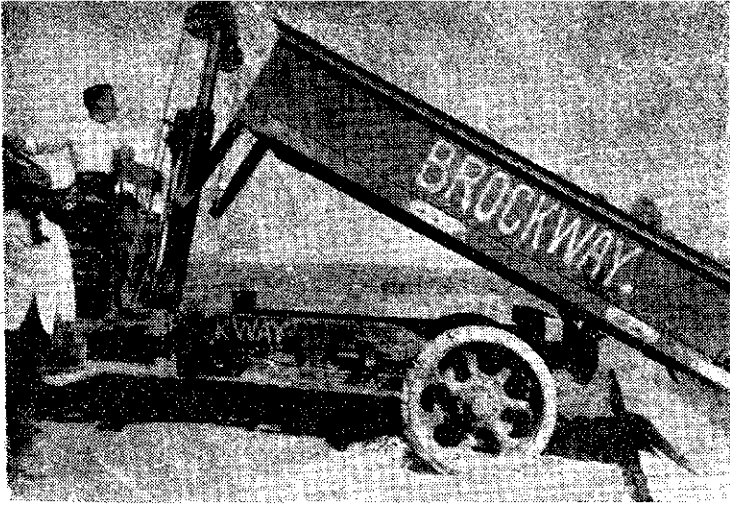


Fig. 27^a.—Camión vaciando a carros en Of. J. S. Ossa.

El acarreo por carretas—arrastradas por tres mulas—es caro, por que necesita usar mulas de primera clase—con un valor medio de mil pesos cada una y debiendo tener 10 por cada carreta—que consumen forrajes caros; además, el carretero es un

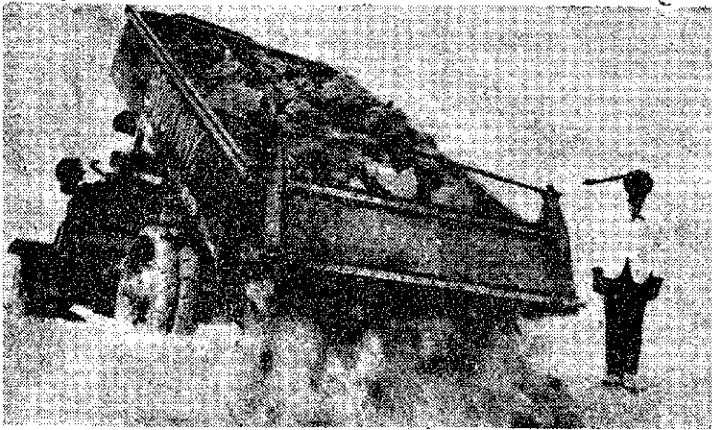


Fig. 27'.—Camión vaciando a carros en Of. J. S. Ossa.

operario diñicil. Cada carreta, figs. 30 y 31 con sus mulas y aperos vale sus \$ 12 000, carga sus 2.5 metros cúbicos de caliche con peso medio de 25 quintales métricos y origina un gasto de poco más de \$ 100 diarios. El costo por metro cúbico es variable, según la distancia y pendientes del acarreo, pudiendo estimarse en 2 a 3 pesos en distancias de 500 a 1 000 metros y cada quintal métrico en 20 a 30 centavos.

Los camiones han empezado a usarse en los últimos años. Los primeros fueron de tipo liviano, para 1 tonelada; exigen buenos caminos y el trabajo de acarreo y vaciatura lo hacen muy bien; pero es una máquina cara, por el desgaste de las llantas principalmente. El valor de uno para 4 ó 5 toneladas de carga es de 50 a 60 mil



Fig. 28.—Carguío de caliche en carreta.

pesos y de éstos no hay datos aún de un período largo de experiencias. Uno de ellos que se empezó a ensayar en la Oficina «José Santos Ossa», figs. 27° y 27' para distancias de unos 600 metros, con subida para la carga, acarrea sus 112 metros

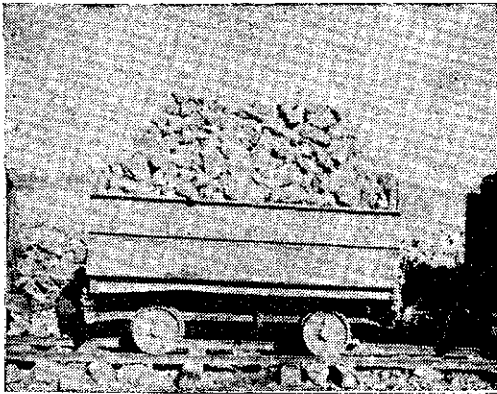


Fig. 29°.—Carga extraordinaria de carros para dos carretadas.

cúbicos de caliche en 6 horas de trabajo al día y consumía a razón de 4,5 litros de gasolina por metro cúbico de caliche acarreado. En la Oficina «Blanco Encalada» de Antofagasta, trabajan 7 camiones White de 5 toneladas cada uno en el acarreo de caliche hasta las rampas, fig. 32.

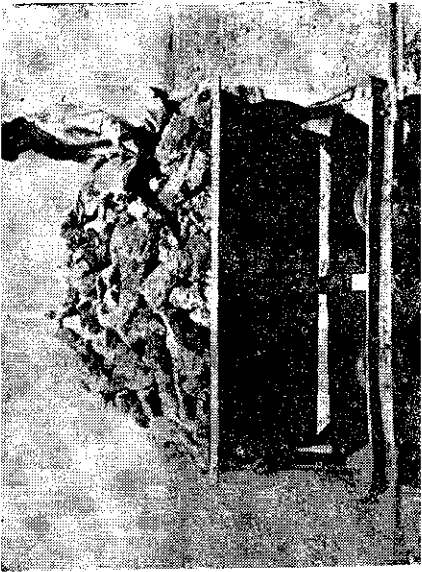


Fig. 29.—Cargando caliche en carros.

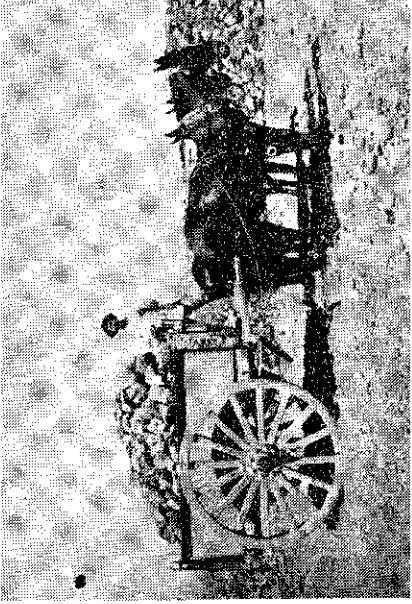


Fig. 30.—Carreta recién cargada.

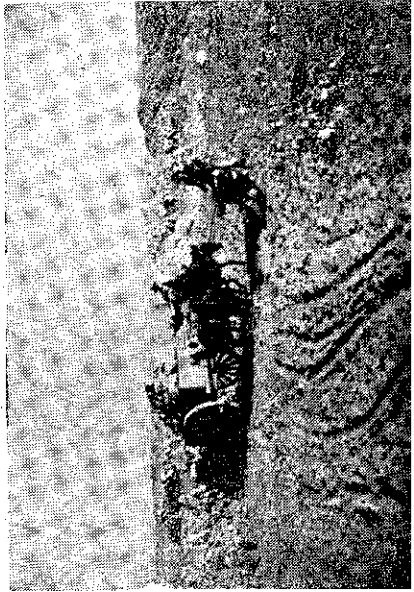


Fig. 31.—Carreta saliendo con cuarceador.

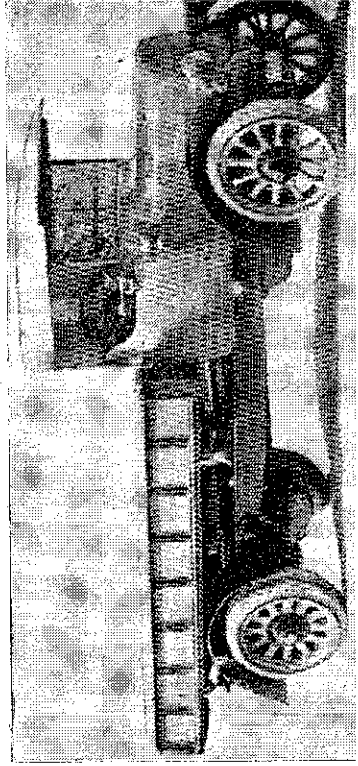


Fig. 32.—Camión Saurer

Como el camión es susceptible de perfeccionarse, puede se reduzca su precio y se obtenga menos consumo de repuestos, mejorando sus condiciones de acarreo para que reemplace económicamente a las carretas. La Oficina «Alianza» de Tarapacá ensayaba tractores Fordson; pero, a fines del año pasado, no podía hacerlo aún en buenas condiciones, por falta de carros apropiados para el acoplamiento.

Otro sistema de acarreo, que parece debiera generalizarse más, es por ferrocarril aéreo o andariveles. La Oficina «Pissis» de la Compañía Boquete instaló andariveles para el acarreo del caliche desde sus accidentados terrenos hasta la Máquina.

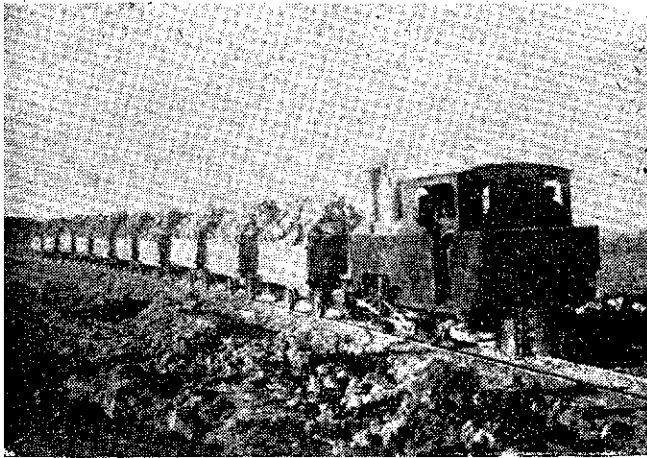


Fig. 33. Convoy de carros a la Rampa.

La Oficina «Angamos» de la Compañía Loa, tiene uno de 7 kilómetros de longitud, que acarrea de subida caliches de buena ley, desde las vecindades de la línea del Ferrocarril a Bolivia, adonde tiene su estación o rampa de carga, hasta la rampa de las chancadoras de la Oficina; funciona en buenas condiciones, pero solamente unas pocas horas en las mañanas, hasta completar la cuota que elaboran de ese material. Por último, la Oficina «Sargento Aldea», para salvar fuertes pendientes de las principales líneas de su acarreo, construyó en 1923 un andarivel de 580 metros de longitud y 44 mts. de desnivel, desde el plan del salar contiguo al Ferrocarril a Bolivia, adonde tiene la estación de carga, cruza por encima esa línea férrea, y llega hasta la rampa de las chancadoras sobre el plan de cerro en que se encuentra la Máquina.

Este transporte aéreo, no resulta todo lo económico que se espera, porque en la estación de carga hay sus complicaciones que entorpecen las manipulaciones y producen demoras perjudiciales; pero, hay conveniencia de seguir adaptándolos, en los casos en que esté indicado ese sistema, hasta corregir esas imperfecciones y obtener

el resultado que hay derecho de exigir al transporte aéreo. Después de la Gran Guerra Europea, se ofreció traer para las salitreras, una cantidad de andariveles portátiles, que decían sirvieron para transporte rápido de piezas de artillería y otros elementos en terrenos accidentados, cuyas pilas del extremo de carga eran transportables y se pensó podría hacerse con ellos el carguío directo del caliche de los acopios haciendo avanzar esas pilas convenientemente; pero, no se obtuvieron.



Fig. 34.—Rampa de los chanchos.

Por las razones dadas, casi todo el caliche llega a la rampa de las chancadoras en carros, por líneas férreas que se construyen en buenas condiciones y arrastrados por locomotoras a vapor, fig. 33, que queman generalmente petróleo y, excepcionalmente, en muy pequeña escala, por locomotoras eléctricas, como en la Oficina «Santa Fe» de Toco y una pequeña parte en «La Granja» de Tarapacá. La rampa de la Máquina, fig. 34, es un gran depósito, con frecuencia dos, adonde vacian los carros de caliche y que debe acumular la materia prima que se necesita para toda la noche; durante la cual no se hace acarreo de caliche de la pampa, pero trabaja la Máquina.

(Continuará)