

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería**DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD****Presidente**
Cárlos Besa**Vice-Presidente**
Cesáreo Aguirre**Directores**Aldunate Solar, Cárlos
Avalos, Cárlos G.
Chiapponi, Marco
Dorion, Fernando
Elguin, LorenzoGallardo González, Manuel
Gandarillas, Javier
Harnecker, Otto
Lecaros, José Luis
Lira, AlejandroMaier, Ernesto
Malsch, Cárlos
Pinto, Joaquin N.
Vattier Cárlos
Yunge, Guillermo**Secretario****ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS****El procedimiento de la cianamida en la metalurgia
del oro ⁽¹⁾**

Despues de la gran publicidad dada al sistema Clancy, por la Compañía de Filtros Moore, creo que me corresponde presentar el siguiente artículo para su consideracion i discusion.

Este procedimiento está en mas inmediata relacion con el tratamiento de minerales refractarios, minerales que jeneralmente contienen sus metales nobles asociados o compuestos que no permiten la accion de los disolventes miéntras que no hayan sido librados los metales nobles de estas combinaciones, sea por calcinacion, sea por otros métodos de oxidacion. La calcinacion es de todas maneras el procedimiento de oxidacion mas económico que se conoce; toda tentativa para oxidar los componentes brutos por medios químicos resulta seguramente de una naturaleza mui dispendiosa i por lo tanto impracticable.

Es sabido que, en ciertos casos, se puede obtener una conveniente extraccion de los metales nobles de los minerales impuros, aprovechando la rapidez

(1) Conferencia del Sr. John Collins Clancy en la Sociedad Electro-química América de New York.—Traducida del ingles.

de acción del cianuro sobre el oro finamente dividido en preferencia a la acción sobre los constituyentes brutos: es decir que ántes que los metales brutos sean atacados, el oro ha sido ya disuelto. A veces manteniendo la alcalinidad de la solución casi hasta el punto neutro, es decir con una alcalinidad «protectora» puede obtenerse una buena extracción, porque la falta de un exceso de alcalinidad protege los sulfuros metálicos contra su descomposición i permite al cianuro operar directamente sobre los metales preciosos. Por cierto que estos resultados solo pueden obtenerse cuando los metales preciosos no están químicamente combinados a no ser que exista en la solución de tratamiento un disolvente para esa combinación química.

El sistema Clancy que se describe en seguida envuelve en gran parte estos principios.

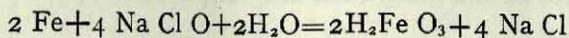
Experiencias preliminares.—Como preámbulo, un poco de historia relacionada con mis experiencias anteriores respecto a minerales refractarios, parece que no estará fuera de lugar. Los minerales de Cripple Creek, Col. pueden tomarse como un ejemplo de los llamados minerales refractarios. No necesito ocuparme del tratamiento metalúrgico actual o pasado de esos minerales, pero debo establecer de pasada que la cianuración directa sobre estos minerales crudos, sin concentración, solamente rinden una idea mas de 60%. Es pues bien claro que un sistema que pueda extraer 90 a 95% del oro sin calcinación ni concentración i con un costo razonable sería un verdadero «boom» para el distrito de Cripple Creek i para otros distritos semejantes en otras partes del mundo.

A resolver esta tarea me dediqué hace algunos años i mis adelantos pueden verse por las diversas descripciones que siguen i que muestran el hilo seguido por el raciocinio i las graduaciones de los procesos anteriores.

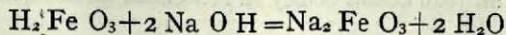
El objeto de mis primeros experimentos sobre minerales de Cripple Creek fué encontrar un disolvente alcalino económico para el telururo de oro que contienen estos minerales principalmente en forma de $(\text{An Ag}) \text{Fe}_2$, fórmula que representa aproximadamente los minerales llamados Silvarita i Calaverita.

Estos minerales telurados se encuentran con frecuencia solos pero en la mayoría de los casos van asociados con piritas, siendo esta asociación íntima con la piritita la que aumenta la dificultad del tratamiento tanto por disolución química como su separación por medios mecánicos.

Descubre que los hipocloritos, hipobromitos e hipoyoditos alcalinos (Na Cl O) (Na Br O) (Na I O) disuelven fácilmente el teluro i también atacan el teluro contenido en los telururos de oro cristalizados, mientras que las sales cálcicas de esta especie (análogas al llamado vulgarmente cloruro de cal o polvo de blanquear) no son disolventes de estos compuestos. La acción puede representarse por las fórmulas siguientes:



el ácido célúrico así formado se desolvería en el exceso de álcali según:

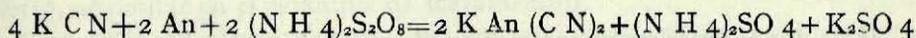


Un tratamiento preliminar con Na Cl O seguido de un tratamiento por cianuro sobre mineral molido a las mallas daba invariablemente un rendimiento de 80 a 85 por ciento del oro contenido i con frecuencia una extraccion mayor cuando el telururo de oro contenido no estaba íntimamente cristalizado con la pirita.

El tratamiento preliminar tenia, sin embargo, sus inconvenientes, pues el Na Cl O contenido en la pulpa despues del tratamiento, destruye el cianuro a no ser que se lave el mineral hasta libertarlo por completo. Este lavado obliga una filtracion especial i significa dos series de tratamiento con soluciones i por estas razones, junto con el alto costo de produccion del Na Cl O, no se continuó la operacion en ese tiempo.

Mi próximo sistema fué el empleo de un persulfato como por ejemplo el persulfato de amonio, para hacer un tratamiento preliminar para disolver el teluro contenido en el mineral. El disolvente $(N H_4)_2 S_2 O_8$ era superior al Na Cl O debido al hecho que los sulfuros de fierro no se oxidaban sensiblemente miéntras el teluro efectuaba su disolucion.

Otra ventaja era que por el persulfato que quedaba impregnando la pulpa no accionaba destruyendo el cianuro en la operacion subsiguiente; por el contrario, contribuia a activar la disolucion del oro segun la ecuacion siguiente:

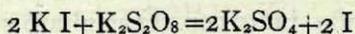


El alto precio del persulfato junto con la necesidad de emplear dos series de soluciones fueron las razones por que no se continuó este método.

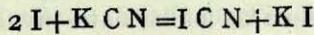
Esperimenté en seguida si sería posible disolver el teluro i el oro simultáneamente empleando una mezcla de cianuro i persulfato. Este sistema resultó que trabajaba bien con cristales de telururo de oro, pero empleado con los minerales [el sistema resultaba prohibitivo por razon de la gran cantidad de persulfato necesaria debido principalmente a la formacion de ferrocianuro que anulaba la accion del persulfato por completo.

Se presentó entónces la idea: ¿podria emplearse alguna sustancia que impidiese la accion del ferrocianuro sobre el persulfato? Reflexionando respecto al comportamiento de los compuestos hipo-halójinos alcalinos con el cianuro de potasio recordé la débil accion que tiene el hipoyodito de sodio comparativamente a la accion del hipoclorito e hipobromito de sodio; estos últimos compuestos convierten casi inmediatamente al cianuro en $K C N O$ en solucion alcalina; en soluciones ácidas se forma respectivamente cloruro i bromuro de cianógeno.

Guiado por estos pensamientos se me ocurrió la idea de emplear un yoduro soluble junto con el persulfato en la solucion de cianuro. Primeramente esperimenté la accion del yoduro de potasio junto con el persulfato i el cianuro sobre telururos de oro con el resultado de que el telururo sufría una disolucion completa. La naturaleza de la reaccion aparecia desde luego esplicable: no habiendo álcali presente en estas pruebas mas que el resultante de la hidrolisis de la solucion de cianuro, el persulfato libertaba yodo formando yoduro de cianógeno. Las reacciones pueden espresarse en dos tiempos por las ecuaciones siguientes:

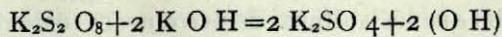


i en seguida:

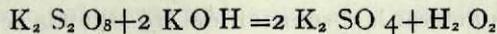


Del estudio de estas reacciones formé la idea de libertar iodo mientras el mineral estaba en contacto con la solución de cianuro por medio de una sustancia que produjera oxígeno nascente. Cualquier oxidante puede emplearse siempre que no tenga una velocidad de reacción muy grande i que no acreciente indebidamente la alcalinidad de la solución hasta hacer imposible la formación i existencia del ioduro de cianógeno en la citada solución.

El persulfato aparentemente llenaba estas condiciones puesto que no introduce alcalinidad libre mientras desprende oxígeno nascente, sino que al contrario neutraliza la alcalinidad, debido a la ansiedad de separarse de uno de sus radicales ácidos (SO_4) como se ve en:



o bien escribiendo esta ecuación de otra manera:



Se ve por la descripción anterior que la solución contendría: cianuro libre junto con ioduro de cianógeno i el agente oxidante (persulfato) dependiendo la relación entre el cianuro i el ioduro de cianógeno de la velocidad de la reacción i de la relación de la cantidad de persulfato con la cantidad de ioduro de potasio.

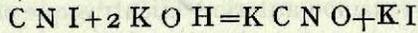
La aplicación de esta solución al tratamiento de minerales, manteniendo el equilibrio químico necesario para producir ioduro de cianógeno requiere una manipulación muy delicada. Por ejemplo, el mineral debe hacerse alcalino agregando el álcali protector necesario a la solución de cianuro; si se agrega con exceso de álcali el persulfato siempre pondrá iodo en libertad, pero el iodo así librado forma inmediatamente hipoyodito alcalino que se descompone rápidamente por los sulfuros contenidos en el mineral con lo cual rápidamente se agota el poder oxidante del agente respectivo.

La cantidad de álcali por agregar depende primero de la acidez del mineral; segundo, de la proporción de persulfato agregado que necesita de este álcali en proporción a su SO_4 librado; tercero, hay influencia del tiempo sobre la velocidad de las reacciones; cuarto, hay la acción del oxígeno atmosférico durante la agitación acelerando la oxidación de los sulfuros que desarrolla acidez i necesita álcali. Para controlar esta alcalinidad era necesario agregar suficiente álcali, pero no demasiado que destruya la existencia del ioduro de cianógeno; además el ioduro de cianógeno formado, en presencia de álcali i sulfuros, formaría sulfocianuros que representan una pérdida directa de cianuro.

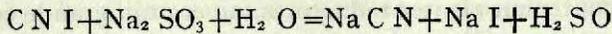
I aun esto no es todo: completado el tratamiento por agitación la solución después de abandonar el mineral antes de la filtración bajaba de hielo, mostrando un consumo de cianuro mayor que el producido en contacto con el mineral. Esta pérdida o consumo de cianuro se debía probablemente a que el ioduro de cianógeno formado junto con el persulfato sobrante, accionan sobre

el cianuro de la solución una vez libre de la acción retardante de los agentes reductores del mineral.

Cuando para obtener una buena precipitación en los extractores, era necesario agregar álcali, tenía lugar una nueva disminución de cianuro, según la ecuación:



Descubrí que este consumo de cianuro podía evitarse completamente i que podía rejenerarse el cianuro convertido en ioduro de cianógeno por medio de un simple agregado de sulfito de sodio ($\text{Na}_2 \text{SO}_3$) i cal, según la fórmula:



sirviendo la cal para neutralizar el ácido producido. El agregado de sulfito de sodio era muy aplicable en este punto o estado de la solución, pero no impedía la transformación del ioduro de cianógeno a cianato alcalino producido por la presencia necesaria de álcali durante el tratamiento del mineral, (medida, por cierto, no posible en el estanque de tratamiento).

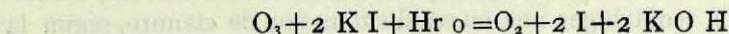
Es obvio que el procedimiento así indicado requeriría un manipulador muy experimentado para obtener resultados con un costo razonable. En una palabra, el procedimiento no es «a prueba de tontos». Sin embargo, si el precio del persulfato bajase a precios razonables i se emplease una sal barata, que sea capaz de sufrir hidrólisis, es decir, capaz de producir iones de hidroxilo en cantidad suficiente para combinarse con el ácido producido por los medios oxidantes empleados, entonces el procedimiento no requeriría más atención que la corriente cianuración directa.

Ozono como agente oxidante.—En vista del alto precio del persulfato, mi atención se dirigió a un medio de oxidación más económico i que no introdujese (como se dijo anteriormente) álcali en la solución. Me llamó la atención, en este sentido, el ozono, pues experiencias anteriores con ozono habían dado interesantes resultados. Habiendo en el mercado diversas máquinas para fabricar ozono, busqué primero la máquina que diese más ozono con menor costo. Una de ellas se garantizaba, por la fábrica, que produciría de 100 a 150 gramos de ozono por kilowatt hora i calculando el costo de energía eléctrica a un centavo por KW. hora, me pareció que había dado un golpe maestro respecto a un ozonizador económico.

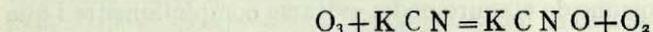
Comprada una máquina, inmediatamente puse manos a la obra, experimentando la cianuración en presencia de ioduros solubles bajo la influencia del aire ozonizado de la máquina para poner en libertad el yodo en la solución en contacto con el mineral.

Sin entrar en los detalles referentes a varias clases de minerales, se vió que el aire ozonizado actuaba como un oxidante de primera clase i daba excelentes resultados. El único inconveniente de este arreglo consistía en que gastaba mucho cianuro si no se vijilaba la operación muy detenidamente, siendo difícil

establecer el equilibrio necesario para impedir la oxidacion a cianatos. La ecuacion que representa la accion del ozono sobre el ioduro es:

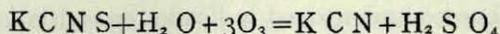


i, por cierto, el iodo se combina con el cianuro para formar ioduro de cianógeno, como se vió en una ecuacion anterior, miéntras que el exceso de ozono forma con el cianuro un cianato, segun la fórmula:



La cuestion era ahora cómo prevenir la formacion de cianato.

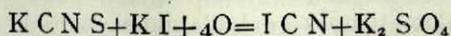
Habiendo deducido de pruebas anteriores que el consumo de cianuro con minerales que contenian ajentes reductores, no era tan grande como con minerales que no contienen reductores, se ocurre agregar un ajente reductor a la solucion de cianuro. Sabia que el sulfucianuro de potasio, aunque en cierto sentido un ajente reductor, no tiene accion en la cianuracion directa, es decir, no absorbe el oxígeno atmosférico. Esperimentos demostraron que, sometido el sulfucianuro de potasio a la accion del aire ozonizado se jeneraba cianuro, segun la fórmula:



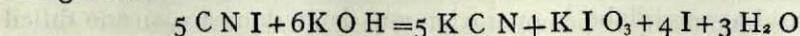
El álcali presente neutraliza el ácido así formado, i el cianuro así formado no se descompone miéntras exista sulfucianuro en la solucion.

Estas reacciones abrian un campo al pensamiento i en el razonamiento consiguiente estudié la acción del aire ozonizado sobre una solucion de sulfucianuro que contenia un ioduro. Al introducir el aire ozonizado en el recipiente que contenia la solucion de sulfucianuro i ioduro se formó inmediatamente iodo libre. Repitiendo el esperimento con la misma solucion débilmente alcalinizada, se obtuvo tambien rápidamente la coloración del iodo.

Esta solucion era estraordinariamente activa para disolver oro en hoja i telururo de oro, siendo de presumir que la solucion contendria cianuro libre i ioduro de cianógeno. La formacion de este último cuerpo creo que puede expresarse por la ecuacion:



Siguiendo las esperiencias tan ricas en resultados, procedí a experimentar con el agregado de sulfucianuro para impedir la formacion de cianato i fuí premiado con los resultados mas favorables, pues el consumo de cianuro se redujo muchísimo. Sin embargo, el consumo de cianuro era mayor que el correspondiente en la cianuracion corriente, i este exceso de gasto se debia a que el ioduro de cianógeno se oxidaba lentamente a cianato en presencia del álcali; la ecuacion de esta reaccion, que tiene una velocidad pequeña, es probablemente la siguiente:



formándose hipoyodito (KI O), como producto intermediario por el exceso de iodo, que obraría sobre nueva cantidad de álcali, este cuerpo destruiría el cianuro, que eventualmente se convertiría en cianato.

Aquí se presentaba un campo para desarrollar el procedimiento en grande escala, pero casi siempre hai un «pero». Mientras que la produccion de ozono era aparentemente bastante económica, tomando en consideracion la fuerza necesaria para producirlo, el costo de las máquinas (instalacion) para producir suficiente ozono para tratar, digamos unas mil toneladas de mineral por día, es alarmante. La maquinaria necesita la vijilancia de espertos especiales, i para mil toneladas al dia seria necesaria una bateria de quinientos aparatos ozonizadores, a mas de varios otros inconvenientes mecánicos demasiado largo de mencionar. «Otra esperanza defraudada».

La produccion de ozono por medios eléctricos está aun en su infancia, pues solamente en los últimos años aparecen en el mercado aparatos que producen aire ozonizado de alta concentracion. Es posible que en el próximo futuro se fabricarán ozonizadores que, con pequeñas unidades, den grandes cantidades de aire ozonizado de buena concentracion. Por ahora tuve necesidad de buscar por otro lado. ¿Cómo encontrar el reemplazante? Ya habia, mas o menos, agotado toda la lista de los oxidantes económicos conocidos.

Electrólisis.—El empleo de la corriente eléctrica me llamó la atencion como un medio de producir la oxidacion necesaria mientras la solucion está en contacto con el mineral. Los medios eléctricos para el tratamiento de los minerales están estigmatizados por cuanto ha habido críticas desfavorables al empleo de la electrolisis, sin duda causados por los numerosos fracasos, entre los cuales pueden citarse la precipitacion eléctrica del oro, que exige la instalacion de enormes superficies de placas, tiene dificultades con los electrodos i la consiguiente destruccion del cianuro por la accion de la corriente.

Una de las críticas mas severas se refiere a los procedimientos que pretenden la precipitacion directa del oro de la pulpa, debiéndose, probablemente, los inconvenientes a razonamiento de las placas por el mineral circulante i la consiguiente pérdida de amalgama de oro finamente molida dentro del relave.

Mucho mas podria decirse al respecto, pero el sistema Clancy no tiene nada que ver con disposiciones que fueran amalgamar electrolíticamente, ni depositar el oro sobre placas, ni depende de la teoría dinámica de que el oro ha de ser llevado cerca del catodo, ponerse ahí en contacto con hidrógeno naciente o que el oro se vaya al anodo i se ponga ahí en contacto con oxígeno naciente. El proceso éste se diferencia de los otros en que emplea la energía eléctrica solo para disociar los ingredientes químicos empleados i que estos nuevos productos i los anteriores hagan su trabajo en forma.

Electrodos.—Es obvio que el empleo de un método electrolítico necesite anodos apropiados. Numerosas sustancias han sido probadas para servir de anodos, como por ejemplo, peróxido de plomo, carbon, fierro, grafito, etc., pero todos estos materiales han resultado mas o menos insuficientes.

Los anodos de peróxido de plomo se desintegran bajo la influencia de una corriente de gran intensidad. El fierro se oxida por el oxígeno naciente, que se desprende i forma oxidatos de hierro, i si la solucion contiene sales halójenas, se forman los halójenos correspondientes del fierro. Es inútil describir las mu-

chas dificultades que se me opusieron para encontrar un anodo adecuado. Todos los metales comunes y muchas aleaciones i compuestos fueron probados para ver si resistian a la accion combinada de la corriente eléctrica y las sales halójenas, es decir, buscar una sustancia que no se combine con cloro, bromo o iodo, bajo la accion de la corriente eléctrica para que permita al oxígeno naciente, o al halógeno ejecutar su accion útil en la solucion.

La grafita resistia la corriente eléctrica bastante bien, es decir, es un buen anodo mientras dura, pero bajo la influencia de una corriente de alta densidad se desintegra si no puede usarse por un tiempo largo en soluciones con circulacion, en particular de mineral en suspension, pues es carcomido por la accion mecánica de estas partículas. I no es esto todo: sabiéndose que la grafita no soporta mucho mas corriente que unos diez ampères por pié cuadrado, no se necesita mucho cálculo para determinar la cantidad de electrodos que se necesitarian en un trabajo en grande escala.

El único metal que soporta la accion de la electrolisis de una solucion con compuestos halójenos fué el platino. Pero en escala comercial, el empleo del platino no podia aceptarse por un momento.

Despues de tratar con cada sustancia que pensé pudiesen servir, encontré que lo único que podia resistir la accion de una corriente de gran densidad junto con la accion de los compuestos halójenos, era el óxido de fierro, previamente fundido en el horno eléctrico. El área de los anodos de este material para poder pasar la corriente necesaria, se reduce a una fraccion de la necesaria para el caso de emplear anodos de grafita.

En jeneral, estos electrodos de óxido de fierro fundido, empleados como se describe, son particularmente adaptables para la electrolisis de soluciones que contienen cianuro i presentan las siguientes ventajas sobre cualquiera otra sustancia, incluso platino.

Primeramente son mas económicos i tienen mas vida infinita, en comparacion a la vida de los otros anodos mencionados. Segundo, producen oxígeno naciente libre de ácido carbónico, lo cual es de gran ventaja en la electrolisis de soluciones de cianuro. Tercero, no se desintegran bajo la influencia de grandes cantidades de corriente i, son tan duros, que no se desgastan por el roce de los granos de mineral de la pulpa en los estanques de agitacion.

Armado de las armas necesarias en forma de estos electrodos altamente inertes i refractarios, confiado en mi esperiencia obtenida anteriormente con electrodos de platino, me encontraba seguro de poder hacer cualquiera cosa en relacion con la electrolisis de soluciones de cianuro con compuestos halójenos. Podia ahora suplir corrientes de alta densidad i desarrollar cloro, bromo o iodo sin temor de molestias por las fallas de los anodos.

Se recordará que en mis esperiencias anteriores estaba obligado a emplear iodo o un ioduro soluble por cuanto ningun oxidante, ni aun el ozono, ponía en libertad el bromo o cloro en la solucion alcalina de cianuro. Aprovechando estos nuevos electrodos esperimenté con cianuro, sulfucianuro i con bromuro soluble i obtuve resultados excelentes sobre los minerales mas refractarios manteniendo la solucion al punto neutro para permitir la formacion del bromuro de cianógeno durante el contacto con el mineral.

El empleo de un bromuro en la forma indicada aunque daba resultados

equivalentes al empleo de un ioduro soluble, era mas difícil de controlar debido a la necesidad de mantener la solución en el punto neutro i necesitaba mas energía eléctrica para hacer el mismo trabajo que el iodo. Además, manteniendo la solución al punto neutro la formación de cianatos era mucho mas rápida i por consiguiente el cianuro libre no coexistía mucho tiempo con el bromuro de cianógeno debido a la gran velocidad de reacción. Los bromatos producidos por la acción oxidante se acumulaban en la solución i aparentemente no eran reducidos a bromuros aun después de pasar por las cajas de precipitación con zinc.

En el caso de emplearse un ioduro todos los iodatos eran reducidos inmediatamente por la acción del sulfocianuro. Esta reacción entre el sulfocianuro i un iodato es muy notable, tanto que si se toma una solución de un iodato i se agrega una solución de sulfocianuro, al acidificar la solución, se presenta inmediatamente iodo libre; o bien si se toma una solución de iodatos con sulfocianuro i se electriza inmediatamente se presenta iodo libre en el anodo.

Con los bromatos no sucede esto. Los bromatos se reducen mas o menos por el hidrógeno naciente que se desprende en el catodo, pero este hidrógeno naciente tiene que cumplir otro trabajo; verdaderamente no tiene tiempo de ocuparse de la reducción de los bromatos, pues durante la electrolisis se produce en el catodo una fina película de hidrato de cal. La formación de esta película es ocasionada por la presencia de sales calcáreas en la solución. Estas películas se desprenden pero se forman inmediatamente de nuevo impidiendo así en gran parte que el hidrógeno en su estado naciente se ponga en contacto con el electrolito obligándolo a constituirse en hidrógeno molecular con lo cual concluye el poder reductor del hidrógeno. Los bromatos tienen, pues, por eso solo parcialmente ocasión de reducirse en el estanque de lixiviación.

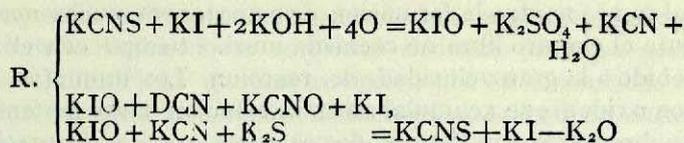
Las ventajas que presenta el empleo del ioduro sobre el bromuro son las siguientes: es fácilmente libertado de sus compuestos con un voltaje bajo; no reacciona violentamente sobre el cianuro de la solución; es continuamente reducido de su estado de oxidación mas alto por los sulfocianuros presentes en la solución i puede ser puesto en libertad de sus compuestos en soluciones alcalinas cuyo hecho proviene o impide la pérdida de iodo que es valioso.

El hecho de que el iodo forma ioduro de cianógeno en una solución débilmente alcalina es de suma importancia en el tratamiento de minerales, pues por este hecho coexiste una cantidad suficiente de cianuro libre con ioduro de cianógeno durante su formación. La descomposición del ioduro de cianógeno a cianato en presencia del álcali tiene lugar lentamente permitiendo así la disolución del metal precioso en un tiempo bastante largo.

Este método de emplear el cianuro, sulfocianuro i un compuesto halógeno junto con la electrolisis ha dado excelentes resultados sobre la mayoría de los llamados minerales refractarios. El cianuro solamente puede ser rejenerado del (KCNS), es decir el KCNS que se había formado debido a la acción del ioduro de cianógeno sobre los sulfuros metálicos durante el tratamiento solamente por la presencia del compuesto halógeno.

La reacción $KCNS + 3O + 2KOH = KCN + K_2SO_4 + H_2O$ solo se verifica hasta un cierto límite. La presencia de los compuestos halógenos controla la

reaccion, es decir, que al final se convierte mas o ménos en una ecuacion reversible segun las siguientes ecuaciones:



En una palabra, la formacion de KIO oxida el KCN a cianato, i cuando se rejenera la solucion en presencia del mineral acciona el KIO sobre los sulfuros en presencia del álcali produciendo KCNS.

Se verá que es difícil de establecer las razones correctas de álcali para obtener un equilibrio que permita la formacion de KCNS i que prevenga la formacion de cianato. ¿Cómo podría impedirse la formacion de cianato? ¿Cómo podría rejenerarse la solucion de cianuro?

Numerosos esperimentos hechos con toda clase de agregados conducidos sobre principios científicos con el objeto de reducir los cianatos a cianuros dieron los resultados mas halagadores. Hasta donde yo tengo conocimiento no hai mucho en la literatura técnica referente a la rejeneracion del cianuro, de las soluciones de cianato. Por eso tuve que lanzarme en un mar de especulaciones.

Mi primer esperimento fué probar la accion de la corriente eléctrica sobre una solucion químicamente pura de cianato de potasio. La accion de la corriente sobre el cianuro simple (como es bien sabido) resulta prácticamente en la formacion de cianato. Por ese motivo probé el efecto de una corriente continuada sobre KCNO. No era mi intencion de buscar ideas científicas, sino únicamente averiguar cuáles eran los productos de la electrolisis. Procedí con mis esperiencias en ese sentido. Examinando el producto del cátodo NH_3 se reveló por su accion sobre el olfato. En el anodo pude recojer CO_2 . La solucion mientras tanto aumentó en alcalinidad. Estos productos para empezar no eran de ninguna manera halagadores.

Sin embargo, como una prueba preliminar a un estudio sistemático i para ver si era posible alguna reduccion a cianuro, separé una porcion del líquido i coloqué una hoja de oro en flotacion sobre la solucion dejándolo de lado para su observacion i mientras tanto continué la electrolisis del resto de la solucion. Despues de unos 10 minutos la solucion se habia calentado mucho, estaba por arrojarla como una esperiencia echada a perder, pero pensando que pudiese haber algun cambio intermolecular debido al aumento de temperatura, teniendo en cuenta entre otras cosas el descubrimiento de Wohler, es decir, la conversion del cianato de amonio en urea, saqué una segunda porcion de la solucion i le coloqué una hoja de oro flotando sobre su superficie, colocándolo al lado del primer esperimento.

Cuidadosamente observé ámbas soluciones. La primera, que habia estado quieta durante 15 minutos, no mostraba señales de disolver nada de oro; la segunda solucion, despues de 20 minutos, me sorprendió: el oro seguramente se estaba disolviendo i en 30 minutos se habia disuelto por completo. La solucion

primera, aun despues de pasar toda la noche, no mostraba señales de accion sobre el oro.

Pensando que la razon por qué la primera solucion no disolvia oro era debido a que no habia tenido la misma cantidad de corriente que la segunda, hice dos esperiencias en condiciones precisamente iguales, con la escepcion de que una fué mantenida fria por inmersion en una mezcla frigorífica, miéntras que a la otra se le permitió subir de temperatura como anteriormente. Despues de pasar por ámbas el mismo número de ampères-horas coloqué oro en hojas sobre ámbas soluciones. Despues de 30 minutos aquella que habia sido permitido de calentarse, disolvió el oro por completo i la que habia sido enfiada no dió señales de disolver oro aun despues de tres dias. En ámbas esperiencias se emplearon electrodos de platino.

¿Cuál era la causa de la diferencia entre lassoluciones electrolizadas en frio i en caliente? ¿Era la formacion de urea? Una solucion de cianuro de potasio conteniendo una pequeña porcion de urea fué electrolizada, agregando un poco de soda cáustica para aumentar la conductibilidad i por este medio la solucion se conservó a la temperatura de la pieza próximamente. Despues de la electrolisis se colocó sobre la solucion oro en hoja dejándolo quieto para ver los resultados. En unos 15 minutos el oro habia sido completamente disuelto.

De aquí se desprenderia que la teoría de la urea era correcta; ¿o era acaso que el cianato junto con la urea i la corriente eléctrica producía cianuro o algun otro disolvente del oro? Haciendo el reconocimiento con nitrato de plata se vió que habia una cantidad aparentemente considerable de KCN pero no correspondiente ni con mucho a la actividad mostrada para disolver el oro.

Cianamida.—Habiendo hecho el descubrimiento de que los cianatos junto con urea i electrolisis daba una solucion que disolvía el oro, la cuestion inmediata era ver si algun compuesto orgánico similar haria lo mismo. Siendo la urea un compuesto de los amidos (carbamidos), con la velocidad del relámpago se ocurrió la cianamida. Despues de esto agregué una solucion de cianamida (empleando cianamida de cal del comercio, que es soluble hasta unos 58 a 60% en agua) a una solucion de cianato, electrolicé esta solucion, traté la solucion como ántes con lámina de oro i éste fué disuelto en pocos minutos.

Con el objeto de estudiar esta reaccion, estudié el efecto de la electrolisis sobre una solucion de cianamida de calcio, i sin mas agregado que un poco de ácido para aumentar la conductibilidad, despues de electrolisada la solucion por 10 minutos con una corriente bastante poderosa, la solucion era capaz de disolver oro en hoja en unos 15 minutos; daba asimismo la solucion una marcada reaccion a la titulacion con nitrato de plata, mostrando la probabilidad de haberse formado cianuro.

Para cerciorarme de la presencia de cianuro traté la solucion con tiosulfato de potasio i se hirvió para convertir el cianuro que pudiese existir en sulfucianuro; tratada esta solucion así hervida con cloruro férrico dió la coloracion rojo de sangre característica del sulfucianuro de fierro, lo que seguramente era una demostracion suficiente. Pero para confirmar aun mas la presencia del cianuro se agregó a la solucion anteriormente electrolisada sulfato de fierro para convertir el cianuro en ferrocianuro. Al agregar aquí cloruro férrico i haciendo hervir dió el característico azul de prusia.

Esto me convenció de que algun cianuro se habia formado por la electrolysis de la cianamida de calcio, pero respecto a la cantidad formada de una cantidad dada de cianamida quedaba en duda, debido a la manera peculiar como se comporta la titulacion en presencia de compuestos orgánicos. Parecia por las diversas esperiencias hechas, que la produccion de cianuro por la electrolysis de la cianamida nunca pasaba de unos tres a cuatro décimos de libra de cianuro por tonelada de disolucion.

Durante todas estas esperiencias empleé soluciones de fuerza análogas a las que se emplean en la práctica de la cianuracion.

Viendo en el diccionario químico de Ward, páj. 314, vol. II, encontré consignado que la cianamida se combina con cianato de potasio para formar amidodicianato monopotásico de la fórmula $(CN)_2NH_2$ OK. Reflexionando sobre esta reaccion pensé que probablemente el cianuro formado por la electrolysis de la cianamida se oxidaba a cianato i éste obraba sobre la cianamida formando amidodicianato de potasio, i que el amidodicianato de potasio electrolyzado forma un poderoso disolvente del oro, bien que no da ninguna apreciacion de cianuro al titular con nitrato de plata.

Se comprenderá que entrar en la discusion de estas reacciones, no solo requeriria un enorme espacio sino tambien demasiado tiempo. Sea suficiente por ahora decir que yo he llenado varios libros de anotaciones referentes a estas recciones, que demuestran cómo se ramifican i se hacen diversas. Espero, pues, publicar mas tarde los resultados de los diversos esperimentos i dar la teoría a que se refieren mis anotaciones.

Referirse a la parte práctica está mas en armonía con el objeto de este artículo; sin embargo, ántes de dejar de lado la parte teórica que siempre es el cimiento necesario para construir un edificio, debo hacer presente que cuando una solucion de cianamida de calcio se mezcla con una solucion de ferrocianuro alcalino i se deja reposar por algunas horas i aun despues de semanas se convierte en un activo disolvente del oro i esto sin ayuda de la electrolysis i que si se aplica al tratamiento de minerales apropiados a la cianuracion simple da resultados equivalentes al tratamiento de simple cianuracion, aun en disoluciones muy diluidas.

Ademas este sistema puede emplearse para minerales que, ya han sido tratados por cianuracion, es decir, los residuos o relaves. En estos residuos existe una cierta proporcion de azul de prusia, que tratado con álcali se convierte en ferro i ferrocianuro de potasio o sean prusiatos solubles.

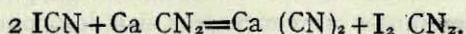
Este pone en mano un sistema económico para tratar minerales adecuados a la cianuracion corriente como asimismo residuos que ya han sido tratados por ese sistema. Es decir, residuos que contienen aun oro i que no pagarian un tratamiento con cianuracion corriente por causa del costo del cianuro.

En seguida se describe un ejemplo del empleo del nuevo proceso sobre todos los minerales aptos para la cianuracion: 2,000 libras de agua que contengan 1 libra de cianamida de calcio, 1 libra de ferrocianuro de calcio, 1 libra de cal. El mineral se somete a esta solucion en la forma corriente, es decir, en proporcion de dos partes de solucion por una parte de mineral, por un tiempo de unas ocho a diez horas o hasta que la extraccion sea completa.

El siguiente sería un ejemplo del empleo del procedimiento sobre minerales que ya han sido cianurados i que han quedado espuestos a la acción oxidante la atmósfera lo que ocasiona la formación de azul de prusia i otros compuesto de cianógeno, fierro. Este mineral tratado con una solución que contenga 1 libra de cianamida, 1 a 5 libras de cal (siendo la cantidad fusión de la acidez del mineral) en 2,000 libras de agua da resultados equivalentes al empleo de la cianuración corriente, empleándose en proporción de 2 a 3 partes de solución por cada parte de mineral.

Por otra parte, si esta mezcla se electroliza, la disolución del oro es estrechamente rápida. Cianamida de calcio mezclada con un sulfocianuro alcalino electrolizada se convierte inmediatamente en cianuro i disuelve el oro rápidamente. Para demostrar la acción de otro compuesto de la familia de los amidos se tiene el ejemplo del carbonato de guanidina mezclado con cianato de potasio junto con la electrolisis: esta solución disuelve el oro en hojas en menos de 10 minutos. Podría continuar citando una larga lista de compuestos amidógenos que en conexión con soluciones de cianatos si el espacio permitiese i no dudo que este sería de interés para los que se preocupan del asunto.

En medio de este trabajo sobre los materiales que contienen cianógeno se me ocurrió el pensamiento de experimentar la combinación de cianamida de calcio i iodo. Después una solución de cianamida de calcio con una solución de iodo para probar si esta combinación disolvería el teluro i fui recompensado encontrando que en realidad era un buen disolvente. Experimenté el segundo con oro en hojas sobre la misma combinación, i encontré con satisfacción que en corto tiempo el oro se disolvía; sobre la superficie se forma una escama de carbonato de calcio lo que previene la disolución aun más activa. De aquí deduje que la adición de iodo formaba yoduro de cianamida. No estoy en condiciones de encontrar nada referente a este compuesto en la literatura química que he leído i por esto me tomo la libertad de darle ese nombre i presumo que la fórmula es: $CN_2 I_2$ (1). Ensayé en seguida la acción del yoduro de cianógeno sobre una solución de cianamida de calcio i sabiendo que el yoduro de cianógeno sería destruido por un exceso de álcali, anticipé que esta solución disolvería el telururo de oro. Aplicando esta solución sobre el teluro, telururo de oro, estas sustancias fueron disueltas rápidamente demostrando que la solución probablemente se debía a un yoduro de cianamida, i supongo que la reacción se representa por la fórmula:



Práctica del procedimiento.—Ahora pasará a describir el procedimiento Clancy en escala industrial. El mineral se muele por medio de pisones, chancadoras, molinos de bolas, u otro sistema eficaz de molienda preliminar. El grado de finura necesario para el procedimiento es más o menos de 100 mallas

(1) N. del T.—El original dice en inglés: cianamidogeni eodide sin embargo como en la práctica se da al cuerpo $ON_2 Ca$ el nombre de cianamida de calcio, al compuesto $CN_2 I_2$ le correspondería el de cianamida de iodo o como se ha traducido: yoduro de cianamida.

siendo probablemente alcanzado este grado de finura de la manera mas económica por el empleo del molino de cuarzo (tuhe null).

El mineral se muele dentro de la solución de cianuro que contiene la cianamida de cal, sulfucianuro, las sales halójenas; es por eso que está en realidad bajo la influencia de la cianuración, corriente desde su salida de la chancadora hasta que llega al estanque de agitación. En el estanque de agitación se encuentra sometido a lo electrolisis que actúa sobre el cianuro que contiene en disolución los ingredientes químicos adicionales, formando o dando origen a poderosos disolventes del oro como se ha indicado mas adelante.

Antes de describir las soluciones empleadas en el tratamiento, se debe conocer la manera de disolver la cianamida de calcio. El producto comercial denominado cianamida de cal presenta en forma de un polvo negro i es soluble en proporción de 58 a 60% en el agua. Es necesario por eso disolver la cianamida en un estanque separado i filtrar el residuo insoluble. Un pequeño estanque con agitación de aire se presta admirablemente para este objeto, i sirve al mismo tiempo como receptor de la solución de cianamida que puede hacerse tan concentrada como se quiera, calculando la cantidad que habrá que sacar segun las necesidades para agregarla a la solución de cianuro.

La solución de trabajo se hace con 2,000 libras de agua que contengan 1 libra de cianuro, 2 libras de sulfucianuro alcalino, 2 libras de cianamida de calcio, $\frac{1}{4}$ libra de ioduro alcalino i 20 libras de sal comun comercial.

Yo empleo despues de las quebrantadoras de minerales, por los cilindros. El producto que sale de los cilindros como de unas 12 mallas se alimenta en los molinos de tubos i se convierte en pulpa alimentando el molino con la solución de tratamiento i mineral en proporción de 2 a 3 partes de solución por una de mineral.

La descarga de la pulpa, despues de separar el grano mas grueso, se transfiere a los estanques de agitación para someterlo al tratamiento por electricidad. Si se nota que es necesario separar los sulfuros ántes o durante el tratamiento se puede idealmente hacerlo como sigue: la solución que contiene el mineral finamente molido se pasa al conocido estanque de forma cónica i se ajita en proporción de 2 de solución por 1 de mineral, o en proporción de 3 de solución por una de mineral; si despues de esto se paraliza la agitación por algunos minutos los sulfuros finamente molidos se aconchan en el fondo del cono i simplemente abriendo la válvula de descarga en la cúspide del cono; los sulfuros pueden ser completamente separados juntos con una pequeña proporción de la pulpa que no contiene sulfuros. Los sulfuros pueden repasarse sobre paños o aparatos semejantes i concentrar así los concentrados de grano mui fino. El exceso de solución o pulpa se vuelve al estanque de agitación para su tratamiento.

Este es un medio de eliminar el empleo de mesas de concentración i obtener un producto de gran valor en un pequeño volúmen. Por otra parte, estando la pulpa mui finamente molida, la pirita o parte sulfurada no es acompañada del cuarzo o ganga, por la cual se obtiene un concentrado puro, de arto valor, cuyo resultado no puede obtenerse por el empleo de mesas de concentración sin el empleo de una gran cantidad de solución, con la correspondiente pérdida.

La pulpa en estanque de agitacion contiene la alcalinidad conveniente o correcta, siendo esto previamente establecido en el molino de tubo por adiccion de cal, de manera que contenga de 0.1 a 0.2 libras de alcalinidad protectora por tonelada de solucion.

La conductibilidad de la pulpa se gradúa, por un agregado de sal comun hasta obtener el voltaje necesario. Unas 20 libras de sal por tonelada de la solucion de la forma ántes indicada, decrecerá invariablemente la resistencia de la pulpa hasta el punto que el voltámetro marcará de 5 a 6 volts. En la mayoría de los casos una corriente de unos 50 ampères por tonelada de mineral es suficiente. Se ve fácilmente que el costo de la enerjía eléctrica esta léjos de ser prohibitiva.

Con electrodos de óxido de hierro es posible obtener una densidad de corriente considerablemente superior a 50 ampères por piécadrado de anodo, de manera que un electrodo de 3 piés de largo por 3 pulgadas de diámetro, es suficiente para el tratamiento de 3 a 4 toneladas de mineral. En otros términos, aproximadamente serian necesarios 30 de estos electrodos de óxido de hierro para el tratamiento de 100 toneladas al dia.

Si el estanque de tratamiento es construido de hierro, el estanque mismo puede emplearse como catodo. Este arreglo disminuirá por cierto considerablemente el costo de instalacion. El jenerador eléctrico es con mucho el principal ítem del presupuesto, pero un jenerador de baja tension, digamos de 10 volts, capaz de producir el amperaje necesario, puede obtenerse en cualquiera fábrica de aparatos eléctricos.

Es obvio que el procedimiento puede aplicarse a cualquier plantel excelente en que se empleen los estanques de agitacion. Todo lo que se necesita es introducir electrodos dentro de la pulpa mineral en circulacion que debe contener los ingredientes necesarios, i abrir la corriente. Es esencial en cada caso, mantener la alcalinidad; dar, es decir, la alcalinidad protectora de 0.1 mas o menos de álcali por tonelada de solucion, de manera que sea posible la formacion de ioduro de cianógeno o cianamida de iodo. Jeneralmente un tratamiento de ocho horas por medio de la electricidad es suficiente para obtener la extraccion necesaria.

Rejeneracion del cianuro.—Despues de las ocho horas de tratamiento con la corriente eléctrica la solucion de pulpa se debe llevar a una alcalinidad protectora de mas o menos 1 libra por tonelada, agregando para ello soda cáustica en cantidad suficiente, rejenerando el cianuro contenido hasta mas o menos 0.5 a 0.6 por tonelada de solucion. La rejeneracion del cianuro se consigue simplemente por la accion de la corriente eléctrica durante dos horas mas sobre la pulpa. Se comprende que la razon por qué se agrega el álcali extra está basada en el hecho de que la rejeneracion del cianuro no puede verificarse en presencia de un compuesto halógeno sino en caso que la solucion que contiene sulfuros, sulfucianuros i cianamida, sea alcalina.

Se verá que todo el valor del procedimiento depende sobre la recuperacion de los compuestos halógenos. Habiendo descrito en los ejemplos una proporcion de 2 partes de solucion sobre 1 de mineral, una proporcion de 3 partes de solucion contra una de mineral puede emplearse con ventaja; es decir, empleando 3 partes de solucion por una de mineral, se puede emplear una proporcion

mucho menor de alcalinidad por tonelada de solución, dando éste la misma proporción de álcali por tonelada de mineral que en el caso de 2 toneladas de solución por una de mineral i, por lo tanto, una proporción menor de haloides solubles que tienen que desplazarse por el lavado con agua en la torta final de relaves.

Costos.—En esta incompleta descripción del sistema se ha hablado del empleo de ingredientes químicos i de corriente eléctrica, sin dar el valor correspondiente a ellos.

Tomaré para la apreciación de costos la siguiente solución que representa un tipo de solución de trabajo: 2,000 libras de agua, con 1 libra de cianuro, 2 libras de sulfocianuro, 2 libras de cianamida de cal i $\frac{1}{4}$ libra de ioduro alcalino. Esto se presenta como una mezcla formidable cuando se la mira ligeramente, pero analizando la cosa no resulta por encima de los límites de un tratamiento económico. Por ejemplo:

1 libra de cianuro cuesta.....	18 centavos (dollars)
2 libras de cianamida	6 »
2 » de sulfocianuro.....	12 »
$\frac{1}{4}$ » de ioduro alcalino.....	35 »
	<hr/>
Total.....	71 centavos (dollars).

Esto no representa el costo total de una tonelada de solución, pues a pesar del efecto de la electrolisis prácticamente todo la sal haloide agregada, junto con el sulfocianuro se encontrará intacto al final de la operación; solo el cianuro i la cianamida sufren la correspondiente descomposición. Está claro por eso, que cualquiera que sea la proporción de la solución al mineral, solamente se debe tomar en cuenta el consumo de cianuro i cianamida por tonelada de mineral. El consumo de cianuro en presencia de la cianamida resulta mas o ménos de 1 libra de cianuro por tonelada de mineral tratado. Este consumo de cianuro es rejenerado a espensa de 3 centavos por la cianamida i cuando mucho unos 3 centavos mas por corriente eléctrica (calculando la corriente a 1 centavo por kilo-watt-hora), lo cual da un costo total de 6 centavos por tonelada de mineral.

A mas del costo indicado anteriormente hai que agregar el valor de la energía eléctrica necesaria para la electrolisis de la pulpa. El costo de la energía eléctrica para este objeto resulta como de unos 10 centavos (oro americano) por tonelada de mineral tratado. Esto agregado al costo de los materiales que contienen el cianógeno i la rejeneración haria un total de 16 centavos (de dollars) por tonelada de mineral. Estas cifras representarían el costo total siempre que se recuperasen todas las soluciones, sin pérdida mecánica. De lo anterior resulta evidente que la recuperación de las soluciones para volverlas a emplear es materia de importancia vital en este proceso. La recuperación mecánica de las soluciones depende en absoluto de la actividad o rendimiento de los filtros empleados.

El filtro Moore cumple altamente con las necesidades del proceso para la recuperación de la solución por cuanto da perfecta uniformidad a las tortas

tanto en grueso como en porosidad, lo cual significa resistencia perfecta i la perfecta resistencia garantiza un desplazamiento perfecto de la solución.

En el hecho la combinación comercial de los filtros Moore con el procedimiento Clancy tuvo su origen no en consideraciones arbitrarias o simplemente comerciales, sino porque yo después de examinar rigurosamente todos los procedimientos de filtración deduje por mis demostraciones que este tipo de filtro era el único en que se podía confiar para recuperar prácticamente toda la solución.

El sistema de filtros es demasiado conocido para que necesite ser descrito aquí en detalle. Sea suficiente hacer presente que cuando se llega en el ciclo de tratamiento, al final de las operaciones, es decir, cuando la torta ha sido ya lavada con soluciones estériles, la humedad (que contiene las sales solubles), que satura las tortas en esas condiciones, puede ser completamente extraída con agua empleando la cantidad requerida de este líquido para que haga el desplazamiento de las soluciones. La cantidad necesaria de agua para este desplazamiento se ve fácilmente sin cálculo previo por la disminución del nivel del agua en el estanque de lavado.

Por otra parte, esto puede graduarse con suma exactitud a voluntad del operador, obteniéndose resultados imposibles de conseguirse con cualquier otro filtro conocido. Ha sido necesario que yo mencionase los puntos especiales i únicos de estos filtros para mostrar cómo las soluciones pueden ser recuperadas con una pérdida mecánica mínima i con el mínimo de agua de lavado. En un filtro Moore bien construido, tipo A, la pérdida de solución bajo condiciones de manipulación cuidadosa, no deberían ser superiores a 10% de la solución total.

Debe entenderse que las cifras anteriores se basan sobre el tratamiento de minerales refractarios o rebeldes i que serían, según toda probabilidad, reducidos considerablemente si se tratase del beneficio de minerales que no son refractarios.



Criaderos de hierro en la Región Central de la provincia de Santander, España

(Conclusion)

No encontrando la gran cantidad que deseaban para sus fábricas de productos químicos, i apreciando un poco el *chapeau* de óxido que recubre la formación piritosa, abandonaron de buen grado el asunto a la Sociedad española que hoy lo explota.

Aunque la principal labor se dirige a la obtención del hierro, se extraen también las pirritas que en el curso del trabajo se encuentran, i que en el último año se elevaron a 1,914 toneladas.

El lavadero es de batideras, empleándose 4, con las dragas correspondientes para menudos. Funcionan dos máquinas fijas, una de 87 caballos i otra de 40, para el servicio de las bombas que estraen las aguas de la bahía destinadas al lavado.

En el servicio de arrastres, desde los tajos de la mina al lavadero, se emplea una locomotora de 40 caballos. El número de obreros es de 200.

El precio por tonelada se descompone en:

	<u>Pesetas</u>
Arranque	4.93
Arrastres	1.14
Lavado.....	1.86
	<hr/>
Total.....	7.93
	<hr/> <hr/>

Pero como los mismos conceptos suben de precio en el invierno, se puede asignar unas 8.30 pesetas o poco ménos a la media del año. Hai que tener en cuenta lo minucioso que tiene que ser el escojido de las piedras piritosas.

Desde el año 1902, en que la Sociedad española dió principio a sus trabajos, hasta 1908 inclusive, se han explotado:

	<u>Toneladas</u>
Hierro.....	120,040
Piritas.....	3.566

Segun la cubicacion del Injeniero don Ramon Aguirre, deben quedar por explotar 200,000 toneladas de hierro, por lo ménos. No está cubicada la riqueza en piritas; pero es de suponer que, levantada la masa del hierro, las piritas pueden obtenerse con mas facilidad i abundancia.

Finalmente, en el extremo de la Península i entre las dolomías que con profusion se encuentran en esta parte, junto al mar, se han descubierto indicaciones de sulfuro de zinc, que bien pudieran ser, por los caracteres que entrañan, asomos de algun criadero blendífero en correspondencia con los yacimientos de Cajo, Gajano i Elechas.

Grupo Solares-Entrambasaguas.—Al E. de la zona de Sierra Cabarga i a 9 kilómetros de San Salvador, se encuentra un grupo minero, de menor importancia que todos los estudiados hasta aquí, constituido por depósitos aislados de minerales de buena calidad i con mui buena proporcion en las tierras, pero de mucho ménos estension que los anteriormente descritos.

Se explotan varias minas pertenecientes a las Sociedades «Montañesa», «San José i Anexas» i «Anónima de Entrambasaguas», i las de «Bilbao-Santander», de Bilbao, i las *Pepitas*, de Solares, propiedad de los herederos del señor Pineda.

Todas esportan sus minerales por la estacion de Solares i embarcan sus minerales por el muelle de San Salvador, escepcion hecha de las de Entrambasaguas, desde las que se tendió un tranvía aéreo a la estacion de Orejo, donde tienen su depósito i de donde los acarrearán al muelle de San Salvador.

Las turbias de sus lavaderos vierten en el rio Miera, que pasa por Solares i, despues de un recorrido de 7,100 metros, desemboca en la ria del Cubas, á la entrada S. de la boca de la bahía de Santander.

San José i Anexas.—En las miés de Santa Marina se esplotan estas concesiones, que desde el alto de Santa Marina se estienden hasta el rio. Agotados los depósitos que existían próximos al Miera, hoi la esplotacion se limita al criadero de Santa Marina, en el que, intercaladas entre las calizas, se encuentran mui buenas acumulaciones de mineral, que constituirán un depósito de unas 100,000 toneladas por estraer.

Desde las minas, i salvando un desnivel de 110 metros, por un tranvía aéreo de 650 metros de longitud, bajan las tierras a un lavadero, compuesto de tres batideras i una draga, donde se lavan los minerales con las aguas del rio Miera.

Del lavadero, por una via Decauville, se conducen los lavados al depósito que tienen en la estacion de Solares, distante 1,300 metros de los lavaderos, lo que se hace con tranvía de sangre.

Las máquinas de vapor de los lavaderos son 2, con 57 caballos. Produce minerales de buena lei i mui limpios.

Bilbao-Santander.—Concesiones colindantes con las anteriores, a saber: *Despeñadero, Juan Cárlos, María Luisa* i otras minas importantes, constituyen el grupo de esta Compañía de Entrambasaguas.

La mina mas alta del grupo, la *Despeñadero*, que es una de las mas antiguas de esta rejion, explota un criadero con tanta intercalacion de calizas, que hace difícil los trabajos. El mineral está mui concentrado i en cantidad es bastante abundante, pues hace años que se viene diciendo que se acaba i no deja de producir. En union con la *Juan Cárlos* han rendido juntas, del año 1902 al 1908 inclusive, la importante cifra de 190,308 toneladas, debiendo quedar aun por esplotar, contando con la mina *María Luisa*, unas 80,000 toneladas.

Un plano inclinado baja de la *Despeñadero* i otro de las minas de la miés, los que continúan desde el pié del plano, con traccion de sangre, hasta los lavaderos, situados en Balabarca, en la márjen derecha del Miera.

El lavadero se compone de 4 batideras i las dragas correspondientes, movidas por una máquina de 80 caballos.

Un ramal del ferrocarril de Solares entra en los depósitos de las minas, situados al lado de los lavaderos, pero en la márjen izquierda del rio, para efectuar el cargue.

Sociedad Anónima Entrambasaguas.—La Sociedad arrendataria de «Entrambasaguas i Solaegui» explota un grupo estenso de concesiones, propiedad de la «Anónima» i del señor Solaegui, que se denominan *Enriqueta, Jerónima, Rosalina, 2.^a Olvidada, 3.^a Olvidada, 3.^a Chirtera, 5.^a Chirtera i Sultana*, reuniendo en conjunto unas 200 pertenencias, situadas desde las márjenes del rio Aguanaz hasta los altos de Santa Marina i el pico de Vizmaya, pico escueto,

cono calizo, que se destaca del monte Santa Marina con una altitud de 250 metros i es visible a largas distancias.

En un principio se cifraron grandes esperanzas en estas minas. Su estudio i cubicaciones hacian esperar el mejor resultado, pero ya en la miés de Lechino, donde se trabajó la *Chirtera*, se encontraron las calizas tan apretadas como no podía esperarse, hasta el punto de formar un todo compacto con algunos embudos vacíos, viniendo cubierto todo, en bastante espesor, de un manto de tierras de acarreo, corridas de niveles superiores, con escepcional riqueza en las tierras i en la calidad del mineral.

Cubicaciones hechas por los ingenieros señores González Nicolas, Heredia i el que esto escribe, hacian esperar un gran porvenir para estas concesiones, pero desgraciadamente nos equivocamos en los resultados de la miés de Hoznayo, saliendo bien nuestras apreciaciones en las minas *Cañon* i *Olvidada*, i quedando por resolver lo que será de la *Roselina* i otras que aun están por esplotar. Las minas *Cañon* i *Chirtera* son las que hoy se esplotan, bajando los minerales de la primera por cable aéreo i conduciéndose las tierras de las *Chirteras* por una vía, con un trazado paralelo al de la carretera de Hoznayo, de 1,300 metros, a la concesion *Jerónima*, donde están situados los lavaderos de estas minas. Estos lavaderos se componen de 5 batideras i 2 dragas para menudos.

Las tierras que llegan de la *Cañon* por el cable vierten sus baldes directamente en las tolvas de las batideras; los que vienen por la vía férrea del nivel de las miés descargan en una tolva, por bajo de la cual pasa una correa de un elevador Robins, que las sube al nivel necesario para caer en las batideras.

La fuerza necesaria la suministran 2 máquinas, una para el lavadero, de 70 caballos, i otra de 30, para la elevacion de aguas del rio Aguanaz. Hai otras dos pequeñas máquinas, una para el elevador i otra para el tranvía aéreo. Los minerales, al salir del lavadero, se cargan en los baldes del tranvía aéreo, que los conduce al depósito de Orejo, situado sobre la línea del ferrocarril de Solares a Santander.

El tranvía aéreo de la *Cañon* tiene una lonjitud de 1,100 metros; el ferrocarril de la miés 1,300 metros, con traccion a vapor, disponiendo de dos pequeñas locomotoras de 20 caballos.

El tranvía a Orejo es monocable, de una lonjitud de 3,358 metros, con una diferencia de nivel favorable de 10.70, pudiendo trasportar 144 toneladas por dia de trabajo. La proporcion del mineral en las tierras alcanza a un 25 á 30 por 100; la lei excede de un 50 por 100 de un hierro exento de piritas i de sílice en cantidad que lo haga desmerecer en el mercado.

El precio por tonelada debe ser próximamente:

	Pesetas
Arranque i transporte al lavadero.....	3.00
Lavado	1.30
Arrastre a Orejo.....	0.50
A los muelles de San Salvador.....	1.95
Cánon por tonelada.....	1.50
Jenerales	1.00
Total.....	9.25

Debe existir una cantidad de mineral de 250,000 toneladas.

Pepita i Mas Pepita.—Están situadas estas minas dentro del poblado de Solares, lindando con el establecimiento de aguas minerales, hasta el punto de que el criadero, por el rumbo E., penetra en todo el espacio ocupado por los manantiales de estas renombradas aguas alcalino-termales, brotando además éstas en distintos puntos de la explotación, i hallándose hoy aquéllos resguardados por un perímetro de defensa.

El criadero es bastante potente, produciendo mucho mineral grueso, i presentando el rumbo característico EO., con buzamiento N. La cota mineralizada es escepcional, pues las labores por bajo del nivel del establecimiento se profundizaron hasta 16 metros, en cuyo punto las muchas aguas i la extracción por pozos de los minerales, hicieron excesivamente trabajosa la maniobra para los arrendatarios, quedando aun el piso en mineral. Unida esta cota al desnivel que hai hasta el barrio del Estudio, que es de 20 metros, resulta reconocida una altura mineralizada de 36 metros para este criadero. La masa mineralizada está atravesada en muchos sitios por filones de piritita blanca, lo que ofrece el inconveniente de obligar a un estrío cuando se cortan estos filones, inconveniente que encarece la mano de obra, como ocurre en Camargo i en todas las minas en que las piritas aparecen con cierta abundancia.

Estas minas han pasado por muchos arrendatarios i hace algunos años que se explotan, habiendo comprobado que se han obtenido unas 300,000 toneladas de mineral en el reducido espacio de una hectárea.

El criadero está reconocido en una gran estension de las concesiones *Pepita i Mas Pepita*, pero dentro de su perímetro están comprendidas casas i terrenos de gran valor, lo que representa una espropiación costosa i es causa del retraimiento para la explotación.

La masa de criadero reconocida por sondeos i trabajos de galería debe exceder de la cifra de 250,000 toneladas.

A 400 metros de los frentes de trabajo i enlazada con ellos por vía de tracción de sangre, se encuentran los lavaderos, frente a la estación del ferrocarril de Solares, componiéndose de 2 batideras i una draga, que se mueven con un motor Grossley, de 70 caballos. Los minerales se suben con un montacargas a la altura suficiente para formar el depósito del cargue.

Actualmente está parada la explotación i en litigio los minerales extraídos.

El agua necesaria para el lavado se obtiene de los sobrantes del establecimiento de Solares, en tanta abundancia que son suficientes para el consumo de 2 batideras.

*
*
*

La sedimentación de lodos es hasta ahora bastante deficiente en todas las minas que hemos estudiado en esta zona. La mayor parte tienen que verter las aguas directamente al río Miera, por falta de sitio donde operar la sedimentación. Merced a excitaciones oficiales, se sindicaron todos los propietarios de minas, se ha estudiado un proyecto de obras de sedimentación en la desembocadura del río Miera, en la del Cubas i en las estensas llanuras denominadas de Suesa i Mojante, donde podrán recibirse las turbias del río i depositar sus ba-

rros, a fin de que las aguas que van a verter en la boca del puerto no arrastren los lodos en suspension.

Minas de Puente Arce.—La Sociedad española que explota este grupo, posee las minas siguientes:

	<u>Hectáreas</u>
Puchi	15
Chupi	46
María	63
San Miguel.....	11
Julia.....	13
Julio Ramon	8
	<hr/>
Total.....	156
	<hr/> <hr/>

En junio, 156 pertenencias, situadas todas en Montes de Puente Arce, márgen derecha del rio Pas, comprendiendo dentro de su perímetro los barrios de Solarana, Soledad, etc.

Se comenzaron a explotar como hierro por la Sociedad española el año 1900, en que las arrendó al propietario señor Villacampa. Sus estensas labores ocupan casi toda la superficie de la mina *María*, al costado de los grandes cordones de dolomía, que atraviesan estas concesiones de E. a O.; aparecen profusamente los minerales de zinc, lo que ha dado lugar a que actualmente se atiendan por igual las explotaciones del zinc i del hierro i que se hagan labores especiales para el primero, encontrándose pozos perfectamente mineralizados de menas zincíferas.

Posee la Sociedad un lavadero, compuesto de 6 batideras i algunos tromeles para menudos, emplazado cerca del rio Pas, de donde obtiene las aguas en abundancia para todos los servicios.

La esportacion se hace, desde los lavaderos al ferrocarril, por tranvía aéreo de 300 metros de longitud, para elevar los minerales a un cargue, sobre la via de estas minas, desde el cual se conduce al depósito que esta Sociedad posee cerca de la estacion de Mogro, en el ferrocarril Cantábrico. El recorrido del cargue al depósito, o sea el ferrocarril minero, es de 3 kilómetros, haciéndose el arrastre por locomotoras.

Funcionan en estas minas las máquinas siguientes: 4 fijas, con 164 caballos, i 3 locomotoras, con 52 caballos.

El coste por tonelada resulta a 10.50 pesetas. Desde Mogro al puerto de Santander hai que contar 14 kilómetros de transporte, que lo hace pagar la Compañía a 2 pesetas, rebajando a 1.60 para la produccion que exceda de 30,000 toneladas.

El mineral estraido, desde el año 1900, ha sido de 281,657 toneladas de hierro; i se calcula, por las cubicaciones efectuadas, una existencia de 300 a 400,000 toneladas.

Minas de Oruña.—En la márjen derecha del Pas hai un grupo de minas formado por las siguientes:

San Francisco	24
Ampliacion a San Francisco.....	16
2. ^a Ampliacion a San Francisco.....	48
San Gabino	12
Ampliacion a San Gabino.....	10
Delfina	12
Ampliacion a Delfina.....	24
La Amistad.....	6
Leonarda	15
Eusebia.....	15

Las cuales constituyen 182 pertenencias, que pertenecen a los herederos de don Francisco Aparicio, i contienen algunas zonas mineralizadas en las mieses de los valles de Riegos i de Palacios, susceptibles de explotarse con éxito. Su lei es del 52 i del 53 por 100. Las dolomías acompañan a estos depósitos, descubriéndose el zinc en las calicatas hechas para la cubicacion del hierro.

El lavadero está instalado al borde de la carretera, a unos 50 metros del río Pas, i consta de tres batideras con sus tromeles, draga de menudos i draga Raff para desalojar los estériles; todo movido por un motor de 60 caballos.

Se esporta el mineral por la estacion de Mogro, mediante un ramal construido por el ferrocarril, de 1,500 metros de longitud. Para el servicio de la mina hai una pequeña locomotora adaptada para via de 0.60 metro. La cubicacion de estas minas es de unas 150,000 toneladas, segun los cálculos de su director.

La baja de precios en los minerales ha retraido a los propietarios en la explotacion de estas minas, comenzando ahora los trabajos i llevando estraidas 3,000 toneladas.

Grupo Mineo de Camargo.—Las minas mas antiguas en explotacion son las de la Compañía inglesa «William Baird and C.^o Ld.», Sociedad mui importante, propietaria de un coto minero en Andalucía i de grandes concesiones en Africa.

Fué de las primeras que se establecieron en Santander, cuando aun se prestaba en el país poca atencion a los negocios mineros i se desconfiaba de sus resultados; de aquí que adquiriesen las minas que pertenecian a la Vial i Compañía en inmejorables condiciones.

Sea que esta Sociedad prestase mas atencion a otros negocios, o que la direccion de estas minas, por desconocimiento de las leyes del país o por otras causas, no concediese a ciertas cuestiones la atencion debida, es el caso que no supo aprovecharse de las circunstancias, procurando adquirir entónces todos los medios para su mejor desarrollo, como son terrenos para sus instalaciones i edificios, marismas para la sedimentacion de sus fangos, salida por ferrocarril a los muelles, en fin, cuanto han hecho mucho despues otras Compañías, y de las que hoi tiene que valerse la Sociedad de Camargo, pagando muy bien los servicios.

Las concesiones que posee la Sociedad «W. Baird» son 35, i se denominan: *Carmelita, Antonio, La Francisca, Desengaño, Nueva Trinidad, Caridad Segunda, Caridad, Babilonia, Garduña, Marcelino, Estrella, Lobo, Antonio de Solares, Mabel, Margarita, María, Nela Shistla, Veremos, Aumento a Veremos, San Nicolas, Provisional, Buena Suerte, Eusebio, Guayaquil, Federico, Dolores, Aumento a Provisional, Fe, Cristina*, i las demasías a *Provisional, Marcelino, Desengaño, Nueva Trinidad* i *Margarita*, todas situadas en los montes i valle de Camargo.

Las principales labores que hoi ejecuta la Compañía están en el paraje del Adrero, en las minas *Francisca* i *Antonio*, presentando un frente de labor de 300 metros de longitud, con 3 bancos de ataque, escalonados de 10 en 10 metros. El nivel del primer banco es el mismo del lavadero; así que las tierras producto de este trabajo van, por las vías, directamente a la vertedera de los aparatos; de los niveles superiores 10, 20, 30 descienden las tierras por un plano automotor, que baja al mismo lavadero.

Otro trabajo es el que se está practicando en la márjen de la charca de sedimentacion (mina *Dolores*), de donde se va a estraer un pequeño depósito de tierras mineralizadas, con lo que se obtendrá al propio tiempo el aumento de capacidad de embalse. Como este punto está 60 metros mas bajo que el lavadero, las tierras se suben por un plano inclinado con torno eléctrico.

Por último, el tercer trabajo, en la mina *Nela*, está por bajo del Adrero, al nivel de la vía férrea jeneral de estas concesiones, que va desde el antiguo descargue de Guarnizo a las oficinas de la Compañía. Los minerales procedentes de este ataque se conducen por esta vía hasta un plano inclinado que sube a los lavaderos, valiéndose de otro torno eléctrico para este trasporte.

La disposicion del terreno es la ya esplicada anteriormente en líneas jenerales en esta Memoria. Las calizas descansan sobre lechos de cayuelas, visibles en muchos puntos de la concesion, sobre todo en el gran desnivel de la *Dolores*, al borde de la charca, donde buzan al N., debiendo ser las que pasan a poca profundidad del valle de Camargo.

Los minerales se presentan en esta zona como en las demas de la region, variando solo en la gran proporcion de piritas que, en lo que hemos visto, ocupan gran parte del criadero. Se diferencian estas piritas de las que hemos estudiado en Solares (mina *Pepita*), en las minas de Maliaño, en que en estas últimas las piritas afectan la forma de pequeños filones que atraviesan la masa ferrífera, i aquí se encuentran diseminadas, mezclándose con el hierro, en forma de hacer mas difícil la separacion.

Como dijimos ya, estas piritas blancas son las que cristalizan en romboedros, i como su cohesion es poca, se descomponen en seguida i se transforman en sulfatos, circunstancia que están aprovechando en Camargo para los grandes pedazos de hierro con núcleos piritosos, partiendo los minerales i estendiéndolos de modo que queden espaciados, en la seguridad de que el tiempo se encargará de dejar solo el hidróxido de hierro.

Los lavaderos son de batideras, componiéndose la instalacion de 8 de ellos i 4 dragas para menudos. Estos lavaderos están en la mina *Antonio*, situados a una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar.

Se emplea la enerjía eléctrica para los lavaderos, para los tornos de los

planos ascendentes, para las bombas i para el alumbrado en los servicios de la Compañía. La oficina productora de energía está en el sitio del Axpra, del valle de Camargo, mina *Babilonia*, i la productora de fuerza en el de Ladredo, sitio de la Encinuca, uniéndose por una línea de transporte de 825 metros de longitud.

En la fábrica de Axpra, una máquina de vapor horizontal acciona un generador eléctrico, consistente en una dinamo de 6 polos, arrollamiento Compound, de corriente continua, que puede dar un rendimiento constante de 150 kilovatios, con una tensión de 500 voltios sin carga i de 550 con carga completa. Recordando que 736 vatios producen el mismo trabajo que un caballo de vapor, resulta que la producción de esta energía gastará próximamente 200 caballos de vapor.

Ademas de este generador, existe otro acoplado directamente a una máquina James Howder C.^o, de Glasgow, de forma de túbulo, con sus organismos cubiertos, para la lubricación por la patente Sower Grougthon, que produce 333 caballos de vapor; otro para la bomba, de 200 caballos; uno pequeño para luz, de 24, i otro para los planos inclinados, de 23, que suman un total de 777, fuerza excesiva por ahora, pero necesaria cuando las minas entren en el período de actividad que la compañía se propone desarrollar en la explotación.

El cuadro de distribución de corriente es muy completo i está provisto de todos los aparatos de medida i de seguridad necesarios.

La línea de conducción se compone de 4 alambres, de 10.16 milímetros de diámetro en su sección, 2 para cada polo, i está dispuesta de modo que, trabajando normalmente como una línea única, pueda cualquiera de las dos que la componen obrar con independencia de la otra, cuando alguna de ellas sufra interrupción. En los extremos de la línea se reúnen los alambres en una sola caja de empalme, i en cada uno de estos puntos hai colocados 4 pararrayos, convenientemente comunicados con tierra por medio de conductores de cobre.

En la oficina de la Encinuca se transmite la fuerza a las dinamos receptoras del lavadero, a los planos inclinados i a los demás servicios de la Compañía. El cuadro de distribución es tan completo como el de las oficinas del Axpra. La línea férrea de las minas está servida por 4 locomotoras: 2 de 20 caballos i 2 de 16; en suma, 72 caballos.

Los minerales lavados bajan por el tranvía aéreo, sistema Pohlig, al depósito de la mina *Babilonia*. Los baldes descargan automáticamente antes de llegar a la estación de retorno. La disposición del depósito es de las llamadas de nichos, donde entran los vagones del ferrocarril de «Nueva Montaña». Sociedad que les tiene contratado el arrastre por su línea i el embarque por su muelle de los minerales.

La ley de estos minerales i su coste por tonelada quedan expresados mas arriba.

La proporción del mineral en el criadero nos dicen que es un 14 por 100, cifra que nos parece muy pesimista, como la de la cubicación en 2.500,000 toneladas, que consideramos muy rebajada ante lo que representa la gran formación de Camargo.

Nueva Montaña.—Al S. de las concesiones de «W. Baird», explota esta Sociedad las minas *Deseada*, 2.^a *Deseada* i sus demás, muy importantes por

presentarse en sus pertenencias el criadero de Camargo con mui buena concentracion de mineral, como se pone de manifiesto en las bancadas en explotacion.

Los trabajos han avanzado bastante, [dado el poco tiempo que se trabajan estas minas, pues comenzaron sus labores el año 1906 i van estraidas 101,931 toneladas.

La corta comienza en el ángulo SO. de la *Deseada a 2.ª Deseada*, estendiéndose en un frente de trabajo de 250 metros; estraido el mineral hasta el nivel del piso de los depósitos, se ha formado una gran plaza para colocar vias i facilitar las maniobras de arrastre de tierras, siguiéndose ahora el laboreo por bancos ascendentes abiertos a niveles de 10 metros de distancia entre sí, estando actualmente en la formacion del 2.º banco, que queda por tanto a una altura de 20 metros de las vias.

La pirita de hierro se presenta tambien en el criadero, pero por ahora en menor cantidad que en las minas mas altas de «W. Baird». Los minerales estraidos se arrojan a las tolvas de los nichos, en donde entran los vagones de los trenes que conducen las tierras a los lavaderos, establecidos en la isla del Oleo.

Tratándose de una Compañía como «Nueva Montaña», es natural que haya aportado a estas minas los poderosos medios con que cuenta para su explotacion. Buena prueba de ello es el ferrocarril construido, de 7,300 metros, con un trazado mui bien entendido, i que, aunque movido hoi a vapor, mui pronto lo será por traccion eléctrica, aprovechando la enerjía de las potentes máquinas de su fábrica.

En el trazado de este ferrocarril, la obra mas importante es la de un túnel de 726 metros para atravesar un macizo montañoso interpuesto entre el valle de Revilla i la isla del Oleo. El ancho de via es de un metro i el peso de los railes de 22.50 kilos. Los vagones puestos en circulacion admiten 18 metros cúbicos; cada tren no lleva mas que dos vagones i se hacen 17 trenes diarios.

Los lavaderos están dentro del perímetro de la fábrica, donde cuentan con fuerza eléctrica i estensas marismas para la sedimentacion de lodos, hallándose establecidas 8 batideras, 2 dragas para menudos i el elevador para minerales.

Para dar a estos aparatos la fuerza necesaria, se consume una pequeña parte de la que se produce en «Nueva Montaña» para todas las necesidades de la fábrica, aplicando como combustible los gases procedentes de los hornos de cok i de los hornos altos.

Daremos una idea de la importancia de esta fuerza, diciendo que hai establecidas 14 calderas multitubulares, quemando gases i produciendo el vapor para dos máquinas horizontales de dos cilindros, de alta i baja presion con condensacion, de 500 caballos cada una, para dos bombas verticales de un cilindro, sin condensacion, de 45 caballos, i para una máquina horizontal de 50 caballos.

Se utilizan tambien como combustible los gases en cinco motores de gas de cuatro tiempos, sistema Letombe, accionando tres de ellos, dinamos de 500 amperios, a tension de 250 voltios, i los dos restantes, dos dinamos de corriente continua, a tension de 600 voltios.

Hai para los distintos servicios 14 motores, que representan 557 caballos, de los cuales consumen 100 los lavaderos, 150 las bombas de elevacion de fangos, 7 una correa de trasporte en el lavadero i otros 7 la correa trasportadora del mineral en los muelles; los demas son para las diversas atenciones de la fábrica, a saber: talleres, alumbrado, ventiladores, montacargas, etc., etc.

Interin se ponen en marcha las locomotoras eléctricas de Camargo a los lavaderos, funcionan 2 locomotoras de las 5 que posee la fábrica, una de 10 toneladas i 4 de 15.

No sabemos el coste por tonelada, pero debe ser mui bajo, porque el arranque es fácil i las máquinas de trasporte empujan los vagones al cargue hasta mui cerca de los tajos; así que lo único que puede entretener un poco es el escojido de algunas piedras piritosas. Los minerales lavados se consumen en la fábrica, sin mas trasportes. Por todas estas razones, incluyendo el cánon, debe resultar el mineral a mitad de coste que en otras explotaciones.

La cubicacion de las minas de Camargo se hace ascender a la cifra de dos millones de toneladas.

Mina Berta.—Situada en Camargo, colindante, por el N., con la mina *De-seada*, de «Nueva Montaña», i por los demas vientos con concesiones de la Sociedad «William Baird». Los señores Medina, Aguirre i Compañía explotan esta concesion, que encierra un buen depósito de mineral, mui bueno en proporcion i en lei i que tiene gran aceptacion en el mercado, hasta el punto de pagarse al tipo de los mejores de Cabarga. La produccion es pequeña, pero mui sostenida, desde el año 1905 que entró en produccion normal. Así vemos que, en 1905, produjo 15,074 toneladas; en 1906, 12,304; en 1907, 16,469 i en 1908, 9,200. Lava sus minerales cerca de la estacion de Guarnizo, sedimentando en las marismas de esta ria, donde tiene 4 hectáreas para este fin.

Baja los minerales al lavadero por un monocable de 0m.125 D. i de una lonjitud de 1,700 metros, con una velocidad de 120 metros por minuto, trasportando 220 toneladas en diez horas de trabajo.

El lavadero consta de dos batideras i una draga; la fuerza disponible es de dos máquinas, un Crossley de gas pobre, de 95 caballos, i otro de 18 para la bomba de elevacion de aguas de la ria con destino al lavado. Esporta por la estacion de Guarnizo, via del Norte.

The Muriedas Mining Company.—Propietaria de las concesiones *Ignacia, María, Marte, Aumento a Marte i Marte Núm. 20*, situadas en Herrera, del Ayuntamiento de Camargo, i las *Santa Rosa, Providencia, Lucía i El Cabo*, en Maliaño.

Mantiene una pequeña explotacion, con 19 o 20 operarios, lavando en una batidera, con una máquina de 12 caballos. Posee otro lavadero, cerca de la estacion de Maliaño, en la *Rosa*. El mineral es de acarreo, depositado en la miés, formando mantos de pequeño espesor, escepto en las minas *Providencia i Santa Rosa*, en que hai un depósito mui bueno de mineral grueso, pero por bajo de la parte mas poblada del pueblo de Maliaño i, por tanto, obligandó a costosa espropiacion.

La produccion, en 1904, fué de 5,427 toneladas; en 1905, de 1,711; en 1906, de 1,040; en 1907, de 1,231 i en 1908, de 1,414. Por lo limitado de su explotacion ya se comprende que es de las de menor importancia de la rejion.

Minas en preparacion.—Solo vamos a ocuparnos aquí de las minas que están realmente en preparacion, porque, fundada su explotacion en las cubi-caciones que han producido sus exploraciones, necesitamos estas cifras para que, sumadas a las del diagrama, nos den la del número total de toneladas de mineral probable que queda por explotar en la rejion que hemos estudiado. Todas pertenecen a «Nueva Montaña».

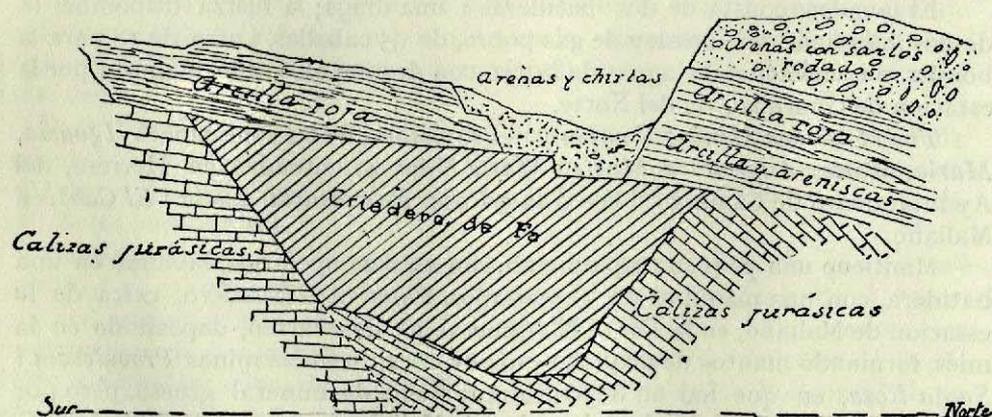
En Sierra Cabarga, las minas denominadas *Luz, Julian Fernández, Micae-la, Amalia, Matilde* i sus demasías situadas en paraje de Socabarga, compren-den varias bolsadas en la miés de Idillo, Desvian, Acebo i Callejona, calculán-doseles de 250 a 300.000 toneladas, para cuya explotacion se proyecta un cable de 4 kilómetros de lonjitud, que las conduzca a San Salvador donde se establecerá el lavadero.

En la miés de Revilla posee la Sociedad de «Altos Hornos», las minas *Fle-cha, Lepanto, Inesperada, Inesperada 2.ª, Aurora, Engracia, La Engañosa* i *La María*, por las que atraviesa el ferrocarril de Camargo, i que, exploradas por la Compañía, han producido una cubicacion mínima de 110,000 toneladas.

De mayor importancia que todo lo espuesto es el grupo minero de San Fe-lices de Buelna, conocido por *Minas de Mata*, comprendiendo las concesiones *Antonia, Cármen, La Descuidada, Marina, Lo que da, Esperanza, Anjeles, Manolo, 2.ª de Mata, Apercibida, La última, La Complemento*, etc.

Por las exploraciones practicadas se ve que el criadero difiere por comple-to de los de la costa, pues se trata de una bolsada, de gran potencia, de hierro compacto, que arma en el terreno jurásico.

En estas calizas, cubiertas en parte por los bancos de arcillas rojas i arenas con gruesos cantos rodados de formacion reciente, se encuentra el yacimiento, que afecta la forma de un elipsoide, de unos 160 metros de lonjitud en direc-cion NE. a SO., i parece estar alojado a lo largo de una falla o fractura de los bancos calizos, que al N. de la masa presenta su buzamiento al NE.



La masa de mineral es de óxido de hierro hidratado compacto, cubierto de mineral menudo que, en contacto de las arcillas superiores, está transformado en verdadero ocre. La lei de hierro del mineral es de 52 a 54 por 100, con indi-cios de azufre, 0.02 de fósforo i 1 a 3 por 100 de manganeso.

Puede considerarse el criadero de que nos ocupamos, según la opinión del ingeniero señor Mazarrasa, al que debo estos datos, como una formación metasomática de hierro producida por la sustitución de las calizas jurásicas por el mineral de hierro, que al mismo tiempo ha rellenado los huecos preexistentes en los estratos calizos.

La formación i extensión del criadero se ha comprobado por recientes sondeos, que han alcanzado de 45 a 60 metros de profundidad. Las dimensiones calculadas para la masa se pueden fijar con suficiente aproximación en 160 metros de longitud por 60 de ancho i de 50 a 60 de espesor, dando una cubicación de 300,000^m³, equivalentes a unas 800 a 900,000 toneladas explotables.

Las minas están a 5 kilómetros del ferrocarril de Madrid a Santander (estación de Corrales a las Caldas), por carretera, i de la estación de Corrales a «Nueva Montaña» median 35 kilómetros.

Resúmen de cubicaciones

	<u>Toneladas</u>
Las toneladas espesadas en el diagrama ascienden a	22.818,516
No van incluidas en el diagrama, por estar paradas o en preparación, o por ser su producción reducida para dar un diagrama ostensible, las concesiones siguientes:	
Minas <i>Pepitas</i> , de Solares.....	250,000
<i>San José i Anexas</i>	100,000
<i>Bilbao-Santander</i> , en Cabarga.....	100,000
<i>Nueva Montaña</i> { En Socabarga	250,000
{ En Revilla.....	110,000
{ En Mata.....	850,000
 Total de cubicación.....	 24.478,516

Veinticuatro millones cuatrocientos setenta i ocho mil quinientas dieciseis toneladas.

Premuras de tiempo i asedios de trabajo nos impiden dar mayor extensión al ensayo sobre la industria del hierro en la región central de la provincia de Santander, pero con todo lo espuesto consideramos trazadas las líneas generales de un estudio que ingenieros de mas competencia, i con mas medios a su alcance, podrán llevar a feliz término.

Del nuestro guardamos la esperanza de que algunas explotaciones de hierro podrán con el tiempo ofrecer alguna sorpresa que abra nuevos horizontes a la minería provincial. Recordando que en muchas minas (Puente Arce, Maliaño, Oruña, Camargo, Mercadal) se descubren, ora filones productivos, ora asomos de sulfuros de zinc, i siendo la provincia tan rica en esta clase de

criaderos, no tendrá nada de extraño, pues técnicamente nada se opone a esta hipótesis, que, al dar fin la industria con el hierro de la superficie, descubriese en el subsuelo otra riqueza de mas positivos resultados para el porvenir de la rejion.

El Injeniero del Cuerpo de Minas,

ALFREDO LASALA.



Estado actual i porvenir de la industria petrolífera en el Perú ⁽¹⁾

I.—INTRODUCCION

Consideraciones jenerales.—Es evidente que, entre todos los paises mineros, es el Perú una de las naciones que ocupa lugar preferente entre ellos, no solo por la enorme riqueza i estension de sus yacimientos metalíferos, ya ventajosamente conocidos, sino, tambien, por los no metálicos en jeneral i mui especialmente por sus yacimientos petrolíferos.

Su importancia como pais petrolífero es incuestionable i ya universalmente conocida. Así lo demuestra una publicacion recientemente hecha en Lón-dres, (2) que le designa al Perú el segundo puesto entre las naciones que poseen yacimientos mas estensos, i en primera línea, por la bondad de sus aceites en bruto, de sus productos volátiles derivados i, mui especialmente, por la calidad de sus aceites lubricantes.

Si a estas consideraciones tenemos en cuenta, tambien, la fuerte demanda mundial que existe hoi, tanto del producto bruto, como de sus derivados, i que, en los últimos años, segun las estadísticas recientes, ha superado a su produccion, permite abrigar la halagüeña esperanza de que, en un futuro no mui lejano, nuestros yacimientos petrolíferos serán debidamente codiciados, inmigrarán los capitales necesarios para su rápido i eficaz desenvolvimiento, i nuestra industria petrolífera evolucionará rápidamente, convirtiéndose en un poderoso factor de nuestro futuro engrandecimiento.

Sabido es que, de diez años a esta parte, las aplicaciones del petróleo y de sus derivados han aumentado i siguen aumentando de una manera considerable, al extremo de que las fuentes de produccion no han podido darse abasto para cubrir las. Esto significa que el mundo atraviesa actualmente por una especie de hambruna de petróleo.

Ahora bien, como las aplicaciones del petróleo i de sus derivados no es posible limitar, solo quedan dos caminos para salvar la situacion creada, i estos son o ensanchar las actuales fuentes de produccion, lo que ya sucede, pero con

(1) Tomado de «Informaciones i Memorias», Boletín de la Sociedad de Injenieros del Perú.

(2) The Petroleum Review. Núm. 490, páj. 337.

poco éxito relativamente, o buscar nuevas fuentes, que permitan producir lo que el mundo necesita consumir. En este caso, las miradas salvadoras seguramente convergerán hácia nuestros yacimientos; porque ningún país está en mejores condiciones que el nuestro para garantizar el éxito de cualquiera empresa que en él se estableciera, no solo por la enorme estension i riqueza de nuestros yacimientos, sino, también, por la bondad del producto obtenido i por lo fácil i económica que es su explotación.

Nuestros pronósticos quedarán aun mas confirmados, si tenemos en cuenta las probabilidades que existen de que el petróleo pronto arrebate al carbon su predominio mundial como está ya sucediendo, en parte, dadas las ventajas que ofrece el empleo de aquel combustible sobre éste. Además, podemos confiar, en la próxima apertura del Canal de Panamá, que seguramente permitirá que las naves del Atlántico, que utilizan el petróleo como combustible, puedan visitar nuestras costas y abastecerse de ese elemento directamente de nuestros yacimientos; i nada de extraño tendría, tampoco, que aquellas que no utilizan aun ese combustible, por falta de él, lo hicieran aprovechando las facilidades que se les presentarían entónces para obtenerlo de una manera cómoda y barata.

Desde luego, no creo que el desarrollo de nuestra industria petrolífera influya mucho en el enriquecimiento nacional, si el Estado sigue contentándose tan solo con percibir la módica contribucion correspondiente a las pertenencias que se explotaran, o sea la cantidad de £ 3 por pertenencia; porque, por muchas que ellas fueran, nunca pasaria de una suma miserable lo que se llegara a percibir. En cambio, si dejando a un lado o derogando la absurda resolucion del año 1890, que prescribia, que antes de 1915, no podrian gravarse con ningún impuesto la industria minera ni la esportacion de los productos, se considerara al Estado copartícipe, en un tanto por ciento de las utilidades que pudiera obtenerse, entonces sí considero de porvenir para el país el desarrollo de esta industria. De otra manera, tendríamos que resignarnos a ver extinguirse nuestros ricos yacimientos petrolíferos, del mismo modo que vemos hoy desaparecer ¡nuestras inmensas riquezas que encierra el Cerro de Pasco sin beneficio alguno para el país. En efecto: ¿qué utilidad saca el fisco nacional de las enormes riquezas que esporta la Compañía Americana del Cerro de Pasco? Pues tan solo £ 3 anuales por pertenencia. I si nos concretamos a la actual produccion anual de petróleo, podremos hacer la misma pregunta para las 200,000 toneladas métricas que anualmente se esportan de nuestros yacimientos, i cuyo valor comercial es de £ 600,000. Suponiendo que las pertenencias que se trabajan actualmente llegaran a 100 (que no alcanzan a ese número), tendríamos entónces que la utilidad que saca actualmente el Fisco es tan solo de £ p. 300 al año.

Peor cosa pasa aun particularmente con la empresa «The London and Pacific Petroleum C.º», que trabaja la zona de Negritos i Talara. Para esto haremos ántes un poco de historia, porque el asunto bien lo merece. El año 1888 don Herbert W. C. Tweddle compró en £ 18,000 la antigua hacienda de La Brea i Pariñas de propiedad de don Jenaro Helguero, quien cedió, junto con la hacienda, los derechos que el Gobierno de aquel entonces le habia reconocido, en el sentido de ser «el único que tendría derecho para denunciar i trabajar

todas las sustancias minerales que encerrara el subsuelo de su propiedad i especialmente los depósitos subterráneos de minerales de brea i petróleo», segun palabras testuales de la resolucion famosa. Es de advertir, que esta resolucíon suprema se dió atropellando los derechos de otros denunciantes i propietarios de concesiones ya adquiridas i, a la vez, para favorecer la venta de la hacienda; porque de otro modo, el señor Tweddle no habria efectuado la compra; pues para él no habia interes en adquirirla sino, mas bien, en conseguir el privilegio sobre las sustancias minerales, es decir, que en el negocio, la hacienda era tan solo un pretesto. El señor Helguero, por el otro lado, comprendia lo mismo; así es que para hacer la venta se hizo dar aquella resolucíon, lo que le fué fácil conseguir, por haber estado en aquel entónces investido del carácter de representante por el departamento de Piura. Pero, previendo futuras dificultades, optó por denunciar diez pertenencias i que éstas cubrieran totalmente el área de la hacienda. Desde luego, al tomar posesion de esas diez pertenencias, se le dió a cada una una estension que estaba mui distante de ser la que prescribian en aquel entónces las antiguas ordenanzas de Minería. No podia ser de otro modo, desde que las 10 pertenencias tenian que cubrir un área de mas o ménos 1,300 kilómetros cuadrados, inclusive las caletas de Malaca i de Talara, que es una de las mejores en toda nuestra costa.

Pasó el tiempo, i el señor Tweddle vendió la hacienda i traspasó todos sus derechos adquiridos a la actual Compañía, la que ha dado tal impulso a los trabajos, que hoi llega a esplotar al año 120,000 toneladas métricas de petróleo. Sin embargo, el Estado solo percibe, del valor de todo ese producto, la modesta suma de £ 30 al año, que es la contribucion anual correspondiente a las 10 pertenencias reconocidas i empadronadas. Es de advertir, que el número de pertenencias que se esplotan i ocupan en la zona de Negritos con sus instalaciones, casas i maquinárias, es al rededor de 1,000 pertenencias en total, lo que significa que el Estado no solo percibe una miseria con relacion al beneficio que se saca de ella sino que ni siquiera se le abona la contribucion correspondiente al número de pertenencias que se trabajan.

Es de advertir, tambien, que la bondad de los terrenos es tal i su estension tan enorme, que la empresa de Negritos ha arrendado parte de ellos a otras compañías: The Lagunitas Oil C.^o Ltd. i The Inca Oil C.^o compuestas de capitales ingleses i registradas en la Bolsa de Londres. Todo esto prueba que el negocio es bueno, cuando se multiplican las empresas esplotadoras; pero lo que no es bueno, ni puede serlo es la poca participacion que percibe el Estado de una de sus fuentes de riqueza de mas importancia actual i de mayor porvenir.

Felizmente para el Fisco, el Supremo Gobierno actual, tomando en cuenta estas consideraciones, decretó, ahora un año, la remensura de toda esta zona, para conocer el número exacto de pertenencias que se trabajan i poder conocer el monto de las contribuciones que tiene derecho a cobrar. La empresa de Negritos se negó a ello i pidió reconsideracion de la resolucíon suprema que ordenaba dicha mensura. El Gobierno sometió el asunto a la deliberacion del Consejo Superior de Minería, i sé que éste ha informado en contra de la petició. De desear seria que este asunto se llevara siempre adelante para provecho de los intereses nacionales.

A mi juicio, creo que el Estado debería aprovechar de esta oportunidad, para ordenar el levantamiento de planos catastrales de toda la rejion petrolífera, no solo como medida necesaria para poder deslindar i garantizar mejor la propiedad minera ya adquirida, sino, tambien, para dar facilidades en las nuevas adjudicaciones i seguridad absoluta en su conservacion.

Los planos catastrales están, pues, íntimamente ligados al progreso i desarrollo de toda zona minera; porque no hai engrandecimiento posible en esa industria, si no se principia por deslindar bien la propiedad ya adquirida, poniéndola a salvo de futuras estrañas pretensiones.

Ademas, los planos catastrales fomentan los denuncios i con ellos el movimiento minero de un lugar; porque, lográndose conocer la posicion relativa de las propiedades adjudicadas, se hacen resaltar los espacios libres adjudicables i esto, en una zona rica i codiciada, redundando tanto en beneficio del minero como de la industria en jeneral.

Lo que ha pasado en nuestra rejion del norte a este respecto es por demas clamoroso. Las adjudicaciones mineras han sido numerosísimas durante los últimos años, i, sin embargo, hasta 1909, que fué el año que hubo mas furor por adquirir propiedades de petróleo, no existia ningun plano catastral que hubiera podido servir de base para ellas.

Las consecuencias de todo esto ya pueden inimaginarse. Seria ocioso entrar en detalles. Por eso cuando yo me dediqué al peritaje en esa rejion (1909), comprendí que ningun provecho podria sacar de ello si no principiaba por hacerme, siquiera, croquis catastrales de las diferentes zonas, que me sirvieran de base en las nuevas adjudicaciones i denuncios i así, poniendo de mi parte todo el contingente de mi buena voluntad, he logrado tener planos de todas las principales zonas de la rejion. La línea de la costa ha sido levantada con planchete i trianguladas sus puntas principales con el mismo instrumento. Las diferentes concesiones han sido trazadas ajustándose estrictamente a lo que prescriben sus actas de posesion respectivas.

Los beneficios de esos planos se pudieron palpar mui pronto, pues tomándolos como base de orientacion, se hicieron numerosos nuevos denuncios, cuyas posesiones se tomaron inmediatamente despues; habiendo sido entre ellas las mas importantes las que constituyeron el Sindicato Internacional Petrolífero e Industrial del Perú con 389 pertenencias i las del señor Elia Montefiore, en representacion de la Banca Comercial de Milan, con 815 pertenencias. Ademas se hicieron numerosas otras adjudicaciones a los señores Faustino G. Piaggio i C.^o, Luis Zolessi, Francisco Quintana i otras de menor impostancia.

Los nuevos denuncios i adjudicaciones habrian continuado, si no hubiera sido por una resolucion suprema, fecha setiembre de 1910, en la que se prohibia, desde entónces, toda tramitacion minera con relacion al petróleo tanto en Tumbes como en Paíta i Piura.

Esta resolucion suprema, cuyos motivos ignoro, pero que respeto, dió lugar a que se paralizaran los denuncios i posesiones i a que principiarian a abandonarse la mayor parte de las ya adjudicadas i, como el alcance de la resolucion citada no era fácil comprender, cundió la desconfianza entre los capitalistas europeos i, en consecuencia, tanto el Sindicato Internacional como la Banca de Milan, optaron por el camino mas prudente de abandonar sus

propiedades, prefiriendo perder el capital ya invertido, que jiraba al rededor de £ 10,000, que no esponer mayor suma.

Las consecuencias de todo esto ha sido, el que se hayan abandonado 469 pertenencias en la rejion de Tumbes i 1,697 en la rejion de Paita, segun puede comprobarse en el último padron de minas, lo que hace un total de 2,166 pertenencias, que solo en contribuciones anuales han restado al Fisco una entrada de £ 6,498. Todo esto sin tener en cuenta lo que ha podido reportar al pais la instalacion de las dos nuevas compañías.

En cuanto a la confeccion de los planos catastrales, justo es dejar constancia que el espíritu previsor del actual director del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado, lo indujo a recomendar, oportunamente, al Supremo Gobierno el levantamiento de dichos planos, convencido, como nosotros, de su premiosa necesidad. Desgraciadamente, nada se ha resuelto todavía al respecto; pero, es de esperar que, dado el interes que se toma el señor Bravo al respecto, ese proyecto se convierta pronto en realidad.

II.—YACIMIENTOS PETROLÍFEROS

El petróleo ha logrado ser constatado en el Perú tanto en el norte de la República, como en el sur i en el centro. Por consiguiente, podemos dividir nuestros yacimientos en tres grandes zonas: la del sur, que comprende los yacimientos de las provincias de Canas, Lampa, Azángaro i Huancané en los departamentos del Cuzco i Puno, respectivamente; la del centro, aun no explorada; i la del norte, que comprende los yacimientos mas importantes, en las provincias de Tumbes, Paita i Piura.

I.—YACIMIENTOS PETROLÍFEROS DEL SUR

En la altiplanicie del lago Titicaca ha sido posible constatar una estensa cuenca petrolífera, poco explorada todavía, pero ya ventajosamente conocida como zona de valor industrial indiscutible. Se estiende desde el Cuzco hasta las márgenes del lago, o, mejor dicho, hasta el lindero actual con Bolivia.

En la provincia de Canas, el petróleo se constata fácilmente en el lugar denominado Pallpata, en el distrito de Pichigua, i sobre todo en el cerro de Pocpoquella, donde existen manantiales de petróleo poco denso i cuyo análisis es el siguiente (1):

Parafina.....	5%
Peso específico.....	0.862 a 21.15 C.
Bencina.....	0.0%
Kerosene.....	12.8%
Residuo.....	87.2%

Es decir, que el petróleo es pobre en sustancias volátiles i rico en residuos,

(1) Boletin Núm. 53 del Cuerpo de Ingenieros [de Minas del Estado

lo que lo coloca en condiciones ventajosas para poder ser utilizado como combustible. Además, tiene una base apreciable de parafina.

Los terrenos en jeneral están constituidos por calizas, arcillas i areniscas alternadas, de color i naturaleza variada. También la estructura del terreno es favorable a la acumulación del petróleo, pues toda esa zona descansa sobre un pliegue anticlinal alargado, bien marcado, cuyo rumbo es, mas o ménos, de noroeste a sureste i que, como veremos despues, puede alinearse fácilmente con la formación análoga sobre la que descansan los terrenos petrolíferos de Pirin.

En los lugares en donde existen exudaciones petrolíferas, se puede apreciar que ellas provienen de una serie de areniscas verdosas, porosas i muchas de las cuales se hallan saturadas de una sustancia breosa, que constituye, seguramente, el residuo de las exudaciones citadas. Otras veces es posible ver brotar el petróleo, en forma de pequeños hervideros, acompañado de agua salobre, de temperatura elevada i despidiendo fuerte olor a petróleo i ácido sulfuroso, a la vez que va dejando, al rededor del hervidero, una serie de precipitados de azufre blanco amarillento. Según el ingeniero Dueñas, la cantidad de petróleo que brota de estos pequeños manantiales, varia de una estación a otra, pudiéndose asegurar que en el verano alcanzan su máximo las filtraciones.

Además, toda esta zona se encuentra bastante agrietada i fracturada, i corroida por efecto, probablemente, de una estinguida circulación de aguas termales, cuyos restos están aun representados por los manantiales ya citados. Este agrietamiento se observa, sobre todo, en las calizas que se encuentran muy plegadas i, en otros lugares, casi verticales. Como algunas veces es posible constatar filtraciones en esos agrietamientos, hai probabilidades para asegurar que ellos pueden favorecer o haber favorecido la acumulación del petróleo que, según unos, se halla impregnado en las mismas calizas, i según otros, en las areniscas. Es este un punto que no está aun bastante dilucidado i que solo los sondajes serán capaces de aclarar.

Si se continúan las observaciones a lo largo de las manifestaciones superficiales de petróleo que aparecen por toda esa rejion, podemos asegurar que en casi todas las provincias que quedan en el departamento de Puno al sureste de la de Canas, hai lugar a hacer constataciones de mas o ménos importancia. Así, en el lugar denominado Chuquibambilla, del distrito de Ayavirí, en la provincia de Lampa, se ha logrado constatar filtraciones de una sustancia aceitosa, que impregna ciertas areniscas i que se ha considerado hasta ahora como exudaciones petrolíferas; siendo de advertir que, tanto la estratigrafía como la estructura del terreno son completamente favorables a la acumulación del petróleo. El señor Guillermo Grundy ha tomado 120 pertenencias en esa rejion, i es posible que ellas sean exploradas por medio de una perforación tubular.

Si seguimos nuestras observaciones hacia el sureste, encontramos, también, comprobaciones análogas sobre la existencia de filtraciones petrolíferas. Así, tanto en las provincias de Puno i Chucuito, en los lugares denominados Quillo-Quillo, a 10 kilómetros de la fundición de Maravillas, i en el distrito del Desaguadero i aun mas al sureste de este último lugar, hai posibilidad de ha-

cer idénticas comprobaciones, pudiéndose tambien constatar que la formacion correspondiente es estratigráficamente equivalente a la observada en la provincia de Canas.

En las provincias de Huancané i Azángaro las pruebas superficiales de la existencia de una cuenca petrolífera son mas numerosas i de mas importancia de las anotadas hasta ahora; sobre todo en la zona de Pirin, en la primera de las provincias citadas. Igualmente, se encuentran filtraciones visibles en las quebradas de Calangache e Ichupalla al noreste de Pirin.

Los yacimientos principales, ya ampliamente explorados i que se encuentran en actual produccion, son los de la rejion de Pirin, en el distrito de Pusi i como a 5 kilómetros al noroeste del pueblo del mismo nombre. Sin embargo, las concesiones dadas sobre esta rejion abarcan hasta los pueblos de Taraco i Saman por el norte i hasta mui cerca del rio de Pucará i del pueblo de Juliaca por el noroeste i oeste respectivamente. Entre todas, las únicas trabajadas son las de la Compañía americana «The Titicaca Oil Company», «Oleum» i «Lemen» con un total de 58 pertenencias. El resto está distribuido entre los señores Leopoldo Lostaunau, José Benito Calmet i otros.

La Titicaca Oil C.^o ha dado últimamente a la rejion de Pirin un impulso colosal, para lo que ha invertido mui regular capital, no solo en la perforacion misma de los pozos, sino tambien en la construccion de vias de comunicacion que pudieran facilitar cómodamente el transporte desde la rejion en actual explotacion hasta el pueblo de Juliaca, en donde el ferrocarril de Mollendo se bifurca a Puno i al Cuzco, i con el pueblo de Pusi i la caleta de Escallani en el lago. El camino carretero que une este último punto con Juliaca, rodea completamente la zona tratada, lo que facilita el acceso a ella por dos vias distintas: una por el lago, que es la mas corta, i otra por Juliaca, que es la mas larga i algo intransitable en el invierno, que dura desde diciembre hasta abril. Es entendido, que en ese lugar, como en todos los de la sierra, se titula invierno a la época de las lluvias.

Tambien directamente del pueblo de Juliaca parte un camino de herradura hácia el este, hasta llegar a Pirin. Desgraciadamente, aunque es el mas corto de todos, tiene la desventaja de ser mui incómodo.

La topografía de toda la rejion de Pirin i alrededores es accidentada; sobre todo, al noroeste, hasta la capilla de Saman, que queda cerca del borde del rio Ramis. El punto mas culminante de esta rejion es el cerro Poca, desde donde las serranías de Siman, Imarucos i Chayñupata van disminuyendo de altura hasta la comarca de Pirin i el pueblo de Pusi. Una cresta escarpada de cerros se desprende cerca de la Capilla de Saman, en direccion al Este, terminando suavemente hacia el valle del Ramis, mientras que hácia el occidente esas serranías terminan bruscamente en barrancos cortados a pico. Dicha cresta continúa hácia el sur, pasando al oriente de las serranías de Chayñupata, hasta terminar en la estremidad septentrional de la concesion Lumen. Paralelamente i hácia el oeste de esta cadena de cerros, se desarrolla una línea de colinas, que comienzan en la concesion Bolognesi, con rumbo hácia el sureste, hasta terminar en el cerro Llocamalla. Ramificaciones paralelas se estienden hasta la península de Capachica, como 30 millas al sureste. De cada lado de

esta serie alargada de colinas, el terreno es enteramente llano i, por lo tanto, de fácil acceso i exploracion.

En cuanto a la estratigrafía de toda la rejion, puede llegarse a la conclusion que está totalmente constituida por una serie predominante de gruesos mantos de calizas, grises i claras, alternadas con otros de arenas mui arcillosas o simplemente de arcillas, por regla jeneral, gris-amarillentas i rojas. Tambien aparecen mantos de areniscas alternados con otros de pizarras arcillosas i esquistosas i uno que otro de conglomerado.

Discordantemente, sobre esta serie de areniscas, calizas i arcillas, que se hallan fuertemente plegadas i dislocadas, descansa una serie de mantos de naturaleza calcárea i seguramente de oríjen lacustre, a juzgar por lo reciente que aparenta ser su formacion. Estas capas abarcan grandes estensiones de terreno, cubriendo los valles i flancos de las serranías citadas.

En cuanto a la estructura, puede comprobarse fácilmente la existencia de una ancha i alargada formacion anticlinal, cuyo rumbo es aproximadamente del N. 20° O. al S. 20° E., formacion que parece alinearse con la constatada en la provincia de Canas. i estenderse por el sur hasta la península de Capachica ya citada. Ademas, esta formacion anticlinal presenta en sus flancos una serie de pliegues secundarios i dislocaciones i fallas locales que alteran un tanto su arrumbamiento jeneral.

Por lo espuesto se puede deducir, que tanto la estratigrafía como la estructura de toda la rejion de Pirin presentan los caractéres indispensables para una buena i estensa acumulacion del petróleo, i si tenemos en consideracion tambien las filtraciones superficiales constatadas en varios lugares i los resultados obtenidos en la exploracion de Pirin con los pozos tubulares, podemos llegar a la conclusion que toda esa zona encierra una cuenca petrolífera de valor industrial indiscutible. I si tenemos en cuenta tambien la equivalencia estratigráfica i estructural que existe entre la zona de Pirin con las que quedan al norte, en la direccion de la provincia de Canas i las que quedan al sur, en direccion de la frontera boliviana, podemos aventurarnos a asegurar que los horizontes petrolíferos constatados en la primera de las rejiones citadas i los que parecen existir en las otras rejiones citadas tambien, deben corresponder probablemente a una misma cuenca petrolífera. Desde luego, esta deducccion, basada en la equivalencia estratigráfica i estructural de esas rejiones, no constituye una prueba absoluta de la existencia de horizontes petrolíferos en todas ellas, sino tan solo una evidencia decididamente favorable mas bien que adversa a esta conclusion.

La Compañía americana «The Titicaca Oil C.» inició sus trabajos en 1905, para lo cual adquirió las concesiones Oleum i Lumen de propiedad de un italiano llamado Pionono, quien las trabajaba de una manera mui primitiva i en armonía con sus pequeños recursos. Para esto, abría indistintamente pozos de cierta estension i poca profundidad, en los que reunia, poco a poco, las filtraciones que se desprendian de sus paredes. Posteriormente, cuando la compañía citada se hizo cargo de los trabajos, inició perforaciones tubulares con una pequeña perforadora del tipo Star núm. 27, con la que se lograron perforar pozos hasta de 800 piés de profundidad.

Hasta el año pasado, se habian perforado de este modo 10 pozos, con los

que se han logrado constatar filtraciones, petrolíferas desde los 250 piés de profundidad. Muchos de esos pozos resultaron surjentes en sus primeros tiempos, con una producción diaria de 2,000 a 3,000 barriles, como sucedió con el pozo núm. 4, cuya producción fué tan colosal i tan inesperada, que casi totalmente se perdió en el lago, pues no habia lugar apropiado para almacenarla. Por regla jeneral, despues de cierto tiempo de haber sido surjentes, hai necesidad de bombearlos, i puede calcularse, que su producción total media ha sido de 50 barriles al día.

El único inconveniente con que se ha tropezado siempre en la perforación de estos pozos, ha sido la abundancia i fuerza del agua encontrada en ellos, que muchas veces ha llegado a elevarse sobre la boca del pozo a mas de 60 metros. Los pozos núm. 1 i núm. 2 se perdieron por no haberse podido vencer el empuje de las aguas surjentes.

Ultimamente la compañía adquirió una perforadora mas potente, para poder alcanzar a profundidades mayores de 1,500 piés; pero, desgraciadamente, por razones que ignoro, se han paralizado los trabajos.

El petróleo obtenido es bruno claro i se presenta fluido a la temperatura de 10° C. Su peso específico es de 0.833 a 25/15° C. Segun el químico H. Bunting el análisis de una muestra de petróleo de Pirin es el siguiente:

Peso específico.....	0.833
Punto de esplosion.....	118° C.
Parafina.....	7%

Por destilación fraccionada:

Bencina.....	0.0%
Kerosene.....	3.6%
Residuos.....	96.4%

Si se compara la naturaleza del petróleo de Pirin con el de Pocpoquilla, podemos apreciar una semejanza mui marcada, es decir, que ámbos son pobres en materias volátiles i ricos en residuos i con una base apreciable de parafina, que varia entre el 5 i 7%.

En cuanto a la procedencia del petróleo hai opiniones variadas; pues unos creen que proviene de las areniscas inferiores, mientras que otros aseguran que de las calizas. Desgraciadamente, en los registros llevados de las perforaciones de Pirin, no se ha prestado la suficiente atención a la naturaleza de la roca en que ha sido encontrado el petróleo. Segun el jeólogo Steinmann, el petróleo de esa rejion yace en las areniscas del cretáceo inferior (1) i segun el ingeniero Dueñas, en las calizas del mesozoico (2).

El petróleo producido se consume en el lugar mismo, en los ferrocarriles del sur, en los vapores del lago i aun en Bolivia, que ofrece un mercado mui ventajoso, tanto para el producto bruto, como para los elementos destilados que pudieran obtenerse, dado el alto precio que se paga por ámbos.

(1) Conferencias Jeológicas 1908.

(2) Boletín núm. 53 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado.

El valor de la tonelada de producto bruto, que se consume directamente como combustible, alcanza a £ 5 puesto en Puno o en Juliaca. La tonelada colocada en La Paz, por ejemplo, sufre un recargo, pero mui insignificante en comparacion con el precio de £ 10 que se paga actualmente por la tonelada de carbon, que es el único combustible que se utiliza en todo Bolivia. Tratándose de los productos derivados, puede anotarse, por vía de ilustracion, los siguientes precios que se pagan en La Paz:

Kerosene de primera calidad.....	a 3/ por galon
Bujías, marca Price Imperial.....	a 1/ por libra

i en Puno, Cuzco, Arequipa i demas lugares del sur del Perú:

Kerosene.....	a 2/3 por galon
Bujías.....	a 9 d. la libra
Carbon.....	a 4 £ la tonelada

Ademas de la compañía de que me he ocupado hasta ahora ha existido otra formada por capitalistas peruanos i chilenos titulada «Sindicato Petrolero del Titicaca» i cuyo objeto fué el de explorar los terrenos de Coropata, en las márgenes del lago e iniciar una explotacion en gran escala, si los trabajos preliminares hubieran dado resultados satisfactorios. Desgraciadamente, una mala direccion técnica i una equivocada ubicacion de los primeros pozos, dió lugar a que la empresa fracasara i se malgastara una regular suma de dinero. Hoi tan solo queda como recuerdo de esa compañía una perforadora que yace abandonada en Coropata.

Por lo espuesto hasta aquí i en vista de los resultados tan satisfactorios obtenidos por la compañía americana en la rejion de Pirin, es posible prever un futuro mui halagüeño para el desarrollo industrial de toda la zona sur del Perú, siempre que se lleve a cabo en todos esos yacimientos una explotacion metódica, económica i en mayor escala que la actual. Ademas, la necesidad de un combustible abundante i barato, tanto para los ferrocarriles del sur i los vapores del lago como para las demas industrias en jeneral del sur del Perú i de Bolivia, tienen que hacer sumamente codiciados estos yacimientos, en un futuro no mui lejano.

2.—YACIMIENTOS PETROLÍFEROS DEL CENTRO

Los yacimientos petrolíferos del centro de la república son pocos i de escasa importancia. No se han explorado hasta la fecha; así es, que son relativamente mui poco conocidos.

En el distrito de Nazca, al suroeste de la poblacion del mismo nombre i en el lugar denominado El Portachuelo Grande, existe una serie de calizas oscuras, con un olor pronunciadísimo a petróleo en sus fracturas frescas, olor que es tanto más pronunciado, cuanto mas profunda sea la muestra tomada.

La estension que abarcan estas calizas es reducida, pues se limitan a solo el cerro citado. Tampoco afloran en ningun sitio vecino, de tal suerte que es

difícil averiguar el oríjen de ellas i si encierran o no horizontes petrolíferos de importancia.

Constantemente se hacen denuncios sobre esa zona; pero hasta ahora no se ha llevado a cabo trabajo alguno de esploracion, que serian los únicos que podrian dilucidar la cuestion.

Se dice tambien que existe petróleo en las provincias de Yauli, Jauja i Huancavélica; en el cerro de Condorocana, en la provincia de Angaraes; en el cerro de Calaveras, en la provincia de Santa; en la quebrada de Acarí, en la provincia de Camaná; en Chumpi, en la provincia de Parinacochas, etc., (1) pero hasta ahora no se tiene una confirmacion seria de su existencia.

3.—YACIMIENTOS PETROLÍFEROS DEL NORTE

Nuestros yacimientos mas importantes i mejor conocidos hasta ahora en el Perú i los mas codiciados hasta la fecha, son los yacimientos de Tumbes, Paita i Piura; es decir, los que se encuentran a lo largo de la costa comprendida mas o ménos desde los Cerros Illescas, al sur del puerto de Paita, hasta la poblacion de Tumbes, por el norte, en la provincia litoral del mismo nombre. La posicion geográfica de estos yacimientos está, pues, comprendida entre los paralelos 3°30' a 6°30' latitud sur, siendo su límite oriental el meridiano 83 longitud oeste de Paris. El límite occidental no se podria fijar, porque hai probabilidades para creer que los mantos petrolíferos de toda esa faja costanera se extienden al occidente de la línea de playa actual. Además, estos yacimientos comprenden las islas de Lobos, en donde se dice que existe igualmente petróleo.

A.—*Yacimientos de Tumbes.*—Estos yacimientos se extienden a lo largo de la playa, desde la quebrada de Máncora por el sur, hasta la punta Malpelo al norte; pero la parte mejor delimitada i esplorada de esta zona petrolífera está comprendida entre la quebrada de Bocapan por el sur i la quebrada Heath por el norte, incluyendo la rejion Zorritos que desde hace años es explotada por la firma comercial Faustino G. Piaggio C.^o

Esta faja costanera corre mas o ménos del suroeste al noreste i toda ella presenta manifestaciones superficiales que comprueban la existencia de horizontes petrolíferos en su subsuelo. Estas manifestaciones están constituidas por manchas aceitosas en las arenas superficiales, filtraciones de petróleo en determinados barrancos que dan al mar i un fuerte olor a esa sustancia en los mismos sitios. Estas dos últimas manifestaciones se presentan mas bien, cuando el mar se embravece; porque entónces destruyendo, o mejor dicho, lavando los sedimentos superficiales que cubre los barrancos ponen al descubierto las estratificaciones inferiores, muchas de las cuales están saturadas de petróleo. El resultado de esta exudacion es fácil observarlo despues a lo largo de la costa i en alta mar tambien; porque el petróleo vertido se extiende en la superficie del agua, siendo trasladado en diferentes direcciones, segun las corrientes marinas que dominan en la rejion. Por regla jeneral, la jente del lugar aprecia las

(1) Federico Moreno.—Los yacimientos de petróleo [en el departamento de Piura.—Boletín de la Sociedad Geográfica, Tomo III, páj. 283.

bravezas del mar por las manchas aceitosas mas o ménos estensas que aparecen en la superficie del agua.

Filtraciones de esta naturaleza es fácil observar en la punta Pico, el Cardalito, punta de Sal, quebrada del Jigantal i otros de menor importancia. Pero en donde estas filtraciones se han reconocido en mayor escala, ha sido en la zona de Zorritos en donde se ha comprobado que el oríjen de ellas está en los horizontes petrolíferos que se estienden por el subsuelo de toda esa rejion.

La zona de Zorritos es la mejor explorada i la mas antiguamente explotada en el Perú. Tambien en caleta Grau i quebrada Heath se iniciaron trabajos de explotacion por una compañía francesa que fracasó por haber sido mui mal manejada. Actualmente la empresa de Lobitos está llevando a cabo trabajos de exploracion en la quebrada del Grillo, al este de Securita, i en caleta Grau, al norte de Zorritos. Los resultados obtenidos se ignoran, por el corto plazo que ha transcurrido desde que se iniciaron los trabajos, pero de antemano puede garantizarse el éxito, dados los resultados obtenidos por el señor Piaggio en Securita i los obtenidos por la Compañía Francesa en quebrada Heath, en donde muchos de los antiguos pozos se bombean aun. Todo depende de que la administracion i direccion de los trabajos se haga con juicio i mas tino del que empleó esta compañía, cuyo fracaso se debió mas bien a los despilfarros i malos manejos, que no a los resultados obtenidos sobre el terreno. La prueba de ello está en que hasta ahora se siguen bombeando los pozos que quedaron perforados a poca profundidad por la citada compañía.

Aunque es Zorritos la única zona que ha sido objeto de explotacion metódica i constante, sin embargo, casi la totalidad de los terrenos de importancia bajo el punto de vista de su riqueza petrolífera, están adjudicados a diferentes empresas o personas aisladamente. Así, de las 590 pertenencias que se encuentran empadronadas, 74 corresponden al señor Piaggio, 115 a la empresa de Lobitos, 359 al señor Juan Velásquez Jiménez, 23 al señor Mateo Zaput i 19 a la señora Manuela Benavente viuda de Braun. Además, existen numerosos denuncios que se encuentran pendientes en virtud de la resolucion suprema ya mencionada anteriormente.

Establecimiento Industrial de Zorritos.—Este establecimiento, propiedad del señor Faustino G. Piaggio, comprende la faja costanera entre la caleta de Bocapan por el sur i la de Grau por el norte. La caleta de Zorritos queda a 35 kilómetros al suroeste de la poblacion de Tumbes.

La propiedades de Zorritos abarcan una estension de terreno de 296 hectáreas. Su centro de produccion está en la caleta de Zorritos, pues ahí se concentran los productos explotados de las diferentes zonas en actual trabajo, se refina la cantidad necesaria i se lleva a cabo la esportacion, para lo cual dispone el puerto de todas las comodidades exigibles. Actualmente el puerto de Zorritos es el mas cómodo que existe en todo el litoral de la provincia de Tumbes.

Los yacimientos de Zorritos son conocidos desde el año 1862; pero su importancia i riqueza solo datan del año 1883, en que pasaron a ser propiedad del señor Piaggio. Desde entónces hasta la fecha, invirtiendo con economía i juicio el capital estrictamente necesario, se ha logrado imprimir a Zorritos el desarrollo que ha alcanzado.

La producción actual de Zorritos alcanza a 15,000 toneladas métricas al año de producto bruto, parte del cual se refina esportándose los productos refinados, los residuos obtenidos i la parte de petróleo bruto no refinado.

La explotación del petróleo se ha reducido a la costa. Se han perforado hasta la fecha 303 pozos, de los cuales 48 están actualmente en producción i son los que producen la cantidad anual ya citada. La profundidad máxima alcanzada con estas perforaciones es de 3,020 pies en la quebrada de Peroles, pero la profundidad corriente está comprendida entre los 1,500 i 2,000 pies.

Por medio de estos pozos se ha logrado constatar la existencia de varios horizontes petrolíferos, desde los 150 pies, como sucede en la quebrada de Peroles i en la punta de Santa Rosa, hasta los 1,600 pies, que es el horizonte mas profundo reconocido en la zona de Sechurita al sur de Zorritos. Es de advertir tambien que los horizontes poco profundos son pobres en filtraciones, mientras que los de mayor profundidad son mucho mas ricos. Por regla jeneral, los pozos profundos son surjentes al principio i despues de cierto tiempo se convierten en pozos absorbentes, que es cuando hai necesidad de bombearlos. Es decir que la riqueza de los horizontes petrolíferos está en razon directa con su profundidad. Cuanto más profundo es un horizonte, tanto mas rico en filtraciones resulta.

Un ejemplo palpable de esto existe en la zona de Sechurita, últimamente explorada a profundidades mayores de 1,500 pies; pues entre los 1,540 i los 1,600, se ha logrado cortar un manto petrolífero, que ha producido pozos surjentes de 500 a 600 barriles diarios de a 50 galones cada uno. Despues de cierto tiempo disminuye su gasto poco a poco, hasta producir de 200 a 300 barriles diarios. Es de advertir tambien que las exploraciones hechas hasta los 900 pies no dieron nunca resultados halagüenos como las perforaciones mas profundas hechas ahora, lo que dió lugar a que esa zona estuviera abandonada por un cierto tiempo; pero mas tarde, en vista de las observaciones hechas por el administrador del establecimiento, señor Felipe Livoni, se resolvió profundizar los pozos, obteniéndose el resultado ya citado.

Despues de la zona de Sechurita, la de mas importancia es la que queda en la caleta misma de Zorritos hasta la desembocadura de la quebrada de Tusiya, en el lugar denominado Santa Rosa. Igualmente se han encontrado yacimientos ricos en la quebrada de Peroles i en la playa, frente a la desembocadura de la quebrada de Tijeritas.

De las observaciones hechas sobre la distribución de los yacimientos, se puede llegar a la conclusion que ellos se presentan en la misma forma que en Negritos i Lobitos; es decir, que las arenas petrolíferas son puramente locales, no constituyendo un manto continuo con una sustancia uniformemente distribuida.

Ademas, por las observaciones hechas sobre la estatigrafía i tectónica de diferentes puntos de esta zona, como en quebrada Peroles, Tijeritas i Tusiya, se ha podido observar que las arenas petrolíferas están asociadas a las plegaduras del terreno. Cosa distinta pasa en Sechurita, pues ahí la formación es bastante regular.

De las perforaciones hechas en jeneral, se ha logrado constatar que los horizontes petrolíferos se hallan encerrados en las areniscas, i éstas, a su vez,

entre mantos de arcillas o de pizarras arcillosas. Esas areniscas son locales i de área limitada; lo que explica el por qué se obtienen resultados completamente opuestos en perforaciones cercanas unas de otras. Así hai pozos que producen 50, 80 i hasta 100 barriles diarios de petróleo a 5 o 10 metros de distancia de otros mas profundos i que no presentan ni síntomas de esa sustancia.

El petróleo de esta zona es ligero, de color verde claro, con reflejos amarillentos, olor agradable i ligeramente etéreo. Presenta algunas veces una base de parafina, siendo por lo jeneral mui rico en sustancias volátiles i en aceites lubricantes. Su densidad varia desde 0.790 hasta 0.810. Su composicion química varia entre los límites siguientes:

- Carbono del 80 al 90%
- Oxígeno del 1.5 al 7%
- Hidrójeno del 12 al 15%

i un análisis fraccionario de una muestra de petróleo bruto, da el siguiente resultado:

Gasolina.....	8 %
Kerosene	39 %
Aceite lubricante.....	30 %
Residuos.....	20 %
Pérdidas.....	3 %
	100%

El producto bruto se refina en el lugar mismo, para lo cual se ha instalado recientemente una refinería moderna, de mayor capacidad que la antigua i que da mejores resultados. Se pueden beneficiar hasta 100 toneladas cada 24 horas; pero corrientemente solo se destila 80 en cada alambicada. El petróleo bruto que se destila es de 36° B. i de él se obtiene el siguiente resultado por cada alambicada:

Gasolina de 70 a 75°B.....	2,500	a 3,000 gls.
Kerosene de 45°B.....	12,000	»
Residuos.....		40 toneladas.

El procedimiento seguido es el siguiente: el petróleo bruto se destila en un alambique i los vapores que se desprenden se condensan en un condensador, compuesto de una tubería de 330 piés de largo, refrescada constantemente por agua salada.

Las primeras condensaciones de 65° B. se recojen en tanques separados de 8,000 galones de capacidad. Estas condensaciones constituyen la gasolina bruta, que es rectificada posteriormente.

Las condensaciones hasta los 45° B. se recojen en tanques distintos de 14 mil galones, i ellas constituyen el kerosene en bruto.

Lo que queda en el alambique constituye el residuo, que se recoge i utiliza como combustible, o se beneficia, de vez en cuando, para obtener aceites lubricantes. Este residuo constituye, mas o ménos, el 50% de la cantidad total destilada.

La bencina de 65° B. se rectifica sometiéndola a una nueva destilacion i condensacion. De ese modo, se logra disminuir su densidad, eliminándose las pocas sustancias pesadas que hubiera podido arrastrar en el primer proceso de destilacion. Los productos obtenidos están comprendidos entre los 70° B. i 75° B. Los productos de 75° B. constituyen la gasolina i los de 70° B. la bencina; pero actualmente no se hace distincion entre uno i otro producto i todo se esporta como gasolina.

El residuo que queda de esta última destilacion se agrega al kerosene obtenido en el primer proceso i ámbos se someten a una purificacion, para eliminar las impurezas que pudiera arrastrar, lo mismo que el mal olor que conserva por efecto de esas mismas impurezas. Para esto es tratado, primero, por el ácido sulfúrico, que carboniza las impurezas i las precipita. Se decanta ese precipitado i se somete en seguida, el kerosene a una serie de lavados, para ser tratado, despues, con soda cáustica, que neutraliza el exceso de ácido que pudiera existir i elimina, al mismo tiempo, el mal olor que pudiera conservar. Se somete el kerosene a nuevos lavados, se decanta el agua i, en seguida, se le espone al sol por unas 24 o 48 horas, con lo que se logra eliminar los restos de bencina i gasolina que pudieran haber, se mejora su color i su olor, i se aumenta, al mismo tiempo, su poder luminoso. En cambio, esta esposicion tiene el inconveniente de aumentar su densidad; pues ántes de ella el kerosene es de 46° B. i despues alcanza, tan solo a 42 o 43° B., es decir, que pierde de 3 a 4 grados.

Los productos refinados se esportan a Chile lo mismo que el petróleo bruto. Igualmente en el pais se consumen pagándose de \$ 5 a \$ 7 cajon de gasolina o bencina i kerosene, de a 10 galones cada uno. El petróleo bruto se vende a \$ 15 la tonelada puesta abordo de Zorritos. El mismo precio tiene el residuo.

Para la esportacion dispone Zorritos de toda clase de facilidades, como son: un buen muelle de 1,200 piés de largo en la caleta de Zorritos, un vapor tanque i tanques en Zorritos i en el Callao para 5,000 toneladas.

En la rejion de Tumbes no existe, actualmente, ninguna otra zona en explotacion. Como dije anteriormente, tan solo están adjudicadas las zonas de mas valor probable, pero aun no han sido exploradas hasta la fecha. Mas bien por el año de 1894, se formó una compañía francesa para explotar los yacimientos de caleta Grau i quebrada Heath. Se denunciaron 57 pertenencias que cubrian, mas o ménos toda esa zona, se hicieron grandes instalaciones, inclusive una oficina de refinacion, i despues de haberse invertido un capital de 3,600,000 francos, la compañía se declaró en quiebra, habiendo perforado 30 pozos, muchos de los cuales están produciendo petróleo hasta ahora. Como se comprende el fracaso de la compañía mas se debió á su mal manejo i, sobre todo, a una descarada disipacion de fondos; que no a resultados negativos del terreno. Hoi esos terrenos están en poder de la empresa de Lobitos i de varios particulares,

i pronto la empresa citada podrá confirmar el valor industrial de esa zona, con los trabajos de exploracion que ha iniciado.

Años ántes que la compañía francesa iniciara trabajos en la quebrada de Heath, habia sido explorada por la antigua compañía inglesa «The Heath Petroleum C.^o Ltd.», que se constituyó en 1891 con un capital nominal de £ 200,000, dividido en acciones de a £ 100 cada una. Esa compañía, que disponia de terrenos petrolíferos no solo en la quebrada citada, sino tambien en la de Tusiya i en Tres Puntas, con un total de 9 pertenencias, perforó tres pozos en la quebrada Heath, a 800ms. de la playa i como a 20 ms. sobre el nivel del mar, i se asegura que se alcanzó una profundidad máxima de 824 piés, habiéndose cortado mantos petrolíferos a los 235 piés i a los 418 piés de profundidad, pero de poca importancia i a los 625 i 814 piés filtraciones mejores, que daban un gasto de 20 a 30 barriles diarios de a 42 galones cada uno. Sin embargo, a pesar de los resultados espuestos, que no eran del todo malos, la empresa fracasó de una manera misteriosa al año despues de haber iniciado sus trabajos de explotacion. Segun informaciones que he tenido oportunidad de recojer personalmente, parece que el fracaso se debió a que los resultados obtenidos eran producto de una farsa; pues el petróleo encontrado no provenia, como era natural, de las filtraciones recojidas de los diversos mantos atravesados, sino que se compraba en Zorritos i en seguida se inyectaba por la boca del pozo, haciéndose aparecer, despues, como encontrado a determinada profundidad.

El mismo año se formó otra compañía inglesa «The Peruvian Petroleum Syndicate Limited», con un capital de £ 10,000 i con el objeto de explorar 16 pertenencias ubicadas en la quebrada La Cruz, en Mal Paso i en la Pampa Grande, una estensa altiplanicie situada al norte del rio de Tumbes. El primer pozo de exploracion se inició en esta pampa i aunque se alcanzó una profundidad de 525 piés, no se encontró petróleo, ni vestijios de él. Se iniciaron despues trabajos en la quebrada La Cruz; pero con idénticos resultados, lo que dió por consecuencia que la empresa fracasara.

Tambien en el mismo año se formó la compañía «The Máncora Perú Petroleum Syndicate Limited» con el objeto de explorar 289 pertenencias, distribuidas por la quebrada de Tusiya, la de Heath i a lo largo de la costa de la provincia de Tumbes. Se perforaron dos pozos en la quebrada de Tusiya con resultados satisfactorios; pero, la falta de fondos i los fracasos de las otras compañías ya citadas, dió lugar a que cundiera el desaliento entre los interesados i como consecuencia de ello, la compañía fracasaba el mismo año que se formó.

Como se ve, pues, el año 91 fué fecundo en empresas fracasadas; lo que, desde luego, no dejó de hacer cierto daño al país.

B.—*Yacimientos de Payta.*—Estos yacimientos constituyen la continuacion de los de Tumbes i están delimitados por la quebrada de Máncora ya citada i los barrancos del valle de la Chira, por el sur. Por el este se estienden hasta la base de los cerros de La Brea, llamados tambien de Amotape, i que constituyen un contrafuerte de la cordillera occidental de los Andes. Por el oeste el límite de esta rejion petrolífera es indeterminado, por estenderse el subsuelo del Océano, como hice presente al tratar de los yacimientos de Tumbes.

Como esta rejion es la mas importante de todas las mencionadas hasta ahora, pues en ella es en donde se han constatado los yacimientos mas ricos del Perú i en donde, tambien, se hallan instalados los establecimientos industriales de mayor importancia, es preferible dividirla en diferentes zonas i tratarlas aisladamente del sur al norte. Así, tendremos:

a) La zona de Talara-Negritos-La Brea, comprendida entre la quebrada de Pariñas por el norte, los cerros de La Brea por el este i el valle de la Chira por el sur.

b) La zona de Lobitos, comprendida entre la quebrada de Pariñas por el sur i la quebrada de Amarillos por el norte, i por el este unos tres kilómetros contados desde la playa.

c) La zona de Cabo Blanco, comprendida entre la quebrada de Amarillos por el sur i la quebrada Verde por el norte.

d) La zona de Ñuro que abarca hasta la punta de los Organos al norte.

e) La zona de los Organos que comprende hasta la punta Peña Mala por el norte.

f) La zona de Máncora, que abarca hasta la quebrada del mismo nombre, llamada tambien de Fernández i que constituye actualmente el lindero entre las provincias de Payta i Tumbes; i, por último.

g) La zona de la Breita, que queda al interior de la quebrada de Fernández i casi en la base de los cerros de Amotape.

a) Zona Talara-Negritos-La Brea.—Como ya he dicho anteriormente, esta zona es propiedad de la compañía inglesa «The London and Pacific Petroleum C.^o», de la que es ajente en Lima la casa Duncan Fox & C.^o El área que ocupa es de 1,300 kilómetros cuadrados, con una lonjitud de costa de 40 kms.

La compañía actual se formó el año 1897 sobre la base de otras compañías fracasadas hasta ese entónces. Inició sus trabajos en pequeña escala i poco a poco fué surjiendo hasta colocarse en el pié que se encuentra hoi, produciendo 120,000 toneladas anuales de petróleo, produccion que la coloca a la cabeza de todas las empresas análogas existentes hoi en el Perú.

El centro de produccion es Negritos, que queda como a 16 millas al Sur del puerto de Talara, que está solamente destinado para el beneficio del petróleo i para la esportacion. En este lugar es en donde está instalada la refinera, de reciente construccion, con todas sus dependencias; la aduana i el resguardo. Talara es el mejor puerto que se conoce por toda esa rejion. Queda como a 40 millas al Noroeste del puerto de Payta. Ademas, está unido a Negritos por ferrocarril de vía angosta i de una cañería que pone en conexion los tanques de Talara con los diferentes centros de produccion de Negritos, de tal suerte que el petróleo explotado en Negritos va directamente a los tanques de Talara, que quedan en la parte alta del puerto, i de ahí, por su propio peso, a la refiría que ocupa la parte baja del terreno o directamente a los vapores tanques que atracan al muelle.

Las condiciones marítimas del puerto de Talara son excelentes: ensenada bien protegida i de mucho fondo, lo que permiten a las naves acercarse considerablemente a la playa, como no pasa en ningun puerto de este continente. Esta es la razon por qué la empresa prefiere hacer todas sus operaciones de

embarque i desembarque por Talara, que no emplear la caleta de Negritos, que se encuentra a mucho menor distancia del centro de produccion.

La importacia de los yacimientos petrolíferos de Negritos la considero superior a cualquiera de los otros yacimientos conocidos hasta ahora en el pais. Su situacion jeográfica, a orilla del mar; la estructura de sus terrenos, enteramente favorable a la acumulacion del petróleo; la naturaleza de la formacion que, por ser de época reciente, permite ser trabajada con facilidad i economía; la poca profundidad de su horizontes petrolíferos; su número i la enorme estension que ellos abarcan; i, por fin, la abundancia i calidad del producto bruto obtenido, hacen de Negritos una de las zonas petrolíferas de mas importancia i de mas porvenir en el pais.

El petróleo se encuentra, lo mismo que en los otros yacimientos, en la serie de areniscas inferiores, encerradas entre gruesos mantos de arcillas o de pizarras arcillosas. Estas arenas petrolíferas son locales i no constituyen mantos continuos. Esta es la razon por qué se obtienen resultados distintos en perforaciones hechas a corta distancia unas de otras. Muchas veces suele encontrarse abundantes filtraciones en una de ellas, miéntras que en la vecina no ha sido posible encontrar absolutamente nada. Las numerosas perforaciones hechas hasta la fecha han dado resultados análogos, lo que confirma la idea que se tiene, de que las arenas petrolíferas son locales i de área limitada.

Ademas, a juzgar por las mismas perforaciones, se ha logrado descubrir que esas arenas petrolíferas son mas numerosas i mas ricas en filtraciones a cierta distancia de la playa, que no a lo largo de ella misma. En efecto, existe una faja de playa, como de unos 100 ms. de ancho, en donde se ha constatado que las filtraciones son escasas i mui aisladas unas de otras, i que, a pesar de haberse profundizado las exploraciones mas allá de los 1,500 ms. no se ha logrado mejores resultados. En cambio, playa adentro, despues del ancho citado, las arenas petrolíferas son mas numerosas i, sobre todo, mas ricas en filtraciones.

Esta distribucion de los horizontes petrolíferos puede explicarse fácilmente por la tectónica de esa rejion; pues haciendo sobre el terreno un estudio de las relaciones estructurales que son indispensables para el almacenamiento del petróleo, se logra descubrir como a 100 o 150 metros de la playa, los flancos orientales de una ancha i alargada estructura anticlinal que se estiende a lo largo de toda esa costa i cuyo eje principal sigue, mas o ménos, el mismo rumbo de la línea de la costa.

Los buzamientos de los mantos de areniscas i arcillas son, al sur de la rejion, al sureste; jiran despues al este a medida que se avanza al norte i, por último, cambian al noreste, al norte de Negritos. Desde luego, esta cúpula no es perfecta, porque sus flancos orientales presentan un buen número de pliegues secundarios i fallas locales, que alteran, en algo, la distribucion teórica de los horizontes petrolíferos que pudiera idearse en esta rejion. Pero lo que sí puede asegurarse categóricamente es que las perforaciones hechas a lo largo de estos flancos son las únicas que prometen dar resultados ampliamente satisfactorios; porque a lo largo del eje anticlinal, ya está comprobado, por la práctica obtenida por la compañía, que las filtraciones son bastante pobres, i mui al oriente de los flancos citados hai el peligro de caer en la formacion sin-

clinal correspondiente, en donde no hai ni debe haber probabilidades de encontrarse filtraciones petrolíferas.

Estas filtraciones se han logrado constatar desde los 45 piés de profundidad i ha habido pozos en los cuales, ántes de los 1,000 piés, se ha logrado constatar 7 horizontes petrolíferos distintos. Estas filtraciones superficiales son, por regla jeneral, pobres i, por lo tanto, de escasa importancia. Solo los horizontes hallados a mayor profundidad de 1,500 piés son industrialmente utilizables.

La explotación se ha centralizado actualmente al SE. de la caleta de Negritos, por ser la zona que mejores resultados ha dado hasta la fecha, no solo a la «London and Pacific Petroleum C.^o», sino tambien a las nuevas empresas «The Lagunitas Oil C.^o Ltda.» i la «The Inca Oil C.^o Ltd.», ubicadas igualmente en esa zona.

El petróleo obtenido es bruno claro. Su peso específico es alrededor de 0.813. Es rico en productos volátiles i pobre en residuos.

El siguiente es el resultado del análisis fraccionado de una muestra de petróleo bruto:

Producto	Grados C.	Destilac. fracc.	Peso especif. de destilacion.
Bencina.....	hasta 150°	36.6%	0.742
Kerosene.....	150° a 300°	36.7 »	0.814
Residuos.....	.....	25.7 »	0.926
Pérdidas.....	.....	I. »	

La producción mensual de producto bruto, tan solo de esta compañía, es de 9,000 toneladas métricas, o sea, 108,000 toneladas métricas anuales. Esta producción unida a la de «The Lagunitas Oil C.^o Ltda.» i a la «The Inca Oil C.^o Ltda.» que juntas suman al rededor de 20,000 toneladas métricas al año, da producción total anual de 128,000 toneladas métricas. Es de advertir que estas cifras se relacionan con la producción de 1911.

Del producto total, una parte, relativamente pequeña, se somete a una destilación completa en la refinería de Talara; otra parte se esporta o se utiliza en el establecimiento como combustible sin beneficiarse previamente; i la mayor parte del producto explotado tan solo se desbencina: la bencina se esporta a California para ser rectificada allá, i el residuo, conteniendo kerosene, se esporta junto con el producto bruto para utilizarlo como combustible.

Se calcula que la compañía remite anualmente a California 20,000 toneladas métricas de bencina bruta, que es vendida a £ 4.5.0 tonelada. La cantidad de petróleo desbencinado asciende a 50,000 toneladas métricas anuales i se vende a £ 1.5.0 la tonelada, es decir, lo mismo que la tonelada de residuos.

De la parte del producto bruto que se destila totalmente en la refinería Talara, se obtiene anualmente: 100,000 a 120,000 galones de bencina, alrededor de 50,000 galones de kerosene i 50,000 toneladas métricas de residuos.

Una parte del producto bruto, como de los elementos refinados, se consume en el país, en Chile i, a veces, en la República Arjentina. Pero la esportación es mayor a California, para lo cual dispone la compañía de tres grandes vapores petroleros: el *Circassian Prince*, el *Azow* i el *Mina Brea*.

En cuanto a la refinería que existe instalada en el puerto de Talara, no se diferencia gran cosa de la ya descrita en Zorritos; por lo tanto, omitiré una nueva descripción. Tan solo dejaré constancia que es de reciente instalación, rindiendo producto de excelente calidad, según lo comprueba la gran demanda que existe actualmente de la bencina i kerosene elaborados por esta empresa.

The Lagunitas Oil Co. Ltd..—La empresa de Negritos ha arrendado a otra compañía inglesa parte de sus terrenos que quedan al SE. Ha sido registrada en el Stock Exchange de Lóndres con el nombre del encabezamiento i con un capital de £ 250,000, dividido en acciones de £ 1 cada una. Esta nueva compañía inició sus trabajos en 1910, i desde el primer momento con espléndidos resultados. Todos los pozos perforados hasta la fecha han cortado horizontes petrolíferos ricos en filtraciones i cuyo gasto medio diario es de 120 barriles de 50 galones cada uno.

La profundidad máxima alcanzada con las perforaciones ha sido de 1,800 piés i la ubicación de ellas ha sido distribuida de tal modo que se ha logrado, a la fecha, explorar una extensión enorme de terreno, en la que no ha fallado ni una sola. Actualmente se perforan tres pozos al mismo tiempo i se emplean de 4 a 5 semanas para terminarlos a la profundidad citada. La naturaleza de los terrenos es tal, que permite llevar a cabo un trabajo rápido i económico. Actualmente se perfora a razón de 50 piés diarios en terrenos blandos i 20 piés en formación dura. La presencia del agua en los pozos es rara, de tal suerte que no hai tropezos para eliminarla, como sucede en otros lugares.

En la región explorada con éxito hai espacio como para perforar 2,000 pozos, a razón de 10 perforaciones por pertenencia. Por eso la empresa piensa multiplicar el número de pozos que se hacen actualmente, profundizándolos aun mas, hasta cortar los horizontes petrolíferos mas profundos i ricos en filtraciones que hai probabilidades de encontrar, i lograr de ese modo duplicar, por lo ménos, su producción anual.

Recien se iniciaron sus trabajos, se tropezó con la dificultad de la falta de agua dulce; pero posteriormente se subsanó ese obstáculo instalando una poderosa condensadora, que satisface ampliamente todas las necesidades de ese lugar.

Se han instalado tanques para almacenar el producto explotado i con capacidad para 10,750 toneladas métricas. Estos tanques están conectados directamente con el puerto de Talara, por medio de una cañería de 4 pulgadas. De ese modo la compañía podrá embarcar sus productos directamente o enviarlos a la refinería, independientemente de la cañería de que dispone la empresa de Negritos.

Igualmente se ha unido dicho lugar con Talara por medio de un ferrocarril de vía angosta, que facilita grandemente el tráfico entre un punto i otro.

El negocio de esta compañía está basado en la perforación de 50 pozos, con la producción mínima de 50,000 toneladas métricas anuales, i con un gasto, no mayor de 15 chelines por toneladas de petróleo, puesta en el puerto de Talara, incluyendo, desde luego, todos los gastos, inclusive los de administración i arrendamiento del terreno.

De los resultados obtenidos hasta fines de 1911, se puede deducir que el gasto por tonelada ha resultado menor de la cifra fijada; en primer lugar, por

haberse encontrado petróleo industrialmente aprovechable a menor profundidad de la calculada, i en segundo lugar, por haber resultado tambien menor el valor por pié perforado, que fué calculado a £ 1 i solo ha costado £ 0.800 en término medio. Estos datos merecen consignarse, porque ellos pueden servir de base para cualquier presupuesto futuro relacionado con una exploracion o explotacion de esta naturaleza.

En vista de los resultados obtenidos por la compañía citada, el directorio en Lóndres ha resuelto que se perfore durante el presente año mayor número de pozos del que se habia estipulado al constituirse la compañía, para de ese modo poder producir mayor cantidad de petróleo de la que se habia tomado como base. Segun datos que he obtenido de persona seria, venida recientemente de Negritos, parece que actualmente se perforan 6 pozos al mismo tiempo que se llevarán a mayor profundidad de la alcanzada por los anteriores.

Por último, la empresa citada, teniendo en cuenta estos resultados obtenidos, tomó una opcion de la empresa de Negritos para explorar i catear otras dos zonas colindantes con los terrenos arrendados. Segun informaciones recojidas, estos son los terrenos que han servido de base para constituir una nueva compañía «The Inca Oil C.^o Ltd.» i que solo ha iniciado sus trabajos de explotacion ahora pocos meses. Dado el corto tiempo que ha mediado, no me ha sido posible recojer mayor informacion al respecto.

Posteriormente, cuando la Azufrera Sechura inició sus trabajos de explotacion en la rejion de Reventazon, al sur de los cerros Illescas, se encontró, en los pozos practicados por la compañía, una serie de arenas impregnadas con una sustancia bituminosa, mui análoga a la brea i con un fuerte olor a petróleo. Es de advertir, que esas arenas petrolíferas constantemente yacen debajo de los mantos de azufre. Como las escavaciones que se hacian no alcanzaban a profundidades mayores de 15 a 20 piés, no se pudo sacar gran informacion respecto a su oríjen.

Mas tarde, cuando visité esa rejion en union del jeólogo V. F. Marsters, tuvimos oportunidad de comprobar esto mismo i ademas, notamos, que los yacimientos de azufre, que aparecen en forma de mogotes, solamente impregnan superficialmente las areniscas subyacentes, i que al someter éstas a la accion del calor, fácilmente se apercibe un olor a petróleo, quedando, como residuo, una arena suelta de aspecto corriente i una sustancia carbonácea de color negro; lo que demuestra que esas arenas estaban cementadas con una sustancia orgánica, que, seguramente, es el residuo de la evaporacion de un producto petrolífero.

Segun el señor Marsters, esos mogotes actuales constituyen antiguos estinguídos manantiales o surtidores de petróleo i, por lo tanto, el azufre hoi existente en sus alrededores parece haberse precipitado de las emanaciones petrolíferas, tal como sucede actualmente; en pequeño, en los surtidores gaseosos ya citados, en la zona de La Brea y en los que existen en la quebrada de Bocapan, cerca de la ranchería de Papagayo i que el sabio Raymondi titula hervideros. Aunque estos surtidores solo emanan actualmente gas i agua salobre i no petróleo, como se imagina para los de Reventazon, siempre tienen interese por el azufre que precipitan i la manera cómo este se acumula alrededor

de la boca del surtidor, formando, en pequeño, la misma clase de mogotes que es posible ver, en grande, en la zona tratada.

Un hecho que constituye un síntoma favorable para esta conclusion, es la distribucion del azufre en la zona de Reventazon, en donde yace, tan solo, en los alrededores de los mogotes.

El año 1906, el señor George Eli Hall formó un sindicato en los Estados Unidos para explorar primero y esplotar despues al rededor de 600 pertenencias denunciadas en esa rejion. Pero, habiendo informado desfavorablemente el técnico que se mandó de allá para estudiar la rejion citada, fracasó la empresa poco despues.

Actualmente se han adquirido 588 pertenencias por una nueva compañía inglesa «The Bayovar Oil Development Company» la que ya ha adquirido el material necesario para iniciar una exploracion en gran escala, inclusive una lancha de gasolina de 30 HP. para facilitar el acceso á la rejion, que era lo que mas dificultades é incomodidades ha presentado siempre, dado el aislamiento i distancia a que se encuentra de todo centro de recurso. Hoi fácilmente i en corto tiempo se podrán construir del puerto de Payta al de Bayovar por lancha i de este último punto por ferrocarril al lugar en que, seguramente, se iniciarán los primeros trabajos de exploracion. Los jerentes directores H. Paton Johnson i Capt. T. P. Murphy son los que se entienden con la direccion técnica de la exploracion.

Si los trabajos que se emprendieran dieran resultados satisfactorios, la zona mencionada se prestaría para ser objeto de una esplotacion mui sencilla i económica, siempre que no se tropezara en el subsuelo con roca eruptiva a corta profundidad; porque la topografía del desierto es plana, se dispone en Reventazon, lo mismo que en Bayovar, de todos los elementos abandonados de la antigua «Azufrera Sechura», como son casas, almacenes, condensadora, una línea férrea de 40 kilómetros de largo, de vía de 0.90 m. i que une la rejion de Reventazon con el mejor puerto que existe por toda esa zona i que es Bayovar. Además, se dispone de un magnífico muelle en el puerto i abundante material rodante, que facilitaría grandemente el transporte.

La zona tratada no es mui rica en rasgos estratigráficos i estructurales; porque, como he dicho anteriormente, está casi totalmente cubierta por el desierto de Sechura. Sin embargo, en los flancos de los Cerros Illescas es posible apreciar lo estrictamente necesario para formarse un concepto claro de la formacion de esa rejion.

Por los flancos occidentales de los cerros citados se extiende una faja de terreno cuyo ancho máximo queda al sur i va angostando hacia la punta de Pisura al norte. En toda su extension está cruzada por una serie de quebradas que se desprenden de la cadena de cerros centrales, tales como la quebrada de Avip, Tur, Ñac, Honda, Nonura i Charao, que forman entre sí otras tantas puntas, que sobresalen en el mar i que muchas de ellas son las que presentan las exudaciones aceitosas ya mencionadas.

Esta faja costanera está constituida, en su mayor parte, por una serie de areniscas i arcillas alternadas i plegadas i que litológicamente coinciden con las series inferiores de la zona petrolífera del norte de Paita. Además, en uno que otro punto, afloran las filades que constituyen los flancos de los Cerros

Illescas. Tanto al sur como al este de estos cerros se estiende el desierto de Sechura, abarcando una rejion salina, que lleva el rumbo suroeste a noreste, comprendiendo desde las salinas de Hornitos i salina Vieja, al sureste de los Cerros Illescas, hasta las salinas de Ñapique i Chuper, al noreste de Sechura.

Del lado oriente del Cerro Illescas solo se aprecian en los flancos, una serie de arcillas rojas i morenas horizontales, formando dos terrazas marinas de cierta estension i que, en el lugar denominado La Montera, descansan discordantemente sobre el afloramiento de unas calizas, que abarcan pequeña estension, de color crema i ricas en fósiles correspondientes al terciario reciente; lo que significa que las arcillas superiores indicadas deben ser posterciarias.

Solo sobre estos rasgos estratigráficos i estructurales citados, es que hai necesidad de basarse para llegar a las conclusiones presumibles ya indicadas al principio de este capítulo i que solo las perforaciones recomendadas tambien, serán las únicas que, en el presente caso, podrian revelar la veracidad de ellas.

III.—GEOGRAFIA I TOPOGRAFIA DE LOS YACIMIENTOS DEL NORTE

Los rasgos jeográficos i topográficos de toda la rejion petrolífera del norte son sencillos i claros i exactamente iguales desde Tumbes hasta Lambayeque; de tal suerte, que es de presumir que las causas i medios que han intervenido en su oríjen hayan sido exactamente los mismos en toda esa estension.

Lo que primero puede apreciarse, a grandes rasgos, sobre toda esa zona, son dos grandes rejiones, cuya topografía es completamente distinta, a saber: una rejion accidentada, que yace al oriente i comprende la cadena de cerros de La Brea i los demas contrafuertes de la cordillera occidental de los Andes i otra plana, a lo largo de la costa i que comprende una serie de altiplanicies, llamadas tablazos en unos lugares i despoblados i desiertos en otros.

La rejion accidentada, que es la montañosa, limita por el este a la plana costanera i junto con ella a la formacion petrolífera de las provincias de Tumbes i Paita.

De la rejion montañosa se desprenden, trasversalmente a su rumbo, una serie de profundas i anchas quebradas que, despues de atravesar caprichosamente la formacion plana costanera, desembocan al mar. Las mas grandes de ellas sirven de lecho a los rios de Tumbes. La Chira i Piura i las otras, de menores dimensiones, pero siempre bastante considerables, llevan el nombre de quebrada de Bocapan, de Máncora, del Pozo de Cabo Blanco, etc. En estas últimas corre tambien un poco de agua en épocas de gran avenida. Tambien se desprenden de esta rejion numerosas quebradas que, a cierta distancia de su oríjen, desaparecen en la altiplanicie del tablazo. Entre estas las principales son las siguientes: quebrada del Muerto, de Petaca, de Chaquetepana, de Songorá i otras mas que seria largo enumerar.

La rejion plana costanera está constituida, en su mayor estension, por las altiplanicies del tablazo o despoblados. Estas pampas descienden gradualmente desde la rejion montañosa hasta la playa, en donde terminan, en unos casos, bruscamente en barrancos completamente verticales e inespugnables i, en otros, en barrancos tendidos i accesibles. Tal cosa sucede, por ejemplo, en

la rejion de Cabo Blanco, en donde el borde del tablazo termina a 5 kilómetros de la playa, i entre ámbos límites solo aparecen los barrancos descendiendo lentamente hácia la playa, a la vez que formando pequeñas quebradas i dejando fajas de terreno i pampas de estension variable; muchas de ellas suelen hasta cultivarse en épocas de lluvias; por eso se da el nombre de Chacras de Cabo Blanco a unas pampas existentes en esa rejion.

Las pampas que quedan formadas de esta manera, llegan a alcanzar dimensiones considerables como sucede, por ejemplo, en la zona de Ñuro i en la de Los Organos.

En cambio, en el puerto de Máncora, en el de Cabo Blanco i en el de Paita la faja de costa plana, que existe entre los bordes de los barrancos del tablazo i la playa, es bastante reducida.

Por fin, hai lugares en la costa, en que los mantos horizontales del tablazo desaparecen a grandes distancias de la playa i tan solo aparecen a lo largo de ésta, los terrenos subyacentes, desnudados i erosionados en su parte superior, lo que les da el aspecto de una serie de pequeñas colinas, que, en esos lugares, toman el nombre de lomas. Así tenemos: las lomas de Plateros, al Este de Tumbes, las de Salvajal, en la zona de Zorritos, las de Máncora, en la zona de Máncora, las de Lobitos, etc., etc.

Cruzan, igualmente, el tablazo una serie de quebradas profundas i anchas, pero de corto recorrido. Estas quebradas nacen en el mismo tablazo, a corta distancia de la playa, i parece que su origen fuera reciente i producido por hundimientos posteriores a la formacion del tablazo. Así lo atestigua al ménos, el hecho de encontrarse en el fondo de dichas quebradas, enormes trozos de la parte superior de esa altiplanicie, intactos i aun conservando su posicion horizontal. Corresponden a esta serie de quebradas, la de Amarillos, llamada tambien de Siches, la quebrada Verde, la quebrada de los Organos, etc., etc.

La altiplanicie del tablazo, que al norte de Paita alcanza una elevacion de 50 a 100 ms. i hasta 150 ms., como sucede en la rejion de Cabo Blanco, va disminuyendo de elevacion a medida que se estiende hacia el Sur, hasta que a la altura de Reventazon i Garita, llega casi al nivel del mar. Desde Sechura hácia el sur se le llama Desierto de Sechura.

Al sur de Payta i a lo largo de la playa afloran sobre el tablazo los Cerros Silla de Payta i al sur de Sechura el Cerro Illescas. Ambos están cruzados por numerosas pequeñas quebradas, que se prolongan a un lado i otro. Las mas importantes son las que desembocan al mar, formando pequeñas ensenadas i puntas, de las cuales, las mas importantes son: punta Aguja, de Nonura, de Pisura, etc., al occidente del cerro Illescas, i punta Perico, Tortugas, Pescadores, etc., al occidente de la Silla de Payta. Es evidente, que tanto la Silla de Payta, como el cerro Illescas constituyen restos aislados, parcialmente enterrados de la rejion accidentada o montañosa del oriente.

El tablazo presenta, cerca del borde que da al mar, dos grandes terrazas marinas escalonadas, que demuestran, claramente, los diferentes niveles que ocupó el mar primitivo, durante el solevamiento jeneral que sufrió esa rejion.

Esas terrazas pueden observarse mejor en la rejion de Cabo Blanco, en donde la primera, que es de cinco metros de altura, se encuentra como a dos kilómetros de distancia del borde del tablazo, i la segunda, que es de mayor

altura, queda como a cinco kilómetros de la primera. A partir de esta última, se observa que el levantamiento de la planicie es mucho mas sensible que el observado desde el borde del barranco.

Ademas, es posible observar entre la segunda terraza i la base de los cerros de La Brea, una serie de pequeños rebordes, mas o menos alargados, cubiertos por una cantidad de restos marinos i arrecifes de coral, de época actual, de un metro de altura máxima i de un rumbo irregular i caprichoso. Estos rebordes parecen marcar tambien diferentes playas primitivas, pero de corta duracion, a juzgar por su poca altura.

En cuanto a la línea de la costa que bordea el continente, puede asegurarse que los rumbos variados i caprichosos que toma, son debidos tan solo a la influencia directa que han ejercido sobre ella los sollevamientos de la cadena de cerros de La Brea, los de la Silla de Payta i los de Illescas.

Esta hipótesis queda comprobada no solo por el marcado paralelismo que existe entre el litoral i el rumbo de dichas serranías, sino también por el avance de la costa sobre el océano, que es tanto mas pronunciado en aquellas partes del litoral, que quedan al frente de los sollevamientos citados.

Así, el rumbo de la costa, comprendido entre Punta Pariñas i Punta Malpelo es exactamente el mismo que conserva la cadena de cerros de La Brea, es decir de Suroeste a Noroeste; i, ademas, el avance sobre el mar de toda esa seccion del continente coincide precisamente con la presencia i estension de los citados cerros por el oriente.

Idénticas observaciones podrían hacerse en cuanto al litoral vecino a los Cerros de la Silla de Payta i Cerros Illescas; pero con la diferencia que, como los avances orijinados por sus respectivos sollevamientos, han sido relativamente pequeños i aislados, han dado lugar a formarse dos grandes bahías al Norte de cada serranía; tales son: la bahía de Payta, al Norte de la serranía de la Silla de Payta, i la de Bayovar, al Norte de la serranía de Illescas. (Véase el plano jeneral).

Como comprobacion de lo dicho anteriormente, podemos observar que, en aquellas secciones del litoral, que no están acompañadas por el oriente por zonas sollevadas cercanas, la línea de playa entra considerablemente en el continente, formando grandes ensenadas, tales como las que se observan desde Punta Pariñas al puerto de Payta, de la Punta Lobo al puerto de Bayovar i de la caleta de Garita hácia el sur.

IV.—JEOLJÍA DE LOS YACIMIENTOS DEL NORTE

La jeoljía de toda la rejion petrolífera del Norte es igualmente sencilla, clara i uniforme, desde la quebrada de Zarumilla, lindero actual con la República del Ecuador hasta el departamento de Lambayeque, por el Sur.

Si investigamos la estratigrafía de toda esta zona a través de las profundas quebradas que se desprenden de los Cerros de La Brea i que descienden hasta el mar, podremos apreciar de una manera jeneral la naturaleza i el orden de superposicion de las diferentes formaciones que se han ido acumulando, hundiéndose i sollevándose despues hasta quedar en la posicion en que hoy se encuentran.

Así, si principiámos nuestras observaciones por la rejion montañosa o sea por la cadena de Cerros de La Brea, podremos observar;

1.º Una serie de rocas cristalinas, dioríticas en su mayor parte, i que pueden considerarse como el terreno basal de esa cadena de cerros.

2.º Una masa de sedimentos compuestos casi en su totalidad de pizarras i que, por efecto del metamorfismo que han sufrido, se han convertido en fíldes o pizarras filíticas, a la vez que han sido enormemente plegadas i falladas. Esta serie de fíldes constituyen los flancos occidentales de los cerros de La Brea.

3.º Una serie de gruesos mantos de areniscas, mui endurecidas, que yacen discordantemente sobre la serie anterior de las fíldes i que aparecen tambien en los flancos de los Cerros de La Brea.

4.º Una serie de mantos de areniscas i arcillas o pizarras arcillosas alternadas, que yacen tambien en posicion discordante sobre la serie anterior i que se estiende desde la base de los Cerros de La Brea hasta la playa. Las areniscas inferiores de esa serie son las que encierran los horizontes petrolíferos, constatados en Zorritos, Lobitos i Negritos en la costa i en La Brea i La Breita, en la parte interior. Y, por último,

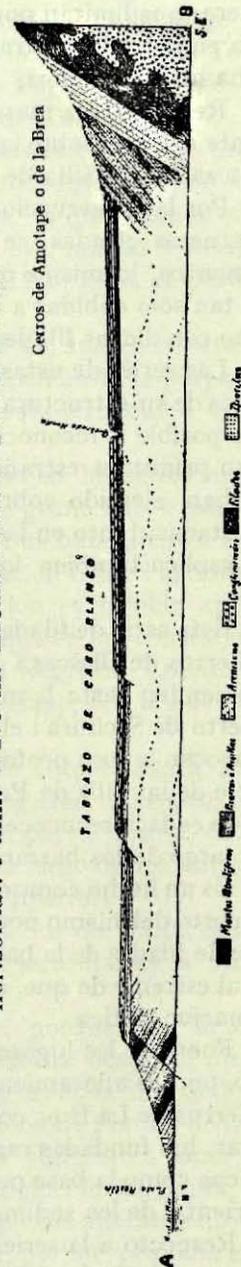
5.º Una serie de depósitos horizontales, que yacen en posicion discordante sobre la serie anterior i que constituyen la altiplanicie del tablazo. Estos mantos horizontales están compuestos, en su mayor parte, de arcillas de diferentes colores i alternadas con uno que otro manto de areniscas, deleznales i poco duras, i ámbas coronadas con gruesos mantos de conglomerados.

El corte adjunto número 1 da una idea clara de la manera cómo se concibe distribuidas estas diferentes formaciones, desde la base diorítica de los Cerros de La Brea hasta las terrazas marinas del tablazo. Comienza en la Punta Restín, en la desembocadura de la quebrada de Amarillos, sigue a lo largo de dicha quebrada, se remonta al tablazo, para despues, siguiendo el rumbo Suresse, llegar hasta los cerros citados.

Si examinamos detenidamente las diferentes formaciones de que está compuesto el citado corte i averiguamos las zonas diferentes que ellas abarcan en el resto del litoral, podemos llegar a las conclusiones siguientes:

La masa diorítica que aparece formando la parte basal de la cadena de Cerros de La Brea, puede constatarse desde las cabeceras de la quebrada de Za-

CORTE N.º 1.—Corte trasversal de la Punta Restin á los cerros de la Brea o de Amotape. Escala horizontal: 1 mm. x 100 m. Escala vertical: 1 mm. x 10 m.



rumilla i de la quebrada de Hualtaco o Angostura, por el Norte, hasta las cabeceras de la quebrada de Punarca por el sur, i que cruza trasversalmente el valle de La Chira, para [internarse en la parte Sureste de los Cerros de La Brea.

Igualmente aparece a lo largo de los contrafuertes occidentales de la cordillera, que limitan por el oriente a los despoblados de Piura i de Olmos. Tambien en la parte central de la Silla de Payta i de los cerros de Illescas aparece dicha masa diorítica.

Respecto a la masa de filades o pizarras filíticas que aparecen inmediatamente despues sobre las dioritas se ven tan solo en los flancos de los cerros de Illescas i en la Silla de Payta, igualmente mui plegadas i falladas.

Por las observaciones hechas en los Cerros de La Brea i en las serranías costaneras citadas, se puede deducir que el metamorfismo sufrido por esos elementos, lo mismo que sus enormes plegaduras, fallas i demas alteraciones, son tan solo debidas a la accion de las rocas intrusivas que hoi yacen en contacto con dichas filades.

Las series de estas filades mas inmediatas al contacto, no presentan ni rasgos de su estructura sedimentaria orijinal. Solo a medida que se alejan de él es posible ir reconociendo ciertas variaciones en su testura, que dan la clave de su primitiva estratificacion. Todo esto prueba la gran accion metamórfica que han ejercido sobre ellas las rocas intrusivas, que en muchos casos yacen inyectadas, tanto en las junturas como en los planos de esfoliacion. Esto último esplica tambien lo complicado de las plegaduras sufridas por dichas filades.

Esta serie de filades solo es posible reconocerlas tambien en los flancos de los Cerros de Illescas i de la Silla de Payta. Por el occidente de ámbas serranías se estienden hasta la misma playa; por el Este i el Sur se profundizan por el desierto de Sechura i el despoblado de Piura, respectivamente, pudiéndoseles reconocer, a poca profundidad, en los alrededores de dichas serranías, i por el Norte de la Silla de Payta se estiende hasta el puerto del mismo nombre en donde es fácil reconocer su contacto, con los sedimentos superiores del tablazo a lo largo de los barrancos que lo circundan por el Sur.

Es un hecho comprobado, que todo el tablazo de Payta, comprendido entre el puerto del mismo nombre i la Silla de Payta, descansa directamente sobre la serie de filades de la base de dicha serranía i su espesor es relativamente pequeño, al extremo de que, en muchos sitios, se ve afloramientos estensos de dicha formacion filítica.

Fuera de los lugares citados, no ha sido posible constatar esta formacion; pero, por los afloramientos constatados i su posesion reconocida en la cadena de Cerros de La Brea con relacion a la formacion que encierra las zonas petrolíferas, hai fundadas razones para considerar a esta serie de filades o pizarras filíticas como la base principal de la rejion petrolífera del Norte i como el límite oriental de los sedimentos mas antiguos.

Respecto a la serie de gruesos mantos de areniscas, alternadas con uno que otro banco de pizarras o arcillas pizarrosas i que yacen discordantemente sobre la serie anterior, puede asegurarse que son mas modernas que aquéllas i

mas antiguas que la serie de areniscas que predominan al occidente, por descansar éstas, a su vez, en posesion discordante sobre la serie tratada.

Estas areniscas, cuyo espesor total parece ser mui reducido, yacen tan solo a inmediaciones de la base de la cadena de los Cerros de La Brea i no a lo largo de todo su flanco occidental, sino, solamente, en uno que otro lugar. Así, pueden reconocerse en la cabecera de la quebrada de Fernández i en la de la quebrada de Bocapán, especialmente en los alrededores de la ranchería de Totorillos. Tambien se les puede reconocer en la quebrada de Pájaro Ovido o del Cezezo i en la de Hualtaco o Angostura, al Este del valle de Túmbes.

Su contacto con las filades no ofrece alteracion marcada, lo que prueba que su depósito tuvo lugar despues de las perturbaciones sufridas por aquéllas. Sus afloramientos no abarcan grandes estensiones, lo que hace presumir que su espesor no sea mui grande o, por lo menos, que sea mucho menor que la serie superior. Sus basamientos son jeneralmente al Noroeste, al Oeste i al Suroeste, bajo ángulos de fuerte pendiente.

Discordantemente sobre esta última serie de areniscas, aparecen otras alternadas con gruesos mantos de arcillas i que se estienden hasta la playa, formando una serie de pliegues anticlinales i sinclinales hasta terminar, a lo largo de la faja costanera, en un ancho pliegue anticlinal.

Los mantos de areniscas son grises, de grano grueso en las series superiores. En cambio, en las series inferiores son oscuras, de grano fino e intercaladas de gruesos mantos de pizarras arcillosas o arcillas. Sus buzamientos en los flancos de los Cerros de La Brea son tambien, al Noroeste, al Oeste i al Suroeste, bajo suave inclinacion. Es decir, que en esta formacion es posible apreciar dos series distintas de areniscas: una inferior, en la que se ha constatado la existencia de los horizontes petrolíferos reconocidos en Negritos, Lobitos i Zorritos, i otra superior, subyacente a la formacion del tablazo, i en la que predominan los mantos arcillosos, especialmente los rojos.

Puede asegurarse que toda la faja costanera, desde Tumbes hasta Payta, está constituida por esta serie de areniscas i arcillas plegadas. Excepto, desde luego, en donde la formacion del tablazo abarca hasta la playa misma, en cuyo caso cubre dicha formacion i solo puede apreciarse a lo largo de los barrancos de la playa, formando discordancia con los depósitos superiores.

La serie tratada está pobremente representada al Sur de Paita, tanto a lo largo de la costa Sur, como en los alrededores de las serranías de la Silla de Payta i de los serros de Illescas.

Bajo la altiplanicie del tablazo de Paita no existen, porque, por lo dicho anteriormente, está comprobado que la formacion citada descansa directamente sobre las filades que afloran al sur del puerto Paytai en la Silla de Payta.

Por otro lado, el desierto de Sechura i los despoblados de Piura i de Olmos impiden descubrirla, de tal suerte que no hai pruebas suficientes como para asegurar que ella puede encontrarse en el subsuelo de dichas formaciones.

Al Sur de la bahía del puerto de Payta existen pequeños afloramientos aislados, de la serie de areniscas i arcillas inferiores i que, por su pequeña estension, no garantizan encerrar horizontes petrolíferos. Al Norte de la bahía se presentan las series superiores, debajo de los mantos horizontales de la altiplanicie del tablazo.

Es de advertir, tambien, que así como hai marcada diferencia entre las areniscas inferiores i superiores de esta formacion, lo mismo pasa con la serie de arcillas. Así, en las series inferiores se presentan ya como mantos pizarrosos, ya como mantos puramente arcillosos, de color verduzco, compactas i desprovistas de fósiles. En cambio en las series superiores predominan estas arcillas, pero ya ménos compactas, de color rojo i amarillo, i mui ricas en fósiles.

En cuanto a los depósitos horizontales que constituyen la altiplanicie del tablazo, ya he dicho anteriormente que están constituidos por una serie de mantos de arcillas i areniscas, coronados por otros de conglomerados i que descansan discordantemente sobre la serie inclinada anteriormente citada. I es de advertir el caso curioso de que esta discordia está formada por dos series de arcillas rojas litológicamente iguales.

Las arcillas de esta formacion son rojas i morenas, algo arenosas i, por lo tanto, deleznales, i a medida que se acercan a la superficie del tablazo, van presentándose mas claras, enriqueciéndose en fósiles i en materiales gruesos. En todo el espesor de esta formacion existen tres mantos fosilíferos bien marcados, en los que es posible hallar especies variadas de gasterópodos i lamelibranchios.

Las areniscas están constituidas por mantos delgados, claros i de granos gruesos. Son pocos coherentes i solo predominan en mantos superiores.

Los mantos de conglomerados que coronan esta última formacion están constituidos por guijarros, brechas, restos marinos i arrecifes de coral fuertemente cementados. En la superficie se hallan fósiles, cuyas especies se encuentran actualmente en la orilla del mar.

La presencia sobre el tablazo de lechos conchilíferos i de arrecifes de coral, demuestra que la sedimentacion tuvo lugar en aguas poco profundas.

En cuanto a la estension que abarca esta formacion del tablazo, puede asegurarse que ella cubre, mas o ménos, las dos terceras partes del área total de las provincias de Tumbes, Payta i Piura.

Es digno de advertirse, tambien, que la elevacion del tablazo sobre el nivel del mar, lo mismo que el espesor de sus mantos horizontales superiores, van aumentado de Sur a Norte. Así, en Payta dicho espesor alcanza a 75 piés i la elevacion total del tablazo sobre el nivel del mar es de 175 piés. A la altura del pueblo de Colán el espesor es de 114 piés i la altura total de 229 piés; i en la rejion de Cabo Blanco, que es uno de los lugares en que mayor altura alcanza el tablazo, se tiene 200 piés como espesor de los mantos superiores i 450 piés como altura total sobre el nivel del mar. En cambio, hácia el Sur de Paita se puede observar el fenómeno opuesto, al extremo que al Sur de los Cerros de Illescas, el tablazo descende casi al nivel del mar, por lo que se le da el nombre de desierto o despoblado, para distinguirlo de la formacion alta. Todo esto demuestra que, al verificarse el último solevantamiento que colocó a la formacion de Piura, Payta i Tumbes en la posesion en que hoy se encuentra, actuaron en él no solo fuerzas del Este, sino tambien del Norte, lo que esplica el declive que presenta la altiplanicie del tablazo, no sólo del Este a Oeste, sino tambien del Norte al Sur. Además, del mismo modo que es posible encontrar terrazas marinas i restos de antiguas playas paralelas a la actual direccion de la costa, del mismo modo se encuentran trasversalmente a esta direccion. Tal

cosa puede observarse, por ejemplo en el tablazo de Payta, al sur del puerto del mismo nombre.

V.—ESTRUCTURA DE LOS YACIMIENTOS

Está ya plenamente comprobado, que la distribución de los yacimientos petrolíferos está íntimamente relacionada al relieve i estructura del terreno i, por lo tanto, para que exista una distribución adecuada i comercialmente aprovechable de petróleo, se requiere determinada formación, que es la anticlinal. Además, es indispensable que dicha formación esté constituida por dos elementos: uno poroso, capaz de poder absorber, por capilaridad, al petróleo i sus acompañantes, como son el agua i el gas, i otro impermeable que cubra al anterior i que, por lo tanto, logre mantener encerradas a dichas sustancias.

El elemento poroso podrá estar constituido: o por una arenisca de grano grueso, perfectamente cementada, o por una arenisca de grano fino, pero agrietada, o, por fin, por una caliza porosa, que pueda actuar como receptáculo o reservorio de las sustancias enumeradas.

En cuanto al elemento impermeable, él puede estar constituido por mantos puramente arcillosos, o, también, por pizarras arcillosas. Es entendido que, al tratar de elementos impermeables, no considero una impermeabilidad absoluta; pues está comprobado, que su porosidad alcanza, en término medio, por lo ménos al seis por ciento. Es decir que, en el mejor de los casos, los mantos arcillosos o pizarrosos presentan por cada pié cuadrado de extensión, $1\frac{1}{2}$ a 2 pulgadas cuadradas de porosidad (1).

Se concibe que, en una formación anticlinal constituida por elementos alternados de la naturaleza citada, se distribuyan el petróleo, el gas i el agua segun sus respectivas densidades, a través de los mantos de mayor porosidad o sea por las areniscas o calizas, ocupando el gas la parte superior del anticlinal o mejor dicho su eje, por ser el elemento ménos denso; el petróleo se distribuirá en las partes medias de los flancos del anticlinal, i el agua, por ser el más denso de los tres, ocupará la base de los flancos o, mejor dicho, los sinclinales correspondientes. Esto es tratándose de mantos petrolíferos de extensión continua e ilimitada; pero tratándose de yacimientos locales i de área limitada, como sucede en nuestros yacimientos del Norte, entónces la estructura anticlinal no es indispensable para obtener una conveniente distribución i concentración de las filtraciones petrolíferas; porque, en ese caso, basta un simple levantamiento de esas arenas locales para conseguirlo. Sin embargo, nuestros yacimientos del Norte, segun se ha podido comprobar por los registros hechos de las numerosas perforaciones efectuadas hasta la fecha, están formados por una serie de arenas petrolíferas locales i de área limitada, encerradas entre mantos arcillosos o pizarrosos i, además, asociadas a una estructura anticlinal bien marcada.

Esta es, a grandes rasgos, la base fundamental de la llamada teoría anticlinal a la que está ligado todo yacimiento petrolífero, segun los partidarios de esa teoría. Sin embargo, hai muchos que opinan todo lo contrario i conside-

(1) M. J. Munn. Economic Geology, Vol. IV, páj. 516.

ran un absurdo, el que la concentracion i acumulacion del petróleo se deba, tan solo, a la estructura del terreno i a la diferencia de densidades existentes entre el gas, el petróleo i el agua, i creen, mas bien, que el agente principal que ha intervenido en la distribucion de los dos primeros elementos, ha sido el agua bajo presion doble, hidráulica i capilar, i que esa presion misma ha sido la que, sellando los poros de las rocas vecinas a los lugares de concentracion, ha obligado al petróleo i al gas a mantenerse encerrados en los lugares en que yacen actualmente.

Desde luego, se concibe tambien que la estructura del terreno i la diferencia de peso específico entre los tres elementos citados, haya facilitado la distribucion i concentracion, pero mui secundariamente.

Sin embargo, hasta ahora la teoría mas jeneralizada i mas universalmente aceptada es la anticlinal. La teoría hidráulica, como se titula a la segunda de las enunciadas, presenta aun muchas incógnitas por despejar, lo que no le ha permitido ser aplicada de una manera tan satisfactoria como lo ha sido la teoría anticlinal.

Conocidos, pues, cuáles son los rasgos estructurales i litológicos indispensables para que exista una buena i estensa acumulacion i distribucion de petróleo o hayan probabilidades de encontrar, veamos si ellos están bien representados tanto en la zona del Norte, como en la del Sur. Para esto, resumiremos tan solo lo espuesto al tratar de los yacimientos en jeneral.

En primer lugar, en los yacimientos de Pirín i Corapata, en la rejion petrolífera del Sur, se ha logrado constatar una ancha i alargada formacion anticlinal, cuyo rumbo es, mas o ménos, de Noroeste al Suroeste i está constituida por una serie de mantos alternados de areniscas i calizas con arcillas i pizarras, en que las primeras son las rocas porosas que encierran el petróleo i las segundas las que le obligan a mantenerse impregnando a aquéllas, haciendo las veces, por lo tanto, de paredes encajonantes con su impermeabilidad.

Por las pocas perforaciones hechas en esa rejion, se ha logrado constatar que aquellas ubicadas cerca de la cúspide del anticlinal eran ricas en gas i mui pobres en filtraciones petrolíferas. En cambio, las que se hicieron cerca de la base de esa formacion o sea en la parte inferior de uno de sus flancos, dieron tal cantidad de agua, que inutilizó por completo todo el trabajo efectuado. Solo los pozos ubicados de casualidad, sea dicho de paso, en las partes medias de los flancos, han sido los únicos que han dado resultados satisfactorios; pues su rendimiento en petróleo ha sido apreciable i, en cambio, la presencia del gas i del agua ha sido mucho menor.

Desgraciadamente, el número de perforaciones hechas en esa rejion es mui reducido, de tal suerte que los datos obtenidos sobre la estructura de su subsuelo no son suficientes como para formarse una idea exacta de la forma i estension de las arenas petrolíferas reconocidas. Sin embargo, hai probabilidades para creer que los yacimientos de esa zona no sean puramente locales, sino que abarquen cierta estension, todavia ilimitada por la escasez de trabajos de exploracion.

En cuanto a los yacimientos del Norte, se ha comprobado igualmente, que tanto los terrenos de Negritos i Lobitos hasta la zona de Cabo Blanco yacen en las faldas orientales de una alargada i ancha formacion anticlinal, cuyo

rumbo es, mas o ménos, del Suroeste al Noroeste, corriendo su eje casi paralelamente a la línea que marca la playa en esa parte del continente i quedando los flancos occidentales correspondientes al occidente de esa misma línea.

Hai probabilidades para presumir que toda esa formacion anticlinal, que aparece entre Negritos i Cabo Blanco, se prolonga hácia el interior formando una serie de pliegues anticlinales i sinclinales, hasta aparecer en los flancos occidentales de la cadena de cerros de La Brea o de Amotape.

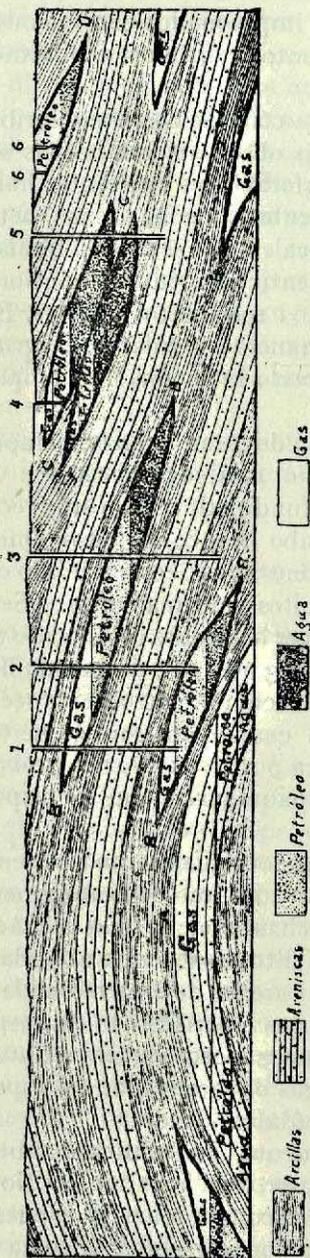
Si se sigue esta formacion anticlinal costanera hácia el Norte de la rejion de Cabo Blanco, se puede observar que su eje principal va internándose a medida que se avanza hácia la rejion de Los Organos i Máncora; al extremo que ya en la punta de Los Organos aparecen los primeros flancos occidentales de la formacion i en Máncora se presenta completa. Desde luego, esta formacion presenta sus irregularidades, debidas principalmente a los pliegues secundarios que afectan la simetría de sus flancos i a las fallas locales que alteran tambien su forma típica.

Entre la punta de Sal i la zona de Zorritos vuelven a aparecer tan solo los flancos orientales de una formacion anticlinal, que seguramente debe consti tuir la prolongacion hácia el Norte de la encontrada al sur de la punta citada.

En cuanto a la naturaleza de las rocas que constituyen esta formacion anticlinal, ya hemos visto, tambien, que es favorable para la acumulacion; pues el petróleo aparece en toda esa rejion petrolífera impregnando a las areniscas, las que se encuentran encerradas o cubiertas por mantos de arcillas o pizarras. Pero como ya dije anteriormente, esas arenas petrolíferas son tan solo de área limitada i locales; pero siempre siguiendo la misma inclinacion de la jeneralidad de las estratas que constituyen los flancos del anticlinal.

El petróleo, el gas i el agua, en virtud de la absorcion capilar, como de la diferencia de densidades que existen entre ellos, se distribuyen a través de esas arenas, ocupando el gas la parte superior de ellas, el petróleo la seccion media i el agua la parte inferior. El conjunto se mantiene encerrado por las pizarras o arcillas i, muchas veces, por las areniscas mis-

CORTE N.º 2.—Corte ideal que muestra la distribucion de las arenas petrolíferas en el norte del Perú



tribuyen a través de esas arenas, ocupando el gas la parte superior de ellas, el petróleo la seccion media i el agua la parte inferior. El conjunto se mantiene encerrado por las pizarras o arcillas i, muchas veces, por las areniscas mis-

mas, que suelen presentarse tan compactas i tan fuertemente cementadas, que hacen el papel de las rocas anteriores por su impermeabilidad.

En el corte ideal N.º 2 adjunto, presenta exajeradamente la forma i distribucion de esas arenas petrolíferas i la manera cómo se concibe distribuidas en ella, el gas, el petróleo i el agua. Además, presenta el caso de una formacion anticlinal *A* típica, con sus flancos simétricos e impregnados con los mismos elementos ya enunciados, tratándose de yacimientos continuos e ilimitados i que esplica gráficamente la teoría anticlinal.

La parte de este corte que espresa la manera cómo se concibe distribuido el petróleo en el Norte del Perú, está basada en las observaciones hechas sobre los registros llevados a cabo en las numerosas perforaciones existentes hoy por toda esa rejion. Solo por ellas se ha logrado descubrir que las arenas petrolíferas existentes en toda la faja costanera son locales, de estension limitada i variada i afectando, por regla jeneral, la forma lenticular, cuya estension varia desde unos cuantos metros cuadrados, hasta 50 i 100 metros cúbicos. Estas masas lenticulares se hallan distribuidas de una manera irregular entre gruesos mantos de arcillas i pizarras, pero siempre siguiendo la inclinacion propia de la falda del anticlinal, del que ya me he ocupado.

A pesar de la irregularidad en la distribucion de estas arenas, siempre es posible agruparlas en tres grandes horizontes: uno muy superficial, que varia desde los 45 piés hasta los 900 i 1,000 piés de profundidad, que ha sido reconocido por las perforaciones de Negritos, Lobitos, Cabo Blanco, Zorritos, Quebrada Heath i que ha resultado ser pobre en filtraciones; otro comprendido entre los 1,000 piés i 1,800, reconocido en Negritos, Lobitos i últimamente en Securita, en la rejion de Zorritos i, por último, un tercer horizonte reconocido en la caleta de Lobitos, que abarca hasta cerca de los 3,000 piés de profundidad. Además, hai probabilidades para creer que las filtraciones petrolíferas reconocidas en La Brea i en la Breita corresponden a un cuarto horizonte, que todavía no se ha logrado constatar en la faja costanera por encontrarse, probablemente, a una profundidad inaccesible con las maquinarias que se disponen actualmente para las perforaciones.

Desde luego, no todas esas arenas petrolíferas son igualmente ricas en petróleo i gas, ni la proporcion en que se encuentra cada uno de esos elementos varia con la estension i grado de porosidad de dichas arenas; pues la práctica ha demostrado que no siempre se encuentran las filtraciones mas abundantes en las arenas de mayor estension o porosidad. Hai arenas de área reducida i en las que se ha acumulado una cantidad enorme de gas i petróleo, lo que esplica el por qué, al atravesarlas una perforacion producen pozos surjentes durante un cierto tiempo. La presión máxima inicial del gas en arenas de esa especie, varia desde 300 hasta mas de 600 libras por pulgada cuadrada.

En el corte núm. 2, están espresados gráficamente, los resultados obtenidos en las diferentes perforaciones llevadas a cabo por toda la rejion del Norte i que son las que han servido de base para llegar a las conclusiones ya espuestas. Así mientras que el pozo núm. 1 encuentra emanaciones gaseosas a corta profundidad i filtraciones de petróleo en su fondo, resulta que el núm. 2, que se encuentra a corta distancia del primero, logra encontrar, además de las filtraciones constatadas por el anterior, otra serie correspondiente a un nivel superior

i el núm. 3, a pesar de ser mas profundo que los anteriores, logra perforar tan solo las filtraciones superiores encontradas por el pozo núm. 2. Sucede tambien que a corta profundidad suele encontrarse uno o varios mantos petrolíferos independientes unos de otros i a niveles diferentes. Tal sucede, por ejemplo, en la costa de Negritos, en donde se ha reconocido uno i mas mantos entre los 45 i 100 piés. Esto hace presumir, la existencia de una o mas arenas lenticulares de la forma CC, en donde el pozo núm. 4 logra perforar dos series independientes de filtraciones, mui cerca una de otras i a mui corta profundidad. En cambio, el pozo núm. 5, ubicado a corta distancia del anterior, tan solo encuentra dos series de filtraciones de agua, independientes una de otra i a mayor profundidad que la correspondiente a las filtraciones de petróleo. El caso de los pozos núm. 6 puede aplicarse a las filtraciones superficiales encontradas en muchas partes de esa rejion, sobre todo en la de La Brea, en donde se supone que las arenas petrolíferas, por un caso u otro, han sido truncadas, aflorando a la superficie la parte impregnada de petróleo, el que se ha ido evaporando, poco a poco, dejando la brea como residuo. Es por eso que los pozos núm. 6 tan solo producen una sustancia mui espesa, cuya manipulacion ya he descrito anteriormente.

Iguales observaciones han podido hacerse sobre la estratigrafía, que aparece mui variada entre perforaciones cercanas, lo que confirma aun mas la discontinuidad de las estratas.

VI.—PROCESO DE ACUMULACION DEL PETRÓLEO

Conocidas la estratificación i estructura que son esenciales para una buena acumulacion de petróleo i gas, veamos ahora la manera cómo han llegado a acumularse esas sustancias en las rocas en que hoi es posible constatarlas en nuestros yacimientos.

El aceite, seguramente, ha sido jenerado entre el fango i arenas sueltas que constituian el fondo de nuestros mares primitivos. Probablemente, se desprendia en glóbulos sumamente pequeños, casi microscópicos, lenta i constantemente, i no bien se jeneraban, se adherian a las partículas arcillosas que se encontraban a su paso, dada la fuerte afinidad que tiene el petróleo por estas últimas. Estas arcillas petrolíferas formaban parte integrante del fango ya citado i que seguramente, con el trascurso del tiempo, fué cubierto por mantos sucesivos, alternados i de espesor variable de otras arcillas i arenas, hasta ser sepultado a grandes profundidades del fondo de nuestro océano.

Estos hundimientos, seguramente, alternados con otros tantos solevantamientos i plegamientos del terreno, dieron lugar, naturalmente, a una serie de presiones que, unidas a la elevacion de temperatura que seguramente se desarrolló a esas profundidades, fueron trasformando a los depósitos de arcillas i arenas en pizarras i areniscas respectivamente. Esto trajo consigo una reduccion considerable de sus respectivos volúmenes, i, por lo tanto, en los mantos arcillosos los espacios intermoleculares i los existentes entre los granos de arcillas entre sí, se fueron reduciendo poco a poco, i con ello espulsando el agua, el aceite i el gas que los llenaban. Tanto unos como otros elementos, ántes de pasar a los mantos contiguos porosos, formados por las areniscas, se iban acumulando a lo

largo de los planos de esfoliacion de las pizarras, en las rajaduras, dislocaciones, etc., producidas por las presiones ya mencionadas; pero como éstas aumentaban seguramente i en virtud de ellas las pizarras se volvian cada vez mas compactas e impermeables, se vieron obligados, tanto el agua como el aceite i el gas, a abandonarlas i acumularse entónces en las areniscas adyacentes, que mas facilidades les prestaban por su porosidad i que es en donde es posible encontrarlas actualmente.

Seguramente, los hidrocarburos gaseosos se jeneraron al mismo tiempo que los líquidos, i fueron ellos, indudablemente; los primeros en abandonar los intersticios intermoleculares de las arcillas, tan pronto sufrieron los efectos de las primeras presiones; porque, siendo ménos densos que el petróleo i el agua lo-graban moverse con mayor facilidad a traves de las rocas que los contenian, i por lo tanto, podian ceder mas fácilmente los espacios que ellos ocupaban a jenerarse i que, a medida que aumentaban las presiones, se iban reduciendo. A acumularse estos hidrocarburos gaseosos en las arenas porosas contiguas, lo hacian en las partes superiores de ellas, en virtud de su menor densidad; los glóbulos de aceite se acumulaban debajo de ellos i el agua salobre, que siempre les acompaña en la base de dichas arenas. Es decir, que la concentracion de estos tres elementos se hacía siguiendo las leyes de la gravitacion.

Desde luego, dadas las dimensiones tan reducidas de los intersticios intermoleculares por donde tenia lugar el movimiento o trasporte de los hidrocarburos líquidos i gaseosos, es de suponer que esos movimientos eran sumamente imperceptibles, i por lo tanto la friccion producida por el elemento fluido en los conductos existentes en la roca sedimentaria, tiene que haber sido mui pequeña, al extremo que podria considerarse a las venillas líquidas i gaseosas como adheridas por atraccion molecular. Dicho movimiento debe haber sido mas perceptible en los planos de esfoliacion, en las fracturas, dislocaciones, rajaduras, etc., de las pizarras, i todavía mayor en los elementos porosos donde se radicaron finalmente, como son las areniscas en nuestros yacimientos del Norte las calizas en los del Sur.

En cuanto a la naturaleza i causas mas importantes que parecen haber intervenido en los movimientos citados, pueden reducirse: a la accion capilar, a las presiones a que han estado sujetas las rocas, i, quien sabe si tambien a la presion hidráulica del agua i a la presion ejercida por los hidrocarburos gaseosos que, seguramente, han favorecido, el proceso de emigracion de los líquidos de de las arcillas que los contenian i su distribucion i concentracion en las areniscas contiguas.

En cuanto a la irregularidad con que han sido distribuidos los hidrocarburos líquidos i gaseosos en nuestros yacimientos del Norte, se debe tan solo a la falta de homojeneidad en la textura de los elementos porosos en que se han distribuido; pues se ha comprobado en jeneral, que su textura es mui variable en un mismo manto; i así miéntras unos tramos son porosos i de grano grueso, otros los son de grano mui fino i fuertemente cementados, que los hace aparecer casi tan impermeables como las mismas pizarras i arcillas. En consecuencia, tanto el petróleo, como el agua i el gas, se han concentrado mas fácilmente en aquéllos, que no en éstos, i como esos tramos de arenas porosas son, por lo jeneral, aislados, de estension limitada i de forma irregular, de ahí que las acumu-

laciones petrolíferas resulten ser locales i de área limitada. Esto explica el por qué en nuestros yacimientos del norte, a pesar de encontrarse el petróleo en mantos continuos de areniscas, solo es posible hallar concentraciones aisladas de él.

VII.—ORÍJEN DEL PETRÓLEO PERUANO

El oríjen de los hidrocarburos en jeneral, como tantos otros problemas de la jeolojía económica, ha sido objeto de estensas discusiones i de no pocas controversias. Sin embargo, a pesar de lo mucho que se ha pensado i discutido i del mucho tiempo que se ha dedicado al estudio sobre el terreno i en el laboratorio, no se ha logrado llegar a una conclusion clara e inobjetable al respecto; aunque justo es reconocer que la mayoría de las opiniones están acordes en atribuirle al petróleo un oríjen orgánico. Esta incertidumbre se debe principalmente a la naturaleza de los minerales, que siendo fluidos, no conservan como el carbon, por ejemplo, trazas visibles de sus componentes orijinales, i ademas al hecho que hasta mui recientemente se conocian mui pocos casos irrefutables de la formacion reciente del petróleo bajo circunstancias análogas de las que se cree que han intervenido en la formacion de los antiguos depósitos. I, por último, por no poderse sujerir un medio factible, por el cual se pudiera convertir cualquier materia orgánica en una mezcla homojénea de hidrocarburos, de la naturaleza del petróleo nativo.

Las dificultades citadas, junto con otras de segundo órden, dividieron las opiniones de los interesados en dos ramas, a saber: los que sostenian el oríjen *inorgánico* i los que se inclinaban por el oríjen *orgánico* del petróleo. Sin embargo, con el tiempo i el estudio, la teoría orgánica ha ido ganando cada vez mas terreno, al extremo que hoi la mayoría es partidaria de ella. Pero, a pesar de todo, no hai uniformidad de pareceres respecto a la naturaleza de las sustancias orgánicas que han intervenido; porque miéntras unos creen que son de oríjen animal, otros sostienen que son de oríjen vegetal. Hai, por último, otros que aseguran que son de oríjen animal i vegetal, i todavía en este caso hai diverjencia de opiniones; pues unos aseguran que son de oríjen marino, miéntras que otros creen que lo son de oríjen terrestre. Sin embargo, la mayoría actual, que sostiene el oríjen orgánico del petróleo, está de acuerdo en que, tanto los animales como los vegetales marinos, son los principales elementos que han proporcionado la sustancia prima para la formacion de los hidrocarburos actuales. La teoría orgánica está completamente desechada, de tal suerte que la diverjencia de opiniones ha quedado reducida tan solo a que unos crean encontrar en los organismos del mar el oríjen de los aceites minerales i otros, que son los ménos, que sea la vejetacion terrestre la que ha producido tanto el carbon como el petróleo.

En cuanto al oríjen de nuestros yacimientos del Norte, hai marcada evidencia de que provengan de elementos orgánicos de oríjen marino, a juzgar por la fauna variada de moluscos que es posible constatar en las pizarras i arcillas adyacentes o colindantes con las arenas petrolíferas. En ese caso, las sustancias grasas de los elementos marinos profundamente sepultados en las arcillas, han sido sometidas a una destilacion constante, bajo una temperatura

apreciable e igual i bajo una accion bacteriológica en el agua i, por lo tanto, en ausencia del aire, que ha logrado eliminar las partes nitrogenadas, que tanto los elementos animales i vegetales podian contener. Se supone que los restos de las plantas i de los animales que vivian en nuestros mares primitivos, se depositaron en el fondo de ellos i cuando estuvieron parcialmente descompuestos, fueron cubiertos por mantos alternados de arenas i arcillas, de espesor variable i con los que se formó un fango, que fué posteriormente prensado i comprimido poco a poco hasta sufrir la evolucion que ya hemos explicado en el capítulo anterior.

Tratándose de nuestros yacimientos del Sur o mejor dicho de la cuenca petrolífera de Titicaca, aunque no mui estudiados al respecto, hai probabilidades para creer que provienen, tambien, de elementos animales i vegetales pero de oríjen lacustre, a juzgar por la naturaleza de los fósiles hallados hasta ahora.

C. Engler, en su estudio sobre el oríjen del petróleo, enumera del siguiente modo las diferentes etapas por las que atraviesa, segun su opinion, la formacion del petróleo de oríjen orgánico:

1.º Putrefaccion o fermentacion por medio de la cual la albúmina i la celulosa, etc., se eliminan, quedando las materias grasas (i ceras) con pequeña cantidad de otras materias durables i, posiblemente, con ciertos ácidos grasos de la albúmina.

2.º Ocurre en parte durante la primera etapa, saponificacion de las glicerinas i produccion de ácidos grasos libres, ya sea por la accion del agua o por las fermentaciones o por ámbos. Los residuos de varios aceites crudos se deben probablemente a la falta de perfeccion en estas reacciones.

3.º El ácido carbónico se elimina de los ácidos i éteres, el agua de los alcoholes, los ácidos oxidantes, etc., dejando hidrocarburo de gran peso específico i conteniendo componentes oxidantes.

4.º Formacion de los hidrocarburos líquidos por reacciones violentas, que causan la separacion de los productos complejos intermedios i la formacion de los productos lijeros i gaseosos.

Añade Engler, que este cambio debe haber tenido lugar a una temperatura elevada i a gran profundidad i que, durante estas etapas por las que ha atravesado la formacion del petróleo, tanto el tiempo como la temperatura que se ha desarrollado se han compensado mutuamente. Considera, tambien, que con temperaturas i presiones moderadas se forman productos de grado intermedio, miéntras que el aumento de cualquiera de ellos tiende a producir aceites lijeros.

Mr. William Forstner, en su estudio sobre el aceite i el gas de la rejion de Kern (California), (1) asegura que, al acercarse a la superficie los hidrocarburos líquidos, tanto el petróleo como sus demas acompañantes, quedan espuestos a nuevas alteraciones. Principalmente, el agua caliente i el agua oxijenada producen gran influencia química sobre ellos, provocando el exijeno la formacion de los hidrocarburos mas livianos i limitando o restringiendo la de los hidrocarburos pesados.

(1) Economic Geology.—Vol VI, N.º 2.

La descomposicion bacteriológica de los organismos influye, tambien, en a produccion de esos compuestos i se ha demostrado que los hidrocarburos volátiles orijinados en las pizarras petrolíferas del valle del alto Mississippi provienen directa ó indirectamente por las algas microscópicas que vivieron en esa época (1). Ademas, Peckham ha comprobado la presencia de restos de larvas en un petróleo encontrado en California i atribuye a ellas la gran proporcion de nitrógeno que contienen esos aceites (2).

Todo esto demuestra que el orijen de los hidrocarburos en jeneral es esencialmente orgánico. Pueden haber tomado parte en su formacion elementos correspondientes a la flora i fauna terrestre, pero a juzgar por la naturaleza de la mayoría de los depósitos petrolíferos del mundo, inclusive los nuestros, hai pruebas irrefutables de que sean los organismos marinos los que hayan desempeñado un papel principal en su formacion.

VIII.—EDAD DE LOS YACIMIENTOS

De las investigaciones hechas sobre la edad de los yacimientos petrolíferos del Norte, se puede asegurar que corresponden al terciario [medio i probablemente al inferior tambien, a juzgar por los fósiles hallados en los terrenos superpuestos a aquellos que encierran los mantos petrolíferos i, ademas, por ciertas relaciones estratigráficas claras, que permiten llegar a esa conclusion.

Si observamos nuevamente el corte núm. 1 ya mencionado, podemos anotar que los cerros de Amotape están constituidos por una masa eruptiva central, que es una diorita i en contacto con ella una serie de filades, sobre las que reposan discordantemente una serie de gruesos mantos de areniscas, de textura mui distinta a aquellas encontradas a lo largo de la costa i a lo largo de la base de los mismos cerros, que son los que encierran las filtraciones de La Brea i La Breita i que, a juzgar por las observaciones hechas sobre el terreno, parece que se extendieran hácia la costa, en donde seguramente deben yacer a profundidades no alcanzadas todavía. Sobre esas series yacen discordantemente las areniscas i pizarras que encierran las filtraciones constatadas en Negritos, Lobitos, Cabo Blanco, Zorritos, etc., i superyacentes a ellas, otra serie de gruesos mantos de areniscas alternadas con arcillas, que no figuran en el corte, porque no aparecen en la rejion de Cabo Blanco, pero si a lo largo de la costa comprendida entre los Organos, Máncora hasta mui cerca de Bocapan i que son bastante ricas en fósiles. Sobre esta última serie de areniscas i arcillas yacen discordantemente los depósitos horizontales de la altiplanicie del tablazo, formado en sus mantos inferiores por arcillas rojas principalmente i coronado por gruesos mantos de conglomerados, igualmente ricos en fósiles de especies vivientes actualmente a lo largo de la playa.

Del exámen de los fósiles hallados en los mantos inclinados subyacentes a los que forman el tablazo, como son turritellas, pectens, mytilus, ostreas, etc., se deduce que aquellas series corresponden al terciario superior o sea al plioceno; por consiguiente, los mantos superyacentes arcillosos del tablazo i que re-

(1) H. Foster Bain Bull. U. S. Geological Survey, N.º 249.

(2) American Journal of Science páj. 250.

posan discordantemente sobre ellas serán postterciarios i los conglomerados que los coronan, de época mui reciente, a juzgar por la serie de pectens i ostreas que encierran i cuyas especies vivientes, como he dicho ya, es posible constatar actualmente a lo largo de esas playas.

En cuanto a las series de areniscas i pizarras inferiores, que encierran las filtraciones petrolíferas a lo largo de la costa, son mas antiguas que las series de areniscas i arcillas inclinadas superiores ya mencionadas i que corresponden al terciario superior i, a la vez, aparecen ser mas modernas que aquellas series de areniscas que reposan discordantemente sobre las filades, en las faldas occidentales de los cerros de Amotape. Algunos restos fósiles encontrados en las pizarras citadas, permiten asegurar que esas series corresponden al terciario medio o sea al mioceno, i, por lo tanto, las filtraciones petrolíferas que encierran las areniscas contiguas deberán corresponder a la misma época.

La serie de areniscas i pizarras a lo largo de la cadena de cerros de Amotape, que encierran las filtraciones de la Brea i La Breita, parecen ser, a juzgar por su textura, grueso i aspecto general, mas antiguas que aquellas de la faja costanera que encierran las filtraciones reconocidas a lo largo de ella. Esto último unido a las relaciones estratigráficas que es posible establecer entre los bancos de areniscas inferiores i las filades que constituyen los flancos de los cerros Amotape, permiten creer que los horizontes petrolíferos de La Brea i de La Breita corresponden al terciario inferior mas moderno que pueda existir o sea el eoceno superior.

Las filades, como no conservan restos fósiles que puedan dar idea de su edad jeológica, es difícil determinarla tan solo por relaciones estratigráficas con los elementos mas modernos que ellas i lo mismo que con los mas antiguos. Sin embargo, entre esas filades i pizarras de los cerros de Amotape, de la Silla de Payta i de los Cerros Illescas, que son todas ellas litológicamente iguales, i las series encontradas i estudiadas ya en los alrededores de Lima por el profesor Carlos I. Lisson, existe tal semejanza, que podrian considerarse equivalente i como las de Lima i sus alrededores se ha comprobado que son eocretácicas i su base hasta hoi reconocida por el citado jeólogo quizás esté constituida por capas intermedias entre el portlandiano i el valanjiniense, hai bastantes probabilidades de que tambien lo sean las de los lugares citados en nuestra rejion petrolífera del Norte. En ese caso, las areniscas que yacen sobre ellas discordantemente serían posteocretácicas, desde que las series de La Brea i La Breita, que a su vez yacen, tambien, discordantemente sobre las primeras, hemos deducido anteriormente que corresponden al terciario inferior posiblemente, si no al terciario medio seguramente, como sucede con las series de la costa.

En cuanto a la edad de nuestros yacimientos del Sur, ya hemos visto, al ocuparnos de ellos, que corresponden al cretáceo inferior o al mesozoico segun dos autoridades en la materia. Pero, las probabilidades se inclinan al primero sin llegar a la confirmacion, pues los datos que hai al respecto son mui deficientes todavía.

Tanto J. Grzybowski en su estudio sobre la fauna de moluscos del Norte del Perú (1), como Gabb en la descripción que hace de los fósiles colectados

(1) J. Grzybowski. «Die Tertiärlagerungen des nördlichen Peru und ihre Mollusken-fauna».

por Raymondi (1), comprueban la existencia del terciario por toda esa zona que es objeto del presente estudio; pero, desgraciadamente, tanto ellos como Nelson (2) lo han hecho de una manera mui jeneral i vaga por la falta de elementos informativos. Por eso de desear seria que, cuanto ántes, se procediera a clasificar la rica coleccion que tuvimos oportunidad de formar cuando, en union del jeólogo Vernon F. Marsters, visitamos esa region, haciendo un estudio jeológico de ella con relacion a los yacimientos petroliferos. Actualmente existen los depósitos del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado buen número de cajones conteniendo todas las especies colectadas desde el departamento de Lambayeque hasta la quebrada de Zarumilla en la provincia litoral de Tumbes, i que forman un total al rededor de 3,000 fósiles, entre los cuales hai variedades interesantísimas de lamelibranquios i gasterópodos, como son, pectens, ostreas, nucas, arcas, pectunculus, turritellas, etc., etc. Pero hai que tener en consideracion que si estos pueden resistir los efectos del tiempo, no así sucederá con los papeles que los envuelven i las etiquetas que los acompañan; de tal suerte, que si éstos desaparecen por una causa u otra, nada de estraño tendria que mui pronto nos encontráramos con una acumulacion de fósiles sin valor de ninguna especie, con lo que se habrá perdido una coleccion mui difícil de poder reemplazar.

El mapa jeológico adjunto correspondiente a las provincias de Tumbes, Payta i Piura, da una idea aproximada de la distribucion i estension de cada una de las formaciones citadas, considerando como preterciarias a todas aquellas que son mas antiguas que el terciario inferior o sea el eoceno i como post-terciarias a aquellas que son mas recientes que el terciario superior o sea el plioceno.

IX.—ESTADÍSTICA DEL PETRÓLEO PERUANO

Por la estadística sobre la produccion del petróleo en el pais, que, desde 1903, viene publicando el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado, puede constatarse un incremento constante, bastante apreciable desde aquel año. Solo durante 1910 hubo un lijero decaimiento en la produccion, probablemente debido a la situacion anómala por la que atravesó la industria en ese año; pero, felizmente, la valorizacion de esa produccion ha superado a la de los años anteriores, debido principalmente a la mayor produccion de productos refinados i, sobre todo, a la cantidad de bencina bruta producida por la empresa de Negritos i que, como ya he espuesto al acuparme de esa empresa, ha sido i es pagada a razon de £. 4.5.00 la tonelada puesta en California, calculándose, mas o ménos, que la empresa citada desbencina anualmente casi las 2/3 partes de su produccion total. Las cifras siguientes demostrarán el aumento anotado, siendo entendido que, tanto las correspondientes al año de 1909 como 1910, están aun inéditas.

(1) Gabb. Description of a collection of fossils made by Dr. Antonio Raymondi in Perú.

(2) Nelson.—On the molluscan Fauna of the later Tertiary of Perú.

Año	Peso en toneladas métricas	Valor comercial en £p.
1903.....	37,039.....	83,428 £p.
1904.....	38,683.....	87,037 »
1905.....	49,700.....	116,795 »
1906.....	70,832.....	242,642 »
1907.....	100,184.....	312,437 »
1908.....	125,947.....	428,642 »
1909.....	188,128.....	556,336 »
1910.....	167,712.....	598,872 »

Esta es en cuanto a los datos oficiales, basados en la informacion dada por las empresas respectivas; porque, segun informaciones particulares que he logrado obtener, parece que la produccion anual ha sido siempre mucho mayor de la que han confesado las partes interesadas.

Esto proviene, tan solo, de la falta de fiscalizacion en la esportacion de parte de las personas encargadas de ello; porque si éstas no solo se contentaran con los datos que les proporcionan en los lugares de esportacion i de importacion, inclusive el Callao, sino que se tomaran el trabajo de cubicar los productos en uno i otro lugar, entónces, estoi seguro que las cifras que se obtuvieran serian mucho mayores de las que han figurado hasta ahora. Desde luego, al hacer esta advertencia, no me guia el objeto de perjudicar, ni hacer beneficio a nadie, desde que, como es sabido, la esportacion no está gravada; i, por lo tanto, con ellas ni se perjudican las empresas explotadoras, ni se beneficia el fisco; pero sí creo que será una advertencia mui útil para cuando, en el pais, se llegue a gravar la esportacion de los productos brutos i refinados.

De todos modos, las cifras espuestas demuestran un incremento anual tal en la produccion, que permiten asegurar ampliamente el progreso de la industria i si este aumento progresivo anual continua de una manera constante, fácil es augurar un futuro mui halagüeño para la industria petrolífera en el pais.

Segun informaciones particulares que he logrado obtener, parece que la produccion total correspondiente a 1911 ha sido alrededor de 200,000 toneladas métricas i cuyo valor comercial bruto ha sido de £p. 600,000 mas ó ménos.

El petróleo bruto, lo mismo que los residuos, se han vendido a £p. 2, hasta £p. 2.5.00 la tonelada. El kerosene a £p. 0.0.18 por litro; la bencina i gasolina i rectificada a £p. 0.0.16 por litro i los aceites lubricantes a £p. 0.0.26, segun informacion oficial.

La estadística correspondiente al año de 1910, escrita por el Ingeniero Carlos P. Jiménez i que es la última que se ha formado por el Cuerpo de Minas, divide del siguiente modo las 167,712 toneladas métricas de petróleo bruto producidas durante ese año:

Vendido en bruto.....	100,573 t. m.
Beneficiado.....	50,821 t. m.
Consumido en la localidad.....	13,949 t. m.
Pérdidas.....	2,369 t. m.
Total.....	167,712 t. m.

I las 50,821 toneladas métricas beneficiadas dieron los siguientes productos derivados:

Petróleo bruto desbencinado.....	21,029 t. m.
Kerosene.....	5,043,579 lts.
Bencina i gasolina.....	10,543,986 lts.
Lubricantes.....	247,749 lts.
Residuos.....	14,004 lts.

En cuanto a los valores para el petróleo bruto i sus derivados producidos durante el mismo año i teniendo en cuenta los precios ya citados, tenemos:

Petróleo crudo.....	£p. 298,212.0.00
Kerosene.....	» 93,306.2.11
Bencina i gasolina.....	» 168,703.7.76
Lubricantes.....	» 64,41.4.74
Residuos.....	» 322,09.2.00
Total.....	£p. 598,872.6.61

La produccion total correspondiente a] 1911, ha provenido de 497 pozos en actual produccion, sin considerar los de Pirin, i distribuidos del siguiente modo:

Empresa de Negritos i Lagunitas.....	351 pozos
Empresa de Lobitos.....	98 »
Empresa de Zorritos.....	48 »
Total.....	497 pozos

La produccion total de 1911 está distribuida del siguiente modo, mas o ménos:

Empresa de Negritos i Lagunitas.....	128,000 t. m.
Empresa de Lobitos.....	60,000 t. m.
Empresa de Zorritos.....	12,000 t. m.
Total.....	200,000 t. m.

Las empresas del Sur no han producido nada absolutamente durante el último año.

Las concesiones petrolíferas existentes actualmente son:

Túmbes.....	63	concesiones con un total de	587	pertenencias
Payta.....	156	» » » » »	1,187	»
Piura.....	14	» » » » »	568	»
Huancané....	8	» » » » »	360	»

Total..... 241 concesiones con un total de 2,701 pertenencias

Es de advertir, que entre las concesiones de Payta está considerada la concesión especial de La Brea-Pariñas, de que ya me he ocupado. Además debo anotar, también, que no todas las pertenencias enumeradas están con el día con el pago de sus contribuciones respectivas. Tan solo el 50% de ellas está empadronado sin deuda alguna, de tal suerte que hai probabilidades de que dentro de un semestre mas el número de pertenencias empadronadas se reduzca a la mitad de la cifra espuesta.

En cuanto a la estadística de empleados i peones en la rejion del norte, que es la única que está en explotación, tenemos:

La empresa de Negritos i Lagunitas tiene, mas o ménos, 800 empleados, sin contar el personal técnico, i entre ellos i sus respectivas familias forman un total de cerca de 2,000 almas, que están distribuidas entre Talara, Negritos i Lagunitas.

La empresa de Lobitos tiene 400 empleados, también sin considerar el cuerpo de empleados superiores, ni las familias respectivas, con las que se forma un número de 1,000 almas, mas o ménos i radicadas solamente en la caleta de Lobitos.

La empresa de Zorritos tan solo dispone de 150 a 200 empleados, i en la caleta de ese nombre viven alrededor de 600 almas, contando personal técnico i las familias respectivas.

En cuanto a los salarios podemos formular las siguientes cifras:

Perforadores americanos.....	£p. 30 a 40 al mes
Perforadores peruanos.....	» 15 a 30 » »
Mecánicos.....	» 0.2 a 0.4 » dia
Herreros.....	» 0.2 a 0.4 » »
Carpinteros.....	» 0.4.00 » »
Caldereros.....	» 0.4.00 » »
Fogoneros.....	» 0.1.50 » »
Albañiles.....	» 0.4.00 » »
Capataces.....	» 0.1.50 » »
Peones en jeneral.....	» 0.1.00 a 0.1.50.

Es de advertir, que todas las compañías proporcionan habitacion gratis a sus empleados i peonada, luz i en algunos casos combustible también, educacion para los hijos i seguridades de todo órden.

CONCLUSION

Si reasumimos lo que hemos espuesto hasta ahora sobre el estado actual de nuestra industria petrolífera en jeneral, sobre las numerosas fuentes de produccion que de esa sustancia poseemos en el pais, sobre la estension i riqueza de cada una de ellas, sobre la bondad de los productos explotados i, en fin, en vista de los resultados obtenidos hasta ahora por los trabajos de exploracion i explotación llevados a cabo, principalmente en nuestros yacimientos del Norte; no podemos ménos que mirar bajo un punto de vista optimista el porvenir de esta industria, i reconocer que nuestros yacimientos petrolíferos constituyen hoi una de las fuentes de produccion i riqueza de mayor importancia para los

intereses nacionales, no solamente por las razones espuestas hasta ahora, sino tambien por la fuerte demanda mundial que existe tanto de los productos brutos como refinados, lo que, seguramente, tendrá que influir grandemente en el desarrollo futuro de nuestra industria, sobre todo el dia que la apertura del canal de Panamá sea un hecho i que, por lo tanto, logre poner en contacto mas directo los centros de consumo con nuestras fuentes de produccion.

Estas halagüeñas expectativas pueden confirmarse aun mas, si tenemos en cuenta la estadística rejistrada en el capítulo anterior, sobre el incremento que ha experimentado la produccion anual del petróleo bruto i de sus productos refinados, desde 1903, que fué desde cuando se logró formar una estadística oficial, que inspirara fé, hasta nuestros dias. Desde ese año hasta la fecha, podemos anotar que, a pesar de haber sido la explotacion de nuestros yacimientos relativamente modesta i reducida i haberse llevado a cabo solamente por tres empresas diferentes, sin embargo, la produccion anual se ha quintuplicado mas o ménos en este lapso de tiempo, i el valor comercial alcanzado por ella en 1911 ha resultado ser siete veces mayor del alcanzado en 1903. De suponer es, pues, que estas cifras se multipliquen aun mas en el porvenir, dadas las condiciones especiales de nuestros yacimientos i ademas, dadas las circunstancias por las que atraviesa actualmente la industria en jeneral, no pudiéndose cubrir, con las actuales fuentes de produccion, la fuerte demanda mundial que existe de esa sustancia. En consecuencia de ello, no está lejano el dia en que forzosamente tendrán que converjer hácia nuestros yacimientos las miradas salvadoras, atraidas no solo por la ventajosa situacion jeográfica en que ellos quedarán, sino, sobre todo, por la bondad i estension que abarcan, presentando amplio campo para establecer nuevos centros de trabajo i de explotacion i con ello de desarrollo para la industria i de progreso para el país.

R. A. DEUSTUA.



Algunas observaciones al proyecto de lei sobre accidentes del trabajo

DESPACHADO POR LA COMISION DE LEJISLACION OBRERA EN LA HONORABLE CÁMARA DE DIPUTADOS. (MOCION PRESENTADA POR EL HONORABLE DIPUTADO SEÑOR ALFREDO BARROS E.)

«Artículo 1.º El patrono es responsable civilmente de todos los accidentes ocurridos a sus operarios, con motivo i en el ejercicio de la profesion o trabajo que realicen; i queda obligado al pago de las indemnizaciones que esta lei establece, las cuales se deben de pleno derecho desde el instante mismo del accidente, sin que sea menester probar la culpa del patrono.

«Se exceptúan de la disposicion anterior los casos en que el accidente sea « debido a fuerza mayor, estraña i sin relacion alguna al trabajo en que se produzca el accidente, o que el hecho se haya producido por culpa o negligencia « grave del obrero, o que provenga de un delito imputable a un estraño».

Parece que las escepciones van demasiado léjos i que conviene dejar algunos puntos bien establecidos, desde luego, en este segundo inciso. Se puede considerar que aun con grave culpabilidad, aun existiendo delito de parte de un operario, no es posible que en caso de muerte su familia venga a quedar completamente desamparada i, en vista de eso, parece que se podria en estos casos reducir sí, la responsabilidad del patrono, por ejemplo, a la cuarta parte o aun un poco ménos de los pagos que ha de hacer, pero no eliminarla del todo.

Por otra parte, suponemos que es necesario en absoluto distinguir en estos casos de escepcion al culpable del accidente, sea por delito o culpa grave o negligencia, de aquellas que, no teniendo culpa alguna, caigan víctimas de la culpa ajena. Con respecto a estos últimos, somos de opinion que no hai justicia en eliminar por completo sus derechos a indemnizacion, sino que debieran entrar francamente a hacer valer sus derechos. Cuando mucho debiera establecerse que en estos casos el patrono no tiene sino que cumplir los compromisos de pagos de indemnizacion, reduciéndolos a la mitad de los casos fortuitos o normales en este sentido.

Es conveniente no olvidar que, habiendo delito, el patrono tendrá derecho de hacer valer sus derechos contra ese culpable para hacerlo pagar las indemnizaciones correspondientes, cosa que será difícil o imposible de hacer por parte de los operarios.

«Art. 2.º Entiéndese por patrono cualquiera persona natural o jurídica « que sea propietaria de la obra, explotacion o industria, donde el trabajo se « preste.

«Estando contratada la ejecucion o explotacion de la obra o industria se « considerará como patrono al contratista; pero subsistirá siempre la responsabilidad subsidiaria del propietario de la obra o industria, (salvo que en el mismo contrato se haya establecido que la responsabilidad sea solo del contratista i haya éste otorgado la garantía correspondiente).

«Entiéndese por operario toda persona que ejecuta habitualmente un « trabajo manual fuera de su domicilio, por cuenta ajena, con remuneracion o « sin ella, a jornal o a trato, en virtud de pacto verbal o escrito.

«Entiéndese por accidente toda lesion corporal sufrida por el operario, con « ocasion o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena».

La definicion de lo que se entiende por patrono no parece clara para muchos casos, como serian los arriendos, arriendos parciales, las explotaciones de diversos ramos en participacion con el dueño o arrendatario jeneral, etc. Salvo que quiera la lei que *siempre* el dueño sea responsable i que éste tome las precauciones necesarias. Esto último, sin embargo, será de difícil realizacion práctica. Mas sencillo seria determinar en jeneral que patrono es la persona o per-

sonería que hace los pagos i recibe los beneficios directos de la industria o trabajo.

Respecto al inciso 2.º, se nota la posibilidad de que en muchos casos los operarios aparezcan como contratistas aislados o en grupos, en cuyo caso quedarían sin derechos de indemnización. Ejemplo de esto serían los pirquineros en las minas, los cortadores de madera en los bosques, que venden sus productos al dueño o arrendatario i que trabajan independientemente de la administración, sujetándose a su propia voluntad i modo de trabajar. Es en estos casos casi imposible culpar al patrono, pero deja este hecho ancha puerta para evitar la responsabilidad en un número mui grande de casos.

El inciso 4.º debiera estender su acción a todos los casos que haya lesión corporal, que provenga del trabajo jeneral i no solo del trabajo que ejecuta el operario mismo; bien que la frase «por consecuencia» parece abarcar esto, se presta a ciertas dudas.

«Art. 3.º Las industrias o trabajos que dan lugar a responsabilidad del patrono, son las siguientes:

«1.ª Las fábricas i talleres i los establecimientos industriales donde se hace uso de una fuerza cualquiera distinta de la del hombre;

«2.ª Las minas, salinas i canteras;

«3.ª Las fábricas i talleres metalúrgicos i de construcciones terrestres o na-
« vales;

«4.ª La construcción, reparación i conservación de edificios, comprendiendo los trabajos de albañilería i todos sus anexos, de carpintería, de cerrajería, de corte de piedras, de pintura, etc.;

«5.ª Los establecimientos donde se producen o se emplean industrialmente materias explosivas o inflamables, insalubres o tóxicas;

«6.ª La construcción, reparación i conservación de vías férreas, puertos, caminos, canales, diques, acueductos, alcantarillas i otros trabajos similares;

«7.ª Las faenas agrícolas i forestales, donde se hace uso de algun motor que accione por medio de alguna fuerza distinta a la del hombre. En estos trabajos, la responsabilidad del patrono existirá solo con respecto al personal es-
« puesto al peligro de las máquinas;

«8.ª El acarreo i transporte por vía terrestre, marítima i de navegación in-
« terior;

«9.ª Los trabajos de limpieza de calles, pozos negros i alcantarillas;

«10. Los almacenes de depósito i los depósitos al por mayor de carbon, leña i madera de construcción;

«11. Los teatros, con respecto a su personal asalariado,

«12. Los cuerpos de bomberos, con respecto a su personal asalariado;

«13. Los establecimientos de producción de gas o de electricidad, i la colocación i observación de redes telefónicas;

«14. Los trabajos de colocación, reparación i desmontes de conductores eléctricos;

«15. Todo el personal ocupado en las faenas de carga i descarga;

«16. Toda industria o trabajo similar no comprendido en los números precedentes;

«17. Las industrias que determine el Presidente de la República con acuerdo del Consejo de Estado».

Casi parece inútil la clasificación que podría compendiarse diciendo simplemente que hai responsabilidad del patrono en cada caso que hai patrono i operarios, cualquiera que sea el trabajo que ejecuten.

La escepcion, o mejor dicho la reduccion de las industrias al caso de emplear fuerza distinta a la del hombre, no parece justa, especialmente teniendo en vista que ciertas industrias entran en total como construcciones, minas, salinas, canteras, construcciones de caminos, ferrocarriles, etc. La escepcion especialmente marcada para las faenas agrícolas i forestales es una escepcion inaceptable en la forma propuesta, i no dejará de ser irritante para el resto de las industrias i trabajos!

En la misma clasificación se dice a veces «el personal asalariado». Estos generalmente no entran en la categoría de los operarios, como por ejemplo el personal asalariado de los teatros.

Al incluir estos personales debería incluirse tambien los mayordomos, administradores i demas empleados en contacto directo con el trabajo de todas las industrias i faenas.

«Art. 4.º Para el efecto de determinar las indemnizaciones a que tienen derecho los operarios, los accidentes que segun el artículo 1.º producen responsabilidad del patrono se clasifican en algunas de las categorías siguientes:

«1.ª Accidentes que producen la incapacidad temporal del operario;

«2.ª Accidentes que producen la incapacidad perpetua del operario;

«3.ª Accidentes que producen la muerte del operario».

«Art. 5.º Si el accidente produjere la incapacidad temporal del operario, deberá el patrono pagar los gastos de médico i botica que ocasione su enfermedad hasta el completo restablecimiento del operario, i, ademas, abonarle una indemnizacion igual a la mitad de su jornal diario, desde el dia en que tuvo lugar el accidente hasta el dia en que el operario se halle en condiciones de volver al trabajo».

«Art. 6.º La incapacidad perpetua del operario puede ser absoluta o relativa. Incapacidad perpetua absoluta es la que lo inhabilita por completo para cualquier trabajo que le permita ganarse la vida. Incapacidad perpetua relativa es aquella que le impide seguir desempeñando el oficio que tenia a la fecha del accidente; pero que le permite dedicarse a otros trabajos en que pueda ganarse la vida.

«Si el accidente hubiere producido una incapacidad perpetua absoluta, el patrono deberá abonar a la víctima los gastos de médico i botica que demande la enfermedad, durante los primeros tres meses, a contar desde la fecha del accidente; i ademas, una indemnizacion consistente en una pension vitalicia que pueda alcanzar hasta la tercera parte del salario que ganaba el operario al tiempo del accidente. Si el accidente hubiere producido una incapacidad perpetua relativa, el patrono deberá abonar a la víctima los gastos de médico i botica que demande la enfermedad durante los primeros tres

« meses, a contar desde la fecha del accidente; i ademas, una indemnizacion
 « equivalente a un año de salario, computado sobre la base del que ganaba el
 « operario al tiempo del accidente.

«El patrono podrá libertarse del pago de esta última indemnizacion desti-
 « nando al operario, con igual salario, a otro trabajo compatible con su esta-
 « do, pero tambien en este caso deberá abonar al operario, por el tiempo que
 « duró la enfermedad de éste, una indemnizacion igual a la mitad de su jornal
 « diario».

Para la mayoría de las industrias, para los casos de arriendos, contra-
 tos, etc., la responsabilidad por un tiempo largo como pension vitalicia i de diez
 años (a que se refiere el art. 8.º), es sumamente desventajosa i aun para el ope-
 rario inhabilitado o su descendencia tampoco es conveniente. Por este motivo
 el inciso 2.º debiera cambiarse a una forma parecida a la siguiente: *médico i bo-
 tica i ½ sueldo durante el tiempo de la enfermedad i, ademas, indemnizacion equi-
 valente a 3 años de sueldo.*

En este mismo inciso la frase «que pueda alcanzar hasta la tercera parte,
 etcétera», parece que ha querido significar algo como cierta elasticidad en la
 determinacion; sin embargo esto no existe despues, ni ántes, en ninguna parte,
 de manera que no tiene objeto.

El dinero dado de una vez al individuo o a su familia será en jeneral (si
 son trabajadores i ordenados), de muchísima mas utilidad que la pension, por
 cuanto pueden establecer algun pequeño negocio o industria con ese capital
 obtenido, que les dé facilidad para ganarse la vida holgadamente.

Para el inciso 3.º propondríamos: *médico i botica i ½ sueldo para el tiempo
 de enfermedad i, ademas, indemnizacion de 1 año de sueldo.*

El inciso 4.º se suprimiria por ser mui peligroso de que se dé ocupacion por
 un corto tiempo i despues ya no se siga.

«Art. 7.º La calificacion de la incapacidad en temporal o perpetua, i de esta
 « última en absoluta o relativa, se hará prudencialmente por el juez de la cau-
 « sa, en vista de informe médico i de las demas circunstancias del accidente, sin
 « necesidad de esperar el desarrollo de los hechos consecuenciales del mismo
 « accidente.

«Si declarada por sentencia de término la incapacidad perpetua del opera-
 « rio, recuperara éste su salud en forma de quedar hábil para ganarse la vida,
 « cesará la obligacion del patrono en cuanto al pago de la pension; pero corres-
 « ponderá a éste la prueba de los hechos que hacen cesar su responsabilidad».

«Art. 8.º Si el accidente produjere la muerte del operario, el patrono que-
 « da obligado a sufragar los gastos de médico, botica i demas que ocasione
 « la enfermedad hasta el dia de la muerte; a pagar los gastos de entierro, no
 « pudiendo éstos exceder de cien pesos; i ademas, a abonar a la viuda i descen-
 « dientes lejitimos menores de dieciseis años, una pension mensual correspon-
 « diente al treinta por ciento del salario que ganaba el operario al tiempo del
 « accidente, por el término de diez años contados desde el dia del accidente».

Tambien en este artículo se declara cambiar la pension de 10 años por un pago, de una vez, de 2 años de sueldo a mas de medicina, médico i $\frac{1}{2}$ sueldo hasta el día de la muerte.

Eliminariase el hecho de que solo la viuda e hijos menores deban percibir el pago; pues hai casos en que los padres, hermanos i entenados viven de un operario; debe, pues, decirse los herederos en jeneral i talvez conviene agregar algo de los entenados tan frecuente en nuestro pais. Aun en caso de no haber herederos, debe hacerse el pago correspondiente, sea a la beneficencia, al hospital mas cercano, etc., con el objeto de impedir o evitar que los casados dejen de ser preferidos en los trabajos.

«Art. 9.^o Las indemnizaciones prescritas por los artículos anteriores, podrán ser reducidas por el juez a la mitad de su valor, en caso de que el patrono no justifique haberse adoptado en el trabajo, en el momento del accidente, todas las medidas de seguridad impuestas por las leyes i reglamentos respectivos».

Este artículo debiera suprimirse del todo, pues parece que no es mui justo i en cambio se prestará para mucho abuso.

«Art. 10. Para el cómputo de las indemnizaciones establecidas en esta lei, se entenderá por salario el que efectivamente reciba el operario, en dinero o en otra forma.

«Si el salario no se percibiese en dinero, el juez fijará su monto, prudencialmente, atendidas las circunstancias en que se efectúa el trabajo.

«El salario diario no se considerará nunca menor de dos pesos, aun tratándose de aprendices que no perciban renumeracion, o de operarios que perciban menos de dicha cantidad».

En este artículo debe fijarse a mas del salario mínimo tambien lo que se llama salario anual: cuántos días al año? ¿cómo se fija el salario? Por ejemplo puede tomarse lo ganado realmente en los últimos 6 meses como base u otro sistema, como seria fijar el jornal i multiplicarlo por los días que jeneralmente trabajan los operarios en un año o fijar desde luego esta última cifra, por ejemplo en 280 días.

«Art. 11. Los patronos podrán substituir las obligaciones anteriores por un seguro hecho a su costa, de los riesgos a que esta lei se refiere, en una sociedad de seguros domiciliada en Chile, que reuna las condiciones de garantía que se establezcan en el reglamento respectivo».

El reemplazo o sustitucion debe quedar claramente establecido en su forma, monto del seguro, etc.

«Art. 12. Las acciones a que esta lei se refiere se tramitarán ante el juez letrado en lo civil, segun las reglas establecidas para los juicios sumarios, en el Título XII del libro III del Código de Procedimiento Civil.

«En estos juicios no procederá el recurso de casacion.

«Los operarios gozarán en esta clase de juicios, del privilejio de pobreza».

«Art. 13. Los créditos de los operarios, provenientes de indemnizaciones « adeudadas por los patronos por accidentes del trabajo, serán considerados, « en caso de quiebra, concurso o insolvencia del patrono, entre los créditos pri- « vilegiados de la primera clase, a que se refiere el artículo 2472 del Código « Civil».

«Art. 14. Será nula la renuncia de cualquiera de los derechos que recono- « ce la presente lei, i, en jeneral, lo será todo pacto contrario a sus disposi- « ciones».

«Art. 15. Los derechos que esta lei concede a los operarios, no pueden ce- « derse ni embargarse».

«Art. 16. Las acciones de los operarios o de sus herederos para reclamar « las indemnizaciones a que se refiere esta lei, prescribirán en el término de un « año, a contar desde la fecha del accidente».

«Art. 17. Dentro del término de seis meses, contados desde la vijencia de « esta lei, el Presidente de la República dictará el reglamento necesario para « su ejecucion.

«En dicho reglamento deberán determinarse detalladamente todas las me- « didas de seguridad i de hijiene que los patronos deberán adoptar para preve- « nir los accidentes o enfermedades producidas por el trabajo.»

Los demas artículos no merecen mayores observaciones, salvo el 16, que fija un año de plazo para la prescripcion. Soi de opinion que en este caso debe siempre pagarse a la Beneficencia, etc., como se indicó en el artículo 8.º, por lo menos en el caso de muerte.

Santiago, agosto 1.º de 1912. ‘

GUILLERMO YUNGE.



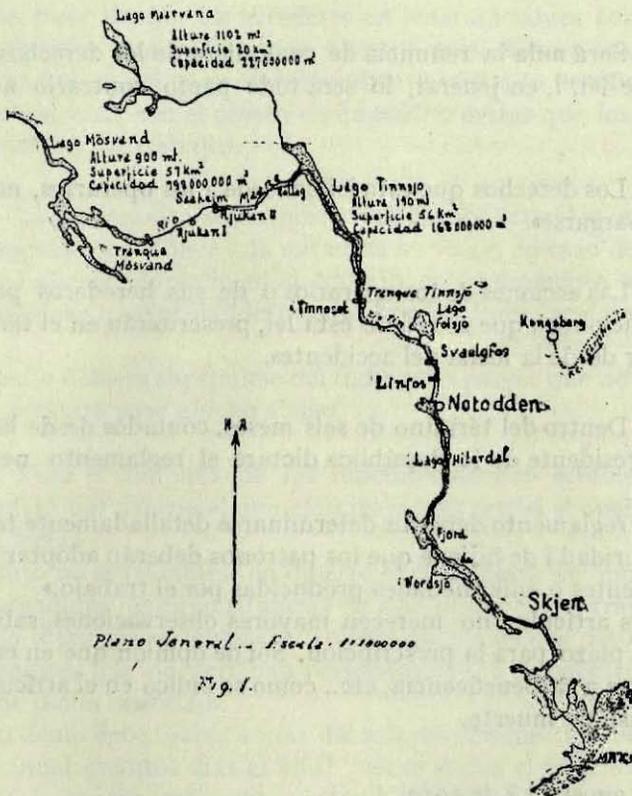
Fabricacion del salitre sintético en Noruega ¹

Existen dos fábricas para la produccion de salitre artificial en Noruega: la de Notodden i la de Saaheim; ámbas pertenecen a la Sociedad Noruega del

(1) Los datos para la confeccion del presente informe los hemos tomado directamente en el terreno, durante las visitas de estudio practicadas a las fábricas de salitre, de Notodden i Saaheim; otros datos i figuras han sido tomadas de las publicaciones: «La Fabrication Electro-Chimique des Nitrates en Norvège», por M. L. de la Vallée Poussin i «Les Forces Hydrauliques Scandina ves», por R. de La Brosse.

Azoe i Fuerzas Hidro-Eléctricas (Norsk Hydro-Elektrisk Kvoelstof Aktiesels Kab) cuyo capital es de 42.000,000 de Kronor (1 Kronor=13 peniques).

La *Fábrica de Notodden* se levanta en el pueblo del mismo nombre, con 5,000 habitantes, situado a orillas del lago Hitterdal. Notodden dista 60 kiló



metros del puerto de Skjen, en el Fjord de Frier, con el que tiene comunicación directa, por vía de agua, servida por vapores hasta de 600 toneladas de desplazamiento. (Véase plano general fig. 1).

El procedimiento de fabricación del salitre artificial comprende tres fases principales, a saber:

Oxidación del nitrógeno atmosférico.

Trasformación del óxido de nitrógeno en ácido nítrico.

Trasformación del ácido nítrico en nitrato de calcio.

El establecimiento comprende tres edificios principales separados, en que tienen lugar las tres fases del procedimiento.

El primer edificio, destinado a la oxidación del azoe atmosférico, encierra 32 hornos eléctricos del tipo Birkeland-Eyde de 1,000 HP. de potencia cada uno, dentro de los cuales tiene lugar dicha oxidación.

El horno Birkeland-Eyde se compone en principio de un arco voltaico en forma de disco, que se logra haciendo estallar un arco voltaico ordinario entre dos electrodos de cobre dentro de un campo magnético intenso; este campo

magnético tiene por objeto desviar el arco de su posición normal comunicándole la forma de un disco.

Dicho arco voltaico en forma de disco está encerrado en una envoltura de forma cilíndrica, de 3 ms. de diámetro i 0.50 m. de altura, construida de ladrillos refractarios.

Los electrodos del horno, entre los que estalla el arco, son dos barras opuestas de cobre, huecas, dobladas en forma de U i refrigeradas con agua; están conectados: uno a tierra i el otro a uno de las fases de una línea trifase a 10,000 volts i 50 períodos. El voltaje en el horno varía entre 3,500 i 4,000 volts i la corriente fluctúa entre 250 i 300 ampères; la potencia consumida por cada horno en trabajo normal es de unos 800 Kw.

El campo magnético, destinado a desviar el arco voltaico, está formado por un electro-iman cuyo eje es normal a la línea de los electrodos i situado en el mismo plano con ella. El electro-iman está alimentado con corriente continua a 220 volts i en trabajo normal del horno consume 25 ampères.

En un gran cuadro de distribución de unos 30 metros de longitud se encuentran los instrumentos de medida e interruptores destinados al control de la corriente disipada en los treinta i dos hornos; para cada horno hai un paño separado que comprende: un amperímetro para la corriente alterna de los dos electrodos, un amperímetro para el campo magnético, un kilowáttmetro para la corriente principal, un interruptor para el campo i otro para la corriente alterna; existe además, junto a cada horno un volómetro que registra el voltaje de trabajo del mismo. Un solo operario atiende el cuadro de distribución, cuatro vijilan la marcha de los 32 hornos i se relevan cada ocho horas.

La corriente continua para el campo magnético de los hornos se obtiene por transformación de la corriente trifase a 10,000 volts; esta transformación requiere dos transformadores estáticos de bajada de potencial i dos transformadores rotativos.

La energía eléctrica consumida en las salas de los hornos i en todas las dependencias de la fábrica de Notodden, viene transmitida desde dos plantas hidro-eléctricas, de que hablaremos mas adelante, en forma de corriente trifase a 10,000 volts i 50 períodos por intermedio de una línea compuesta de 36 alambres de cobre de 120 mm. cuadrados de sección sostenidos por seis hileras de postes. La energía total transmitida asciende a 55,000 HP. cuando se trabaja a la plena carga.

El rendimiento en ácido nítrico (HNO_3) de los hornos que nos ocupan es de 550 a 600 kilogramos de dicho ácido por kilowatt-año.

El proceso que tiene lugar en el horno es el siguiente: el aire viene insuflado a su interior por agujeros practicados en las paredes; se pone en contacto con la llama del arco donde tiene lugar la combinación del nitrógeno con el oxígeno para formar óxido nitroso; este último mezclado con el exceso de aire insuflado sale por la periferia del horno, o sea por la superficie curva del cilindro, i se escapa por una cañería de fierro.

Los gases, es decir, el óxido nitroso mezclado con aire, a su salida del horno tienen una temperatura de 750 grados centígrados próximamente, temperatura demasiado elevada para las reacciones que deben tener lugar en seguida; por este motivo se les conduce al través de una caldera tubular del tipo

Babcox-Wilcox, donde se enfrían al mismo tiempo que el calor por ellos cedido genera vapor necesario en operaciones sucesivas. Al abandonar la caldera, los gases tienen todavía unos 250 grados de temperatura i se les somete a un nuevo enfriamiento con agua, en refrigeradores de superficie, despues de lo cual se les hace pasar, cuando tienen entre 50 i 60 grados, a las llamadas torres de oxidacion. Dichas torres de oxidacion son grades cilindros verticales de fierro revestidos interiormente de ladrillos refractarios a la accion de vapores ácidos; los gases se detienen en ellas unos dos minutos i el óxido nitroso, gracias a la temperatura reinante relativamente baja i a la presencia de oxígeno, se combina con éste para formar óxido nítrico.

La mezcla de óxido nítrico i aire en exceso es aspirada desde las torres de oxidacion, por medio de ventiladores rotativos e insuflada en las torres de absorcion encerradas en un edificio especial donde tiene lugar la segunda fase del procedimiento o sea la trasformacion del óxido nítrico en ácido nítrico.

Hai tres baterías de torres de absorcion, cada batería formada por tres torres ácidas i dos torres alcalinas.

Las torres ácidas son octogonales, de 7 metros de diámetro i 20 de altura; sus paredes están formadas de bloques de granito reforzados exteriormente con tirantes de fierro, i están llenas de trozos de cuarzo. Cada una pesa 1,800 toneladas.

Los gases insuflados por los ventiladores, penetran por la parte inferior, de la primera torre de una batería, ascienden por ella i se encuentran en su camino con una lluvia de ácido nítrico diluido que cae de lo alto i disuelven cierta cantidad de óxido nítrico, enriqueciendo su contenido en ácido nítrico; esta disolucion se acumula en el fondo de la torre, de donde se la hace subir con la ayuda de un «montejus» a un depósito situado en la parte superior de la misma; de allí desciende nuevamente por el interior de la torre, enriqueciéndose cada vez mas en ácido nítrico. La disolucion de ácido nítrico se retira de la circulacion cuando contiene 30% del mismo ácido i se la lleva por cañerías de greda vidriada a los estanques de disolucion.

Los gases que salen por la parte superior de la primera torre, recorren la segunda torre de alto a abajo i penetran por la base de la tercera para salir por su parte superior, i de allí pasan a las torres alcalinas.

Los gases, a su paso por las tres torres ácidas de absorcion, están continuamente espuestos a la accion disolvente de una lluvia de ácido nítrico diluido o de agua, que cae de lo alto de las torres i que disuelve la mayor parte del óxido nítrico contenido en ellos. El agua para la absorcion del ácido nítrico entra por la parte superior de la tercera torre de cada batería i recorre el sistema en sentido contrario a la marcha de los gases, de manera que los gases mas pobres en óxido nítrico (los de la tercera torre) están en contacto con el agua fresca, i vice-versa, el agua mas cargada de ácido nítrico (la de la tercera torre) está en contacto con los gases mas ricos en óxido nítrico.

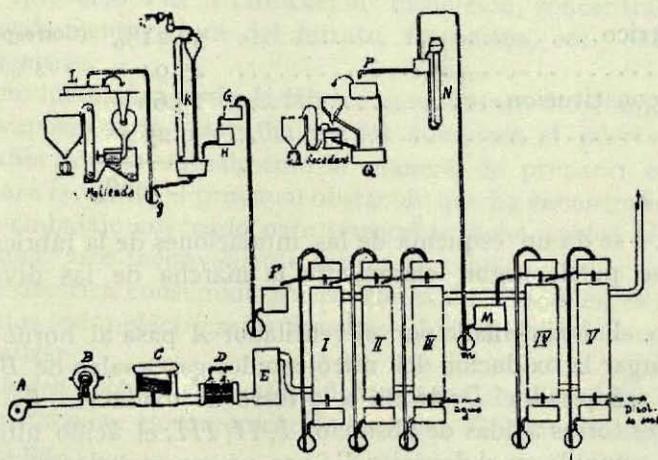
Los gases, al abandonar las torres ácidas de absorcion, contienen todavía cierta cantidad de óxido nítrico que se utiliza en las torres alcalinas. Estas torres, de dimensiones comparables a las anteriores, son cilíndricas i están contruidas con planchas de fierro revestidas interiormente de madera, los gases a su paso por ellas se encuentran con una lluvia de soda (carbonato de sodio

disuelto en agua), la que toma el óxido nítrico para formar nitrito de sodio (NaNO_2). La disolución de nitrito de sodio se hace circular en las torres alcalinas hasta obtener la concentración deseada i pasa en seguida a otros aparatos donde continúa su tratamiento.

Los gases, después de atravesar las torres alcalinas de absorción, se escapan a la atmósfera llevando consigo de 2 a $2\frac{1}{2}\%$ de ázoe oxidado en los hornos.

La disolución de ácido nítrico a 30% obtenido en las torres ácidas de absorción, se lleva, como hemos dicho, a los estanques de disolución, donde tiene lugar la tercera fase de procedimiento o sea la transformación del ácido nítrico en nitrato de calcio.

Existen cinco baterías de estanques de disolución instaladas en un edificio separado del resto. Cada batería comprende ocho estanques o celdas construidos con bloques de granito; estas celdas son de sección cuadrada de 1.50 m. de profundidad i cinco metros cúbicos de capacidad. En ellas se carga la piedra caliza o carbonato de cal i se convierte la disolución de ácido nítrico; la operación es continua i se conduce en forma semejante a la disolución del caliche en los cachuchos, es decir, se hace circular el disolvente de manera a tener siempre en contacto la caliza fresca con el ácido más debilitado o cargado de



Esquema de la Fabricación

Fig. 2

nitrato de calcio, i vice-versa, el ácido puro con la caliza más agotada. El producto de esta operación, que tiene lugar en frío, es una disolución acuosa de nitrato de calcio que contiene siempre una pequeña cantidad de ácido nítrico libre; se neutraliza éste, para evitar su acción corrosiva sobre los aparatos por donde debe pasar posteriormente, agregando a la disolución cierta cantidad de óxido de calcio hasta reacción alcalina, i se lleva la disolución alcalinizada a los aparatos de concentración.

Estos se componen (véase fig. 2), de un depósito inferior de fundicion, donde se vierte la disolucion por concentrar, de un tubo vertical de aluminio cuyo extremo inferior penetra en la disolucion i terminado en su extremo superior por un ensanchamiento en forma de pera; la pera comunica por intermedio de un tubo con una bomba para hacer el vacío, i por otro conducto comunica con un haz de tubos, encerrados en una envoltura metálica donde se inyecta vapor para calentar el haz de tubos; la estremidad inferior de éstos está sumergida en la disolucion contenida en el depósito inferior. La bomba hace el vacío dentro de la pera, la disolucion sube entónces por el primer tubo, llena la pera i pasa al haz de tubos calentados para volver al depósito inferior, estableciéndose de este modo una circulacion continua del líquido; durante esta circulacion la disolucion se calienta i va perdiendo el agua en forma de vapor que es aspirado por la bomba; se concentra hasta consistencia siruposa i en este estado se lleva a las bateas de solidificacion. Estas son bateas ordinarias de fierro, de seccion cuadrada de seis metros por lado por unos treinta centímetros de profundidad. En ellas se enfria i solidifica el nitrato de calcio que viene de los aparatos de concentracion en forma de caldo espeso.

El nitrato solidificado se muele i se coloca en los barriles de madera forrados en papel fuerte. Los barriles pesan 100 kgs. neto i el producto que encierran tiene la siguiente composicion:

Acido nítrico.....	50.21%	(Correspondiente
Cal.....	25.94 »	a 13% de ázoe)
Agua de constitucion.....	23.60 »	
Sílice.....	0.25 »	
	<hr/>	
	100%	

En la fig. 2 se da un esquema de las intalaciones de la fábrica de Notodden, i en él se puede seguir claramente la marcha de las diversas operaciones.

En efeeto, el aire insuflado por el ventilador *A* pasa al horno eléctrico *B*, donde tiene lugar la oxidacion del nitrógeno; los gases salen de *B*, pasan a la caldera *C* i al refrigerador *D*; de allí a la torre de oxidacion *E*; recorren en seguida las tres torres ácidas de absorcion *I*, *II*, *III*; el ácido nítrico producido en ellas se acumula en el depósito *F* i por un «montejus» *f* pasa a los estanques de disolucion *G*; la disolucion de nitrato de calcio en ellos obtenida va al estanque de neutralizacion *H*, de donde sale la disolucion neutralizada para ir al aparato de concentracion *K*, a la salida del cual el nitrato de calcio líquido es subido por el «montejus» *g* a las bateas de solidificacion *L*; el nitrato sólido pasa a los aparatos de molienda i cernidura i se recibe en barriles.

En el esquema se ven igualmente las torres alcalinas de absorcion *IV* i *V*, cuyo producto es una disolucion de nitrato de sodio que se acumula en el depósito *M* para pasar en seguida al aparato de concentracion *N*, por intermedio del «montejus» *m*. La disolucion concentrada de nitrito pasa a las bateas cristalizadoras *P*; las aguas madres se escurren al depósito *Q* i los cristales de nitrito de sodio pasan a una destiladera i a una centrífuga para secarse, i por fin a los barriles que han de llevarlos al mercado.

La fábrica de Notodden produce todavía nitrato de amonio, para lo cual emplea amoníaco del comercio i parte del ácido nítrico que ella misma fabrica. El procedimiento consiste sencillamente en neutralizar el ácido nítrico con agua amoniacoal, concentrar i hacer cristalizar la disolucion de nitrato de amonio obtenida.

Durante nuestra visita a Notodden, la fábrica producía normalmente:

30 toneladas de nitrato de calcio.

12 toneladas de nitrito de sodio.

13 toneladas de nitrato amonio cada 24 horas.

El carbonato de calcio necesario a la fabricacion del nitrato, viene trasportado hasta Notodden por via de agua, desde un yacimiento calizo, que explota la misma Compañía, cerca del puerto de Skjen.

En cuanto al número de operarios ocupados en la fábrica, se puede decir que para la fabricacion del ácido nítrico mismo se necesita solamente una docena de operarios, repartidos de la manera siguiente:

5 operarios en la sala de los hornos.

7 operarios en las torres de absorcion.

Se relevan a cada ocho horas i reciben un jornal que varia de 3.50 a 4 kronor (1 kronor = 13 peniques).

Las otras operaciones de la fabricacion: disolucion, concentracion, solidificacion, molienda i ensacadura del nitrato, trasportes, etc., ocupan mayor número de operarios.

Los tres productos finales de la fábrica se embarcan directamente en Notodden en los vapores de la Compañía que los conducen al puerto de Skjen.

La Compañía estudia actualmente la manera de preparar ácido nítrico concentrado para la venta; el principal obstáculo que ha encontrado para esto, es la falta de embalaje adecuado para trasportar dicho ácido; se espera, sin embargo, subsanar este inconveniente dentro de poco.

La enerjía eléctrica consumida por la fábrica de Notodden es suministrada por las plantas hidro-eléctricas de Svaelfos i Linfos; damos a continuacion una reseña de ellas:

La planta hidro-eléctrica de Svaelfos dista 5 kms. de Notodden, es tributaria del rio Tinn que pone en comunicacion los lagos Tinnsjö e Hitterdal. (Véase plano jeneral fig. 1).

Se han hecho diversas obras de regularizacion del rio Tinn, sobre las que volveremos mas adelante, i se completan actualmente, de modo que cuando estén terminadas, la planta de Svaelfos podrá disponer de un caudal mínimo de 90 metros cúbicos por segundo en el estiaje, i su potencia será constante de 40,000 HP.

La toma del agua comprende: un tranque de concreto sentado sobre el lecho granítico del rio, dos compuertas reguladoras del caudal de 4×2.10 metros movidas por un motor eléctrico que se puede comandar desde la estacion de fuerza; el mismo motor está igualmente comandado por un flotador, de manera a obtener una regulacion automática del caudal. Las creces son evacuadas por cuatro compuertas que cuando abiertas simultáneamente presentan un frente de escurrimiento de 68 metros; estas compuertas son del tipo llamado de «agujas», es decir, están formadas por numerosas vigas pris-

máticas de madera, colocadas verticalmente, i que se retiran a voluntad una a una.

A un lado de la toma se ha construido un canal destinado a la flotacion de maderas, que se practica en la mayoría de los rios de Escandinavia. Dicho canal de concreto i a cielo abierto en su primera parte, tiene 1.20 m. de ancho por 1.50 m. de profundidad, se prolonga en un túnel de 2 ms. de ancho i por fin termina en una canoa de madera montada sobre caballetes; dicho canal consume 3 a 4 metros cúbicos de agua por segundo, i puede dejar pasar 100 vigas por hora.

El tranque forma un pequeño lago, de donde arranca el canal de aduccion provisto de dos compuertas de 5 m. de abertura i de una reja coladora; el canal tiene para comenzar 115 metros de longitud a cielo abierto, 40 metros cuadrados de seccion i 1.1 por 1,000 de pendiente; se prolonga en un túnel de 520 metros de largo que trabaja a boca llena, para terminar en una cámara de agua de concreto de 6,800 metros cuadrados de superficie, de la cual arrancan cuatro grandes cañerías de presion que llevan el agua a la sala de máquinas. Cada cañería tiene 3.40 ms. de diámetro interior, puede dejar pasar 23 metros cúbicos por segundo i está provista en la boca de una reja coladora i de una compuerta movida por un winche eléctrico.

La casa de máquinas de 56 x 11 ms. está situada en el fondo de la barranca del rio, encierra cuatro turbo-alternadores de 10,000 HP. de potencia i dos grupos de excitatrices de 520 HP.

Las turbinas de las cuatro unidades son de la casa Voight, dan 250 revoluciones por minuto, trabajan con 6 ms. de aspiracion, i su rendimiento a plena carga es de 86%, segun determinaciones precisas hechas en la misma usina. Cada una de ellas está directamente acoplada a un alternador trifase de 105 toneladas de peso, 10,500 kilowatts de potencia, 10,000 volts, $\cos \Phi = 0.67$ construidos en Suecia por la casa Svenska Allemäna Elektriska.

La corriente de los alternadores es transmitida directamente sin transformacion hasta la fábrica de salitre de Notodden por cuatro filas de postes espaciados entre sí de 7 a 8 ms., sobre los cuales estan montados los 24 alambres de cobre de 120 mm cuadrados de seccion que forman la trasmision. Los postes son de madera en las rectas i de fierro en el vértice de los ángulos de la alineacion.

Todas las instalaciones de Svaelfos, incluso un millon de francos invertidos en los trabajos de regularizacion del rio, cuestan 5,120.000 francos; de modo que el caballo eléctrico instalado i trasportado hasta Notodden resulta a 128 francos.

La otra planta hidro-eléctrica que suministra enerjía a la fábrica de Notodden es la *Usina de Lienfos*; es igualmente tributaria del rio Tinn i dista tres kilómetros próximamente de Notodden (véase plano jeneral fig. 1). Dispone de una caída de 16.90 metros formada por un tranque de concreto que intercepta el curso del rio. El caudal de agua de que dispone es el mismo de la planta de Svaelfos, pues se encuentra sobre el mismo rio a 2½ kilómetros aguas abajo.

La casa de máquinas se encuentra al pié del tranque, i recibe el agua por intermedio de cuatro cañerías de presion de 3.50 m. de diámetro interior. Existen 4 turbo-alternadores de 5,000 HP. de potencia cada uno; por el momento

hai tres en trabajo i uno de reserva. Las turbinas. de la casa Voight, hacen 187 revoluciones por minuto i trabajan con 6 ms. de aspiracion; cada una está directamente acoplada a un alternador trifase, A. E. G. de:

10—11.000 volts.
 $\cos\Phi = 0.606$
 6,600 K V A
 4,000 Kw.
 50 períodos.

Para la excitacion hai dos turbo-jeneradores Voight A. E. G. de 400 HP. de potencia a 220 volts.

La enerjía eléctrica jenerada es trasmitida directamente a 10,000 volts hasta Notodden por 12 alambres de cobre de 120 m/m cuadrados de seccion, montados sobre dos filas paralelas de postes de madera i fierro.

Saaheim.—La nueva fábrica de salitre artificial de Saaheim está situada en el angosto valle del río Maane (véase plano jeneral fig. 1), que arroja sus aguas en el lago Tinnsjö.

Un ferrocarril eléctrico de trocha normal 1.45 m i de 16 kms. de longitud la une con el pequeño puerto de Rollag, sobre el lago Tinnsjö, unido a su vez al puerto de Tinnoset, en la estremidad sur del mismo lago, por una línea de ferry-boats: otro ferrocarril eléctrico de la misma trocha i de 31 km. de longitud va de Tinnoset a Notodden i asegura la comunicacion espedita entre Saaheim i el puerto marítimo de Skjen, separados por una distancia total de 138 kms. dividida en cuatro secciones como sigue:

Ferrocarril de Saaheim a Rollag.....	16 kms.
Ferry-boat de Tinnoset á Notodden.....	31 »
Ferrocarril de Rollag a Tinnoset.....	31 »
Vapor de Notodden a Skjen.....	60 »
Total.....	138 kms.

El servicio de trasportes entre Saaheim i Notodden corre a cargo de una compañía que depende financieramente de la compañía nitratera.

El ferrocarril eléctrico, cuyas dos secciones tienen en total una longitud de 47 kms. recibe la enerjía eléctrica de la planta de Svaelfos; aquí existen tres grupos de trasformadores destinados al servicio de traccion, que toman la corriente trifase a 10,000 volts de la central, i despues de doble trasformacion, entregan en forma de corriente monofase a 10,000 volts la enerjía necesaria al ferrocarril eléctrico. La doble trasformacion consiste:

1.º Baja del potencial de la corriente trifase primaria de 10,000 a 500 volts en trasformadores estáticos; i

2.º Transformacion de la corriente trifase a 500 volts producida por esos, en corriente monofase a 10,000 volts, con ayuda de trasformadores rotativos.

La trocha del ferrocarril es la normal de 1.45 m; las gradientes máximas alcanzan a 28 por mil; la línea de contacto del trolley, está mantenida sobre

postes de madera por suspension catenaria i recibe por intermedio de diversos feeders la corriente monofase a 10,000 volts jenerada por los trasformadores de Svaelfos.

Las locomotoras son automotrices, provistas de auto-trasformadores que reducen el voltaje de trabajo a 500 volts; llevan cuatro motores de 40 HP. cada una que transmiten el movimiento a los ejes de la automotriz por intermedio de engranajes.

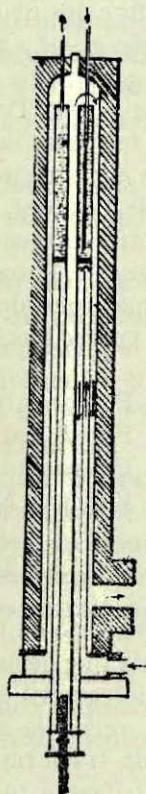
La fábrica de Saaheim se encuentra, como hemos dicho, en el valle del rio Maane, rodeada de una poblacion de obreros de mas de 5,000 personas adeptas a la fábrica directa o indirectamente (1).

En sus líneas jenerales i en la mayoría de los detalles el sistema de fabricacion del nitrato de calcio empleado en Saaheim es el mismo de Notodden, con la diferencia que las instalaciones de la primera son de capacidad mui superior a las de la última. Para no entrar en repeticiones haremos una descripcion somera de la fábrica de Saaheim deteniéndonos solo en sus características que la diferencian de Notodden.

Las tres fases de la fabricacion, es decir, la oxidacion del nitrógeno atmosférico, su trasformacion en ácido nítrico i por fin en nitrato cálcico, tienen lugaen otros tantos edificios separados.

La casa de los hornos, donde se efectúa la oxidacion del ázoe, encierra 72 hornos eléctricos del tipo Schönherr, de los cuales 48 en funcionamiento i 24 de reserva i 6 hornos Birkeland-Eyde, cuatro de ellos en marcha i dos de repuesto. La potencia de los primeros es de 600-1,000 Kw. i la de los últimos 3,000 Kw. en trabajo normal. Todos ellos constituyen las cuatro quintas partes de la dotacion completa de la fábrica; actualmente se prosigue con actividad la construccion de los hornos restantes, que entrarán a funcionar dentro de poco, completando la instalacion proyectada.

Los hornos Schönherr se componen esencialmente, como se ve en fig. 3, de un tubo vertical de acero dulce de 10 a 15 centímetros de diámetro i 5 a 7 de alto, cuya parte superior sirve de electrodo i está refrigerada con agua. Por la base de dicho tubo, i aislado eléctricamente de él, penetra el otro electrodo igualmente refrigerado con agua. El electrodo inferior está conectado con una de las fases de un sistema trifase a 10,000 volts, mientras la parte superior refrigerada del tubo está co-



Horno Schönherr
Fig. 3.

(1) Nota.—Es digno de notarse el interes que ha tomado la Compañía para suministrarle a sus operarios una vida confortable allí donde hace cuatro años no existia sino una que otra miserable vivienda de campesinos; al efecto, ha construido para ellos innumerables casitas de madera con ocho piezas cada una destinadas a recibir dos familias; todas las casas están provistas de

nectada a tierra. El arco voltaico estalla entre ámbos electrodos i alcanza gran longitud gracias a la corriente de aire que, penetrando por la parte inferior del tubo, lo sopla hácia arriba. El aire penetra al horno por su parte inferior, asciende en él i desciende rodeando el tubo central de acero dulce; se calienta en este trayecto de manera que cuando penetra al interior del mismo tubo por su base, para ponerse en contacto con la llama del arco, ya tiene una temperatura de 500 grados. Al ascender por el tubo central, la corriente de aire caliente toma un movimiento helizoidal i sopla el arco hácia arriba; en contacto con éste tiene lugar la combinacion del nitrógeno con el oxígeno, i el óxido nitroso en mezcla con un exceso de aire se escapa por la parte superior del tubo central, recorre el horno de arriba hácia abajo en contacto con la pared interior de la envoltura refractaria del mismo i viene a salir por un conducto lateral a una temperatura no superior a 750 grados.

El horno Schönherr en sí mismo es de construccion mas sencilla i económica que el horno Birkeland-Eyde, pero requiere en cambio un edificio mas alto, de modo que su costo final viene a ser comparable con el de este último. En cuanto a consumo de energía, rendimiento i manejo son igualmente satisfactorios al extremo que hasta ahora no se puede decir cuál de los dos tipos de horno sea mas ventajoso.

El aire para la alimentacion de los hornos Schönherr viene suministrado por una instalacion de cuatro ventiladores centrífugos que envian el aire a la sala de los hornos por una gruesa cañería de fierro.

La mezcla de gases nitrosos con aire en exceso que sale de los hornos se colecta en tres cañerías de fierro de gran diámetro, revestidas interiormente con material inatacable por los vapores ácidos, que la conducen a los aparatos de refrigeracion formados por una batería de tres calderas verticales i otros tantos refrigeradores de superficie con circulacion de agua.

El vapor jenerado por las calderas, gracias al calor de los gases, sirve principalmente en el proceso de concentracion de la disolucion final de nitrato de calcio.

Los gases refrigerados hasta una temperatura de 50 a 60 grados centígrados, pasan a las torres de oxidacion i por fin a las torres de absorcion.

El edificio que encierra las torres de absorcion comprende 6 baterías, compuestas cada una de cuatro torres ácidas i dos alcalinas, cuyas dimensiones, construccion i funcionamiento son idénticos a las de Notodden.

El ácido nítrico de 30% de concentracion que sale de las torres ácidas, se almacena en varias cubas de granito para ser distribuido a los estanques de disolucion, igualmente de granito. Dentro de estos estanques se carga automáticamente la piedra caliza contenida en tolvas colocadas directamente sobre aquéllos.

La piedra caliza viene desde Skjen, por vía de agua i ferrocarril; de este último se descarga dentro de unas tolvas que alimentan una batería de chancadoras Blake; éstas dejan caer el material molido dentro de las tolvas situa-

un magnífico servicio de agua potable, desagües i alumbrado eléctrico, que hacen hijiénica i agradable la vida en ellas. No diremos nada de las casas de administracion, de ingenieros i otros empleados, que reunen las comodidades del confort moderno i algunas son hasta lujosas.

das sobre los estanques de disolucion. De esta manera se obtiene la carga automática de dichos estanques con un mínimo de operarios.

La solucion de nitrato de calcio obtenida se lleva a los aparatos de concentracion que son del mismo tipo de los empleados en Notodden. El caldo de consistencia siruposa se conduce por una cañería calentada al vapor a los aparatos solidificadores; éstos son cilindros metálicos huecos horizontales (de 1.50 m. de diámetro por 2 ms. de largo próximamente) animados de un lento movimiento rotativo i calentados interiormente al vapor. El caldo espeso de nitrato de calcio baña la superficie exterior del cilindro i queda adherido a él en forma de una capa de algunos milímetros de espesor. Esta capa adherente se seca en contacto con la superficie caliente del cilindro i se desprende de él al pasar frente a un cuchillo fijo que raspa la superficie del cilindro. La capa de nitrato líquido viene renovada continuamente sobre la superficie del cilindro i del lado opuesto donde se encuentra el cuchillo raspador. El nitrato sólido se desprende del cilindro secador en trocitos pequeños, se muele, cierne i embarrila en forma continua a medida que se va produciendo.

Un desvío del ferrocarril eléctrico entra al edificio de embarriladura, donde tiene lugar la carga de los trenes que han de conducir el nitrato al puerto de Skjen. Aquí se encuentran las bodegas, que reciben la produccion de las dos fábricas de Notodden i Saaheim, de las que sale el nitrato con destino a los diversos puertos europeos que lo entregan a los consumidores.

Saaheim produce igualmente nitrito de sodio derivado de las torres de absorcion alcalinas en forma semejante a lo espuesto mas arriba al ocuparnos de Notodden.

El consumo de nitrito de sodio es bastante restringido, de manera que la Compañía Noruega del Azoé ha debido fijar un límite de produccion para no exceder a la demandá; i es precisamente en vista de esto que ha establecido en Saaheim 4 torres de absorcion ácidas en cada batería, en vez de tres que existen en Notodden; de esta manera se logra absorber mayor cantidad de óxido nítrico en las torres ácidas en forma de ácido nítrico i se disminuye, en consecuencia, la cantidad del mismo gas que pasa a las torres alcalinas i por ende la cantidad de nitrito de sodio jenerado en ellas.

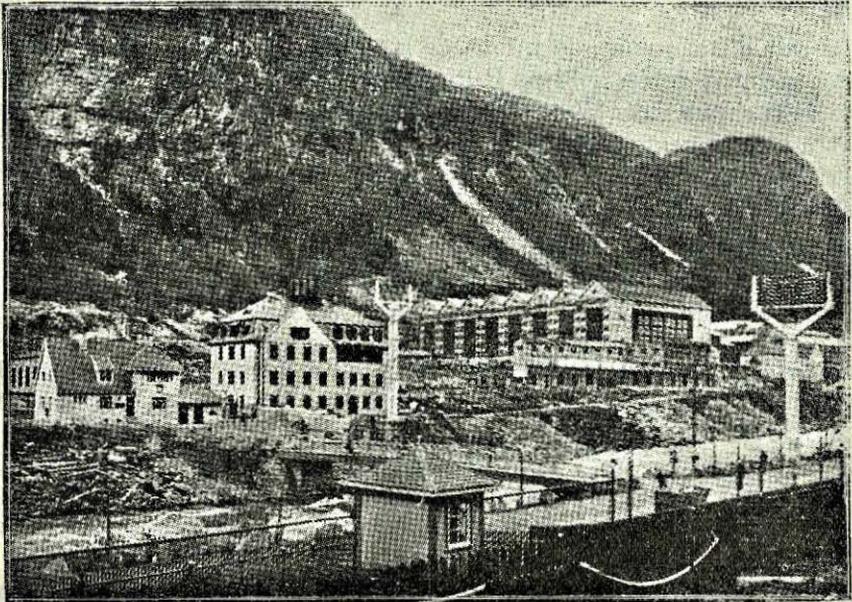
La fábrica de Saaheim ocupa unos 600 operarios en total i produce 150 toneladas de nitrato de calcio en 24 horas.

La enerjía eléctrica consumida en ella es suministrada por *la planta hidro-eléctrica de Rjukan I*, tributaria del rio Maane i situada 5 kilómetros aguas arriba de la primera. Utiliza el caudal total del rio con un gasto mínimo regularizado de 47 metros cúbicos por segundo; la caída bruta disponible en la usina es de 296 ms. i la caída útil en las turbinas, despues de deducir todas las pérdidas de carga, es de 276 metros.

Ella representa solamente la mitad de la caída total aprovechable del rio Maane, que es de 560 metros sobre 9 kilómetros de curso; se inicia actualmente la construccion de otra usina para utilizarla toda; esta nueva usina se llamará Rjukan II i tendra una potencia comparable a la de Rjukan I. Ambas reunidas tendrán una potencia superior a 250,000 HP.

Antes de empezar la construccion de las plantas hidro-eléctricas, la Compañía emprendió la regularizacion del rio Maane, cuyo caudal mui variable

descendía hasta 7 metros cúbicos por segundo en el estiaje. Al efecto, ha construido un gran tranque de 12 ms. de altura que cierra el desagüe del lago Moswand (véase plano jeneral, fig. 1), de donde nace el rio Maane formando



Fábrica de nitrato de Rjukan

una reserva de 800 millones de ms. cúbicos; gracias a esta reserva ha sido posible asegurar un caudal mínimo de 47 metros cúbicos por segundo para el servicio de las usinas hidro-eléctricas de Rjukan. El rio Maane despues de pasar por ellas, desagua en el lago Tinnsjö sobre cuyo desaguadero se ha establecido otro tranque de 4 metros de altura, el que forma una represa de 215 millones de metros cúbicos, con el cual se regulariza el caudal del rio Tinn que alimenta las usinas de Svaelfos i Lienfos, descritas mas arriba.

Actualmente se persiguen los trabajos de regularización de esta hoyo, estableciendo tranques en los desaguaderos de otros lagos tributarios del lago Tinnsjö con el propósito de aumentar a noventa metros cúbicos por segundo el caudal mínimo del rio Tinn que en la actualidad descende hasta 50 metros cúbicos por segundo.

El conjunto de las obras de regularizacion emprendidas en esta hoyo, cuando estén terminadas, formarán una reserva total de 1,500 millones de metros cúbicos, i el valor total de dichas obras ascenderá a unos tres millones de francos, o sea unos fr. 0.002 por metro cúbico de represa.

Volviendo a la descripcion particular de la usina de Rjukan I, decíamos que ella utiliza una caída bruta de 296 ms. la que se ha obtenido construyendo un canal subterráneo en la roca, de 4,250 ms. de longitud, que partiendo del lago Toswand corre paralelamente al antiguo cauce del rio para desembocar en una cámara de agua situada a proximidad de la usina. Dicho

canal de aduccion en túnel tiene 26 metros cuadrados de seccion i 2. 1 por mil de pendiente.

De la cámara de agua arrancan hácia la usina 10 cañerías de presion, de acero, cuyo diámetro varia de 1.20 a 1.55 m.; el espesor mínimo de sus paredes es de 10 m/ms. i aumenta en 5 m/ms. por cada 175. ms. de lonjitud de la cañería.

La sala de máquinas, de 131 ms. de largo por 18 ms. de ancho, encierra 10 grandes turbinas dobles del tipo Pelton, cinco de la casa Voight (Heidenheim) i cinco de la casa Escher Wyss (Zürich); cada una tiene 14,500 HP. de potencia i está directamente acoplada a un doble alternador trifase de 10,000 volts, 50 períodos, 16,800 K V A, $\cos = 0.6$. Cinco de los alternadores han sido suministrados por la casa Brown Boreri i los otros cinco por la casa Swenska Allemäna Elektriska de Suecia.

La excitacion de los 10 alternadores está alimentada por corriente continua a 220 volts jenerada por otros tantos dinamos montados sobre el mismo árbol de las unidades.

La potencia normal de la central, trabajando a plena carga, es de 99,000 Kilowatts o sean 132,000 HP., i es hasta la fecha la planta hidro-eléctrica mas grande del mundo.

Durante nuestra visita, la usina trabajaba a una potencia de 87,000 Kw., con todas sus unidades en movimiento, porque aun no está terminada en Saaheim, la instalacion de los hornos eléctricos que deberán consumir el resto de la enerjía.

La enerjía eléctrica es trasmitida a Saaheim, sin trasformacion, por una línea de 5 Kms. de lonjitud, formada por 60 cables montados sobre 5 hileras de torres de fierro enrejadas.

Los cables son parcialmente de aluminio i de cobre; se ha empleado el cobre en los tramos largos en virtud de su mayor resistencia a la traccion, i para el resto se ha empleado el aluminio. De los 5,000 ms. de que forman la lonjitud total de la línea, 1,700 metros son de cobre, el resto de aluminio. La seccion de los cables de cobre es de 150 m/m cuadrados, la de los cables de aluminio, 300 m/m cuadrados.

La Compañía Noruega de Azoe i Fuerzas Hidro-Eléctricas tiene en construccion o en proyecto las siguientes centrales hidro-eléctricas, cuya enerjía utilizará posteriormente en la fabricacion de nitratos:

Rjukan II, 130,000 HP., en construccion.

Vamma, 60,000 HP., en construccion.

Tynn, 80,000 HP., en proyecto.

Matre, 80,000 HP., en proyecto.

Hasta ahora no se han tomado resoluciones definitivas respecto a la construccion de las fábricas de nitrato que han de utilizar la enerjía de estas plantas hidro-eléctricas; probablemente se espera para ello conocer los resultados de ciertas esperiencias que se hacen actualmente en Notodden, en el sentido de simplificar el procedimiento de absorcion del óxido nítrico.

El procedimiento en prueba consiste, segun hemos podido informarnos, en

la absorcion directa de los gases nitrosos, que salen del horno eléctrico, por la cal viva a una temperatura de 300 a 400 grados. Con el empleo de este procedimiento se simplificarían mucho las instalaciones de la fábrica, pues quedarían suprimidas las torres de absorcion, lo que significa una fuerte economía en el costo de construccion de la misma; se agrega que la absorcion del óxido nitroso es completa en el nuevo procedimiento, sin pérdida de ninguna especie, lo que representa otra ventaja sobre el procedimiento en uso.

Resumiendo, tenemos que la Compañía Noruega del Azoe i Fuerzas Hidro-Eléctricas, dispone en la actualidad de:

187,000 HP.

para la fabricacion de salitre artificial en sus dos fábricas de Notodden i Saaheim, lo que equivale a una capacidad productora anual de:

$$187,000 \times 0.6 = 112,000 \text{ toneladas}$$

de nitrato de calcio (1)

Cuando entren a funcionar las fábricas que se proyectan para utilizar la energía de las plantas hidro-eléctricas de Rjukan II, Vamma, Tynn i Matre, cuya potencia acumulada será de:

350,000 HP.

la Compañía aumentará su capacidad productora anual en:

$$350,000 \times 0.6 = 210,000 \text{ toneladas}$$

o sea su capacidad productora total será de:

322,200 toneladas

de nitrato de calcio al año.

No se puede precisar cuándo entrarán a producir las fábricas en via de ejecucion o en proyecto, pero se estima que dentro de un plazo de seis años estarán todas en funcionamiento.

Estas fábricas, como asimismo las ya existentes, no producirán solamente nitrato de calcio, fabricarán además nitrito de sodio, nitrato de amonio, ácido nítrico i otros compuestos nitrados; todos estos productos están incluidos en la capacidad productora total de (322,200 toneladas anuales) calculada, para mayor sencillez, en la suposicion que se fabrique solamente nitrato de cal.

Los productos nitrados i el ácido nítrico de las fábricas de salitre artificial, eliminarán casi por completo el empleo del salitre de Chile en la industria química.

(1) Se deduce de la esperiencia que un HP. al año puede producir 600 Kgs. de nitrato de calcio.

No existen en Noruega ni fuera de aquí otras fábricas de salitre artificial que empleen el procedimiento descrito; pero la Compañía Noruega del Azoé i Fuerzas Hidro-Eléctricas está en relacion con industriales de otros países que desean adquirir sus patentes para establecer fábricas de salitre artificial fuera de Noruega.

Para terminar, agregaremos que habia sido nuestra intencion incluir en este informe un estudio de las condiciones económicas de la industria del salitre artificial; al efecto, nos dirigimos a la oficina central de la Compañía Noruega del Azoé en Christiania, solicitando informaciones sobre costos de las instalaciones de energía eléctrica, de fabricacion, mano de obra, trasportes, etc., pero nos respondieron que no podian suministrarnos dichos datos de carácter estrictamente privado i sobre los cuales guardan absoluta reserva. Debo agregar, sin embargo, que me dieron toda clase de facilidades para visitar todos sus establecimientos i me permitieron observar en detalle la fabricacion del nitrato.

JUAN BLANQUIER,
Ingeniero de Minas.



Método hidráulico de relleno en las minas de carbon

Hemos tenido oportunidad de conocer este sistema de relleno en la mina «Shultzer» de la casa Krupp, en Essen, i lo describiremos tal como se aplica allí.

La mina Shultzer explota un manto carbonífero que se estiende debajo de la ciudad de Essen a una profundidad media de 360 ms. El espesor del manto varia de 0.50 m. a 1.20 m. i tiene 20° de inclinacion respecto del horizonte.

El manto ha sido cortado a la profundidad indicada con un pique de seccion circular de 5.50 m. de diámetro por el cual se hacen los diversos servicios de la mina incluso la estraccion con ayuda de dos potentes máquinas de estraccion a vapor.

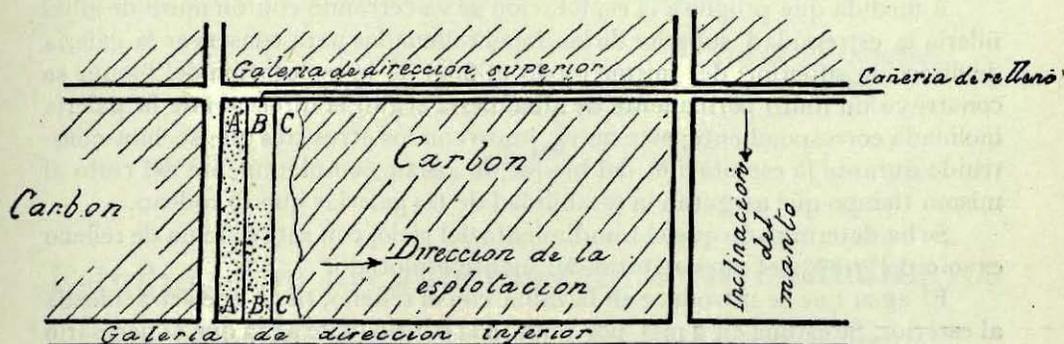
Dentro del manto se han labrado galerías de direccion a diversos niveles, comunicadas entre sí por galerías trazadas segun la máxima pendiente del manto, de manera a dividirlo en bloques paralelepípedicos de 200 ms. de largo por 100 ms. de ancho.

La explotacion de estos bloques se hace por fajas paralelas de 6 metros de ancho que se van trasladando segun la direccion del manto de una galería inclinada a otra, como se indica en Fig. 1.

Con referencia a esta figura tenemos: AA faja rellena, BB faja durante el relleno, CC faja en explotacion.

Durante la explotacion de una faja se sostiene el cielo por medio de pilares de madera i el carbon que se estraee en toda la lonjitud de la faja en explotacion

viene trasportado a la galería de dirección inferior por medio de un mecanismo sencillo que consiste en una canoa de fierro colocada paralelamente al frente de ataque, de la misma longitud de éste, i animada de un movimiento oscilatorio de vaiven segun su eje longitudinal. El movimiento le viene trasmitido por



intermedio de un escéntrico i una biela movidos por un pequeño motor eléctrico: la canoa misma se apoya de distancia en distancia sobre travesaños provistos de pequeñas ruedas que corren sobre rieles i que guían a la canoa en su movimiento de vaiven. La instalacion de la canoa i sus accesorios es fácilmente trasportable i va siguiendo al frente de ataque en su movimiento de traslacion. El carbon arrancado, se carga en la canoa de fierro i gracias al movimiento oscilatorio de ésta, se va deslizando paulatinamente hasta la galería de dirección donde se le recibe directamente en las vagonetas que lo conducen al pique de estraccion.

Terminada la explotación de una faja que supondremos que sea la AA de Fig. 1, se establece un muro de albañilería a lo largo de la galería inclinada i otro en la estremidad inferior de la faja explotada en el sentido de la galería de dirección: estos muros de albañilería tienen por objeto conservar i mantener espeditas dichas galerías. Al mismo tiempo se ha seguido con la explotación de la faja BB; se retiran en seguida los pilares de madera que sostenian el cielo de AA i se establece entre las dos fajas AA i BB un muro provisional de madera constuido con piés derechos i cubierta de tablas. Se coloca en la estremidad superior de la faja explotada AA la cañería que conduce el material de relleno i se le deja escurrir; éste consiste en material estéril (tierra, escoria, etc.), molido i mezclado con igual volúmen de agua, de suerte que se escurre fácilmente i rellena regularmente los huecos al mismo tiempo que el agua se escapa al traves del muro de madera i cae a la galería de dirección inferior, por ella se escurre hasta un estanque colector de donde viene achicada al exterior.

El relleno obtenido de esta manera es tan perfecto, que cuando se ha terminado la explotación de la faja BB se puede retirar el muro provisorio de madera sin que se derrumbe aquél.

Para rellenar la faja BB se procede a establecer el muro de albañilería en su estremidad inferior, se coloca el muro provisorio de madera entre las fajas BB i CC, se retiran los pilares que sostenian el cielo de la primera durante la es-

plotacion, se coloca la cañería de aduccion que conduce el material de relleno en la estremidad superior de la faja, i se deja escurrir dicho material hasta obtener el relleno completo de la misma; se repite la misma operacion hasta terminar la esplotacion del bloque.

A medida que progresa la esplotacion se va cerrando con un muro de albañilería la estremidad superior de las fajas rellenas para conservar la galería de direccion superior; del mismo modo al final de la esplotacion del bloque se construye un muro permanente de albañilería segun la direccion de la galería inclinada correspondiente; este muro, junto con los otros tres que se han construido durante la esplotacion del bloque, lo aislan completamente del resto al mismo tiempo que aseguran la estabilidad de las galerías que lo rodean.

Se ha determinado que el hundimiento del cielo, con este sistema de relleno es solo del 7-8% del espesor total del manto esplotado.

El agua que se introduce en la mina con el relleno, tiene que ser achicada al exterior. Se estima en 2 ms³ por minuto la cantidad de agua que es necesario agotar mientras se practica el relleno hidráulico.

El sistema de esplotacion i relleno descritos permiten esplotar en condiciones económicas el manto hasta un espesor mínimo de 0.50 m.

El material de relleno viene del exterior por cañerías de acero duro al manganeso de 13 cm. de diámetro i 18 m/m. de espesor. Estas cañerías están sometidas a un fuerte desgaste sobre todo en las curvas, i se les renueva cuando han dejado pasar unas 180,000 toneladas de material.

En la superficie a proximidad de la boca del pique se ha construido un establecimiento de molienda para preparar el material de relleno. El establecimiento comprende un gran depósito de unos 500 ms³ de capacidad donde se reciben todos los desperdicios i escorias de los talleres i fundiciones de Krupp, que vienen conducidos en carros de ferrocarril que descargan automáticamente su contenido en el depósito. Este último está provisto en su parte inferior i lateralmente de una serie de puertas que descargan el material sobre un transportador mecánico que pasa delante de ellas. El transportador se vacia en un tromel clasificador que deja pasar los trozos menores de tres centímetros, mientras que los mayores son recibidos por otro transportador que los conduce a los aparatos electro-magnéticos donde se separan los pedazos de fierro que vienen mezclados con el material estéril. Esta separacion del fierro tiene el doble objeto de evitar el deterioro de los aparatos de molienda i recuperar una cantidad importante de fierro que se vuelve a utilizar.

A la salida de los aparatos electro-magnéticos, el material pasa por una serie de aparatos de molienda i clasificacion: chancadoras, cilindros i tromeles, hasta quedar totalmente reducido a trozos menores de tres centímetros. Este material molido, junto con el que se ha separado al principio de la operacion, viene mezclado con igual volúmen de agua, de manera a formar un caldo espeso que alimenta las cañerías que van al interior de la mina.

La instalacion de molienda i de las cañerías de conduccion del material se ha hecho a un costo elevado que asciende a 1.000,000 de marcos próximamente; sin embargo, esta costosa instalacion está por demas justificada puesto que en primer lugar se obtiene un relleno muy perfecto de los huecos, cosa primordial en el caso de la mina Shultzter por estenderse debajo de una ciudad

importante, donde los hundimientos del suelo por pequeños que fueran acarrearían grandes perjuicios para los edificios; en segundo lugar, la introducción del método de relleno hidráulico ha acarreado una reducción importante en el costo de explotación i esta economía es tanto más importante cuanto que la producción diaria de la mina asciende a 1,800 toneladas de carbón.

JUAN BLANQUIER,
Ingeniero.



Estudio sobre los minerales de fierro escandinavos

LOS MERCADOS DE ESPORTACION DE LOS MINERALES SUECOS

Esportacion de los minerales suecos

Los minerales de fierro extraídos de las diversas minas suecas continúan siendo esportados en su mayor parte i esta esportacion, comparada con la producción total, guarda la proporción siguiente:

1905.....	75.98 %
1906.....	81.31 »
1907.....	78.60 »
1908.....	77.53 »
1909.....	82.46 »

con un término medio de 79.09%.

Si consideramos las cantidades absolutas esportadas, llegamos a las siguientes cifras, según los datos de la *Severiges officiella statistik* (para 1909 i 1910, datos del *Gernkontoret*):

1905.....	3.316,626 toneladas
1906.....	3.651,218 »
1907.....	3.521,717 »
1908.....	3.654,268 »
1909.....	3.196,453 »
1910.....	4.434,805 »

La disminución de 1907 sobre 1908 se explica por las dificultades pendientes en esta época entre el estado sueco i la mina de Kirnavara debidas a los trasportes de los minerales de esta mina; la de 1909 sobre 1908 tiene por única causa la huelga del verano. El año de 1910 presenta, por el contrario, un considerable aumento de las esportaciones, o sea, 1.230,259 toneladas sobre 1909 (38,39%) i sobrepasa en 780,513 toneladas la producción máxima de 1908.

La repartición de las diversas esportaciones segun los países destinatarios es la que apuntamos en seguida; los minerales que figuran como correspondientes a Noruega son los que fueron puestos en *stock* en Narvik sin ser nuevamente despachados durante el año:

	1907	1908	1909
Alemania i Austria (par transit).....	2,710,692	2,918,729	2,519,048
Inglaterra.....	446,635	450,014	407,855
Bélgica.....	112,153	79,768	89,062
Países Bajos.....	127,869	29,657	27,273
Noruega.....	70,419	109,676	.....
Francia.....	26,252	39,521	24,498
Finlandia.....	16,303	15,694	7,166
Canadá.....	2,709	11,140	.....
Estados Unidos.....	8,410	.....	121,139
Rusia.....	275	.....	.....
Dinamarca.....	.....	69	10
Japon.....	.....	.....	2
	3,521,717	3,654,268	3,196,453

Las cifras de 1909 están falseadas, sin embargo, por el hecho de que todos los *stocks* existentes en Narvik durante la huelga, fueron incluidos en la línea Noruega de los años precedentes, sin ser tomados nuevamente en cuenta en la estadística.

La casa Müller, de Rotterdam, considerando esta circunstancia, hace subir el total de las esportaciones de minerales suecos a 3,387,343 toneladas, mientras que, para los años precedentes de 1907 i 1908, las esportaciones reales, a consecuencia de la acumulacion en *stock* en Narvik, no habrían sido sino de 3,467,294 i 3,544,701 toneladas. La repartición correspondiente a 1909, siempre guiándonos por los datos de la casa Müller, sería entónces:

Alemania i Austria.....	2,653,781 toneladas
Inglaterra.....	460,276 »
Bélgica.....	111,062 »
Francia.....	27,898 »
América.....	127,128 »
Varios.....	7,398 »

Conviene hacer notar que en este cuadro se incluye el tonelaje de los Países Bajos del cuadro 1907-1909, en el de Alemania; en efecto, este tonelaje corresponde al de los minerales recibidos en parte por Amsterdam, con destinacion ulterior para los Altos Hornos alemanes.

En cuanto a la repartición segun los puntos de salida de los productos, es la siguiente atendiendo al Jernkontoret, con la advertencia de que bajo la

rúbrica de Noruega se comprenden los minerales que en el mismo año han pasado la frontera de Riksgraensen.

	1907	1908	1909	1910
Noruega.....	1.456 733	1.660,418	1.372,282	2.113,715
Lulea.....	1.099 600	1.145,300	1.035,050	1.220,000
Oxelösund.....	834,049	709,602	635,113	883,087
Helsingborg.....	45,048	54,099	60,395	72,305
Gefle.....	51,153	52,143	49,862	65,174
Stockholm.....	16,356	16,224	34,279	60,733
Vesteras.....	16,203	15,535		
Morrköping.....	1,240	10		
Göteborg.....	1,050	65	9,472	19,791
Söderköping.....	.....	825		
Malmö.....	285	47		

Pasemos sucesivamente en revista los diversos países importadores de minerales suecos, limitándonos a los más importantes.

I.—ALEMANIA I AUSTRIA

La Alemania queda siempre como el gran consumidor de los minerales suecos; en efecto, esas importaciones se estiman de la manera que sigue, comprendiendo las cantidades destinadas al Austria (datos de la casa Müller).

1905.....	2.481,320
1906.....	2.942,370
1907.....	2.857,853
1908.....	2.948,387
1909.....	2.653,781
1910.....	3.250,000 (cifra provisoria).

Puede constatarse cierta anomalía entre estas cifras y las obtenidas por la adición de los números correspondientes a Alemania y Países Bajos de los cuadros anteriores; ella se debe a la diferencia que resulta de considerar los puntos de salida en un caso, de los puntos de llegada en otro, como también a las pequeñas cantidades que pasan con destinación a la Bélgica.

La mayor parte llega por los puertos holandeses, especialmente por el de Rotterdam para la gran mayoría de productos destinados a pasar a Holanda, y solo eventualmente por el de Amsterdam. En efecto, el primero de estos dos puertos ha recibido los tonelajes de minerales suecos que se espresan a continuación, que han sido nuevamente despachados para la Alemania casi en su totalidad.

1905.....	tons.	1.683,828	o sea	67.8 %	} de las importaciones alemanas.
1906.....	»	1.983,602	»	67.3 »	
1907.....	»	1.814,892	»	63.5 »	
1908.....	»	1.610,360	»	54.6 »	
1909.....	»	1.531,632	»	57.7 »	
1910....	»	1.777,207	»	54.6 »	

Se puede observar una disminucion del porcentaje de 1905 a 1910, lo que se debe tanto al desarrollo del tráfico en el canal de Dortmund al Ems, contiguo a Emden, como tambien a consecuencia de la construccion de los nuevos hornos en las costas alemanas del Báltico i del Mar del Norte. Atendiendo a la reparticion segun la nacionalidad de los buques que efectuaron el transporte de minerales, el tonelaje de Rotterdam en 1909, se divide como sigue:

Bajo pabellón ingles.....	74,908 tons.	ó sea	5%
» » aleman.....	326,780 »	»	21 »
» » holandés.....	249,450 »	»	16 »
» » sueco.....	789,271 »	»	52 »
» » noruego.....	90,123 »	»	6 »
» » danés.....	1,100 »	»	.....

El de 1910:

Bajo pabellón ingles.....	9.859 tons.,	ó sea,	0.5%
» » aleman.....	313,194 »	»	17.6 »
» » holandés.....	292,626 »	»	16.5 »
» » sueco.....	1.045,060 »	»	58.8 »
» » noruego.....	116,453 »	»	6.6 »

En cuanto a la proveniencia segun los puertos de salida, una estadística calculada siempre para 1909, pero considerando solo 1.510,231 toneladas llegadas a Rotterdam, arroja los siguientes:

Narvik.....	812,760 tons.
Oxelösund.....	502,215 »
Lulea.....	171,835 »
Gefle.....	18,251 »
Nörrköping.....	5,170 »

El canal de Dortmund al Ems, del que acabamos de hablar, desde su apertura en 1900, ha permitido a las fábricas del grupo de Dortmund de abastecerse de materias primas en condiciones tan favorables como las del grupo de Duisbourg Ruhcort; el desarrollo del tráfico en este canal es continuo i, en los últimos años, las cantidades transportadas se han elevado respectivamente a las cifras siguientes:

1904.....	tons.	1.185,587	} de los que corresponde a los minerales:
1905.....	»	1,518,476	
1906.....	»	1,731,420	
1907.....	»	2,011,056	
1908.....	»	2,312,650	
1909.....	»	2,591,136	
		228,193 tons.	
		317,441 »	
		479,414 »	
		531,169 »	
		576,439 »	
		600,972 »	

Por otra parte, Emden recibió en minerales suecos los tonelajes que se espresan a continuacion:

1903.....	188,703	tons.
1904.....	165,507	»
1905.....	259,449	»
1906.....	408,841	»
1907.....	472,210	»
1908.....	588,802	»
1909.....	509,563	»
1910.....	802,510	»

Provenian directamente de los puertos suecos 170,000, 182,593 i 151,778 toneladas en 1907—1909; el resto venía de Narvik. Una parte era consumida por los altos hornos de Emden; en cambio, la gran mayoría era destinada a Westfalia i enviada por la via de agua.

En lo que se refiere a los años de 1907—1908—1909, las estadísticas comerciales alemanas dan, para los minerales suecos recibidos en las usinas de la cuenca Rhin, Westfalia, los tonelajes siguientes, segun la manera de transporte empleada:

	1907	1908	1909
Por agua.....	1.784,176	1.736,600	1.494,257
Por ferrocarril.....	570,434	402,087	633,080
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	2.354,610	2.138,687	2.127,337

En 1904, 1905 i 1906 los tonelajes de minerales suecos llegaron a 1.610,530, 1.862.429 i 2.395,311 toneladas, respectivamente.

El grupo de establecimientos de Duisbourg sigue siendo siempre el que importa las mayores cantidades de mineral de esta proveniencia; i haremos notar que este grupo se encuentra en condiciones excepcionalmente favorables para recibirlas, a causa de su situacion en las orillas mismas del Rhin; los ocho establecimientos que constituyen este grupo, a saber Krupp (Rheinhausen), Deutscher Kaiser, Rheinische Stahlwerke, Gelsenkirchener (Schalke—Vulkaue), Niederrheinische Hütte, Gutehoffnungshütte (Sterkrade), Phoenix (Laar), Aktiengesellschaft für Hiirttenbetrieb Duisburg, Mederich, consumieron cantidades de mineral sueco que alcanzaron a las cifras siguientes:

1908.....	1.475,516	tons.
1909.....	1.468,026	»

Mientras que en 1905 el consumo no llegó mas que a 933,151. Para estas mismas ocho fábricas, que en 1908—1909, habian consumido en total 5.887,833 i 6.611,213 toneladas de mineral, del que correspondia al mineral sueco el 25.05% i 22.20%; el porcentaje de importacion sueca sufrió una disminucion

muy considerable a consecuencia de la suspensión de una parte de los envíos durante la huelga del verano. Con respecto a la Westfalia entera, los establecimientos nombrados tomaban en 1908 i 1909 el 68, 63% i el 69 % de sus importaciones suecas, del consumo total del mismo distrito en mineral de fierro de diversas proveniencias, total que alcanzó a 10.014,025 i 114.8889,15 tons., esas usinas consumían respectivamente 58.79% i 57, 54%

Bajo el punto de vista de los precios, la mayor parte de las entregas continúan efectuándose segun los grandes contratos de ventas a plazo con las bases de 16.25 marcos, variable segun el precio de las fundiciones, i 15,75 fija, contratos que espiran en 1914 i 1917 i que nosotros hemos indicado en nuestro estudio de 1908. Transacciones complementarias importantes se han jestionado recientemente pero con precios de base mas elevado, o sea, 18 marcos, siempre para minerales cuya lei fuera de 60% de Fe i 1 de fósforo; este aumento se debió en gran parte al desarrollo adquirido por los envíos de las minas laponas hácia la América, i a una situacion un poco mas favorable del mercado siderúrgico.

Los otros minerales de fierro de Suecia consumidos en Alemania están destinados, sea a los hornos situados en la costa del Báltico como en Lübeck i en Kratzwieck, sea a los establecimientos silesianos. Los puertos de internacion son los de Lübeck, Stettin i Danzig i accesoriamente algunos otros para tonelajes muy pequeños.

Los altos hornos de Lübeck, que son de reciente construccion, reciben exclusivamente minerales extranjeros i el puerto de Lübeck ha recibido, en particular, de Suecia los tonelajes que se espresan mas abajo, segun los diversos puertos de salida (datos del consulado sueco de Lübeck):

	Lulea	Oxelösund	Gefle	Total
1907.....	26,000	10,000	3,000	39,000
1908.....	31,000	10,000	.....	41,000
1909.....	33,000	11,000	.....	44,000
1910.....	24,000	11,000	1,600	36,600

cifras a las que habria que agregar, para 1909 i 1910, 4 i 6,000 toneladas de proveniencia noruega.

Los otros dos últimos puertos alemanes importadores de minerales de fierro sueco que nos resta considerar, son los de Stettin i Danzig, puertos de desembarco principalmente para los minerales destinados a los altos hornos de Silesias alemana i austriaca. En la proximidad de Stettin, i formando parte de sus estadísticas, se encuentran los altos hornos de Kratzwieck que se abastecen igualmente de minerales suecos u otros, siendo conducidos estos productos por navíos que vienen a atracar directamente a los pontones de las fábricas.

De los dos puertos citados mas arriba, Danzig es el que importa en menores cantidades. Los tonelajes totales no fueron, en efecto, en 1906-1910 sino de

187,374, 105,439, 136,733, 101,632 i 132,787 toneladas, de las que $\frac{1}{4}$ corresponden a Gefle i $\frac{3}{4}$ a Lulea para 1909.

Stettin es mucho mas importante; ha recibido en los últimos siete años las cantidades siguientes de minerales suecos, principalmente de Lulea i Oxelösund:

1903.....	317,704 toneladas
1904.....	425,162 »
1905.....	326,524 »
1906.....	370,415 »
1907.....	420,364 »
1908.....	422,448 »
1909.....	404,376 »
1910.....	455,063 »

Por otra parte, es un puerto en que los minerales suecos constituyen la parte preponderante de la importacion; de los totales jenerales para los años de 1908, 1909 i 1910 de las importaciones (sin comprender las piritas calcinadas) que alcanzaron a 543,748, 491,959 i 568,897 toneladas, la Suecia suministró 77.6%, 82.1% i 80.0%; de estos totales de 1908 i 1909, 154,000 i 160,000 toneladas pasaron a los altos hornos de Kratzwieck, de las que 60 a 70,000 fueron de proveniencia sueca; el resto, o sea 389,000 i 330,000 toneladas fué destinado a ser enviado a la Silesia, sea por ferrocarril o por vias de agua.

Los dos cuadros de mas abajo muestran la reparticion de las esportaciones de minerales de fierro, segun estos dos medios de trasportarlos desde Stettin en los últimos siete años:

	Por ferrocarril	Por vía de agua
1903.....	214,747	58,906
1904.....	251,232	57,334
1905.....	229,040	74,048
1906.....	262,318	93,313
1907.....	295,155	122,920
1908.....	182,311	207,707
1909.....	62,654	269,529

Se observa, pues, una disminucion mui considerable en los envíos por ferrocarril en estos últimos dos años, debida a la competencia hecha por los buques del Oder canalizado, en los trasportes de materias pesadas hácia la alta Silesia.

El distrito siderúrgico de esta rejion de la alta Silesia consume cantidades importantes de minerales de fierro suecos; como no lo hemos estudiado en nuestra memoria de 1908, nos estenderemos un poco mas detenidamente sobre él.

La produccion de fundicion de sus altos hornos ha sido la siguiente en los últimos nueve años, cifras que damos juntamente con la cantidad de carbon (coke) por mil en kilógramos:

	Produccion		Mineral (toneladas)	Escorias (toneladas)
	En toneladas	Carbon por mil en kgs.		
1901.....	641,726	1,294	1.042,533	337,609
1902.....	685,450	1,214	1.099,381	372,061
1903.....	748,581	1,139	1.138,873	399,929
1904.....	825,942	1,132	1.227,467	432,522
1905.....	861,156	1,167	1.251,381	479,960
1906.....	901,306	1,188	1.333,872	458,009
1907.....	939,045	1,247	1.421,402	480,151
1908.....	927,504	1,212	1.369,794	508,097
1909.....	849,776	1,184	1.267,854	426,058

En los minerales está comprendida una parte importante de las piritas calcinadas (181,245 toneladas en 1909).

La fundicion producida fué de las clases siguientes, en 1909:

Fierro para moldeo.....	70,453 toneladas, o sea 8.3%
Bessemer.....	25,025 » » 3.0 »
Thomas.....	276,106 » » 32.5 »
Martin, Spiegel.....	156,784 » » 18.4 »
Ferromanganeso, ferrosilicio.....	
Fierro de puldeo.....	321,408 » » 37.8 »

La produccion de las minas de fierro de la rejion no alcanza a alimentar su industria; en efecto, esa produccion queda indicada por las siguientes cifras:

1901.....	457,126 toneladas
1902.....	428,132 »
1903.....	369,189 »
1904.....	337,396 »
1905.....	314,955 »
1906.....	244,863 »
1907.....	282,515 »
1908.....	263,745 »
1909.....	233,968 »

Como se ve, la produccion disminuye de una manera mui sensible; es necesario, pues, recurrir a cantidades proporcionalmente mayores de año en año de minerales extranjeros o de las rejiones vecinas; son éstos en primer lugar las magnetitas de Schmiedeberg, en el Riesendebirge (baja i media Silesia), los minerales hullíferos de Waldenburg, i, sobre todo, las magnetitas de Suecia i Noruega (éstas últimas en parte bajo la forma de briquetas del Salangen), mi-

nerales espáticos de Styria o Hungría (distritos (1) de Zips y Gömör), minerales de Krivoi-Rog i pequeñas cantidades de mineral de la Polonia Rusa.

La repartición de los minerales importados, en toneladas, se hace como sigue:

	1906	1907	1908	1909
Suecia i Noruega.....	274,242	261,667	238,162	215,867
Rusia.....	139,655	281,283	246,396	238,581
Hungría.....	186 301	201,212	211,854	102,943
Austria.....	95.511			78,664
Diversos.....	.....	5,708	7,222	6.419
Total.....	595.709	749,870	702,634	642.474

La parte correspondiente a Suecia i Noruega representa, entónces, los porcentajes siguientes:

1906.....	35.5%
1907.....	34.9 »
1908.....	33.9 »
1909.....	33.6 »

Esta proporción es, pues, casi constante; todavía los minerales noruegos no entran en estos números sino en una proporción insignificante; pero, sin embargo, ellos podrán aumentar considerablemente durante los años próximos, a consecuencia de la habilitación del Salangen.

El precio de venta de los minerales suecos en la Silesia alemana es bastante elevado; así, se han pagado minerales de Gellivare puestos en las fábricas compradoras, Cj. con base de 60 de Fe por 1 de Ph. a razón de 24.50 marcos en 1906 i de 25 a 26 en 1907; en 1909 i 1910 los precios se mantuvieron al rededor de 23 marcos; los gastos de transporte desde los puertos de desembarque hasta las fábricas son, en efecto, elevados a causa de las distancias considerables que se presentan.

Hai que calcular alrededor de 8 marcos de gastos desde la llegada del buque al puerto, cantidad que se descompone como sigue:

Descarga.....	0.40
Transporte por ferrocarril.....	7.60

(tarifa especial para los minerales de los Altos Hornos de Stetten a Benthen).

(1) El orijinal frances dice: comitats, por referirse a divisiones administrativas del territorio de Hungría, especiales i únicas de este país.

En cuanto a los fletes desde los puertos ordinarios de embarque, se puede decir que se han tenido para Stetten las cifras siguientes (en chelines):

AÑOS	Narvik	Lulea	Oxilösund
1907.....	5/6	4/9	3/3
1908.....	5/6	4/9	3/3
1909.....	5/	4/6	3/3
1910.....	5/ a 5/3	4/6 a 4/7.5	3/3 a 3/1.5

lo que, reducido a marcos, daría para los gastos a partir del puerto de embarque la suma de 13.25 a 13.75 para el mineral de Kiruna (con 5/3), de 12.60 a 12.85 para Gellivare i Koskullskelle (con 4/7.5) i 11.25 para Grängesberg, con 3/3). Si referimos las cifras para los minerales lapones a las que nosotros dimos en nuestro estudio de 1908 como precios de costo calculados para los años de 1910 a 1937 de los minerales de Kirunavara salidos de Narvik: 5.60 a 6.10 coronas (o sea, 6.22 a 6.77 marcos) i de Gellivare a Lulea 5.25 a 5.54 coronas 5.83 a 6.11 marcos); i si a estas cifras se agrega 0.18 coronas por gastos de administracion jeneral de las minas laponas (0.20 marcos), se llegaría a los precios de costos actuales de Benthen, que son:

Para Kirunavara.....	19.65
Para Gellivare.....	18.65

sin gastos de comision. Estos precios son bastante elevados, pero no por esto no quedaria siempre, en vista del estado del mercado, un ancho márgen de beneficios para las minas de la Laponia.

Para el punto de Dautzig, las condiciones serian sensiblemente análogas. Ademas, el empleo de la via fluvial disminuiría los precios precedentes (para Stetten), en una cantidad apreciable.

Bajo el punto de vista de los fletes, damos mas abajo los promedios para los años de 1907-1910 i para los puertos de destinacion de Emden i Rotterdam, a partir de los tres grandes puertos de Oxelösund, de Lulea i Narvik:

AÑOS	Narvik	Oxilösund	Lulea
1907.....	4/9	4/1,5 a 4/3	5 a 5/3
1908.....	4/9	4/1,5 a 4/3	5 a 5/3
1909.....	4/3	4/1,5 a 4/3	5 a 5/3
1910.....	4/3 a 4/7.5	4/ a 4/3	5 a 5/3

Estos son precios mui reducidos debidos tanto a la crisis actual de los fletes

como a las condiciones mui favorables de embarque que ofrecen los puertos de Lulea i Narvik.

Una cuestion que no ha sido resuelta todavía i que podrá tener su influencia sobre el aprovisionamiento de los mercados alemanes de minerales de fierro suecos, aunque los yacimientos de Laponia no tengan nada que temer por este capítulo en vista de las cláusulas de su contrato con el Estado, es la de la renovacion del tratado de comercio sueco-aleman que debia espirar el 31 de diciembre de 1910; las negociaciones entabladas en el sentido de su renovacion no habian llegado aun a resultados definitivos a fines del año 1910 i los dos Gobiernos se pusieron de acuerdo para prolongar los efectos del antiguo tratado hasta fines de 1911; existe, pues, la seguridad de que hasta esta fecha no habrá que pagar derechos de esportacion sobre los minerales. Pero, aunque la idea de implantar estos derechos parece que haya perdido terreno, no queda por eso ménos cierto que los plenipotenciarios suecos no dejarán de servirse de esta arma en sus negociaciones, i que la posibilidad de esta contribucion no desaparecerá.

Por lo que respecta al Austria, que nos queda por considerar, el consumo de minerales suecos ha variado poco durante los últimos años; ha alcanzado a las cifras siguientes:

1905.....	161,685 tons.
1906.....	202,597 »
1907.....	189,482 »
1908.....	191,173 »
1909.....	193,838 »

Sobre una importacion total para 1908 i 1909 de 910,747 i 906,669 toneladas, la proporcion que corresponde a los minerales suecos equivale a 20.99% i 21.38%.

El distrito moravio-silesiano absorbe estas cantidades que le llegan por la *via* Stettin i Dausig; son minerales de la rejion de Gellivare i de Koskullskule (donde la mina de este nombre pertenece al establecimiento austriaco de Nittkowitz), los que llegan al Austria en su totalidad (1).

Con respecto a los otros países importadores, las cifras siguientes, relativas a los tres últimos años, pondrán de manifiesto cómo se aprovisionan, en un

(1). La fábrica de Wittkowitz recibe solamente una parte de los minerales estraidos de Koskullskule mismo, siendo cambiada la otra parte (minerales A, a precio de venta remunerador) por minerales de Gellivare ménos puros en fósforo. Por otra parte, el establecimiento indicado acusa los concursos siguientes:

	Koskullskule	Gellivare
1906.....	70,000	110,000
1907.....	95,000	115,000
1908.....	85,000	110,000
1909.....	80,000	80,000
1910.....	80,000	95,000

30% aproximado de sus necesidades, los hornos austriacos (solo de minerales de fierro);

	1907	1908	1909
Hungría.....	431,154	504,703	537,072
Suecia.....	189,482	191,173	193,838
Grecia.....	49,713	71,710	60,779
Rusia.....	44,023	52,647	31,974
Aljeria.....	21,671	40,886	42,256
España.....	33,928	31,826	27,753
Bosnia.....	22,883	16,835	5,518
Prusia.....	384	725	.....
Brasil.....	3,073	226	4,044
Turquía.....	1,918	.....	.....
Baviera.....	1,659	.....	.....

La Silesia-Moravia surte entre estos países, además de Suecia, a la Hungría, a la Pu

II.—ESTADOS UNIDOS

El hecho más interesante que ofrece en los dos últimos años la exportación de minerales de fierro suecos es el aumento considerable de los envíos para los Estados Unidos. En realidad, ha habido siempre, desde hace varios años, cierto movimiento hacia la América, Estados Unidos i Canadá, de minerales suecos i, en particular, el puerto de Oxelösund ha despachado en repetidas ocasiones cargamentos con destinación para los altos hornos canadines o del Este de Estados Unidos. Pero jamás los tonelajes habían sobrepasado de algunas decenas de miles de toneladas, mientras que en 1909 han pasado considerablemente de cien mil i, para 1910 i años siguientes, parece corresponder tonelajes todavía mucho más importantes.

Hai que buscar la causa de este hecho en dos circunstancias favorables: fuera de la que resulta de los fletes actualmente muy bajos, la primera i más importante es la modificación profunda en los derechos de internación que consagró el nuevo régimen aduanero de los Estados Unidos. Por tonelada de 1,016 kgs., no pagan los minerales sino un derecho de 15 cents., o sea, pues, alrededor de 77.7 céntimos por tonelada métrica, esto aplicando naturalmente la tarifa mínima que rige entre Suecia i Estados Unidos, mientras que la tarifa máxima establece un rango del 25%, lo que subirá los derechos de aduana a 97 céntimos. Las antiguas tarifas habían sido de 75 cents. de 1883 a 1904 i de 40 cents. de 1894-1909, lo que da, para la tonelada de 100 kgs. al precio de 5.18 francos por dollar, un derecho de 3.86 frs. i de 2.07 frs.

Esta importante disminución debería contribuir al acrecentamiento de las importaciones en los Estados Unidos i a facilitar sus aprovisionamientos a los

altos hornos del Este, tributarios hasta entónces de los minerales del interior, en gran parte.

La segunda causa que facilitó las esportaciones suecas hácia la America fué el incremento de la produccion de las minas de la Laponia, que debian lanzar al mercado mundial cantidades de mineral siempre crecientes. Para no verse limitadas a los dos mercados de Alemania e Inglaterra, lo que habria podido acarrear una baja del precio o por lo ménos orijinar dificultades con los compradores ordinarios, las sociedades de Laponia enviaron sus respresentantes a América para ofrecer grandes cantidades de sus minerales a los altos hornos del Este.

Las primeras transacciones de venta, superiores a 180,000 toneladas, fueron finiquitadas en 1909, entregando los productos durante este mismo año en su mayor parte; comprendian casi exclusivamente minerales de Gellivare i Kurinavara, de la clase fosforosa con 0.75 a 1.00 de fósforo, minerales que debian ser entregados a una docena de altos hornos de los alrededores de Filadelfia, en los valles de Lehigh i Schuylkill, i en particular a los de la Reading Iron Company.

El precio del mineral puesto en el puerto de Filadelfia (estando los altos hornos a una distancia media de 100 millas del puerto de desembarque) era de 8.5 cents. por unidad de fierro, lo que representa para un mineral de 63 un precio de 5.04 a 5.34 dólares; el flete de Narvik a Filadelfia varia entre 6 i 7 chelines, segun los contratos de ventas.

Los minerales suecos duros i resistentes en el horno sirven en mezcla con otros minerales ménos sólidos para la fabricacion de fundicion básica o fundiciones para moldeo. Ademas, cantidades notables son utilizadas tambien en la fabricacion de aceros.

Junto con estas negociaciones se llevaron a cabo nuevas transacciones, sobre todo de cantidades entregables en 1910 i años siguientes, las que, en especial para 1910, hicieron subir a cerca de 300,000 tons. las cantidades despachadas, principalmente por el puerto de Narvik, miéntras que en 1909 Lulea contaba con la supremacía.

Estas diversas operaciones no se verificaron sin ejercer una gran influencia sobre la renovacion con los establecimientos westfalienses, de ciertos contratos de venta que debian espirar en 1910, como tambien sin provocar una grande espectacion en los círculos siderúrgicos alemanes que desde luego se veian privados de una de sus fuentes de aprovisionamiento mas convenientes. Sin embargo, no parece que este temor sea bien fundado porque uno de los elementos fundamentales de la esportacion hácia los Estados Unidos es el flete i si, durante los años pasados, una crisis indudable ha existido en los precios, parece que ella deba ser pasajera; ya se han producido reacciones notables en 1910 i está fuera de dudas que nuevas transacciones con los Estados Unidos vendrian a ser mas delicadas a causa de este hecho.

Sea como fuere, las esportaciones de Suecia hácia la América (minerales enviados por Narvik i por Lulea) han sido de 127,128 tons. en 1909 i 270,565 en 1910. Las estadísticas oficiales suecas dan para los años 1902-1909 las cifras exactas siguientes para las esportaciones de minerales suecos a América, con cifras provisorias para 1910:

1902.....	10,340	toneladas			
1903.....	27,271	»			
1904.....	25,700	»			
1905.....	9,362	»			
1906.....	9,457	»			
1907.....	11,119	»	para Estados Unidos,	8,410	
1908.....	11,140	»			
1909.....	127,128	»	para Estados Unidos,	122,493	
1910.....	270,565	»	»	»	270,565

Como los compradores americanos exigieran que los minerales recibidos no pasaran de las dimensiones de 4 pulgadas, fué necesario instalar, para realizar estas condiciones, tanto en el puerto de Narvik como en la mina de Gellivare, un sistema de chancadoras para reducir los trozos demasiado grandes obtenidos en los trabajos de extraccion.

Para completar estas indicaciones, damos mas abajo el cuadro de los diversos paises importadores de mineral de fierro en los Estados Unidos, espresando las cantidades en *long tons* (1,016 kgs.), segun las estadisticas americanas (las cifras para 1910 son provisorias):

	1907	1908	1909	1910
Cuba.....	657,133	579,668	927,774	1,451,096
España.....	296,318	126,074	291,547	439,868
Grecia.....	23 800	4,850	19,080 (*)
Terra-Nova.....	89,685	48,285	224,395	209,006
Inglaterra.....	5,765	2,028	869 (*)
Alemania.....	273	602	3 (*)
Canadá.....	26,878	5,013	27 155	95,005
Bélgica.....	125	1	3 (*)
Rusia.....	54,995	5,750	32,010 (*)
Aljeria.....	65,940	.....	37,208 (*)
Suecia (**)	8,256	4,627	120,564	259,911
Colombia.....			14,345	136,145
Méjico i <i>diversos</i>			4	
Totales.....	1,229,168	776,898	1,694,957	2,591,031

(*) Los detalles no se han indicado para estos paises, porque ellos se han hecho entrar en bloc en los *diversos* (136,145 tons).

(**) El valor de los minerales suecos internados, despues de pasar por las aduanas, es por tonelada de 1,016 kgs. (en dólares) de 3.64 en 1908, 5.20 en 1909 i 5.36 en 1910.

Los dos puertos importadores que internan mayores cantidades, son los de Filadelfia i Baltimore:

	1907	1908	1909
Filadelfia.....	554,104	516,619	991,983
Baltimore.....	639,602	248,875	628,577
Totales.....	1.193,706	765,494	1.620,560
Tanto por ciento del total.....	97.1	98.8	95.6

El aumento de las importaciones se dejó sentir sobre todo en 1910 para los siguientes países del antiguo continente: Suecia, Aljeria i España.

III.—INGLATERRA

La crisis que ha sufrido la metalurgia inglesa durante los últimos años no ha permitido a las importaciones de minerales suecos un acrecentamiento, mas aun se constata una disminucion a causa de la restriccion de la esportacion de los minerales A de Kurinavara. Sin embargo, la demanda de minerales suecos fosforosos ha sido relativamente mas grande i los altos hornos de la costa Este han hecho, en su mayor parte, ensayos concluyentes con ellos; aparece, como cosa segura, que la Gran Bretaña debe ser en el porvenir, debido a sus fundiciones básicas i de moldeo, uno de los grandes consumidores de estas clases de minerales de Laponia, para los que el puerto de Narvik se presta en condiciones excelentes a las esportaciones en esta direccion.

Las briquetas noruegas obtenidas por medio de los minerales pobres encontrarán tambien, en los altos hornos anexos a las fábricas de acero Bessen- cer ácido, consumidores mui asiduos i vendrán a competir indudablemente con los minerales puros de Bilbao, de los que las cantidades a la vista son poco considerables en el fondo; asimismo, vendrán a reemplazar los minerales de la clase A de Kurinavara, de los que no es posible efectuar nuevos contratos de venta para la esportacion. El fracaso provisorio del Dunderland, en el que se habian interesado de una manera tan importante algunos grandes estableci- mientos siderúrgicos ingleses, se debe a causas independientes de la calidad de los productos i los concentrados del Sydvarauger, donde el mineral se presta mas cómodamente a un enriquecimiento corriente, han hecho ya su aparicion, a fines de 1910, en los mercados ingleses, donde han recibido una acogida mui favorable.

Los principales puertos importadores de minerales suecos están situados en la costa Este, i son: Grangemouth, Newcastle, Sunderland, Stockton i Mid- dlesbrough; se pueden citar todavia en la costa Oeste: Glasgow i Ayr. Ellos solos, es decir, los puertos del Tees (Stockton, Hartlepool i Middlesbrough), han recibido en 1909, 278,579 toneladas, sobre un total de 483,633 toneladas

importadas en Gran Bretaña de Suecia i Noruega, o sea, el 57.6%; de esas 278,579 toneladas llegadas a los puertos indicados, 130,836 venian directamente de puertos suecos, siendo clasificado el resto bajo la rúbrica «Noruega» i comprendiendo, en su mayor parte, minerales que habian pasado por Narvik.

Los minerales suecos, i accesoriamente los noruegos, no forman todavía sino una parte mui reducida de las importaciones inglesas; en efecto, estas últimas han alcanzado en 1909 a 6.523,623 toneladas, de las que la proporcion correspondiente a los dos países ántes citados no es sino de 7.6%; la proporcion de España (4.725,914), llega a 74.7%; la Aljeria (481,632) i Túnez (107,526), reunidas, sobrepasan el total de Suecia i Noruega con 9.3%.

Durante los últimos años, las importaciones sueco-noruegas en Inglaterra han llegado a las cifras que siguen:

	Suecia	Noruega	Total
1905.....	194,181	399,241	593,422
1906.....	226,059	369,559	595,618
1907.....	233,912	237,350	471,262
1908.....	244,791	231,307	476,098
1909.....	294,841	188,792	483,633

Los fletes, como para las otras destinaciones, se han mantenido bajos hácia la Inglaterra, i en término medio han llegado en 1909 para Middlesbrough á los valores siguientes:

A partes de Oxelösund.....	3/10½ a 4/3
» » Narvik.....	4/3 a 4/4½
» » Lulea.....	4/4½ a 4/9

Son estos precios poco remuneradores para los armadores, sobre todo los relativos a Lulea. En cuanto a los precios de las diversas categorías de minerales, el cuadro siguiente revela sus principales variaciones en 1909 i 1910, tomando por base 60 Fe c. i. f. (1) Middlesbrough.

CATEGORIA	1909					1910	
	Enero-Mayo	Junio-Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero-Debre.
A.....	20/6	20/	21/6	22/	22/6 a 23/6	23/6	25/
C ₁ , C ₂ , D, F, G.	17/6	17/	18/6	18/6	20/6	20/6	22/

(1) Hemos dejado las mismas letras que aparecen en el orijinal frances, pero no sabemos el significado de tales abreviaturas.

Así, pues, los minerales han llegado nuevamente al precio de mediados de 1907, pero todavía se encuentran lejos, para la categoría A, de los precios de mayo de 1907, que alcanzaron a 27/, mientras que para las clases fosforosas se ha llegado casi a los precios máximos de principios de 1907: 22/6. La escala es, en jeneral, de 3 pence por unidad de fierro para las clases fosforosas i de 4 pence para los minerales nos fosforosos.

IV.—FRANCIA I BÉLGICA

En Francia, todavía son exclusivamente los establecimientos de la rejion del Norte los que pueden recurrir a los minerales de Suecia para satisfacer el consumo de sus altos hornos; las estadísticas aduaneras del puerto de Dunkerque, que es el único puerto frances que recibe las remesas suecas, dan los resultados que siguen:

	1906	1907	1908	1909	1910
Lulea.....	28,620	.....	.....	.....	.....
Oxelösund.....	.....	5,020	.....	.....	.....
Narvik.....	20,905	21,223	39,121	22,080	24,006
	49,525	26,243	39,121	22,080	24,006

Bélgica importa en minerales suecos cantidades mas considerables que Francia. En los últimos tiempos se han hecho transacciones bastante importantes, particularmente una de 80.000 toneladas entregables en dos años al precio de base, en wagon Auvers, de 17.60 marcos para mineral de 60 de Fe i 1 de fósforo, siendo las escalas de 40 pfennigs por la unidad de fierro i de 1.50 marcos por el fósforo; para un mineral corriente de 62 de fierro 1.05 de fósforo, esos precios harian subir el costo de la tonelada a 18,325 marcos; o sea, al cambio de 1.24 frs.: 22.72 frs. o, lo que es lo mismo, a 0.366 la unidad de fierro.

Las estadísticas oficiales del Bélgica no separan ya los minerales que vienen de los puertos suecos de los que vienen de países clasificados bajo la rúbrica de «diversos», mientras que Noruega (con Narvik) está señalada para 1908, 1909 i 1910 con 96,200, 86.404 i 126,445 toneladas respectivamente: segun datos obtenidos de fuentes particulares, los consumos totales de minerales suecos i noruegos en los establecimientos belgas fueron en 1909 i 1910 los que anotamos en seguida:

Sambre-et-Moselle.....	49,050	69,500 toneladas
Esperance.....	27,500	41,730 »
Ongrée.....	30,920	39,000 »
Grivegne.....	150	1,380 »
Bonehill.....	250	550 »
Angleur.....	4,770 »
Sud de Chatelinean.....	1,410 »
Total.....	114,050	152,160 toneladas

Por otra parte, los dos países antes citados (no obstante un aumento pasajero en 1910) parecen tener necesidad de solicitar cada día menores cantidades de minerales de Suecia los que, si bien es cierto que son ricos, presentan por el contrario el grave inconveniente de una reducción dificultosa en el horno, lo que no sucede con los minerales lorenenses situados en las cercanías de los establecimientos del Norte de Francia o de Bélgica.

NOTA ADICIONAL

La Trafikaktiebolaget Grängesberg-Oxelösund tuvo a bien facilitarnos los documentos definitivos relativos a la extracción en sus minas de Gellivare i Kurinavara durante 1910 i nosotros los reproducimos mas abajo con algunas observaciones que nos ha sugerido su exámen.

I. *Gellivare*.—El cuadro siguiente da la producción por secciones:

	Roca trabajada		Mineral obtenido
	Trabajos subterráneos	Trabajos a cielo descubierto	
Kungsgrufvan.....	99,805.4 tons.	..... tons.	76,855.8 tons.
Kapteu.....	18,468.9 »	..... »	14,226.9 »
Frederika.....	57,690.9 »	..... »	28,925.6 »
Selet.....	29,157.6 »	..... »	22,020.6 »
Dennewitz.....	6,178.1 »	87,289.8 »	61,356.6 »
Kung Oscar.....	..... »	388,575.5 »	173,925.6 »
Tingoallskulle.....	102,059.8 »	..... »	78,536.2 »
Sofia.....	9,413.5 »	311,277.3 »	151,495.5 »
Upplaud.....	12,197.5 »	..... »	8,284.4 »
Josefina.....	2,270.4 »	175,375.7 »	51,956.4 »
Skane.....	4,295.8 »	111,091.2 »	65,551.8 »
Valkomman.....	9,723.3 »	192,602.7 »	75,777.0 »
Baron.....	..... »	110,858.2 »	65,205.4 »
Hermelin.....	61,238.3 »	..... »	44,203.6 »
Hvitafors.....	..... »	161,235.1 »	84,804.2 »

Se han extraído, pues, en total 1,920,805 toneladas de roca, de las que, 412,499.5, o sea, 21.4% (contra 19.6% en 1909) corresponden a trabajos subterráneos. El mineral obtenido es de 1,003,130,6 toneladas, o sea 52.2% de la roca (contra 52.8 en 1909). Ha habido, pues, poca alteración de uno a otro año si bien el porcentaje de roca extraída subterráneamente haya continuado a aumentar. Bajo el punto de vista de las clases de mineral, el cuadro siguiente hecho para las 1,003,941 toneladas obtenidas en 1910 (810.4 provienen de la *«reprise de varpmalm»*), demuestra su repartición por categoría:

Mineral A.....	23,527.3
» C ₁	114,090.6
» C ₂	295 699.2
» D.....	570,323.8

II. *Kirunavara*.—El año de 1910 ha dado una extracción bruta de 2.356,018.7 toneladas i 2.726,832.8 toneladas de mineral final: se tiene, pues, una proporción de 90.2% contra 86.29% en 1909 i 84.60% en 1908: los trabajos a cielo descubierto son, como se ve, particularmente favorables en esta mina. La calidad de los productos ha sufrido, por el contrario, una lijera baja en 1910:

	Tonelaje obtenido en 1910	Lei en 1910		Leyes correspondientes a 1909	
		Fe	Ph		
	Tons.				
Mineral A.....	109,778.5	69.39	0.023	6.952	0.021
» B.....	40,116.5	68.64	0.066	6.941	0.047
» C.....	322,062.6	68.01	0.234	6.826	0.174
» D.....	1,176,771.6	61.93	1.910	6.176	1.990
» G.....	478,103.6	58.36	2.950	5.877	2.910

La proporción de mineral A ha caído a 5.1% de 6.4% que alcanzó en el año anterior.

El gran túnel se prosigue normalmente; ha pasado ya el vértice de la curva en ocho i sus dos ramas Este i Oeste habían alcanzado a fines de 1910, las longitudes de 935.8 m. 955.3 m., á partir de sus bocas.



La Metalurgia en la Exposición de Bruselas de 1910⁽¹⁾

A.—LOS METALES FERROSOS

I.—Mineral de hierro

Es preciso limitarnos a hablar de los minerales que habían dado lugar a una exposición realmente digna de este nombre. Bajo este punto de vista, eran poco numerosos. Mas aun, se podría decir que no se reducían mas que a uno i éste se encontraba en la sección francesa de metalurgia. Se trata del mineral de

(1) Estudio de Pierre Brenil, 1911.

fierro proveniente de la magnífica hoya del Meurthe-et-Moselle, el que, por otra parte, tiene por si solo bastante importancia para retener nuestra atencion.

Y nos hemos decidido a hacerlo por diversas razones. En efecto, nuestro pais cuenta con la feliz circunstancia de contener en su suelo los importantes yacimientos de este mineral; ademas, es el mineral de que se proveen principalmente los establecimientos del Norte i del Este de la Francia, de la Béljica, del Luxemburgo i de una parte de Alemania. Ahora bien, son estos mismos paises los que figuran de un modo especial en el dominio de la metalurgia en la esposicion de Bruselas. El estudio del mineral de Meurthe-et-Moselle presenta, pues, un carácter de interes jeneral que encuadra con el fin particular que perseguimos.

Por otra parte, no tenemos ninguna dificultad para encontrar la documentacion correspondiente, puesto que el «*Comité des Forges et Mines de fer de Meurthe-et-Moselle*» habia tenido la amabilidad de presentar en un conjunto lleno de buen gusto todo lo que pudiera interesar sobre el mineral del distrito de la Minette. I M. Nicon, ingeniero del Cuerpo de Minas, habia teñido el cuidado de redactar una memoria especial para esponer el estado actual de la explotacion de esa cuenca.

Como se sabe, se le han consagrado ya majistrales estudios por los señores Vilain i Bailly, ingenieros de minas, i M. A. Couroux. Es una riqueza nacional incalculable de la que nuestro pais no consume sino una fraccion i si nosotros vendemos nuestro mineral a los Alemanes i Belgas, les compramos en cambio el coke, que nos hace falta. Todavía mas, nosotros no podriamos consumir en nuestros hornos la cantidad considerable de mineral que el subsuelo de Meurthe-et-Moselle puede suministrar.

En 1905, diez sociedades explotadoras del mineral de hierro en la Lorena francesa, presentaban en Lieja el hermoso mineral rico en fierro i calcáreo de Briey. En aquella época solo tres minas estaban en explotacion en Moutier, en Homecourt i en Auboué; otras tres terminaban su instalacion en Lóndres, Pienne i Tucquegdioux. Actualmente existen dieciocho centros de explotacion en marcha o en vias de instalarse en la cuenca de Briey, que producen 59.3% de la extraccion lorenense.

Porque la cuenca de Briey no forma sino una parte de la cuenca ferrosa de la Lorena. Esta última ha producido, en 1909, 10.680,000 toneladas de las cuales corresponden a la cuenca de Briey 6.340,000, i las restantes, o sea 4.340,000, a los dos yacimientos de Longwy i de Nancy que encierran al anterior. Béljica ha consumido 2.300,000 en 1909; por otra parte, sus fábricas están interesadas en la explotacion de las minas de este distrito. La Providence, Cockerill, Ongrée i Sambre-et-Moselle tienen diversas concesiones en Lorena.

Se pueden distinguir tres distritos; 1.º, la cuenca de Longwy, al Norte; 2.º, la de Briey, al centro; 3.º, la de Nancy al Sur, es decir, 61,000 hectáreas repartidas entre 110 concesiones. Queda una rejion sin explotar que se llama la cuenca de la Crusnes.

En la actualidad se cuentan 53 explotaciones francesas de las que 14 corresponden a Longwy, 22 a Nancy i 17 a Briey.

El yacimiento se prolonga hácia el Sur de Longwy en una estension de 3,600 hectáreas útiles; en la Lorena anexada, en una estension de 43,000 hec-

táreas, i en Béljica en 300 hectáreas; pero el mineral de Luxemburgo no es tan valioso como el de Meurthe-et-Moselle. Las explotaciones francesas son las siguientes:

YACIMIENTO DE LONGWY

Designacion de las concesiones	Superficie en hectáreas	Produccion en 1909 (toneladas)	Explotadores
Bréchain.....	373	68,668	Sociedad de Aceros de Micheville.
Crusnes.....	475	1,394	Sociedad Metalúrgica d'Aubri- ves Villerupt.
Errouville.....	948	»	M. M. de Wendel i C ^a
Gobrange.....	972	357,354	Sociedad de las Minas de God- brange.
Hussigny.....	206	368,311	Sociedad de Aceros de Longwy i Sociedad de la Providencia.
Longlville.....	261	73,314	M. M. Marc Raty i C. ^a (Altos Hornos de Saultes).
Micheville.....	400	228,733	Sociedad de Aceros de Miche- ville.
Mont-Saint-Martin.....	626	43,815	Sociedad de Aceros de Longwy
Moulaine.....	371	257,591	» » » » »
Pulventeux.....	216	93,334	Sociedad lorenaense de minera- les de fierro.
Saulnes.....	97	198,504	M. M. Marc Raty i C. ^a i M. de Santignon i C. ^a
Tiercelet.....	769	292,181	Sindicato de Tiercelet.
Villerupt.....	326	124,011	Sociedad Metalúrgica d'Aubri- ves-Villemt.
Warnimont.....	115	34,996	Sociedad de Altos Hornos de Musson (Béljica).
Totales.....	6,135	2,142,176	

La produccion de las minas de Meurthe-et-Moselle se ha acrecentado considerablemente durante los últimos 30 años; en 1860 no ascendia sino a 33,000 toneladas, es decir, el 11% de la produccion total de fundicion. El auge de esta rejion data desde la aplicacion de sus minerales a la fabricacion de la fundicion Thomas, de tal modo que en 1908 la proporcion del mineral obtenido en la Lorena fué el 88% de la produccion total francesa, alcanzando a 8,850,000 toneladas:

YACIMIENTO DE BRICY

Designacion de las concesiones	Superficie en hectáreas	Produccion en 1909 (toneladas)	Esplotadores
Amermont-Dommary.....	1,383	101,926	Sociedad de Minas de Amermont-Dommary.
Anderny-Chevillon.....	1,916	»	Sociedad de Minas de Anderny Chevillon.
Aubone-Moineville.....	1,437	1.333,535	Sociedad de Altos Hornos i fundicion de Pont-à-Mousson
Droitaumot.....	1,170	»	M. M. Schneider i C. ^a (Le Creusot).
Homécourt.....	894	1.472,428	Compañía de Fraguas i Aceros de la Marina i d'Homécourt.
Jarny.....	812	4,763	Sociedad de Minas de Jarny.
Jeouf.....	1,312	438,264	M. M. de Wendel i C. ^a
Joudreville.....	501	120,833	Sociedad de Minas de Jaudreville.
La Mourière.....	474	4,915	Sociedad de Minas de La Mourière.
Landres.....	533	640,241	Sociedad de Aceros de Michéville.
Moutiers.....	696	759,508	Sociedad de Minas de Moutiers.
Murville.....	496	4930	Sociedad de Minas de Murville.
Pienne.....	862	664,734	Sociedad de Fraguas i Aceros del Norte i del Este.
Saint-Pierremont.....	917	5,725	Sociedad de Minas de Saint-Pierremont.
Sancy.....	735	296,517	M. M. Marc Raty i C. ^a (Altos Hornos de Sauines)
Tucquegnieux-Bettainvillers..	1,659	491,000	Sociedad de Aceros de Longny.
Valleroy.....	886	»	Sociedad de Minas de Valleroy.
Totales.....	16,683	6,339,314	

En 1909 la produccion de Meurthe-et-Moselle fué de 10.684,657 toneladas, de las cuales un 59.3% corresponde a Briey; 22.3 a Longwy i 18.4% a Nancy.

M. Nicon cree que, dentro de algunos años, se podrán estraer de 15 a 20 millones de toneladas anuales i que los recursos de las rejiones concedidas alcanzan a 2,500 millones de toneladas.

Agregando la rejion de Crusnes, que todavía no ha sido esplotada, la cuenca minera podria producir 3 mil millones de toneladas.

Es el distrito de Briey el que contribuye principalmente al progreso del mineral.

Los minerales lorenenses pertenecen al piso superior del período liásico i su espesor varia desde algunos metros hasta una profundidad de cincuenta metros. Comprenden diversas capas: tres en la rejion de Nancy, i hasta siete

en los otros distritos. Las capas se suceden como sigue: roja, amarilla, gris ne-gruzca, negra i verde. Son silicosas las que se encuentran hácia Longwy i cal-cáreas las situadas hacia Briey.

En el yacimiento de Longwy se esplotan de preferencia las capas rojas i grises; en el de Briey se esplota la capa gris que es de mucha potencia i ri-queza.

El mineral silíceo tiene una composicion variable que se mantiene, sin em-bargo, dentro de los límites siguientes:

Fierro.....	33 a 39%
Cal.....	5 a 9 »
Sílice.....	13 a 19 »

Este análisis ha sido obtenido con muestra secada a 110°.

YACIMIENTO DE NANCY

Designacion de las concesiones	Superficie en hectáreas	Produccion en 1909 (toneladas)	Esplotadores
Amance.....	1,180	71,747	Sociedad Altos Hornos de Ma-xéville.
Avant-Garde.....	277	... (1)	Sociedad Altos Hornos de Ma-xéville.
Bois-du-four.....	233	59,937	Sociedad Marcellot et C. ^a
Boudonville.....	430	60,972	Sociedad Altos Hornos de Ma-xéville.
Bouxière-aux-Dames.....	322	16,030	Sociedad Fraguas i Fundicio-nes de Montataire.
Champigneulles.....	427	87,608	Sociedad Fraguas de Denain i Anzin.
Chavenois.....	450	146,155	Sociedad Fraguas i fundiciones de Montataire.
Chavigny-Vandoevre.....	789	178,649	Sociedad de Fraguas i Aceros del Norte i del Este.
Custines.....	201	52,850	Sociedad de Altos Hornos i fun-diciones de Pont-á-Mousson.
Faulx.....	634	61,795	Sociedad de Altos Hornos, Fra-guas i Fundiciones de Pompey.
Fond-de-Monvaux.....	382	»	Compañía de Fraguas de Cha-tillon, Commentry i Neuves-Maisons.
Fontaine-des-Roches.....	186	65,770	Sociedad de Altos Hornos i Fra-guas de Denain i Anzin.
Frouard.....	741	32,699	Sociedad de Fraguas i Fundi-ciones de Montataire.
Ludras.....	416	171,861	Sociedad de Altos Hornos, Fra-guas i aceros de Pompey.

(1) La produccion de esta concesion está reunida con la de Pompey.

YACIMIENTO DE NANCY

Designacion de las concesiones	Superficie en heotáreas	Produccion en 1909 (toneladas)	Esplotadores
Marbache.....	588	61,370	Sociedad de Altos Hornos i Fundiciones de Pont-á-Monsson.
Maron-Val-de-Fer.....	1,623	56,714	Compañía de Fragua de Châ-tellon, Commentry i Neuves Maisons.
Maxéville.....	295	46,360	Sociedades de Fraguas de Sa-rrebrück.
Pompey.....	127	37,042	Sociedad de Altos Hornos de Maxéville.
Saint-Barbe.....	201	... (1)	Sociedad de Minas de Sexey.
Saint-Jean.....	150	115,758	Sociedad de Minas de Sexey.
Sexey.....	250	22,504	Sociedad de Minas de Sexey.
Vieux-Château.....	153	18,359	Sociedad de Altos Hornos i Fundiciones de Pont-á-Monsson.
Totales.....	10,073	1.964,740	

(1) Su produccion está comprendida en la de Saint-Jean.

Se explota una parte de las minas a cielo descubierto o por zanjas poco profundas; pero en la rejion de Nancy ha sido necesario abrir pozos cuya profundidad ha llegado hasta 250 metros. Ha sido preciso emplear los métodos mas modernos para la escavacion de esos pozos, a causa de las aguas; se ha utilizado la abertura de pozos por conjelacion o por cementacion cuando ello ha sido necesario; se debieron crear poblaciones obreras, disponer poderosas instalaciones de agotamiento i hacer la estraccion intensiva.

Una instalacion con dos pozos alcanza a costar algunas veces hasta 10 i 12 millones. Algunas están calculadas para producir mas de un millon de toneladas al año.

Se consume el mineral, de Meurthe-et-Moselle, en el Norte de Francia, en el Pas-de-Calais, en Haute-Marne i en Saône-et-Loire.

En 1909, la Béljica compró de este producto 2.261,443 toneladas i el Zollverein 1.073,029 toneladas.

De los diversos yacimientos, Béljica recibió en 1909 las siguientes cantidades:

De Briey.....	2.042,695 tons.,	o sea el 90.32%
De Longroy.....	123,157 »	» » 5.45 »
De Nancy.....	95,641 »	» » 4.23 »

Ahora, la importacion total belga en 1909 fué de 4.383,980 toneladas, repartida como sigue:

De Meurthe-et-Moselle....	2.261,508 tons.,	o sea el 51.6%
Del Sollverein (Luxemburgo i Lorena anexada) ...	1.787,400 »	» » 40.8 »
De España.....	128,400 »	» » 2.9 »
De Suecia i otros paises...	208,600 »	» » 4.7 »

Como se ve, la rejion de Briey es la que principalmente suministra el mineral. La capa que aquí se explota es la capa gris que tiene de 7 a 8 metros de espesor, con un rendimiento de 37 a 38% de fierro en término medio, i que se presta perfectamente a la fabricacion de la fundicion Thomas. El mineral está en rocas. Sus variedades son atenuadas por medio de mezclas efectuadas dentro de acumuladores o depósitos, de los que hablaremos mas adelante, capaces de contener de 12,000 a 16,000 toneladas, donde se vacian las vagonetas provenientes de las diversas reparticiones de la mina.

Su contenido de cal varia entre 10 i 14%; el de sílice oscila entre 4.5 i 7%, el de fierro entre 36 i 42% (la humedad se supone estraida, lo que constituye 8 a 11% del mineral en bruto).

He aquí tres análisis medios de las concesiones Joeuf, de Gorcy i de Pienne:

	Joeuf	Gorcy	Pienne
Cal.....	13.90	11.50	12.18
Sílice.....	4.50	6.73	6.17
Fierro.....	37.29	38.18	39.33

Agreguemos a las cifras de M. Nicon las relativas al ácido fosfórico que es, de 1.8 a 2%; a la alúmina, 5 a 6%; a la magnesia, 0.7 a 0.9% para el mineral de Briey.

De ordinario, la riqueza del mineral crece proporcionalmente a su contenido de sílice. Los minerales de Briey son excelentes para el horno; no demandan sino 1,000 a 1,700 kgs. de coke por tonelada de fundicion.

En todo lo concerniente a los métodos de estraccion de los minerales, recomendamos al lector la interesante memoria de M. Nicon; aquí indicaremos simplemente lo que importa al metalurgista. Así, no dejaremos de citar las resistencias a la compresion que presentan los minerales de las diversas concesiones; esas cifras, obtenidas para cubos tomados en las rocas i secados a 30 o 35°, son las siguientes:

MINAS	Peso del metro cúbico de mineral seco en kgs.	Presion por cm ² para producir las primeras fracturas en kgs.
Auboué.....	2,343	303
Homécourt.....	2,337	344
Joeuf.....	2,183	325
Landres.....	2,437	320
Montiers.....	2,355	415
Pienne.....	2,517	289
Sancy.....	2,416	284
Tucquegnieux.....	2,690	420

Estas cifras son interesantes para el productor de fundicion; ellas ponen de manifiesto que la resistencia del mineral lorenense es suficiente para resistir las cargas que él debe soportar en el horno. Nosotros hemos tenido ocasion de efectuar ensayes semejantes que nos han arrojado resultados del todo análogos para el mineral de la rejion de Youdreville. Además, hemos comprimido hasta la ruptura algunos minerales luxemburgueses provenientes de los confines del yacimiento de *minettes* (1).

Un mineral de 34% de fierro, 16% de sílice i 8% de cal sufrió la ruptura bajo una presion de 225 kgs./cm²; otro mineral con 34% de fierro, 7% de sílice i 16% de cal no se rompió sino a una presion de 314 kgs/cm².

También hicimos algunos ensayes con temperaturas crecientes (sin compresion) para estudiar el comportamiento de los diversos minerales. Desde los 700° ellos se resquebrajan i a los 1,000° se pulverizan mui fácilmente.

Estos hechos no son despreciables en cuanto se refiere a la facilidad de su reduccion i a la gran cantidad de polvo que ellos orijinan dentro del horno. Volveremos mas adelante a tratar de este mismo punto.

Digamos, por ahora, con M. Nicon, que las minas se encuentran perfectamente organizadas bajo el punto de vista de la estraccion; que la electricidad pone en movimiento los motores, que el servicio de las canchas exteriores de la

(1) *Minettes*, en frances se llaman así los yacimientos de una variedad ferro-oolítica, mui comun en las formaciones del piso superior liásico del Este de Francia.—(N. del T.)

mina la *manutention sur leurs carreaux* (1) es perfecto i habremos dicho bastante, junto con lo que precede, para demostrar que si el yacimiento lorenense fué el único que figuró en la esposicion de Bruselas, él por sí solo era capaz de absorber toda la atencion que el mundo industrial o científico podria de antemano haber querido dedicar a los minerales de fierro.

Por otra parte, estos resultados se encontraban presentados bajo otra forma en la misma esposicion que nos ocupa.

El comité de las Fraguas i Minas de Fierro de Meurthe-et-Moselle habia incluido en su «stand» (2) no solo los modelos, muestras i documentos del mas alto interes referentes a los minerales, sino tambien presentó cubos superpuestos equivalentes, en tamaño natural, a las cantidades de fierro, [de fundicion i de acero obtenidas en un minuto en Meurthe-et-Moselle. La produccion ha pasado de 3,066 tons. en 1886 a 20,239 tons. en 1909 para el mineral de fierro; de 1,344 tons. a 4,441 para la fundicion i de 0.167 a 2,677 para el acero.

Terminemos esta esposicion, citando las cifras que dan el porcentaje de la produccion de Meurthe-et-Moselle con respecto a la Francia entera:

	Mineral	Fundicion	Acero
1878.....	52%	20%	0%
1888.....	79 »	54 »	25 »
1898.....	82 »	61 »	38 »
1908.....	88 »	68 »	47 »

Gracias a estos minerales, la esportacion francesa ha sobrepasado a la importacion, como lo demuestra el cuadro que sigue:

AÑO	Importacion	Esportacion
1901.....	1.663,000 tons.	259,000 tons.
1909.....	1.203,000 »	390,700 »

Por otra parte, segun *l'Echo des mines et de la métallurgie* del 4 de abril de

(1) Esta expresion se refiere al servicio de carga i descarga de vagonetas, disposicion del mineral estraido en los *carreaux*, o sea, en las canchas al descubierto situadas cerca de la entrada de los pozos i galerías de las minas.—(N. del T.)

(2) Departamento reservado en una esposicion para determinados artículos. Conjunto de ellos.—(N. del T.)

1910, los gastos de explotación de las minas profundas de Briey se repartirían como sigue:

	Por tonelada
Mano de obra del fondo i explosivos.....	Fr. 1.58
Trasporte i conservacion de las vias.....	» 0.226
Gastos de agotamiento (1).....	» 0.314
Gastos de extraccion.....	» 0.306
Conservacion o alimentacion de las perforadoras.....	» 0.228
Conservacion de las maquinarias.....	» 0.037
Fuerza motriz para la extraccion i servicio interno de carga i descarga.....	» 0.155
Servicio esterno de carga i descarga en las canchas...	» 0.198
Gastos jenerales de amortizacion de las obras preparatorias i del material rodante; personal de empleados; conservacion de las construcciones.....	» 0.486
Subvencion de los patrones para las cajas de socorro i de retiro de operarios.....	» 0.20
	<hr/> Fr. 3.73
Mas i franco por amortizacion de los gastos de instalacion.....	» 4.73
	<hr/> <hr/>

M. Kohlmann, director imperial de las minas de Thionville, estimaba que los precios que resultan en las minettes variaban entre 3.12 i 4.37 francos; si admitimos la cifra precedente de 4.73 francos, puede verse en seguida lo que podria costar la fundicion proveniente de las Minettes.

Para una tonelada de fundicion, se requieren 3½ toneladas de mineral.

	Fr. por ton.
O sea.....	16.625
Castine (2).....	2.00
1,300 kgs. de coke a 25 frs. ton.....	32.50
Mano de obra.....	3.40
Briquetas, carbones, arenas, aceites.....	0.80
Gastos jenerales.....	1.50
	<hr/> Fr. 56.825

Para almacenar económicamente el mineral que se extrae de los pozos, es de todo punto necesario disponer de instalaciones i organizaciones de importancia cuando se trata de minas que obtienen mas de 1,000 toneladas de mine-

(1) *Agotamiento*.—En ingeniería, esta palabra significa la accion de agotar o evitar las filtraciones de agua en los terrenos permeables en que se hace una escavacion cualquiera.—(N. del T.)

(2) Sustancia básica cristalizabile obtenida de una planta perteneciente a las verbenáceas.—(N. del T.)

ral al día, como sucede en determinados establecimientos mineros. Por consiguiente, ha sido indispensable idear dispositivos i útiles especiales, llegando algunas firmas a hacerse de verdaderas especialidades en la fabricación de lo necesario para este objeto. Se pueden citar entre las casas que espusieron aparatos i accesorios de esta especie, la firma Bleichert de Leipzig-Gohlis; la firma Pohlig de Colonia, la firma Beer de Lieja. Los principios adoptados por estas diversas casas son mas o ménos semejantes. Ellos han sido mui bien explicados por K. Gling de Sarrebrück en los números del 31 de agosto i del 10 de setiembre del «Stahl und Eisen». Nos serviremos de este estudio.

Se ha buscado la manera de vaciar de un golpe en los acumuladores de mineral, muchas vagonetas al mismo tiempo. Se reunen estas últimas en un convoi i se las coloca en un aparato basculador que puede jirar de 180°. Este aparato provisto de movimiento de báscula está situado sobre un puente rodante que se desplaza por encima de los almacenes.

Se colocan seis u ocho vagonetas sobre estos basculadores que tienen de 12 a 18 ms. con una carga útil de 12 a 24 toneladas. El tiempo de la maniobra se cuenta de la manera siguiente para un basculador que se mueve a razon de 1.50 ms. por segundo:

Llegada de las vagonetas.....	10 segundos
Tiempo para iniciar la marcha i recorrido total.....	25 »
Detencion (por medio de frenos).....	4 »
Vaciamiento.....	20 »
Tiempo para volver a iniciar la marcha i recorrido de vuelta.....	25 »
Detencion.....	6 »

Estos basculadores pueden vaciar de 135 a 145 vagonetas por hora. Un basculador puede pesar al rededor de 30 toneladas i necesitar de 20 a 40 caballos para su desplazamiento, 10 a 14 para su movimiento de báscula i 10 caballos para la traslacion de las vagonetas por medio de cadenas.

Se instalan acumuladores que pueden contener de 10,000 a 16,000 toneladas de mineral.

Veamos los elementos de los acumuladores que tienen esta última capacidad:

Dimensiones interiores

Largo.....	76 ms.
Ancho.....	16 »
Altura útil.....	9 »

Para la construccion del acumulador se emplean:

Fierro.....	730 toneladas
Concreto i acero.....	8,000 »

Debajo del acumulador se encuentran líneas férreas sobre las que las vagonetas se instalan para ser llenadas por medio de 132 tolvas o escotillas.

El costo del acumulador, comprendiendo sus fundaciones, los puentes i dos basculadores, alcanza al rededor de un millon de francos. Se puede almacenar allí al rededor de 5,000 toneladas de estraccion cada 24 horas; se necesitan solo 12 hombres para este servicio.

Estos acumuladores presentan la gran ventaja de clasificar el mineral i ponerlo bajo abrigo. Se comprende que no se pueden multiplicar debido a su costo considerable; tambien se suelen instalar al lado de los anteriores, depósitos al aire libre, donde el mineral se acumula formando pilas o montones para ser cargado en las vagonetas por medio de una draga.

El acumulador descrito ofrece tambien la ventaja de evitar esta última operacion onerosa; en efecto, basta hacer pasar por debajo de él vagonetas que corren sobre monorieles, o sobre rieles colocados sobre el suelo.

Se comprenderá fácilmente que existe una multitud de detalles de construccion en esta hermosa maquinaria especial, que honra mui de veras a la casa Eckel i a sus similares, i que nosotros no podríamos examinar detalladamente en este estudio de alcances tan restringidos. Hemos creido necesario dar la descripcion de estas hermosas disposiciones que constituyen uno de los factores de éxito en la explotacion de las Minettes. Por lo demas, el lector encontrará entera satisfaccion sobre este tema en los tratados especiales.

Agreguemos todavia que dia a dia se procura disminuir el costo de la mano de la obra para el transporte i almacenamiento de las materias primas; las aplicaciones mas injeniosas de la mecánica i de la electricidad se han puesto al servicio de este objetivo. De ello veremos otros ejemplos mas adelante.



Reorganizacion de las Escuelas Prácticas de Minería

NOTA PASADA POR EL CONSEJO SUPERIOR DE ENSEÑANZA MINERA AL SEÑOR
MINISTRO DE INDUSTRIA I OBRAS PÚBLICAS

Santiago, 24 de junio de 1912.

Señor Ministro:

En conformidad a la providencia N.º 1,456, recaida en la solicitud adjunta de los señores Directores de las Escuelas Prácticas de Minería de Copiapó i Serena, el Consejo Superior de Enseñanza Minera entró a ocuparse del presupuesto que los señores directores proponen para el año próximo.

Despues de un estudio detenido el Consejo ha llegado al acuerdo de modificar dicho presupuesto en la forma que consulta el proyecto adjunto, proyecto que ha sido elaborado en union del señor Director de la Escuela de la Serena.

El Consejo Superior me ha dado el encargo de elevar a la consideracion de US. dicho proyecto, que tiene por objeto reformar los planes de estudio que rijen en la actualidad en las Escuelas de Minería i uniformar una vez por todas la enseñanza que en ellas se da.

El Consejo se ocupa actualmente en elaborar los reglamentos complementarios, que vendrian a especificar las atribuciones del Consejo Superior, del Inspector Técnico, el programa de trabajos de cada clase, los deberes i atribuciones del Director, Sub-director i profesores, etc.

Como es notorio, el estado actual de las Escuelas no corresponde al desembolso que el Fisco efectúa por ellas i los frutos que se obtienen son del todo negativos.

La Escuela Práctica de Minería de Santiago hubo de clausurarse por este principal motivo i tarde o temprano tendrá que hacerse lo mismo con las de Copiapó i Serena si no se arbitran recursos para remediar su estado actual.

La causa principal de esta situacion es, sin duda alguna, la falta de planes de estudios convenientes, pues los que hoi rijen no corresponden a las exigencias de la técnica moderna, ni consultan en forma práctica las necesidades de nuestra industria minera.

Entrar en mayores consideraciones sobre la urgencia que hai en corregir cuanto ántes los defectos de que adolecen las citadas Escuelas, me parece de mas, ya que US. está penetrado de ellas, i el Consejo confía en que US. ha de prestar su aprobacion a la reforma que se propone.

El proyecto adjunto cree el Consejo que remediará la situacion. En su plan de estudios se consultan escursiones prácticas obligatorias, se da especial importancia a los trabajos de laboratorio i a la práctica efectuada dentro del plantel de beneficio que cada una de estas escuelas posee. Se han elevado un tanto los honorarios de las clases, a fin de obtener un profesorado idóneo i, en general, se ha tratado de mejorar el servicio en forma que responda a su objeto.

La supresion del curso preparatorio significa por sí solo un gran paso, pues a la vez que acorta la carrera, permite seleccionar mejor los candidatos a alumnos. Los estudios no se resisten en absoluto con esta supresion, ya que el primer año consulta los ramos elementales indispensables.

Bajo su aspecto económico es tambien ventajoso el proyecto del Consejo, pues si bien es cierto que su presupuesto de gastos es un poco mayor, en cambio tenemos que siendo tres los años de cursos hai un mayor número de clases, i por lo tanto, un mayor gasto de profesores, cuyos sueldos como ya queda dicho, se han aumentado un tanto sobre los antiguos. Se ha aumentado tambien la partida de alimentacion de alumnos i profesores, que era relativamente baja, disminuyendo en cambio a 50 el número total de alumnos internos para cada Escuela.

Le Lei de Presupuestos del año en curso consulta para el mantenimiento de las tres Escuelas de Minería las siguientes cantidades:

Gastos fijos.....	\$ 114,730
Gastos variables.....	116,135
Total.....	\$ <u>230,865</u>

Segun el proyecto que someto a la consideracion de US. habria para 1913 los siguientes:

Gastos fijos.....	\$ 165,300
Gastos variables.....	124,500
	<hr/>
Total.....	\$ 289,800
	<hr/> <hr/>

Este mayor gasto quedaria sobradamente compensado con el mejoramiento i mejor provecho que se obtendria con la implantacion del proyecto de reforma.

En vista de las consideraciones espuestas, el Consejo Superior de Enseñanza Minera confia en que US. ha de prestar su aprobacion a dicha reforma, ordenando implantarla en las tres Escuelas de Minería.—Dios guarde a US.—MANUEL GALLARDO G., Presidente accidental.—Oswaldo Martínez C., Secretario.

CONSEJO SUPERIOR DE ENSEÑANZA MINERA

REGLAMENTO PARA LAS ESCUELAS DE MINERÍA

Títulos.—Las Escuelas Prácticas de Minería deberán concretarse a un papel modesto, pero de sólidas bases en la educacion proporcionada a sus alumnos, para darles los títulos separados de Capitanes de Minas i Beneficiadores de Minerales, segun los ramos a que se dediquen.

Condiciones para ser alumno.—Los candidatos a alumnos de las Escuelas deberán cumplir con las condiciones siguientes:

- 1.^a Haber cursado los tres años de escuela primaria, debiendo rendir exámen de admision que justifique estos conocimientos.
- 2.^a Tener buena salud i estar exento de defectos físicos que lo inhabiliten, para el trabajo de las minas o establecimientos.
- 3.^a Tener una edad mínima de 16 años cumplidos. La edad puede rebajarse en un año, siempre que el candidato haya desempeñado alguna ocupacion o empleo durante un año en un mineral o establecimiento de beneficio.
- 4.^a Presentar un apoderado i una fianza a satisfacion de la Junta de Admision de la Escuela.
- 5.^a Rendir un exámen sobre los conocimientos exigidos, ante la Junta de Admision, i que sea aceptado por ésta como alumno. En el exámen no solo se verá que sepa lo exigido, sino que se dará alta importancia a la capacidad intelectual del candidato, pudiendo la Junta rechazar a los candidatos que no ofrezcan la garantía suficiente de capacidad para llegar al término de sus estudios.

Junta de Admision.—Esta junta será compuesta por un delegado del Consejo Superior de Enseñanza Minera, el Director de la Escuela i dos profesores de ella, teniendo amplias facultades para rechazar a todo candidato que no ofrezca las condiciones exigidas. Esta Junta será la que tome el exámen de admision de los candidatos a alumnos.

Consejo Superior.—Las Escuelas estarán en todo lo relativo a su supervisión, a cargo del Consejo Superior de Enseñanza Minera, cuyas atribuciones se fijarán por separado. El Ministerio nombrará a propuesta del Consejo Superior un Inspector Técnico de Escuelas de Minería, con un sueldo de \$ 12,000, que efectuará visitas periódicas a las Escuelas i cuyas atribuciones serán fijadas por el Consejo.

Plan de estudios.—El plan de estudios se dividirá en tres años, siendo uno comun a ámbos cursos i los otros dos especiales a los capitanes de minas i beneficiadores de minerales. La matrícula para ingresar al primer año se cerrará el 15 de enero, fecha en que los nuevos matriculados saldrán en excursion de estudio a una o mas minas de la rejion, hasta el 15 de marzo, siendo acompañados por uno o dos profesores de la Escuela, que se encargarán de hacerlos efectuar algunos trabajos prácticos.

El plan de estudios será el siguiente:

PRIMER AÑO

Comun a ámbos cursos

	Horas semanales
Aritmética i elementos de álgebra	6
Elementos de jeometría i dibujo lineal	6
» de Física i principios de mecánica.....	6
» de Química (metaloides i metales usuales)..	3
Mineralojía I parte	3
Caligrafía i Ortografía.....	3
Jimnasia e hijiene.....	3
	<hr/>
Horas de clases.....	30

El resto del tiempo se distribuirá en conformidad al Reglamento, consultando los trabajos prácticos del Laboratorio.

SEGUNDO AÑO

Capitanes de Minas

Jeometría descriptiva, dibujo lineal i de máquinas.....	6
Máquinas i mecánica.....	6
Química (ensayos).....	3
Jeometría práctica.....	2
Mineralojía II parte i soplete.....	3
Jeolojía jeneral.....	2
Preparacion mecánica.....	3
Contabilidad.....	2

	Horas semanales
Explotacion de minas.....	4
Mensura de minas.....	1
Ortografía.....	1
Jimnasia.....	2
	<hr/>
Horas de clases.....	35

Beneficiadores de minerales

Jeometría descriptiva, dibujo lineal i de máquinas....	6
Máquinas i mecánica	6
Química (ensayos).....	6
Jeometría práctica.....	2
Mineralojía II parte i soplete.....	3
Metalurjia I.....	4
Preparacion mecánica.....	3
Contabilidad.....	2
Ortografía.....	1
Jimnasia.....	2
	<hr/>
Horas de clases.....	35

El resto del tiempo se distribuirá como en el primer año.

TERCER AÑO

Capitanes de Minas

Dibujo i proyectos.....	5
Máquinas i mecánica.....	4
Química (ensayos).....	3
Preparacion mecánica.....	3
Contabilidad.....	2
Mensura i nociones de Código de Minería.....	3
Elementos de petrografía i yacimientos minerales.....	5
Explotacion de minas	4
Jimnasia.....	2
	<hr/>
Horas de clases.....	31

Beneficiadores de Minerales

	Horas semanales
Dibujo i proyectos.....	5
Máquinas i mecánica.....	4
Química (ensayos).....	6
Preparacion mecánica.....	3
Contabilidad.....	2
Metalurgia.....	6
Salitre.....	3
Jimnasia.....	2
<hr/>	
Horas de clases.....	31

Las clases de salitre serian voluntarias para los alumnos del curso Capitanes de Minas. El resto del tiempo se distribuirá como en los dos primeros años.

Las asignaturas de química (ensayos) se harán en comun para ámbos cursos, asistiendo solo tres veces por semana los alumnos del curso Capitanes de Minas.

Los detalles de estos cursos serán motivo de un Reglamento especial que confeccionará el Consejo Superior, se dará en ellos importancia a los principios fundamentales, principalmente a lo que es de aplicacion en el pais.

Profesores.—Para el desarrollo de este programa habrá las siguientes asignaturas, con sus respectivas horas semanales de clases i sueldos:

	Horas	Sueldo anual
Aritmética i elementos de álgebra	6	\$ 1,260
Jeometría i Dibujo lineal.....	6	1,260
Jeometría descriptiva, dibujo lineal i de máquinas i dibujo i proyectos.....	11	2,310
Jeometría práctica.....	2	420
Contabilidad.....	4	840
Caligrafía i ortografía.....	4	840
Jimnasia e higiene.....	7	1,470
Química 1. ^{er} año.....	3	900
Química II i Química III (ensayos).....	12	3,600
Metalurgia I i Metalurgia II.....	10	3,000
Mineralojía, petrografía i yacimientos	13	3,900
Preparacion Mecánica I i II.....	6	1,800
Esplotacion de Minas I i II; mensura de minas i Código de Minería.....	12	3,600
Salitre.....	3	900
Física i principios de mecánica.....	6	1,800
Máquinas i mecánica I i II.....	10	3,000
<hr/>		
	115	\$ 30,900

El profesorado gozará de un premio de 1/40 anual de su sueldo por cada año de servicio, despues de seis años i a partir de la aprobacion e implantacion del presente proyecto.

El máximo de horas semanales de clases para cada profesor será de 25 horas.

El Director podrá tambien hacer clases, con un máximo de 13 horas semanales.

El Sub-Director, ademas de desempeñar las funciones que el Reglamento le encomiende, deberá hacerse cargo del Galpon de Máquinas i del réjimen económico de la Escuela, pudiendo hacer clases con un máximo de 13 horas semanales.

PRESUPUESTO DE GASTOS PARA CADA ESCUELA

Gastos fijos

Profesorado.....	\$	30,900	
Director de la Escuela.....		10,000	
Sub-Director.....		4,000	
Ayudante del Laboratorio i ensayador del plantel de beneficio.....		2,400	
Tres Inspectores con \$ 1,800 cada uno.....		5,400	
Un Ecónomo.....		2,400	\$ 55,100

Gastos variables

Alimentacion hasta para 50 alumnos internos i 6 empleados, a \$ 250 al año cada uno, i para 10 alumnos medio pupilos a \$ 50 al año cada uno	\$	14,500	
Para útiles, reactivos i material de enseñanza.....		2,500	
Para escursiones de alumnos i profesores.....		6,500	
Gastos jenerales.....		2,000	
Pago de servidumbre.....		2,000	\$ 27,500

Plantel de beneficio

Para útiles, combustible, compra de minerales i demas gastos del plantel, pudiendo invertirse las entradas, previa autorizacion del Consejo Superior.....	\$	9,000	
Para adquisicion de nueva maquinaria.....		5,000	\$ 14,000
			\$ 96,000



Sobre la Jeología de la Cordillera Patagónica^(*)

Por insinuacion de la Redaccion del «Geologische Rundschau» trataré de resumir los resultados jeológicos mas importantes derivados de la expedicion que durante los años 1907-1909 hemos emprendido a las cordilleras de la Patagonia i de la Tierra del Fuego. Nuestras investigaciones durante la estadía de próximamente dos años en esas rejiones, abarcan la estension de la cordillera comprendida entre las islas de Cabo de Hornos al Sur i Nahuelhuapi al Norte (41.º I. S.) Yo me ocupaba principalmente con la Jeología andina, miéntras mi colega Dr. Halle tomó a su cargo especial la estratigrafía no andina. Mi objetivo era formarme un juicio, el mas completo posible, sobre la estructura jeológica de la cordillera, i de prestar preferente atencion a las rocas eruptivas de esa zona, i al rol que éstas desempeñan en la orotectónica.

I.—LA CORDILLERA DE LA COSTA

Los conocimientos anteriores sobre la cordillera de la costa Patagónica se deben principalmente a los trabajos de Darwin, Hyades i Nordenskjöld, quienes solo han visitado i descrito comarcas limitadas. Tuvimos ocasion no solo de visitar nuevamente el campo de exploracion de estos investigadores, sino tambien de examinar toda la rejion de la costa hasta el golfo de Peñas, i de desembarcar en varios puntos distintos. Se pudo comprobar que las rocas eruptivas de esta zona tienen un desarrollo mucho mas vasto de lo que ántes se suponía. A partir de las islas de Cabo de Hornos en el Sur donde Hyades describió por primera vez estas rocas, se extiende la zona eruptiva de las Dioritas andinas *sin interrupcion* hasta el golfo Peñas. Al Sur del Canal de Beagle esta zona eruptiva es mui angosta. Las capas que son aquí atravesadas por las rocas eruptivas constan de esquitos arcillosos, esquitos margosos i algo de esquitos filíticos. Cerca de Tekenica, en la proximidad del contacto con las rocas eruptivas, esta formacion es fosilífera, como lo descubrió I. G. Andersson. Segun determinacion preliminar del Dr. Halle, quien tomó en este punto una coleccion de fósiles, este horizonte parece pertenecer al jurásico superior. Fuera de esta localidades, no se conocen otras capas mesozoicas fosilíferas en la cercanía que las del Mont Farn en el estrecho magallánico, donde ya Darwin recolectó fósiles a que se atribuyó la edad neocomiana. La localidad de estos hallazgos se encuentra sin embargo al lado Oriente de la Cordillera central, lo que hace probable que hácia el Poniente se encuentren horizontes cada vez mas antiguos. Hácia las enormes masas eruptivas de la cordillera de la costa las diversas rocas sedimentarias han experimentado un profundo metamorfismo de contacto.

Hácia el Norte del Canal de Beagle la faja de rocas eruptivas va constantemente ensanchando, hasta que al Norte del estrecho magallánico ocupan la

(*) Traducido del aleman, por Julio Schneider.

totalidad del espacio comprendido entre las mas apartadas del Oeste hasta los fjords que penetran las partes mas interiores de las altas montañas del Este. Es un hecho mui notable que la zona de contacto entre rocas eruptivas i sedimentarias coincide hácia el Este mui aproximadamente con la estension de los fjords, de suerte que la línea tirada por los extremos orientes de los fjords de la costa patagónica Oeste, vendria a representar aproximadamente esta línea de contacto. La causa bien podria estar en estrecha relacion con la formacion de los sistemas de fjords patagónicos, problema sobre el cual no me es dado insistir en este lugar.

Una pocas islas situadas precisamente a la entrada del Estrecho de Magallanes, ocupan un lugar aparte con respecto a su constitucion jeológica. En efecto, las islas Evanjelistas i en parte la isla Victoria, constan otra vez de filitas i de micaesquito; así que al parecer se trata del límite Oeste de la zona eruptiva, cuya anchura coincide pues con la rejion de los fjords, sin que esto haga probable una estension submarina hácia el Oeste. Hácia el Norte del golfo Peñas parece que la rocas eruptivas se desarrollan cada vez mas hácia el Oriente, i forman parte de la cordillera central. En cambio aparecen aquí hácia el Poniente rocas sedimentarias antiguas, probablemente paleozoicas que contribuyen a formar las islas Chonos i el subsuelo de Chiloé. Ya Nordenskjöld hizo resaltar la edad moderna, probablemente terciaria de las rocas eruptivas de toda esta zona. No es tan monótona la petrografia de las rocas de esta rejion como ántes se creia. Si es cierto que el mayor desarrollo corresponde a las Dioritas cuarzosas i granitos plajioclásicos, parece que dentro de la formidable masa del magma se han producido notables diferencias magmáticas; así es que existen todas las transiciones imajinables entre granitos, sienitas, dioritas cuarzosas, dioritas piroxénicas mui ácidas i rocas análogas al Gabbro. Se concibe fácilmente que, a consecuencia del enfriamiento mui lento de tan enorme estension de la zona eruptiva, se hayan podido producir grandes diferencias. La roca predominante se encuentra acompañada por un sistema bien desarrollado de dykes tanto aplíticos como lamprofíricos.

Ya Hyades cita la existencia de andesitas i basaltos en las islas del Cabo de Hornos i Hauthal ha considerado esta formacion (M. Oeille), como los últimos representantes de la gran cadena volcánica de Chile central.

He encontrado rocas análogas en tres distintas partes dentro de la cordillera de la costa patagónica. Como lo hace resaltar Hyades para las localidades mas australes donde se han encontrado estas rocas no corresponden ni a las andesitas volcánicas modernas, ni a las porfiritas palaeovolcánicas sino que parecen ocupar un lugar intermedio. Con las rocas efusivas i los volcanes de Chile central no tienen nada de comun estas formaciones. Creo que corresponden mas bien a una facie efusiva, en partes propylítica del magma grano-diorítico, como las ha descrito ya Moericke, procedente de la provincia de Santiago. Estas porfiritas propylíticas se encuentran acompañadas de tobas en Hale Cove cerca de Baker Inlet.

II.—LA CORDILLERA CENTRAL I DEL ESTE

La gran serie de volcanes de la cordillera central de Chile meridional tambien tiene sus representantes en el Sur. En tres partes diferentes mui distantes entre sí he encontrado vastas montañas de rocas volcánicas modernas, pero que no tienen nada de comun, ni en sus condiciones jeológicas ni petrográficamente con las anteriores. El Mount Burney a la entrada del Sur del Canal de Smith es un volcan que ha sido activo todavía en tiempo post-glacial. En comprobacion de lo aseverado, citaré depósitos de piedra pómez cuyo material poroso evidentemente no habria resistido a la erosion de una época glacial. Las rocas del Mount Burney son Andesitas traquíticas de color gris claro i de composicion petrográfica un tanto variada. Exactamente idéntica serie de rocas se repite en las cumbres, en gran parte cubierta aun de ventisqueros, que se encuentran en la parte interior de Peel Inlet (50° 50' L. S.)

Estas montañas las hemos llamado «Mano del Diablo» por sus formas características. Para las rocas de estas dos formaciones es comun, i a la vez característica, la masa fundamental porosa de color claro, a veces incoherente, que consta de bastante masa vítrea, como asimismo los grandes cristales, de un felspato triclinico vítreo, de composicion jeneralmente análoga al labrador, que resaltan en esta masa.

Las partes resaltantes de ingredientes, de colores oscuros en cambio, varian mucho. He encontrado las mismas rocas formando el material de transporte de morainas del ventisquero formidable que viene del Oeste i que desemboca en la parte Oeste del lago San Martin, i no cabe duda de que las cumbres escarpadas situadas un poco mas al Oeste de donde proviene dicho ventisquero, constan de material volcánico moderno.

En cambio, no he encontrado hácia el norte mas representantes de esta serie petrográfica hasta el mas austral de los volcanes conocidos de la costa Oeste chilena, el cerro Maca (a 45° L. S.) Petrográficamente estos hallazgos nuevos tienen poco de comun con los basaltos plajioclásticos de esta serie volcánica, mas bien se asemejan a las andesitas del Cerro Tronador i de otras montañas andesíticas.

La cordillera central patagónica presenta a las diversas latitudes cambios mui marcados en su constitucion jeológica. A la altura del estrecho de Magallanes la cordillera entera solo tiene una anchura aproximada de 50 kilómetros. El Canal Jerónimo forma el límite hácia las colinas bajas de la zona eruptiva Oeste, i entre San Isidro i Bahía Agua Fresca, hácia el Este ya las capas cretáceas se pierden bajo los débilmente inclinados sedimentos terciarios. La cordillera es en este punto esclusivamente una cadena de pliegues. El terciario, que pertenece principalmente a la formacion de la pampa, ha sido poco afectado por la plegadura orojeénica en la Patagonia austral, sin embargo con frecuencia puede comprobarse una inclinacion de 10° a 15° Este, como por ejemplo en el Cabo Palomares en Skyring Este.

Tambien las primeras ramas de montañas de formacion mesozoica son frecuentemente poco afectadas por las fuerzas rejionales, i forman en este caso débiles sinclinales o bien capas con débil inclinacion Este. La discordancia en-

tre el cretáceo i el terciario es por esta razon poco pronunciada. Ha sido tambien una antigua controversia sobre si existia o nó esta discordancia. Ameghino, Fhering i Hauthal han escrito sobre una transicion imperceptible entre las dos formaciones, miéntras Steinmann i Wilckens acaso inducidos principalmente por la fauna encontrada, hacen resaltar que debe existir una discordancia.

Que esto sea así, parece desprenderse de un perfil Este-Oeste hecho en Skyring Water, donde parece existir una trasgresion del terciario sobre el cretáceo. Tan pronto sean clasificados los fósiles recojidos aquí por Halle, este problema quedará definitivamente resuelto.

Hácia el Oeste ahora aumenta rápidamente la plegadura; al lado Este del fjord de Ultima Esperanza, sobre las colinas al Sur del Lago Payne como asi mismo sobre el cerro Buenos Aires cerca del lago Arjentino, se encuentran todavía fósiles mal conservados, pero al Oeste de esta línea predomina el metamorfismo rejional; los esquistos margosos i arcillosos son metamorfoseados cada vez mas intensamente, i donde yo tuve ocasion de visitar las partes centrales de la cadena de montañas, ya no es reconocible la primitiva estratificacion.

A lo largo de todo el declive Este de la cordillera se introduce aquí una poderosa formacion de pórfido cuarcífero, que puede seguirse desde el valle de Azopardo en el Nor-oeste de la Tierra del Fuego hasta el lago Arjentino, acompañada frecuentemente por tobas i brechas. En Skyring-Oeste esta formacion alcanza una anchura de 8 kilómetros i es cortada completamente por el fjord Gajardo. En la mayor parte estos pórfidos cuarcíferos se encuentran mui alterados i de estructura pizarreña, así que apenas puede todavía reconocerse la estructura primitiva; pero localmente pequeños trechos se han conservado bien. Son las rocas eruptivas mas antiguas de la Cordillera Sud-Patagónica.

Al norte del lago Arjentino cambia el carácter de la cadena de montañas. A la altura del lago San Martin aparecen capas mas antiguas, i miéntras al Sur no podíamos constatar mas que un solo plegamiento terciario, aquí podemos distinguir perfectamente dos épocas de plegaduras. En un perfil se ven como complejo de la base esquistos filíticos o grafíticos intensamente plegados i botados: sobre ellos descansan en discordancia poderosas capas fosilíferas que forman la «meseta» i que presentan una inclinacion de 30°-40° al NE. El Doctor Halle quien estudió detenidamente estos perfiles hizo una abundante recoleccion de fósiles, principalmente de plantas, procedentes de las capas bajas del complejo superior, i segun su clasificacion preliminar estas capas pertenecen al Jurásico superior, o al cretáceo mas inferior.

Halle es de opinion que posiblemente puede establecerse un paralelismo entre estas capas i las de Mayer River Beds de Hatcher que aparecen un poco mas al Norte. Por consiguiente, tendríamos aquí claramente, primero un pliegue mesozoico antiguo, o mas probablemente uno paleozoico (mas antiguo aun); i en seguida, un segundo pliegue terciario. En una excursion en bote en el lago San Martin, asimismo en varias partes mas al norte, he observado que la zona de inflexion máxima de esta época de plegadura mas antigua, no coincide con la cordillera central actual, sino que mas bien se encuentra mas al

Este, siguiendo el flanco Oriental de la cadena actual. Hacia el Poniente decrece nuevamente la intensidad del metamorfismo regional.

Siempre conserva aquí la Cordillera su carácter de cadena de pliegues, las rocas eruptivas no forman parte esencial en la construcción de las serranías principales. Pero, a partir de la Última Esperanza hasta el cerro San Lorenzo (47° 30' L. S.) se elevan, como avanzadas formidables de las altas montañas, inmediatas a su borde Este, una serie de laccolitas que fascinan la atención de todo investigador, tanto por la belleza del paisaje como por su constitución geológica divergente. Las pendientes escarpadas de las rocas eruptivas, solo parcialmente desnudas, se elevan directamente del plano de las primeras bajas cernanías cretáceas, hasta una altura de más de 3,000 ms.

La cubierta esquitosa, profundamente alterada por el metamorfismo de contacto, se manifiesta aun con frecuencia como envoltura negra de las más altas cumbres.

La naturaleza de estas laccolitas tan idealmente desarrolladas en el Cerro Paine i Cerro Balmaceda, ha sido muy exactamente interpretada, tanto por Steimann como por Hauthal; a lo largo de la pendiente Este de la Cordillera he podido constatar, a mi vez, a lo menos ocho de estas enormes laccolitas. Por todas partes las cumbres más elevadas de la Cordillera Este constan de estas laccolitas, i el color claro-blanco a rojo pálido, de las rocas eruptivas, contrasta notablemente con los esquistos negros que las rodean, lo que hace que se distinguan desde lejos estas laccolitas. Muchos puntos interesantes presenta la petrografía i las condiciones geológicas, i las rocas varían mucho en las diferentes laccolitas.

En el cerro Balmaceda, el más austral de esta serie, la roca predominante es monzonita cuarzosa, cuyas diversas fases diferenciales varían entre las Sienitas cuarzo-alcalinos i Sienitas aejirínicas miarolíticos de grano grueso hacia el polo ácido, hasta las monzonitas olivinicas i roca plajioclas-olivínica (Forellenstein), como extremo básico.

El cerro Donoso consta de Tonalita-típica con bordes ácidos de diorita cuarzo-micácea, mientras el cerro Paine es formado por granito biotítico pobre en ingredientes oscuros i con un núcleo de Gabbro broncito-ortoclástico. Esto para solo citar unos pocos ejemplos de la serie tan variable de rocas ahí existentes. Estas laccolitas atraviesan la formación sedimentaria de la zona Inoceramus i no solo son más modernas que esta formación, sino que aun más modernas que la plegadura misma de ella. Es notable la semejanza con ciertas laccolitas norteamericanas de los montes rocosos. No solo existe notable correspondencia en las condiciones geológicas, sino que se encuentran representadas muchas de las combinaciones de rocas. Fuera de estas formaciones laccolíticas aparecen con cierta frecuencia rocas de carácter essexítico formando pequeños conos o mantos o dykes de intrusión.

He encontrado este tipo de rocas principalmente en el distrito del Paine i al Norte del lago San Martín. Las condiciones petrográficas son muy variadas e interesantes. Acompañan a estas essexitas un complejo de dykes vastamente desarrollado i correspondiente a pórfido essexítico, a comptonita, a bostonita. Representantes de muchas de estas rocas pueden encontrarse en el distrito de Cristianía; sus semejantes han sido descritas también procedentes de Madagascar i de Montana. En una traquidolerita (según Rosenbusch) de Skyring, reco-

nozco el equivalente efusivo del magma essexítico. Es notable que las essexitas nunca aparecen directamente como productos de diferenciación de las magmas laccolíticas ni ligados directamente con ellos.

Si hemos considerado la cordillera sud-patagónica a partir del Estrecho de Magallanes, hasta la altura del cerro San Lorenzo (47° 30' L. S.) como cadena de pliegues, mas al Norte cambia rápidamente su carácter de tal. Ya a la altura del rio Aysen, donde obtuve un perfil perfecto a través de ella, de los 120 kilómetros que tiene de ancho la cordillera constan 80 kms. de rocas eruptivas de composición granítica, i otros 10-15 de porfiritas i tobas porfiríticas. Entre las primeras al Oeste i las últimas al Este se encuentra intercalada una zona de rocas sedimentarias, las que no se han modificado por el metamorfismo regional lo suficiente para dejar de presentar en plena cordillera bien conservados belemnites i otros fósiles. La cordillera debe, en consecuencia, considerarse aquí como cadena eruptiva, i conserva este carácter hasta la altura del lago Nahuel Huapi.

En la descripción que hace Krüger de su expedición al Yelcho, queda comprobado que aún ahí las rocas eruptivas juegan un rol principal. Solo una muy reducida zona de rocas sedimentarias se encuentra intercalada entre las rocas eruptivas del Oeste i las masas de tobas porfiríticas del Este, i la existencia de fósiles indica que también en este punto el metamorfismo regional ha sido poco intenso. Lo mismo vale en jeneral el perfil atravesando Puerto Montt i Nahuel Huapi, por cuya razón hai que considerar la totalidad de la cordillera Nor-patagónica como cadena puramente eruptiva. Parece que las fuerzas tectónicas han cedido aquí su lugar a las erupciones de poderosas masas magmáticas.

Las influencias del plegamiento terciario no son aquí ni remotamente tan intenso como en el Sur. La cadena eruptiva parece haber desempeñado casi el rol de una zona de resistencia, sobre la cual las fuerzas regionales de la época de plegaduras terciarias poco pudieron actuar.

El costado Este de esta cadena se encuentra formado por muy poderosas cubiertas de porfiritas i tobas que han sido intensamente metamorfoseadas i adquirido en partes una estructura cristalina perfecta. La edad de esta formación es probablemente jurásica, como lo da a conocer ya Hauthal en su perfil del cerro Belgrano i corresponde muy aproximadamente a las vastas formaciones de porfiritas i tobas porfiríticas de mas al Norte. En el perfil del cerro San Martín, la formación de tobas es mas moderna que la época de plegadura mas antigua, i en cambio mas antiguas que las capas fosilíferas del jurásico superior o del cretáceo mas antiguo. Estas rocas parecen reemplazar la formación de pórfido cuarífero del Sur.

Nos llevaria demasiado lejos pretender seguir mas detenidamente la tectónica en este lugar: he tenido que contentarme en esta comunicación preliminar, con hacer resaltar algunos momentos del rico material de estas rejiones poco exploradas. Espero poder proporcionar al «Bulletin of the Geological Institution of Upsala», dentro de poco una descripción jeológica-petrográfica detallada de las rocas eruptivas modernas de la Cordillera Central i Este Sud-Patagónica.

(Instituto Jeológico de la Universidad de Upsala, octubre 1910).

... de las cosas que se han hecho en el mundo...

... de las cosas que se han hecho en el mundo...

... de las cosas que se han hecho en el mundo...

... de las cosas que se han hecho en el mundo...

... de las cosas que se han hecho en el mundo...

... de las cosas que se han hecho en el mundo...