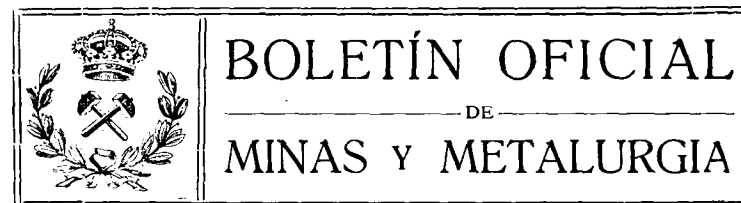


I 19-4-1

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS
D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

PRIMER PREMIO EN EL CONCURSO DE 1928
ENTRE INGENIEROS DE MINAS DE LA ESCUELA
DE MADRID



LEMA: Cämpina-Bustenari.

La Real orden de 27 de febrero de 1928, en su artículo 1.º dice:

1.º Se abre concurso para la presentación de proyectos relativos a cada uno de los temas siguientes:

.....

TEMA SEGUNDO.—Estudio de los procedimientos de afino y transformación de los combustibles líquidos para la obtención de productos comerciales.

Por combustibles líquidos se entienden los petróleos naturales y los productos de la destilación de pizarras y carbones.

Este estudio se dividirá en dos partes:

Primera parte.—Desbaste, afino y refino de los combustibles líquidos, por procedimientos físicos (filtración, disolución, absorción, etc.), químicos (ácido sulfúrico, hipocloritos, etc.), y por ambas clases de métodos combinados.

Segunda parte.—Transformación de combustibles líquidos por descomposición (*cracking*), combinación (hidrogenación) o por mezcla de productos.

.....

BOLETÍN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA. — Febrero de 1928.

INTRODUCCION

... pues, había en el valle
de Siddim muchos pozos de
betún.

(Génesis, 14.10.)

Esas líneas que encabezan este prólogo dan testimonio fiel de la antigüedad, a la que se remonta el conocimiento del petróleo; son, puede decirse, su ejecutoria, y tanto más atrayente y simpática para los creyentes cuanto que encontramos entre las páginas de la Historia Sagrada algunas veces citado ese cuerpo mineral, y nos consta que fueron las aguas en que flota aún en el lago Asphaltites testigos del paso del Redentor por la Tierra.

Se han necesitado más de mil años, dos mil cerca, para que el petróleo, que se empleó como mortero para las piedras de las construcciones de Babilonia y Ninive, y sólo en casos de apuro como sustitutivo del aceite para alumbrado, haya adquirido tal importancia, que constituye hoy una de las primeras materias necesarias a la Humanidad, y su posesión ha sido quizá una de las causas más poderosas para que las tierras de Palestina hayan sido ocupadas por los cristianos y hayan salido del poder musulmán, lo que no pudieron conseguir las Cruzadas, con toda la fe y toda la valentía y arresto de los nobles que en ellas murieron. Bien venido el efecto, sea cualquiera la causa.

El estudio de los petróleos y de sus transformaciones tiene en las actuales circunstancias verdadera trascendencia, porque no hay nación, por pequeña que sea, que no se vea en la precisión de emplear los productos comerciales que de él se derivan, y que no tenga, por tanto, necesidad de pensar en medios que aseguren su suministro, y nos

atrevernos a decir que si importante es este problema para las demás naciones, para España lo es quizá en mayor grado, porque dada su complicada orografía y la dificultad que por tal motivo existe para el trazado de líneas férreas de transporte, los motores de explosión han de substituir en la mayor parte de los casos a cualquiera de los demás medios de producción de energía, con economía y eficiencia, y los combustibles líquidos han de constituir el manantial más propio para nuestras necesidades, y nada bueno puede hacerse si por desconocimiento de la primera materia y de su composición y transformaciones, o por considerarnos como no productores de ella, nos creemos exentos de intervenir en los problemas anejos a su tratamiento.

Razonablemente, por lo mismo que hasta hoy no hemos tenido la suerte de encontrar yacimientos de petróleo, debemos preocuparnos más de su busca y de estar en contacto íntimo con los productores para conocer sus medios de tratamiento, los costos y los resultados, y poder en cualquier momento escoger aquel que convenga más a las características de nuestros criaderos o de nuestros minerales que indirectamente pueda producirlos.

Francia está en el mismo caso que nosotros, y se ocupa activamente de la investigación de sus criaderos y de medios de tratamiento de los petróleos y procedimientos de refino; porque seamos o no productores, surge inmediato el dilema del refino y de la conveniencia de efectuarlo o no en nuestra patria. Este dilema debe resolverse afirmativamente en cuanto a la conveniencia de establecer refineries en España y fábricas de transformación del petróleo bruto, que, importado en crudo, ha de ahorrarnos grandes sumas, que de otro modo se envían al Extranjero.

El problema del refino en España no empleando más que los antiguos métodos de destilación, ha podido no ser productivo, porque para una cantidad de gasolina y productos ligeros, que son los que tienen salida fácil en mercado,

teníamos que producir en el refino cantidades de fracciones pesadas que estaban muy por encima de nuestras necesidades y que no tenían fácil salida comercialmente hablando. Los nuevos métodos de refino y de transformación de los carburos densos en ligeros permiten obtener en primera pasada una cantidad que representa un 50 por 100 del petróleo bruto en el *cracking* y algo más en los métodos de catalización, y, por tanto, nos ponen ya en condiciones de aprovechar la diferencia de precio del refino y de establecer la industria en nuestro suelo, que puede ser una base de prosperidad para algunas comarcas y de trabajo fijo para sus conterráneos.

Laboratorios de experimentación montados en España para ensayar petróleos, aceites y carbones, y para transformar los carbones malos y lignitos a la manera de los instalados en Francia y Bélgica, en París, Bruselas, Nancy, Starsbourg, Montpellier, etc., crearían verdaderos técnicos nacionales que siguiesen de cerca el progreso de la industria petrolífera y la aplicasen a nuestras necesidades, aconsejando al personal de las Empresas que en estos riesgos industriales impusiesen su capital y guiando con los resultados de sus trabajos sobre combustibles y materias minerales patrios, la iniciativa de los restantes técnicos del país.

Este esfuerzo se merece el problema de obtención de combustibles líquidos nacionales, esfuerzo que, por otra parte, habría de quedar bien pronto suficientemente remunerado con los resultados que se obtuviesen, porque es completamente absurdo encerrarse en la negativa de que España no posee combustibles líquidos, naturales, puesto que está inexplorada e inestudiada en ese sentido, y no hay quien pueda atreverse a sentar esa conclusión como definitiva.

El estudio de los métodos de refino está íntimamente ligado con la química de los hidrocarburos, puesto que ellos

son los componentes del aceite mineral; así, pues, en el presente trabajo nos hemos visto obligados a penetrar constantemente en el campo de la química, y no hemos podido por menos que tratar con alguna extensión, quizá algo mayor de la que un trabajo de esta índole requiere, la explicación de algunas de las transformaciones que sufren los petróleos, mas lo hemos considerado preciso para la mejor comprensión de los fenómenos que sirven de base a los tratamientos.

Los métodos físicos los hemos estudiado comenzando por los fenómenos físicos, exponiendo sus leyes y de ellas sacando las conclusiones que deben tenerse en cuenta para el caso especial de los petróleos, dada su composición química.

No obstante, hemos procurado no omitir detalles prácticos de los distintos procedimientos, tanto en lo que a los aparatos empleados se refiera cuanto a las cantidades de los reactivos, cálculos de costo de las operaciones, consumo de combustibles y datos obtenidos en las experiencias realizadas.

La norma general del estudio hemos tenido que sujetarla al marco establecido en el tema objeto del concurso, conservando las dos partes en que éste lo divide, y dentro de cada una de ellas los distintos tratamientos que pueden emplearse. Hemos añadido, por considerarlos de interés, el estudio de los depósitos de almacenamiento, que tan precisos son en toda refinería, y el del tratamiento de gases naturales para obtener los petróleos ligeros que contienen.

Finalmente, acompañamos un estudio de los petróleos y combustibles que indirectamente pueden producir petróleos, porque es difícil, sin conocer perfectamente la composición y propiedades de estos cuerpos, explicarse muchos de los fenómenos expuestos en la primera y segunda parte del estudio.

Muchos procedimientos de los que hemos reseñado es

evidente que no tendrán aplicación en la práctica; pero son interesantes, bien por sus fundamentos, bien porque pueden orientar para dar lugar a otros que sean más industriales. No hay que olvidar que de un simple ensayo de síntesis de carbón puede nacer un procedimiento como el de Bergius, que es asombro de la Ciencia.

La transformación constante es la base de la vida, y no debemos desesperar nunca; si tenemos fe y avanzamos en nuestras investigaciones, tanto en el terreno como en el laboratorio, es evidente que hemos de hallar la solución a nuestro problema del combustible líquido nacional. Es indudable que existe, porque esta tierra noble y buena que nos sustenta siempre nos dió lo que hubimos menester, si con cariño y atención la tratamos, y aun esta recia Castilla tuvo para dar vida a otros mundos...

TRATAMIENTO DE LOS PETROLEOS Y ACEITES MINERALES

PRIMERA PARTE

I.—OPERACIONES PRELIMINARES

El petróleo bruto conforme se extrae de los pozos y sondeos no es un líquido limpio, sino que está cargado de impurezas, y aunque en general no es muy grande la proporción de ellas, siendo excepcionales los casos, como suele ocurrir en California, de que esta proporción se eleve hasta un 50 por 100 en peso, no es menos cierto que viene mezclado con arenas, lodos, agua salada y los gases naturales que siempre acompañan a los yacimientos de petróleos.

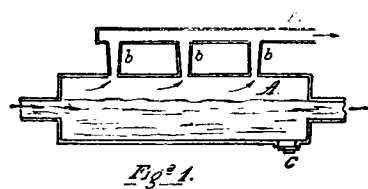
Se comprende, pues, que las primeras operaciones que tenemos que efectuar con los petróleos brutos son separarles de todas estas impurezas en forma conveniente, es decir, aprovechando aquellas que tengan un interés industrial, como ocurre con los gases e hidrocarburos ligeros, y perdiendo en estas operaciones la menor cantidad posible de petróleo bruto.

Desde luego, existiendo impurezas como los lodos y arenas, que modifican con su mezcla las propiedades de fluidez de los aceites minerales y que no les permiten el paso por tuberías y bombas, es evidente que la primera operación que tenemos que intentar es separarle de esas impurezas, lo que se verifica por decantación en grandes depósitos; también debemos separarle de los gases que le acompañan, y esa es una segunda operación precisa; siendo la tercera

y más difícil la hidratación o separación del agua que le acompaña, porque, aunque por decantación puede conseguirse algo, debemos tener en cuenta que dada la presión de salida de los petróleos por los orificios de las sondas, salgan espontánea o forzosamente, origina siempre una mezcla íntima, agua-petróleo, que constituye una verdadera emulsión, no siempre fácil de destruir, como ya veremos, y, por otra parte, la mezcla agua-petróleo no debe llevarse a la destilación, porque la ebullición de los aceites minerales mezclados con agua es tumultuosa, origina espumas que son perjudiciales y las sales disueltas en el agua forman compuestos que depositan incrustaciones en tubos y calderas, y en otros casos atacan y corroen las chapas metálicas de las mismas.

En estas operaciones preliminares vamos, pues, a estudiar, primeramente la decantación y separación de los gases; en segundo lugar, la deshidratación, y finalmente, las condiciones de almacenamiento de los petróleos.

I. Decantación y separación de los gases.—Cuando la producción del sondeo de que se trata es considerable, el mejor medio de separación de los gases y arenas consiste en hacer pasar los petróleos brutos, a la salida del sondeo, por una tubería horizontalmente colocada y de gran diámetro, A, figura número 1, que en su generatriz superior



lleva cierto número de tubos de escape *b*, para que el gas salga por ellos y pase a los gasómetros por la conducción general B, desde los cuales pasa a la recuperación de los hidrocarburos ligeros y a sus aplicaciones industriales. Las arenas y lodos se depositan en esa conducción A, y de tiempo en tiempo se retiran por el orificio C. Si los petróleos tienen gran proporción de lodos y arenas,

es conveniente colocar dos tuberías análogas a la A para poder tener una en funcionamiento y otra en limpieza.

Cuando la producción del sondeo es pequeña, en vez de los tubos, se hace uso de cajas cilíndricas de menores dimensiones, o de las cajas automáticas (fig. 2) colocadas en grupos, unidas a la tubería general de salida de petróleo bruto A B, por los conductos provistos de su correspondiente llave de paso *c*, que puede quedar automáticamente maniobrada por flotadores, lo mismo que las llaves *b* de salida de petróleo decantado. Los gases se escapan por los tubos *d*, pasando a la tubería general de gases D, mientras

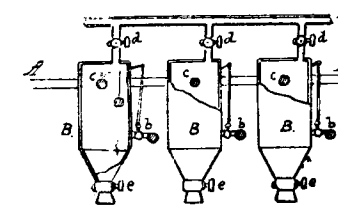
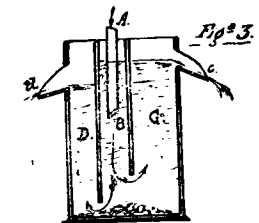


Fig. 2.

que los lodos y la arena, y parte del agua, vienen a quedar en la parte inferior troncocónica de las cajas B, que puede limpiarse cuando sea preciso por las llaves de compuerta *e*. El funcionamiento automático de puesta y separación en circuito de cada caja no es preciso detallarlo.

Las cajas de decantación que se emplean muy frecuentemente en las destilerías y refinerías son las que pasamos a reseñar ligeramente. En el esquema número 3 tenemos una disposición general para petróleos densos no volátiles que entran por la tubería A, y depositando en el fondo de la caja todas las impurezas pesadas, pasan a la parte C, separándose del agua, que como más densa pasa a la parte D de la caja decantadora. Cuando se trate de alquitranes y aceites densos, de más gravedad que el agua, el funcionamiento sería inverso y se depositaría el agua en C y el petróleo en D.

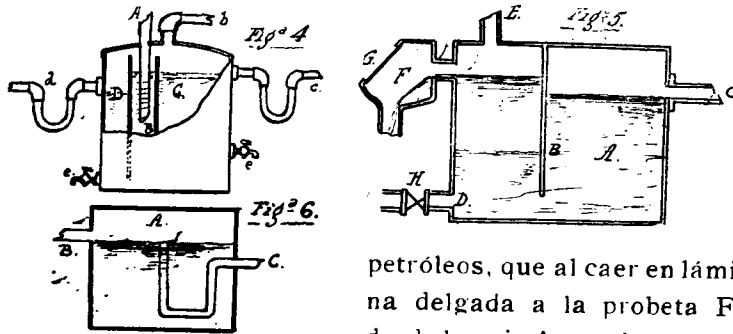


Si los petróleos son más volátiles, esta disposición deberá tomar la forma de la figura 4, donde los recipientes están

completamente cerrados, y además, tenemos la tubería *b* para recuperar los vapores de hidrocarburos volátiles.

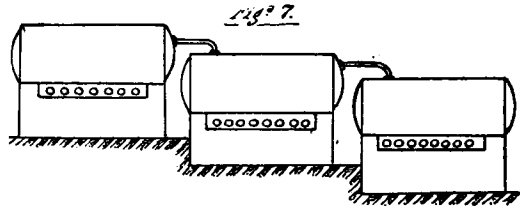
Florentines.—Son aparatos parecidos, fundados en el mismo principio, que se utilizan en la parte de condensación de las destilerías para separar los petróleos y aceites minerales del agua de condensación de los vapores que han servido para la destilación.

Un primer modelo está dibujado en la figura 5, en que la mezcla de condensados penetra por *C*, recogándose en *F* los



petróleos, que al caer en lámina delgada a la probeta *F*, desde la caja *A*, pueden obser-

varse su aspecto y color por el vidrio *G*, que forma una de las caras de la probeta. El agua de condensación sale por la tubería *D* maniobrando la llave de paso *H*. Otro modelo más sencillo es el de la figura 6, en que el petróleo está formando la capa superior de la masa líquida y sale por la tubería de nivel fijo *C*, quedando el agua en el fondo, que se



extrae por una llave (no representada en el dibujo) cuando se considera necesario.

Cuando se trata de alquitranes o petróleos densos suele

emplearse la disposición de la figura 7, formada por varias calderas o recipientes en escalera, donde cada una toma solamente el exceso de nivel existente en la caldera superior; por consiguiente, la primera caldera decanta toda el agua con algo de alquitranes mezclados que van poco a poco quedando en las restantes, y lleva tuberías de caldeo, bajo las calderas, porque muchas veces es preciso calentar los alquitranes y petróleos densos para que la fluidez sea un poco mayor y pueda desprenderse el agua, que de otro modo queda, y también parte de los gases y vapores, envueltos en esa masa muy viscosa y poco fluida de los aceites pesados sin poder desprenderse. En estos casos la decantación aislada no da resultado, como no se combine con la acción del calor, y de las que, aunadamente, ya nos ocuparemos en la destilación.

II. Deshidratación.—Como no obstante haber sometido los petróleos a operaciones de decantación, contienen agua y es necesario eliminarla antes de someterlos a la destilación o al *cracking*, para evitar que la ebullición tumultuosa se produzca y el líquido pueda saltar dentro de los aparatos, originando espumas, y sometiendo a los recipientes a esfuerzos distintos de los calculados para la operación, así como originando corrosiones por las sales que el agua siempre contiene en disolución, es indispensable someterlos a una deshidratación cuidadosa, que depende de la forma en que el agua está contenida en los petróleos.

El agua puede estar en los aceites minerales de dos maneras: o sencillamente mezclada, que no tiene gran importancia porque el agua y el petróleo no son miscibles y la separación no presenta dificultades, o pueda estar emulsionada, en cuyo caso la mezcla de las partículas de uno de los cuerpos es tan íntima con las del otro que se encuentran en estado casi microscópico en suspensión en el otro líquido y la separación es operación delicada.

Los petróleos en este estado de emulsión adquieren caracteres distintos, como ya explicaremos en el capítulo correspondiente al hablar de los petróleos, toman una gran viscosidad y las bajas temperaturas tienen gran acción sobre ellos, pues hacen tomar la emulsión, consistencia espesa casi sólida, como la jalea.

En estas condiciones se comprenderá que el transporte por tuberías es imposible, porque no existiendo fluidéz no circula el petróleo por las bombas y tubos y es absolutamente preciso destruir la emulsión.

Estudiaremos, pues, los diferentes métodos empleados, tanto por separación del agua como para destrucción de las emulsiones, y los dividiremos en las siguientes clases:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| a) Procedimientos físicos..... | { 1.º Caloríficos.
2.º Eléctricos.
3.º Mecánicos. |
| b) Procedimientos químicos. | |
| c) Procedimientos fisicoquímicos. | |

Procedimientos físicos.

CALORÍFICO.—Los procedimientos más sencillos de hidratación consisten en calentar los petróleos hidratados para que al aproximarse a los 100º, que es la temperatura de vaporización del agua, ésta se separe en forma de vapor, quedando la mayor parte de los productos de petróleo. No es este procedimiento tan sencillo como parece, pues aunque ha sido empleado muchos años en las primitivas instalaciones de refinó presenta muchos inconvenientes, siendo el mayor de ellos las grandes pérdidas que experimentan en hidrocarburos ligeros todos los petróleos tratados por este procedimiento, de no instalar talleres de recuperación de hidrocarburos, y otro inconveniente grave la cantidad de calor que hay que emplear y consiguientemente de combustible.

Por otra parte, este procedimiento no ha dado resultados completamente satisfactorios con las emulsiones, porque

aunque se ha comprobado que al elevarse la temperatura cerca de 100º y disminuir la tensión molecular de los petróleos, que es la que da origen a la formación de las emulsiones, éstas comienzan a deshacerse; también se ha comprobado que no se destruyen por completo, a no ser que se calienten los petróleos cerca de 200º, y ya es una temperatura muy elevada para una deshidratación, que se convierte en una destilación con todos los inconvenientes que hemos señalado para estas operaciones con petróleos mezclados con agua.

Así, pues, el procedimiento calorífico se emplea generalmente para petróleos mezclados con agua, pero no emulsionados, y para alquitranes y aceites minerales.

La deshidratación por el calor puede ser discontinua o continua; es decir, los aparatos para deshidratar pueden tener marcha periódica o continua.

En hidratación discontinua el procedimiento Wilke consiste en calentar los petróleos en calderas directamente colocadas sobre hogares y elevar la temperatura hasta unos 120º, recogiendo los vapores de agua y de hidrocarburos ligeros en unos condensadores, donde la separación por densidades era sencilla de efectuar. El procedimiento ha sido empleado muy poco en la práctica industrial, porque presenta los inconvenientes de una destilación a baja temperatura y tiene muchas pérdidas en productos de bajo punto de ebullición.

Se ha empleado el vapor de agua para calentar indirectamente los recipientes, y en ese caso se usaban calderas de gran capacidad, donde unos serpentines recorridos por vapor de agua elevaban la temperatura hasta el límite deseado. Estos grandes recipientes tampoco han tenido aceptación para los petróleos brutos, y sólo se emplean para los alquitranes, los que, con pequeña elevación de temperatura, pueden separarse del agua, y ésta, como menos pesada, puede separarse con facilidad por decantación haciéndola

salir por las llaves de purga, colocadas, varias, a diversas alturas.

Otro procedimiento empleado para los alquitranes y petróleos densos consiste en baterías de calderas colocadas en escalera y unidas por tuberías, colocadas a la altura conveniente para hacer pasar el agua mezclada con algo de alquitrán o petróleo denso a la caldera siguiente, donde también se decanta la mezcla. Las calderas están calentadas hasta la temperatura deseada por tubos, donde circula vapor recalentado, colocados bajo las calderas, en vez de hogares de fuego directo; este sistema está indicado en la figura número 7.

El procedimiento Wilton, también de fuego directo, se suele emplear solamente para los alquitranes; es análogo al de Wiike y sólo difiere de él en que la operación se realiza de una manera continua, porque el petróleo denso o los alquitranes se inyectan por bombas de circulación en la caldera, y los productos pasan a varios condensadores hasta que estos mismos pueden ser separados por densidades y los petróleos densos enviados ya calientes a la destilación.

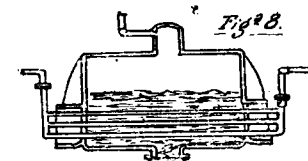
Modernamente, para suprimir uno de los inconvenientes que tiene el procedimiento calorífico, que es el consumo de carbón, se ha adoptado el sistema de aprovechamiento de calores perdidos, y en esta forma han empezado a emplearse con más intensidad, usando los recalentadores y combinando la operación con la de calentamiento previo de los petróleos y alquitranes antes de entrar en los aparatos de destilación y combinando la instalación de caldeo con otra de recuperación de hidrocarburos arrastrados por los gases.

CALENTADORES ECONOMIZADORES.—El aprovechamiento de calores perdidos puede hacerse bien calentando con los productos de los hogares de las calderas de destilación para producir vapor de agua, empleando éste en la calefacción y deshidratación de los petróleos, o calentando los petróleos

brutos frescos con el calor sobrante de los productos destilados. En la práctica se suelen combinar unos y otros procedimientos para producir una mayor economía.

Los calentadores empleados son unas calderas en las que se colocan dentro serpentines de tubos recorridos por los productos de la destilación, y el aparato funciona a la vez como calentador del petróleo bruto que viene de los depósitos y como condensador para los productos de la destilación que circulan por los serpentines.

En la figura número 8 damos una sección de un calentador sencillo en que los tubos del serpentín están recorridos por vapores de los hidrocarburos de destilación del petróleo, y en el esquema número 9 damos el corte de un aparato doble, o sea con dos serpentines, donde uno es para el pase de vapores de hidrocarburos que se condensan, y otro, *b*, para que se enfrien y cedan su calor los residuos líquidos de la destilación antes de pasar a los depósitos correspondientes. De este modo se obtiene un mayor aprovechamiento del calor perdido.

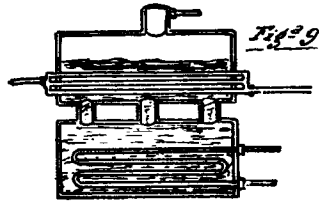


Estos aparatos deben calcularse en forma que se obtenga a la vez la deshidratación y secado de los petróleos que pasan por la caldera y la elevación de temperatura necesaria para que puedan entrar en la caldera de destilación a la temperatura deseada, y al mismo tiempo, el desprendimiento de la mayor parte de las gasolinas de bajo punto de ebullición que contengan estos petróleos, que salen por el tubo *c* para los aparatos de recuperación.

Hay que tener, sin embargo, en cuenta que no conviene enfriar rápidamente los vapores de hidrocarburos, contrariamente a la creencia general, porque en ese caso no se verifica su fraccionamiento en buenas condiciones; por esa razón son más empleados los calentadores dobles, pues la

cantidad de vapor dada por los serpentines de residuos regula el enfriamiento de los serpentines de vapores al límite que se quiera.

Los calentadores no son aparatos que tengan que soportar grandes presiones, por lo que, en la prueba, es suficiente que se les someta a unas tres o cuatro atmósferas. Para lo que hay que prevenirse es para que las juntas sean lo más estancas posibles, y a ese fin, la disposición de la caldera representada en la figura número 8, que es preferible a la de la número 9; en



la parte, donde los haces tubulares de los serpentines penetran en la caldera.

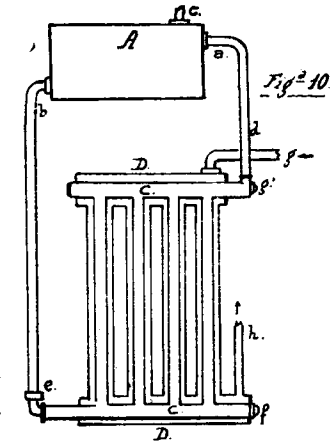
Es ventajoso que el líquido no pase de una mitad de la altura del calentador, dejando

gran espacio para los gases, y por esa razón los serpentines siempre quedan en la parte baja de los aparatos, dejando más de media caldera libre.

Cuando se tengan que pasar por los calentadores petróleos muy húmedos o muy parafinosos, conviene, a veces, substituir por vapor de agua el líquido que calientan los serpentines, y para activar la circulación de los petróleos calientes de la parte superior a la inferior en que están más fríos, colocar una pequeña bomba de circulación, que tome el líquido arriba y lo envíe a las zonas inferiores.

Un tipo de calentador muy económico, que conviene a los petróleos húmedos y a los alquitranes densos, es el calentador de Mallet, que consiste, como indica la figura 10, en un recipiente A, donde está el petróleo bruto, que pasa por la tubería *b—e* al calentador D, compuesto de un haz vertical de tubos *c—c*, envueltos por otro haz tubular *D—D*, en el cual circula vapor de agua que rodea, de este modo, a los tubos *c—c*, y los calienta. El vapor entra por *g*

y sale por *h*, y los petróleos, ya calentados, salen por la tubería *d* y vuelven por *a* al recipiente A. El vapor de agua y los vapores de hidrocarburos ligeros salen por *g* a la recuperación. Una tapa a tornillo *f* sirve para la limpia del haz tubular *c* en caso de necesidad.



Este aparato funciona, en caso de petróleos densos y alquitranes, como termosifón, entrando el petróleo frío por *b* al calentador y subiendo por *d* al recipiente; pero hay casos que conviene colocar una bomba de circulación.

Trabaja a una presión que no excede de cuatro kilogramos por centímetro cuadrado y con un consumo de vapor de 11 a 12 por 100, o sea 110 a 120 kilogramos por tonelada de petróleo denso tratada.

Cálculo de un economizador

Para caso de gases calientes de un hogar, por ejemplo, la ecuación de calor será

$$p \cdot c (t - t_1) = P \cdot C (T_1 - T)$$

siendo *p* el peso de agua que pasa por unidad de tiempo y *P* el valor del otro líquido o gas; *C* el calor específico de este líquido o gas y *c* el del agua; *t₁* y *t* las temperaturas del agua a la entrada y a la salida, y por *T₁* y *T* las del gas o líquido a la salida y a la entrada.

Ahora bien; es necesario afectar a los gases y al agua de un coeficiente de utilización; para los gases puede ser este coeficiente *m* = 0,80, y para el agua *n* es aproximadamente la unidad.

Supongamos que salen de un hogar de caldera unos

2.240 metros cúbicos de gases de combustión por hora, con una densidad media de 1,3 kilogramos por metro cúbico:

$$P = 2.240 \times 1,3 = 2.919 \text{ kgs.}$$

Si suponemos como calor específico de los gases calientes el de 0,24, tendremos $M P c = 2.919 \times 0,80 \times 0,24 = 557$ calorías grado.

De la fórmula

$$M \cdot P \cdot C (T_1 - T) = n \cdot p \cdot c (t - t_1)$$

sacamos

$$t = t_1 + \frac{M \cdot P \cdot C}{n \cdot p \cdot c} (T_1 - T)$$

y si suponemos la temperatura del agua a la entrada $t_1 = 10^\circ$, $T_1 = 380^\circ$ y $T = 200^\circ$, temperaturas de los gases a la entrada y a la salida, y la cantidad de agua necesaria por hora para caldera $1.625 \text{ kgs.} = p$.

$$t = 10^\circ + \frac{557}{1.625 \text{ kgs.}} (380^\circ - 200^\circ) = 51^\circ$$

una vez que $n \cdot p \cdot c = 1.625 \times 1,00 = 1.625$.

Luego habrá absorbido el líquido un número de calorías

$$Q = 1.625 \times 41^\circ = 66.625 \text{ cal. kgs.}$$

La superficie del economizador la podemos calcular partiendo de la fórmula

$$Q = S \times K \frac{(T_1 - t) - (T - t_1)}{\log. \text{ nep. } \frac{T_1 - t}{T - t_1}}$$

$$66.625 = S \cdot K \cdot \frac{(380^\circ - 51) - (200^\circ - 10^\circ)}{\log. \text{ nep. } \frac{380 - 51}{200 - 10}}$$

que nos dará, despejando el valor de S en la anterior ecuación,

$$S = 66.625 \times \frac{\log. \text{ nep. } \frac{380 - 51}{200 - 10}}{K (380 - 51) - (200 - 10)}$$

que se convierte, efectuando las operaciones indicadas, en

$$S = \frac{66.625 \times 0,69}{149 \times K}$$

en la que K es un coeficiente de transmisión del calor que depende de la materia de que estén hechos los tubos de los economizadores, que, como suelen ser de acero o fundición, podemos suponerle para acero = 10 y para tubos de fundición = 8 (para transmisión de gas o líquido)

$$S = 31 \text{ m}^2$$

Si los flúidos circularen en el mismo sentido, la fórmula sería

$$Q = S \times K \frac{(T_1 - T) - (t_1 - t)}{\log. \text{ nep. } \frac{T_1 - t}{T - t}}$$

En caso de que no sean gases los que caldean, sino líquidos, la fórmula es la misma, y sólo los que varían son los calores específicos de cada cuerpo y los coeficientes de transmisión, cuyos valores se indican en el capítulo de destilación.

Para calcular la caída media de temperatura que se obtiene con un calentador en que intervengan dos líquidos, podemos emplear la fórmula siguiente, debida a Haunsbrandt.

Sea uno de ellos petróleo bruto, cuya temperatura de entrada sea t_e y a la salida t_s . Sea el segundo cuerpo alquitrán, cuya temperatura de entrada sea T_e y la de salida T_s .

El petróleo bruto habrá ganado

$$d = t_s - t_e$$

El alquitrán habrá perdido

$$D = T_e - T_s$$

Tendremos a la entrada

$$C_o = T_e - t_e$$

$$C_f = T_s - t_s$$

y la caída media será

$$C_m = \frac{C_o - C_f}{n(1 - \sqrt{\frac{c_f}{c_o}})}$$

Por el cuadro siguiente podemos llegar a obtener los valores de C_m para C_o , y para diversos valores de $\frac{c_f}{c_o}$, directamente.

$\frac{c_f}{c_o}$	C_m para $c_o = 1$	$\frac{c_f}{c_o}$	C_m para $c_o = 1$
0,0025	0,166	0,30	0,583
0,005	0,188	0,50	0,724
0,010	0,215	0,70	0,843
0,050	0,317	0,80	0,897
0,010	0,391	0,90	0,953
0,015	0,451	0,95	0,952
0,020	0,500	1,00	1,00
0,025	0,544		

Sea, por ejemplo, un calentador de petróleo bruto, con alquitrán, que sale de los residuos destilados. El petróleo bruto entra a 180° y sale a 80°. El alquitrán viene a 180° y sale a 48°.

$$c_f = 48 - 18 = 30^\circ$$

$$c_o = 180^\circ - 80 = 100^\circ$$

$$\frac{c_f}{c_o} = 0,30 \text{ y } C_m = 0,583 \text{ para } c_o = 1$$

luego para $c_o = 100$ $C_m = 58^\circ,30$.

Cuando se trata de recuperar calores perdidos arrastrados por los vapores y líquidos procedentes de la destilación, se emplean estos recalentadores, que también reciben el nombre de «igualadores» de temperatura, en los que los vapores de hidrocarburos y los hidrocarburos líquidos recién-

temente condensados ceden calor a los petróleos brutos que vamos a tratar.

Se ha observado que los petróleos, dado su calor latente, muy pequeño, sufren por la acción de la radiación una condensación considerable. Por otra parte, el vapor de petróleo, al condensarse, se fracciona, y las fracciones más pesadas son las que se condensan antes, lo que disminuye sensiblemente la temperatura. Estos fenómenos son causa de que no se puedan emplear aparatos de calentamiento múltiples para aprovechar lo más posible este calor latente.

Ya veremos en el capítulo que trata de la destilación continua cómo se aprovechan estos calores perdidos y hasta dónde se puede llegar en el aprovechamiento; aquí sólo diremos que, dados los inconvenientes que suelen presentar los dispositivos de enfriamiento de carburos pesados, obrando sobre petróleos brutos que hay que caldear, se suele emplear el vapor de agua para calentar los petróleos brutos y para vaporizarlos en los serpentines, y, en cambio, los vapores de destilados se condensan cediendo al agua su vapor latente. De este modo, el agua parece que obra como volante térmico, llevando a la instalación de recuperación y destilación una regularidad que, de otro modo, no se posee, porque el petróleo no es un líquido que pueda servir como volante distribuidor de calorías entre los diferentes aparatos de la instalación.

Empleando el agua cada aparato es independiente del que está a continuación de él, y el funcionamiento es casi automático, cuando, de otro modo, la menor variación puede llevar en sí una variación hasta de la clase de productos condensados y destilados, porque se desequilibra fácilmente la instalación.

Por otra parte, el transporte por tuberías del vapor o del agua caliente es fácil; en cambio, el de vapores de petróleo o petróleos calientes tiene sus peligros, y deben conden-

sarse y enfriarse lo más cerca posible de su punto de evaporación.

Como datos prácticos podemos indicar que los valores del coeficiente de transmisión para el caso de recalentadores verticales, de 85 tubos de latón de $49 \times 51 = 2.880$, que equivalen a 38,45 metros cuadrados de superficie de caldeo, entre los que se ha hecho pasar una corriente de agua, han dado lugar a los siguientes números:

Litros de agua por hora	Temperatura del agua		Calorías por horas	Temperatura del vapor	Caída	Coeficiente K
	Entrada	Salida				
5.902	15,4	52,4	218.734	59,4	20,2	251
6.002	17,25	60,3	258,086	69,7	25,08	266
5.648	18	61,4	259,850	70,4	20,9	346
4.329	17,8	74	250,274	80,9	25,38	257

También se suelen calentar los recipientes de deshidratación con los gases de combustión de los hogares de las calderas de destilación, como dispone Weckel en su aparato.

Cuando se emplea el vapor para calentar los petróleos y alquitranes, debe procurarse emplear vapor no recalentado, pues, según hace notar Aynes, no es oportuno hacerlo así, porque las gotas de agua que vienen al contacto con el tubo de vapor recalentado se vaporizan en seguida y el vapor se condensa de nuevo en las capas más frías, produciendo pequeñas gotas que de nuevo se emulsionan con el petróleo. El mejor procedimiento es emplear el vapor sin recalentar y colocar los tubos de vapor en la parte inferior del recipiente en contacto con el agua que se deposita allí; de ese modo el aceite se calienta más lentamente y se forman corrientes de convección que favorecen la reunión de las gotitas de agua en otras más grandes.

El procedimiento de Pilat y Pistrowski consiste en calentar los petróleos brutos a una temperatura de 130 grados centígrados, y bajo presión, en calderas de tubos, como las Babcock-Wilcox, trabajando continuamente, y por este método se consigue la destrucción de las emulsiones, según el autor, porque siendo las películas de resina y jabones las que, rodeando las gotitas de agua, impiden su reunión, debido a las tensiones superficiales y moleculares, al calentar fuertemente esas películas, se disuelven en el petróleo, o las resinas y jabones pasan del estado altamente coloidal en que están a un estado de dispersión menos grande, lo que hace disminuir su adherencia o absorción a la superficie límite de las gotitas de agua, y, por tanto, disminuye la solidez de la película.

1.º PROCEDIMIENTO POR ENFRIAMIENTO.—Entre los métodos de deshidratación figura también una patente del Ingeniero Poestch, que consiste en emplear la acción del frío en vez de la del calor para separar el agua, basándose en que en un descenso de temperatura brusco tendrá por consecuencia que el agua mezclada con el petróleo se hiele y éste no, con lo que es sencilla la separación. Esto es cierto en cuanto al agua mezclada con el petróleo; pero ya no es tan cierto si se trata de aplicarlo al agua emulsionada con él, pues se ha visto que bajo la influencia del frío toda la emulsión es la que toma la forma pastosa y no se consigue la separación deseada.

Como ya hemos indicado, para las emulsiones no basta con aplicar solamente la acción del calor o del frío; es precisa la acción de otros cuerpos que auxilién la de los fenómenos físicos.

2.º PROCEDIMIENTOS ELÉCTRICOS.— Los procedimientos eléctricos de deshidratación y de recuperación de productos y purificación de gases han tomado extraordinaria importancia en la industria por los resultados tan excelentes que con ellos se ha conseguido obtener. Aquí nos ocuparemos

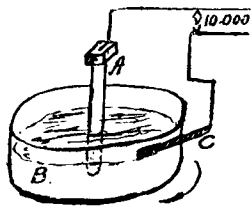
solamente de la deshidratación, pues la purificación de gases no es objeto de este estudio.

Pueden ser fundados en el empleo de corriente alterna o de corriente continua, y como las bases de ambos métodos son distintas, las estudiaremos separadamente.

Por empleo de corriente alterna.—Procedimiento Cotrell.

El conocido inventor de los procedimientos de purificación de gases aplicó también el método eléctrico a la deshidratación, teniendo como fundamento del procedimiento la acción que sobre las gotas de agua produce la creación de un campo eléctrico, dirigiéndolas en el sentido de las líneas de fuerza del campo, análogamente de lo que les ocurre a las limaduras de hierro sometidas a la acción de un campo magnético. Esas gotas, concentradas en sentido de las líneas de fuerza del campo, se aproximan unas a otras y forman gotas más gruesas, haciendo ya posible su separación, puesto que con la acción eléctrica se ha conseguido disminuir la tensión superficial, que es la causa del emulsionamiento.

Un esquema del procedimiento se indica en la figura adjunta, en que B es un electrodo central fijo y A un electrodo cilíndrico, móvil. El petróleo se coloca entre ambos,



mezclado con petróleos ligeros, para darle más fluidez si es denso. Los electrodos se someten a una diferencia de potencial de 10.000 voltios, variando con las dimensiones que tenga el aparato. El rendimiento es muy bueno, porque un deshidratador de 2,40 metros de altura y un metro de diámetro

viene a tratar unos 300 a 1.000 barriles por día (que equivale a 48 — 160 toneladas), con un gasto de energía de 5 a 75 watts hora por barril de aceite deshidratado.

En América ha tenido un gran éxito, y se ha extendido

con rapidez, no obstante el inconveniente grave de necesitar grandes aislamientos en los aparatos, por las tensiones elevadas a que se trabaja.

Las instalaciones, al principio, presentaban la desventaja de que, desde el momento en que el agua comenzaba a agruparse y a reunirse formando como una especie de filetes líquidos dentro de la masa del aceite, y antes de depositarse, el líquido se hacía algo conductor, y la corriente tendía a pasar formando cortocircuito entre los electrodos.

Para evitarlo se pensó en instalar agitadores que, moviendo el líquido, tratasen de impedir la formación de esos filetes líquidos orientados entre los electrodos, y se llegó a una solución satisfactoria, haciendo que uno de los electrodos gire alrededor de un eje, haciendo de agitador.

Más tarde se obtuvo una patente modificando el procedimiento Cotrell, colocando un cortocircuito de electroimán para limitar la intensidad de la corriente a los límites que convenga.

Se ha observado que, cuando se establece un cortocircuito dentro de la masa de petróleo a través de un filete de agua, como la temperatura crece rápidamente, el agua se vaporiza con rapidez también y queda cortado el circuito, por lo que no son necesarios los agitadores.

Como más se ha empleado el procedimiento ha sido a base de electrodo giratorio, con los graves inconvenientes de que las escobillas necesarias para dar paso a la corriente, al electrodo, dan chispas frecuentemente, que no hay que olvidar que, como se producen en una atmósfera caliente de gases hidrocarburos, ocasionan la inflamación de los vapores del horno, que hay que impedir colocando una cubierta en el recipiente y haciendo que caiga automáticamente cada vez que se produce alguna inflamación.

Por este inconveniente, el procedimiento Cotrell sería mucho más conveniente emplearlo sin necesidad de electrodo giratorio y con un sencillo interruptor de máxima

para limitar la corriente que puede pasar entre los electrodos, en caso de cortocircuito, que no es de temer, por la evaporación del agua; pero no ha sido puesto en práctica industrial.

Empleo de la corriente continua.

Procedimiento Seyfert y Brady.

Se fundamenta sobre el hecho de que las partículas sólidas o líquidas en suspensión en un líquido tienen siempre cargas eléctricas, y cuando entran en el campo eléctrico formado por una corriente continua se dirigen hacia el electrodo de signo contrario al de la carga que ellos poseen.

Colocando, pues, en el campo de una corriente continua el petróleo bruto emulsionado con el agua, se verifica el fenómeno de «capteporosis» o transporte eléctrico, y el petróleo se dirige a uno de los electrodos y el agua al otro, y, por tanto, pueden llegar a destruirse las emulsiones.

La velocidad del desplazamiento es proporcional a la caída de potencial del campo eléctrico, y como esta caída del potencial está expresada por el cociente de dividir la tensión aplicada a los electrodos por la distancia que los separa, la velocidad será tanto mayor cuanto mayor sea la tensión y cuanto menor sea la distancia entre los electrodos.

Se han conseguido resultados satisfactorios empleando una tensión de 250 voltios, y para una separación de los electrodos de unos 50 milímetros.

Tiene la ventaja sobre el procedimiento de Cottrell de que, siendo la tensión baja del aparato, éste es menos costoso, porque precisa menos aislamientos y cuidados; sin embargo, hay que reconocer que el rendimiento en el procedimiento por corriente alterna es mayor, y por eso es más empleado.



Procedimientos mecánicos

Están fundados en la acción de la fuerza centrífuga sobre los distintos cuerpos y materias de diferentes densidades. El efecto de la fuerza centrífuga es una verdadera decantación, en la cual se ha substituído la gravedad por una fuerza que puede llegar a ser hasta 15.000 veces mayor, y, por consiguiente, se comprende que puedan separarse materias cuya densidad sea poco diferente; así, pues, la depuración por fuerza centrífuga implica no sólo un ahorro de tiempo, sino una mayor precisión, porque por decantación no pueden llegar a separarse materias que, por la centrifugación, se separan.



La figura siguiente muestra una prueba muy interesante: un tubo de vidrio, A, lleno, con una mezcla de agua y aceite mineral sucio, después de veinticuatro horas de sufrir la decantación, y el tubo B, la misma fuerza sometida a la influencia de la fuerza centrífuga durante un minuto. En éste, los límites de separación son netos; en aquél son aún inciertos, y la separación no se ha llegado a efectuar completamente.

Consideraciones físicas

Teniendo en cuenta que el efecto de la fuerza centrífuga es tanto mayor cuanto más prolongada es la duración de su acción, convendrá que los separadores centrífugos sometan a las materias a un largo recorrido dentro del aparato, lo cual puede conseguirse haciendo de gran diámetro los platos sobre los cuales ha de resbalar el material sometido a la depuración, empleando separadores de formas ci-

líndricas aproximadamente y de largas generatrices, y obligando a las materias a seguir esas generatrices el mayor número de veces posible, por lo cual se han proyectado muchos depuradores formados por cilindros concéntricos, en los que las materias pasan de unos a otros formando zigzag para alargar el camino dentro del aparato y estar más tiempo sometidas a la acción de la fuerza centrífuga. (Figs. 11 y 12.)

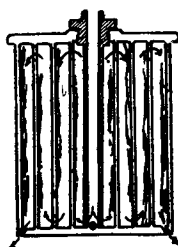


Fig. 11

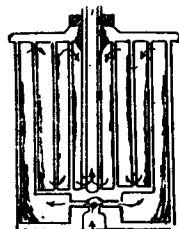


Fig. 12

Como ya hemos dicho que la centrifugación es análoga a la decantación, si para ésta el mejor resultado se obtiene con un recipiente de gran superficie y de pequeña altura, en la depuración mecánica ocurrirá análogamente; debe, pues, procurarse que los separadores centrífugos traten las materias en débil espesor y en forma de delgadas capas extendidas sobre los platillos y cilindros del aparato.

Finalmente, conviene que la velocidad a que está sometida la materia sea constante en el mayor grado posible, porque los cambios de velocidad originan amontonamiento de materias y, por tanto, remolinos que dañan al rendimiento de la operación.

Consideraciones mecánicas

Una velocidad periférica, dada la fuerza centrífuga, es tanto mayor cuanto mayor es el cambio de dirección, o sea cuanto menor es el diámetro de la taza o disco. Por esa razón se han adoptado aparatos cilíndricos en que las materias entran y circulan por canales verticales o inclinados, estre-

chos, para que los diámetros de los cilindros no sean muy grandes, como serían si se tratase tan solo de aparatos de platillos horizontales o ligeramente inclinados.

La fuerza centrífuga, para un mismo radio de aplicación, crece con el cuadrado de la velocidad, por cuya razón se han empleado velocidades elevadas para aumentar el efecto de la fuerza centrífuga, y se ha llegado hasta el límite de 17.000 revoluciones por minuto, que es un máximo, por el momento, difícil de sobrepasar.

Según vemos en las figuras, que representan (figs. 11 y 12) dos tipos de aparatos cilíndricos, las materias, en el caso de la figura núm. 11, entran por el eje, y circulan por los distintos canales, en zigzag, en la misma dirección de la fuerza centrífuga, o sea separándose del eje para salir por la periferia de los orificios *b*, y en el caso de la figura número 12, el sentido de marcha es el contrario, pues penetran las materias por el eje, pero marchan inmediatamente al mayor diámetro para venir por los tabiques, en zigzag, en sentido contrario a la fuerza centrífuga, hasta salir por el eje.

En el primer caso, como las materias que se trata de separar tienden a depositarse sobre los distintos tabiques en la pared más alejada del eje de giro, y el líquido también marcha en sentido igual, tiende el líquido a arrastrarlos hacia la salida, y, por tanto, a hacerlos salir con él del aparato, mientras que en el segundo caso, como el líquido viene en sentido contrario a la fuerza centrífuga, siempre tiende a separarse de las demás materias, que son lanzadas en la dirección de esta fuerza.

Conviene más un aparato de tabiques concéntricos que uno de un solo cilindro girando a velocidades de hasta 17.000 vueltas, como ocurre con las supercentrífugas, porque en este caso el eje de rotación debe ser completamente vertical, pues de no serlo, las condiciones de separación varían, y la depuración no se efectúa con el mismo ren-

dimiento, y en el aparato de tabiques concéntricos, como el recorrido es mayor dentro del aparato, no tiene tanta importancia la verticalidad del eje de giro, pues existen aparatos cuyo eje es o puede situarse horizontal, sin que, por esto, pierdan su eficiencia en la depuración.

En los aparatos de platillos tampoco puede dejar de colocarse verticalmente el eje de giro, y lo mismo en los de taza.

Finalmente, en los aparatos de discos las materias se mueven formando un ángulo de unos 125 a 140° con la fuerza centrífuga, que es normal al eje de giro, y las partículas y materias que han de separarse de los petróleos y aceites se mueven también siguiendo esa trayectoria en vez de seguir la dirección de la fuerza centrífuga, tardando en efectuarse la separación más tiempo, una vez que el camino recorrido es mayor. Este no es, sin embargo, inconveniente digno de consideración.

En los aparatos de gran velocidad se tocan los inconvenientes del rapidísimo desgaste de los ejes, aun cuando se tengan dispositivos de juegos de bolas especiales y de aparatos de engrase, también especiales, porque por muy delicadas disposiciones de engrase que se hayan previsto, no hay que olvidar el frotamiento desarrollado por juegos de bolas que giran a 300 revoluciones por segundo. La transmisión de la fuerza a los ejes de giro es también difícil y costosa, y sujeta a reparaciones frecuentes y de elevado precio.

El rendimiento de las centrifugadoras es muy grande; de aquí que actualmente se empleen muchísimo. Suelen tratar hasta unos 200 barriles en veinticuatro horas las buenas máquinas, y equivalen a unas 30 32 toneladas de aceite bruto y deshidratado.

Para que el rendimiento sea mayor se aconseja que los petróleos entren calientes en las centrifugadoras, a una temperatura que no exceda a los 60 - 70°, por lo cual pasan

antes por calentadores a serpentín, caldeados por los gases de escape de los hogares o por los productos de la destilación, como anteriormente se ha indicado.

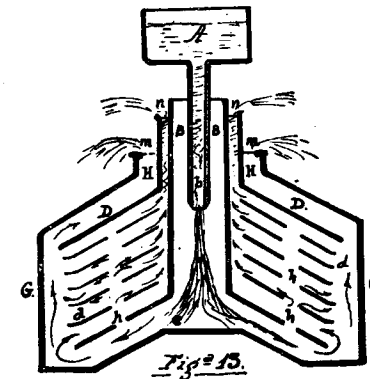
Centrifugadora De Laval

Es un tipo especial que reúne los caracteres de separadora de taza y de discos y está muy bien estudiada, siendo su rendimiento elevado.

En esquema, la separadora De Laval está formada (figura 13) por una taza o «bola» (como la llaman en América española por adaptación del *bol-block*, que es el nombre inglés del recipiente giratorio), en forma de tambor, de chapa de acero especial, que gira a una velocidad de 7.000 a 8.000 revoluciones por minuto.

Dentro de la taza hay un cierto número de discos de chapa de acero colocados unos sobre otros, que tienen forma ligeramente cónica, atravesados por un cilindro vertical B que está unido al último disco C.

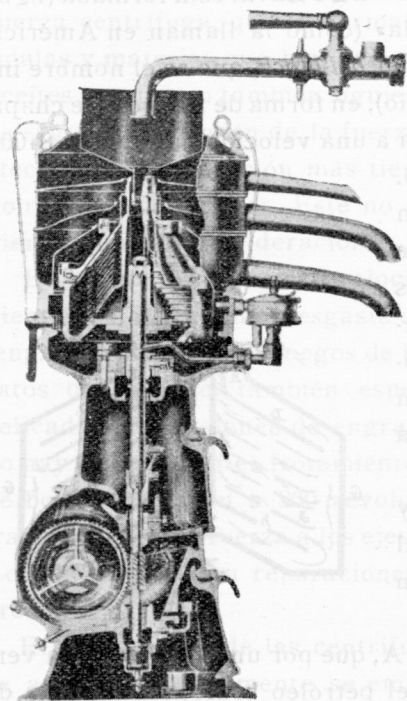
Sobre los discos *d* hay un último disco D unido al cilindro H, concéntrico con el anterior B.



Un recipiente superior A, que por un tubo *b* viene a verter dentro del cilindro B el petróleo bruto, es el punto de entrada de la primera materia, que se encuentra vertida sobre el fondo de la «bola», y, por efecto de la fuerza centrífuga, viene a salir por los espacios *e* hacia la periferia del tambor, amontonándose las materias más pesadas a lo largo de la pared cilíndrica G para salir por el canal que hay sobre el disco superior D, y por la corona *m - m*, al

exterior. Las sustancias ligeras se dirigen por los orificios *h*, que tienen todos los discos, hacia el centro, pegados, por así decirlo, en forma de lámina o película sobre los discos, para ascender a lo largo de la generatriz vertical del cilindro B hasta la salida *n*.

El objeto de los discos *d-d* es subdividir el líquido en un gran número de capas delgadas, disminuyéndose el trayecto que tiene que recorrer una partícula de impureza, dentro del líquido, antes de separarse del mismo, lo que se



Fotografía 1.ª—Centrifugadora De Laval, para deshidratación y depuración de líquidos y de aceites minerales combustibles.

traduce en una mayor velocidad de separación.

Al comenzar la operación, para evitar que el aceite bruto se descargue por la abertura *m-m*, se llena de agua el tambor, y el agua obliga al petróleo a pasar hacia el centro

En este sistema, la fuerza de separación actúa en sentido horizontal, en vez de vertical, y, por tanto, las diferencias entre los pesos específicos de los líquidos que se han de separar se equilibra, no con alturas, como en el caso de la decantación, sino con longitudes radiales. Variando estas longitudes por medio de anillos de regulación, con diferentes diámetros interiores, y aplicando estos anillos a la salida de los líquidos *m-m*,

una centrifugadora podrá emplearse para diferentes clases de materias.

Claro es que se construyen diferentes tipos para los distintos líquidos, tanto cuando varían mucho sus densidades como para casos especiales. Por ejemplo, si deseamos quitar las impurezas a un aceite de engrase, y éste no contiene mucha agua, entonces se cierra el anillo superior *m-m* y queda la impureza y la pequeña cantidad de agua que contenga el aceite dentro de la taza, y no se deja más salida que la abertura *n*, por donde se escapa el aceite mineral completamente limpio.

En la figura adjunta se puede ver el corte, completamente detallado, de una centrifugadora De Laval, con las transmisiones correspondientes, y en la figura de la página siguiente damos una vista general de un taller de deshidratación de petróleos, que posee la Wilcox & Oil Gas Cy en Oklakoma, para 300 barriles. Son tipos cerrados, para evitar la evaporación.

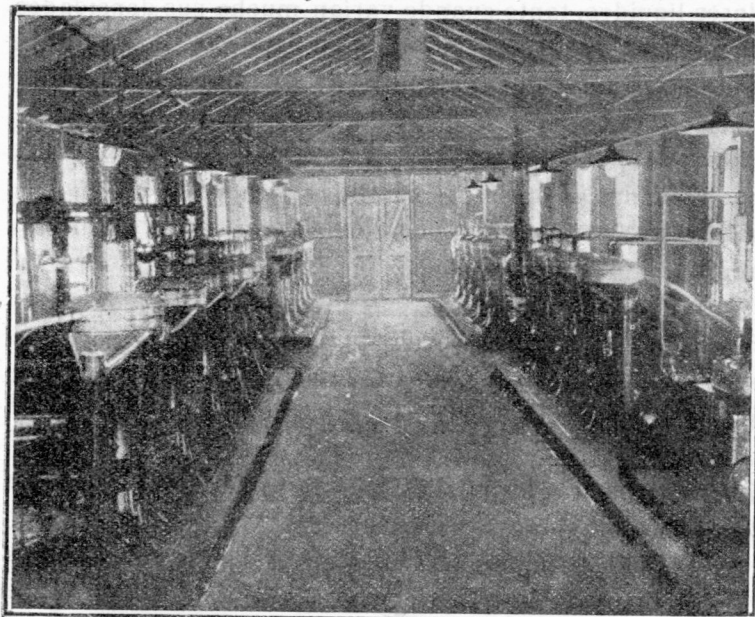
Se advierte cuando la taza se encuentra llena de impurezas, porque sale líquido por la tapa superior, y también saldría por ese sitio si se alimenta demasiado la centrifugadora. Por los otros dos tubos no salen más que líquidos separados.

Un ejemplo de la precisión de estas máquinas modernas lo da el ensayo de alimentarlas con agua solamente, estando dispuesta para deshidratar petróleos, porque se observará que no sale una sola gota de agua por el orificio reservado a los petróleos ni aun que se le sobrealimente de agua.

A continuación damos algunos cuadros con análisis de diversas muestras, tomadas antes y después de su paso por la separadora De Laval, para demostrar su eficiencia.

Las capacidades mayores de las centrifugas De Laval son para 1.000, 2.000 y 5.000 litros por hora, disminuyendo algo la producción de cada tipo si se trata de líquidos muy viscosos. En este caso, deben siempre, para no reducir

mucho el rendimiento, calentarse a temperatura comprendida entre 60 y 80° centígrados, que demuestra la disminución de viscosidad del petróleo después del tratamiento.



Fot. 2.^a -Instalación de centrifugadoras para deshidratación de petróleos, verificada en Bristol, Oklahoma, para la Wilcox Oil & Gas Company, capaz para 300 toneladas diarias. Tipo centrifugadora cerrada para líquidos volátiles, construcción De Laval. Tamaño 900.

	Antes de tratamiento en la centrifuga	Después de tratamiento
<i>La muestra es petróleo de Comodoro Ribadavia, en Argentina.</i>		
Peso específico	0,925	0,924
Viscosidad a 20°	190,0	140,0
Viscosidad a 50°	7,07	6,37
Agua	3,0 %	0,9 %
Ceniza	0,08 %	0,03 %

que demuestra la disminución de viscosidad del petróleo después del tratamiento.

	Aceite sucio	Aceite purificado
<i>La muestra es un aceite para motor Diesel.</i>		
Punto de solidificación.....	0° C.	— 4° C.
Humedad.....	3,34 %	0,10
Materias en suspensión.....	1,98 %	0,10
Materias asfálticas.....	0,37	0,07

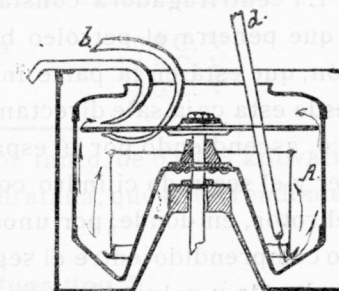
Para esta purificación se pasaron 300 litros de aceite calentados a 50°, y extraídos de un motor Diesel, por la purificación De Laval, dos veces.

Otra prueba análoga sobre el mismo aceite Diesel dió:

	Aceite sucio	Aceite purificado
Humedad.....	4,3 %	0,15 %
Ceniza.....	0,098 %	0,036 %
Materias insolubles en éter de petróleo.....	2,20 %	0,022 %
Viscosidad en Engler:		
A 25° C.....	41,0	25,9
A 50° C.....	6,7	5,3

Centrífuga tipo Hifnette

Está representada en esquema en la figura 14 y es muy semejante a una desnatadora. Consta de una taza, A, de bordes altos, que gira alrededor de un eje, B, a una velocidad de unas 2.400 revoluciones por minuto. El disco, C, que tapa casi toda la salida de la taza por su parte alta, llega en su periferia a unos 3-4 milímetros de la pared lateral de la taza, A; este disco está sujeto sobre el cojinete de soporte del eje.



El tubo de entrada del petróleo bruto es el d, que penetra casi hasta el fondo de la taza.

Los tubos A y b son para la salida de las materias. Los cuerpos de mayor densidad son lanzados a las paredes de la taza, y en contacto con ellas ascienden y pasan por el espacio comprendido entre el disco y la taza, recogién dose en a por el tubo de salida. Los petróleos, más ligeros que el agua y demás cuerpos, son recogidos por la tubería b, que los toma de debajo del disco.

El consumo de fuerza se aproxima a unos cinco caballos para el tipo corriente, y dado el reducido número de revoluciones que tiene esta máquina con relación a las centrifugadoras de gran capacidad el rendimiento es menor que el de éstas.

Centrifugadora tipo Perrier

Corresponde al tipo de centrifugadoras cilíndricas con tabiques múltiples, en que el líquido sigue el sentido contrario a la fuerza centrífuga; es decir, que entra en la centrifugadora por la periferia y sale por el eje.

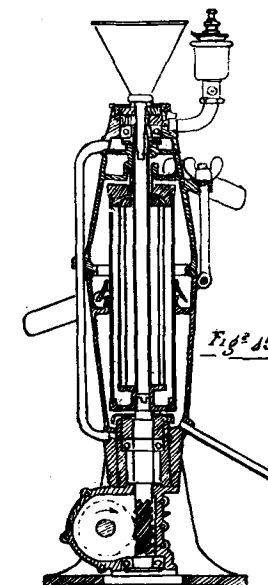
El número de revoluciones es superior al de las antes descritas, pues giran a 10.000 vueltas por minuto las de poco rendimiento y a 12.000 revoluciones los tipos grandes de mayor producción.

La centrifugadora consta de un eje vertical, hueco, por el que penetra el petróleo bruto hasta la caja de distribución, que está en la parte inferior de la parte giratoria, y desde esta caja sale directamente al primer tambor periférico, ascendiendo por el espacio comprendido entre el primer y el segundo cilindro concéntricos hasta la parte alta del rotor, en donde, por unos orificios, penetra en el espacio comprendido entre el segundo y el tercer tambor, descendiendo y volviendo a ascender entre el tercero y el eje, para salir el petróleo depurado por orificios colocados en la parte alta del rotor, inmediatos al eje, en la base superior del tambor.

En el dibujo número 15 va indicado en corte el aparato, cuyo rotor, A, queda envuelto por la carcasa, B, saliendo el petróleo limpio por el tubo superior, D, y el agua e impurezas, por el tubo más bajo, C.

El movimiento lo recibe el eje por intermedio de un tornillo sin fin, accionado por una rueda dentada, encerrado todo el mecanismo en una caja de engrase. El tubo E es el que transmite el engrase desde los apoyos de bolas colocadas en la parte alta del eje, a los de la parte inferior.

Las centrifugas Perrier son aparatos de muy buen rendimiento; pueden tratarse toda clase de petróleos brutos y de aceites de engrase, y los consumos de fuerza están en la siguiente relación con las producciones:



Tipo	Producción por hora	Fuerza absorbida
C. 3	hasta 50 litros	0,8 C. V
L. 2	— 120 —	1,5 C. V
W. 2	— 300 —	2,5 C. V

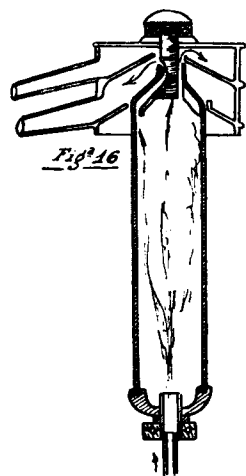
El consumo de fuerza es, por tanto, de 6 a 6,3 kilovatios por tonelada de petróleo deshidratada, que es un rendimiento considerable.

Supercentrífuga tipo A

Estos aparatos, de gran velocidad, tienen una disposición análoga a la de los centrifugadores Perrier, pero con un solo cilindro en vez de tener varios concéntricamente

colocados; pero siendo la altura de este cilindro mucho mayor que la de los aparatos Perrier, el recorrido de los líquidos dentro de la supercentrífuga es igual o mayor que el de aquellos separadores, pero, en cambio, aumenta considerablemente el número de revoluciones, con objeto de acrecer la fuerza centrífuga y que los líquidos puedan circular verticalmente por dentro del cilindro sin disminuciones de velocidad que originen remolinos, choques o variaciones de dirección.

Como en el esquema se diseña, se componen de un largo cilindro, que recibe el petróleo bruto por dentro del eje giratorio inferior, y dada la gran velocidad a que gira lanza las materias más pesadas, adheridas a la cara interna del cilindro, hasta llegar a su parte superior, donde, penetrando por los canales periféricos *a* pasan a los orificios *b*, que descargan estas materias en la envolvente inferior de la supercentrífuga *d* para salir por el tubo *h*. Figura 16.



Los petróleos y materias menos densas suben por el centro del cilindro, y al llegar a la parte superior salen fácilmente por el orificio o serie de orificios centrales *g*, que los descargan en la envolvente superior *j*, de la que salen por el tubo *k*.

La velocidad de estas máquinas es de 15.000 a 17 000 revoluciones, y están dispuestas sobre unas suspensiones especiales de cojinetes de bolas, y el rotor se guía por medio de topas a resorte, semejantes a los dispositivos de giro de la centrifugadora De Laval.

Los ejes son flexibles y la construcción es de chapa de acero especial inoxidable.

El rendimiento de estas centrifugadoras es muy grande y la purificación la realizan en muy buenas condiciones,

dando productos que tienen el grado de pureza requerido en el mercado, cuando se emplean para la purificación de fracciones o aceites de engrase.

Procedimientos químicos

Los ensayos realizados para estudiar las emulsiones del petróleo con el agua, han demostrado que el petróleo no se emulsiona con el agua pura más que en forma de mezcla imperfecta, que no es persistente, y la separación, en estos casos, es siempre rápida.

Si el agua no es pura y si contiene preferentemente bicarbonatos alcalinos o alcalinotérreos, éstos reaccionan sobre cuerpos ácidos y alcoholes de los petróleos, formando sales de estos ácidos orgánicos y alcoholatos, productos complejos y coloidales. Estas soluciones coloidales son las que forman emulsiones persistentes.

Para destruir las emulsiones bastará que mezclemos con el petróleo cuerpos capaces de descomponer los productos coloidales formados.

Ahora bien: la mayoría de estos procedimientos deben estar clasificados como fisicoquímicos, porque emplean al mismo tiempo que los reactivos la acción del calor, generalmente seguida de una decantación, por cuyo motivo los describiremos a continuación.

Aquí solo citaremos el procedimiento de Legrand, que consiste en añadir al petróleo mezclado con el agua una sal soluble en el agua, y no en el petróleo, que origine una disolución densa, con lo cual la separación queda rápidamente hecha.

No ha sido, sin embargo, empleado industrialmente el método, porque son más económicos la mayor parte de los procedimientos que pasamos a describir.

Procedimientos físicoquímicos

Como ya hemos visto cuando hemos tratado de las emulsiones que forman los petróleos, el agua puede emulsionarse con el petróleo, siendo fase interna o fase externa. En el primer caso, que es el corriente, el agua se encuentra dispersada en el petróleo, y es fase interna, siendo el petróleo medio de dispersión. En el segundo caso, el agua es la que sería elemento de dispersión o fase externa, y el petróleo estaría disperso en ella. El medio de favorecer la formación de emulsiones, siendo el agua fase interna, es añadir coloides hidrófobos, y si el agua es fase externa, añadir coloides hidrófilos, según el principio de Bankroft; por consiguiente, como en el caso que nos ocupa, el agua es la fase dispersada y las películas de absorción se componen de resinas hidrófobas o jabones nafténicos de cal, que también son hidrófobos, puede destruirse la emulsión añadiendo coloides hidrófilos que, paralizando la acción de los antagónicos hidrófobos y destruyendo la capa de éstos que envuelve las gotitas de agua, dejan libre a ésta, que se reunirá muy pronto y se separará del petróleo.

Claro es que no habrá que añadir de estos cuerpos más que una cantidad que sea la suficiente para producir el resultado apetecido, pues si quedan en exceso, se favorecerá la emulsión contraria, y el petróleo quedaría de fase interna del agua. No tiene, sin embargo, gran importancia este detalle, porque como la mayor cantidad de líquido es el petróleo, la emulsión que se formase sería de una pequeña parte de petróleo en el agua, ya decantada, y esa porción puede recuperarse más fácilmente.

Estos cuerpos hidrófilos son los jabones de ácidos grasos o nafténicos: la cola, el almidón, etc., que, añadidos al petróleo en un recipiente de caldeo, destruyen rápidamente a emulsión, y queda el petróleo seco, para pasar a las cal-

deras de destilación, extrayéndose el agua y sales de los recipientes por las llaves de limpia.

El procedimiento Serrick consiste en añadir al petróleo calentado, en tubos de presión a unos 130 grados, una mezcla que denominaba Tret-O-Lite, que se componía de

Oleato de sosa.....	83
Resinato de sosa.....	5,5
SiO ₂ Na.. ..	5
Fenol.....	4
Parafina.....	1,5

consiguiéndose la destrucción rápida de la emulsión.

Utilizando el fenol se consigue disminuir notablemente la tensión superficial entre el aceite, y el agua se deja absorber por ambos líquidos y destruye la película coloidal resinosa, dejando libre el agua, y se ha visto que las emulsiones resinosas que no se destruyen por el caldeo bajo presión, se destruyen calentándolas a 50 grados centígrados, con un 0,1 a 0,3 por 100 de fenol industrial, y si se calienta a 100 grados, hay suficiente con 0,1 por 100 de fenol. Este procedimiento se ha empleado en Pechelbroon para destruir las emulsiones, en 1922-23, viendo que las centrifugas solamente no daban buenos resultados, por lo que emplearon, además de este procedimiento, la adición del fenol, notando que bastaba sólo el fenol, o sea el procedimiento químico, para deshidratar, y no era preciso combinarlo con el mecánico.

El procedimiento Berkanhn consiste en añadir a la emulsión hasta el 0,5 por 100 de ácidos nafténicos libres, calentando ligeramente, con lo cual destruía las emulsiones formadas por petróleos que contienen jabones de cal, como coloides, tales como los de Bibi-Eybat.

Serrick también ha conseguido destruir las emulsiones añadiendo a los petróleos ácido clorhídrico, sulfúrico y cloruro de hierro, consiguiendo, dada la gran cantidad de cationes absorbibles que tienen esos cuerpos, la descarga de las gotas de agua, facilitando así la separación. Claro es

que también debe tenerse cuidado con la cantidad de $FeCl_3$, que se mezcla, porque si es en exceso, puede rehacerse la emulsión.

Procedimiento por filtración

Un medio de destruir las emulsiones es verificar una filtración sobre sustancias porosas, tales que se dejen mojar por la substancia, que es fase externa, de la emulsión. Ya se verá en la filtración que el líquido que mejor pasa por el filtro es aquel que le moja, en tanto que el que no le moja queda detenido en él. Así, pues, en una emulsión podemos escoger el cuerpo que convenga para que detenga a la substancia que está dispersada y sólo deje pasar a la que constituye la fase externa.

Si queremos detener el agua que sea fase interna de las emulsiones con petróleo, colocaremos en el filtro, bajo débil presión, una substancia que sea mojada por el petróleo, que puede ser la pirita, por ejemplo, y de este modo filtrará el petróleo y quedará en el filtro, sin pasar, el agua.

Si lo que queremos dejar pasar es el agua, emplearemos, por ejemplo, el carbonato de calcio. Este procedimiento, propuesto por Hatschek, no ha tenido aún explicación industrial, y sólo se ha ensayado en laboratorios, por lo que nosotros damos una idea de él solamente como ensayo.

En cambio, para secar los petróleos y prepararlos para operaciones de tratamientos por el ácido sulfuroso, se filtran por cloruro de cal, que los deshidrata por completo; pero tampoco ha pasado a la industria este procedimiento, que aún no ha salido del campo de los laboratorios.

ALMACENAMIENTO

Depósitos y recipientes

Los depósitos para recibir aceites minerales y alquitranes pueden ser de dos clases, según sean recipientes para aforo o depósitos de almacenamiento.

RECIPIENTES PARA AFORO.—Se colocan en las proximida-

des de los sondeos para conocer la cantidad de petróleo que ha producido el pozo en una cantidad de tiempo dado. Son, pues, unos depósitos de capacidad conocida, en los que debe recibirse el petróleo o combustible líquido de que se trate y no extraer ninguno mientras no esté completamente lleno; deben tenerse, por consiguiente, varios depósitos de esta índole, para tener unos llenándose y otros vaciándose. Es asimismo conveniente que cada sondeo o pozo tenga sus correspondientes depósitos de aforo, tanto para conocer la cantidad de petróleo que sale de cada pozo, cuanto por poder tomar las muestras necesarias para las calidades de cada sondeo.

Generalmente, se construyen de palastro ondulado o en chapas roblonadas y atornilladas, y tomadas las juntas con material especial para que queden estancos. Los recipientes de palastro ondulado tienen la ventaja de ser fuertes y transportables, porque las ondulaciones del palastro, colocadas horizontalmente, dan fuerza al depósito, y puede transportarse rodando, sin desarmarle, mientras que si son chapas de hierro unidas y roblonadas, hay que desarmarlos y volverlos a montar.

Antiguamente, y todavía en algunos puntos de América hoy, se construyen depósitos de aforo de madera en planchas doveladas, sujetas con zunchos de hierro horizontales. Tienen el inconveniente que no son completamente estancos, y dan lugar a pérdidas y a una evaporación grande de productos ligeros; no deben, pues, emplearse más que cuando se trate de aceites minerales muy viscosos.

En este caso, y si el clima es seco, los depósitos de aforo, que nunca son muy grandes, pueden hacerse sin techo, no debiendo nunca dejar de tenerlo cuando se trata de petróleos poco densos y poco viscosos, y en caso de que sea clima húmedo y de lluvias frecuentes. El techo está formado de palastro, colocado sobre viguetas de hierro, dispuestas radialmente desde el centro del depósito.

Los recipientes de aforo deben estar provistos de los siguientes accesorios: un tubo de entrada en la parte alta de la pared del depósito, para unirle con la tubería del sondeo; este tubo debe prolongarse por dentro del depósito hasta llegar al fondo, con objeto de que el petróleo no caiga desde la parte alta formando catarata y desprenda vapores de productos ligeros que puedan perderse; en el codo que forma este tubo debe tener un orificio de paso de aire para que, si ocurre un accidente en el sondeo y para la bomba, no se invierta la corriente y haga este tubo de sifón que trasvase el líquido al sondeo. Un tubo de aspiración para salida del petróleo, colocado cerca del fondo, pero a cierta altura (10 ó 15 centímetros), para que quede siempre el depósito de materiales terrosos y lodo que puede existir en la parte inferior del recipiente. Un tubo de limpia del depósito, que debe llegar hasta su centro y volver allí a 90 grados, hasta casi tocar el fondo, para impedir que se llene de lodo con esta disposición. Otro tubo, con su llave de paso para tomar muestras, que deberá estar colocado a mitad de altura de la pared del depósito. Además, estará provisto de un agujero de hombre para la limpia, y de orificios para entrada de aire, con su tapadera, y de chasis móviles para casos de explosión, como los que se indicarán para los grandes depósitos de almacenamiento.

Como los países productores de petróleo tienen diferentes unidades de volumen para valuar los petróleos, damos un cuadro de equivalencia entre éstas y las unidades correspondientes del sistema métrico decimal.

Pond (Rusia).....	16.3	kgs.
Wagon (Rumania).....	10.000	—
Tonelada inglesa (long. ton.).....	1.016	—
— marina (short. ton.).....	907	—
Barril.....	160	litros
Gallón americano.....	3.8	—
— imperial.....	4.54	—

DEPÓSITOS.—A) Recipientes de chapa de acero.

Los grandes recipientes que sirven de depósitos para petróleos pueden ser de acero o de hormigón. Los primeros son de forma cilíndrica, y los más corrientes tienen una capacidad de 55.000 barriles, que equivalen a unos 8.300 metros cúbicos. En ciertos casos, para facilitar el depósito de petróleos de diferentes naturalezas, se hacen más pequeños, pero casi nunca son menores de 30 a 35.000 barriles.

En América se suele colocar el fondo de los depósitos contra el suelo, que primeramente se alisa y se apisona fuertemente. En Europa se establecen, generalmente, sobre una plataforma de hormigón, dándole una forma cóncava hacia arriba, y se ahueca en el centro un seno o recipiente, para que en él vayan reuniéndose las aguas de decantación, que cuando el suelo es plano, como en América, se encuentran formando capa extensa sobre el fondo, en contacto con la chapa de acero de la base, y esto origina la rápida corrosión de todo el fondo por las sales que acompañan al agua. Las paredes verticales están constituidas por anillos de chapa de acero unidos por roblones, cuyo espesor va decreciendo de arriba a abajo. El espesor de cada anillo es proporcional al diámetro y a la presión que debe resistir, y dado el diámetro, que pasa de 30 metros en los depósitos de cabida de 55 000 barriles, el grueso de las chapas en la base tiene que ser fuerte, y alcanza a unos 12 milímetros. La cubierta de los depósitos, aunque en América se hacía de madera, actualmente se construye de chapas de acero, bien en forma de cúpula, apoyándose sobre cerchas de hierro laminado, bien sobre apoyos verticales, que se colocan sobre el fondo del recipiente. Debe ser también estanca a las aguas exteriores y al escape de vapores de petróleos ligeros.

Se ha visto que la cantidad de hierro que entra en la construcción de los depósitos, y, por tanto, el precio de primer establecimiento, por unidad de volumen, va decreciendo rápidamente conforme aumenta la capacidad, hasta lle-

gar a un límite sobre el cual ya el decrecimiento es más lento. Ese límite es el de 55.000 barriles de cabida, y por esa razón se ha adoptado como el del recipiente más económico. Claro es que variando las relaciones entre la altura del depósito y la base, pueden llegar a obtenerse varios precios límites de depósitos que satisfagan a las características que se desean; pero también se ha llegado a la conclusión que el menor precio de coste, para alturas constantes, es independiente de la capacidad, y es función solamente del espesor total de los palastros del fondo y del techo.

En el cuadro siguiente damos algunas de las dimensiones de depósitos y el precio aproximado por metro cúbico de capacidad:

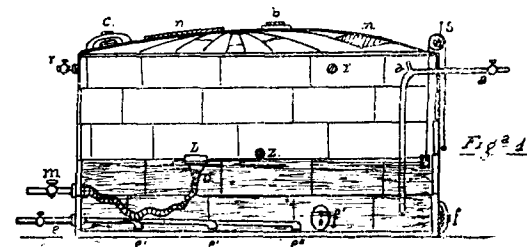
Contenido — m ³	D I M E N S I O N E S		Precio por m ³ — Pesetas
	Altura Metros	Diámetro Metros	
100	5	5	70
500	8	9	50
1.000	9	12	40
5.000	10	25	32
10.000	10	36	25

La construcción de los depósitos es delicada, sobre todo en América, donde, como ya se ha dicho, se apoyan sobre el suelo directamente, pues como no podrían en esa posición roblonarse ni tomarse las juntas para suprimir los escapes, se procede a construir el fondo sobre caballetes de un metro o poco más de altura, y se le coloca el primer anillo de chapas verticales para poder probar la impermeabilidad de las juntas llenándolo de agua o de petróleo. Una vez seguros de que es estanco, se vacía y se quitan los caballetes, substituyéndolos por pilas de rollizos, que se van haciendo desaparecer, comenzando por el del centro y siguiendo por las pilas que están sobre la primera circunferencia con-

céntrica; después, sobre la siguiente; así, hasta el final. De este modo, el fondo va tomando la forma de un casquete esférico, con la convexidad hacia abajo, y cada vez más acentuado, hasta que el centro toca con el terreno y se apoya en él, y lentamente va apoyándose del centro a la periferia, conforme se quitan pilas de rollizos o maderos, hasta que todo el fondo queda bien descansado sobre la explanación, después de lo cual se sigue la construcción de los demás anillos y del techo.

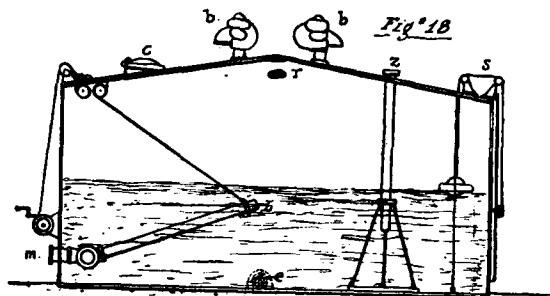
Cuando el terreno es poco resistente, hay que hacer una cimentación de hormigón de unos 10 centímetros de espesor, como la que se hace generalmente en Europa en todos los casos.

En Europa varía poco el montaje, excepto que se construye todo el depósito y anillos hasta el penúltimo, dejando el último anillo para ponerlo una vez presentado el techo, que se soporta sobre pilares; se hace bajar a su sitio, por medio de gatos, a tornillo. Deben proveerse de los siguientes accesorios (fig. 17):



Tubo de entrada, *d*, que llegue hasta el fondo, y con un orificio en el codo, en *a*, para evitar haga de sifón cuando las bombas no funcionan. Tubo de absorción, *m*, que se prolonga dentro del depósito, bien por una manga o tubo metálico flexible, que está soportado por un flotador y toma siempre el petróleo a un nivel algo más bajo que la superficie del líquido, *L*, o por un tubo articulado, como se expresa en la figura número 18, que se levanta o hace descen-

der, por una garrucha, desde el exterior. Tiene la ventaja esta disposición de que a voluntad puede tomarse petróleo del nivel que se quiera, subiendo o bajando el tubo articulado, y esto es interesante en casos que se depositan reunidos diversos productos de densidades algo distintas, pues



se puede extraer de aquella fracción que se crea oportuno colocando la boca del tubo al nivel correspondiente.

El tubo de vaciado o de limpia (fig. 17) entra por la parte inferior, y dividiéndose en varios en forma de pata de gallina, se reparte por el fondo del depósito. Todas estas ramificaciones se acodan a 90 grados hacia el fondo, hasta casi llegar a tocar con él en *e'*, *e''*... para tomar los líquidos hasta el fondo y no atorarse con los lodos o arenas.

Lleva, además, en la parte inferior varios orificios, *f*, *f'*, de limpia, cerrados con compuertas, y en el techo un orificio de hombre, por lo menos, *c*, y uno o dos de aeración, *b*.

Para evitar las explosiones, cuando se trata de petróleos que contienen muchos hidrocarburos ligeros, que pueden inflamarse rápidamente y originar una gran presión dentro del depósito, se colocan chasis móviles *n*, *n*, en la cubierta, que pueden abrirse venciendo un resorte a causa de una sobrepresión, y que funcionan como válvulas de seguridad. La superficie de estas chapas móviles viene a calcularse en un 5 a 10 por 100 de la superficie horizontal del depósito.

Finalmente, llevan los tubos de salida de gases, *y*, que

comunican con los gasómetros, el indicador de nivel, *s*, y tubo de toma de muestras, *z*.

Los orificios de aeración, *b*, y los dispositivos de extinción de incendios (que luego hablaremos de ellos) tienen que llenar condiciones especiales. Donde se sufren con frecuencia vientos tempestuosos, deben anclarse los depósitos por medio de cables, que por uno de sus extremos se sujetan al suelo y por el otro atraviesan la pared del depósito por una unión estanca, y se anclan al otro lado de la chapa que forma el anillo.

Estos depósitos de hierro son, sin duda, los mejores; pero tienen graves inconvenientes en los países cálidos, porque la chapa se calienta expuesta a los rayos solares y llega a calentarse el petróleo, originando grandes pérdidas por evaporación, que han tratado de corregirse recubriendo la chapa por paredes de ladrillos, y hasta regando con frecuencia el depósito para refrescar la chapa. Otras veces se rodea el depósito de una capa de materiales que le aíslan de los rayos solares, y dejan entre la capa y el depósito un espacio para paso de aire, y hasta se les ha llegado a recubrir en Rusia de una envoltura en cemento armado, dejando capa de aire entremedias.

Cuando se almacenan materias muy volátiles y ligeras, se han construido depósitos con la tapa muy plana y que pueda cubrirse de una capa de agua para refrescarla.

B) DEPÓSITOS ENTERRADOS.

En Rusia hay la costumbre de hacer los depósitos ahuecados en el terreno y de una cabida enorme, pues existen algunos de cerca de un millón de toneladas. Reciben el nombre de «Ambar». Se construyen en puntos donde el suelo es fácilmente trabajable y se revisten de una fuerte capa de arcilla muy apisonada, que algunas veces se refuerza con pilotes para que no tenga movimiento alguno.

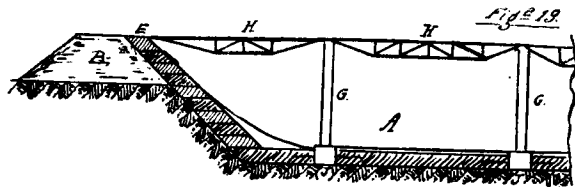
El techo se hace de madera, sobre pies derechos, también de madera, apoyados sobre el piso del depósito.

Algunos recipientes se les ha provisto de muros de mampostería, pero no ha dado resultado, porque los movimientos del terreno los agrietaban fácilmente.

Estos depósitos se emplean, en general, para almacenes de cabeza de las conducciones por tubería («pipe-lines»); pero las pérdidas, tanto por filtración cuanto por evaporación, eran muy grandes, por lo que se les substituye o por los metálicos o por los de hormigón armado.

Se hacen de capacidad muy grande, hasta de 100.000 metros cúbicos, y se ha visto que, si el cemento está bien dosificado en una mezcla rica, son menos costosos que los de hierro y dan resultado inmejorable, siempre que el suelo esté bien preparado y no haya movimientos de hundimientos en los terrapienes que soportan la parte alta de las paredes laterales.

Para construirlos se excavan en el suelo, como antiguamente, y los escombros se colocan en caballeros formando una circunferencia o anillo de terrapienes alrededor de la excavación efectuada (fig. 19). Para evitar movimientos de



tierra, se les da a los taludes una inclinación algo más suave que la que le corresponde a la de las tierras en vez de hacer verticales las paredes del depósito. Los terrapienes, B, se construyen echando las tierras en tongadas y apisonándolas con cuidado. El talud inferior, E-F, se hace cuidadosamente de capas delgadas de arena y arcilla mezcladas, muy apisonadas y de una anchura de un metro aproximadamente. Sobre este talud es sobre el que se pone el revestimiento de hormigón ligeramente armado, por medio de

metal «deployé» o de una tela metálica fuerte de anchas mallas y cuidadosamente enlucido de cemento portland.

El techo se soporta sobre pies derechos, G, que pueden ser de hormigón o de madera, y vigas armadas, H, de hormigón armado, y lo forma sólo una capa delgada de hormigón en entramado metálico de mallas anchas. Suelen colocarse, en las paredes y unión de los soportes o pies derechos con el piso, unas hojas de metal ondulado, cuyas extremidades están cogidas en el hormigón de la columna y del piso, que hacen el oficio de uniones elásticas, pues se ha comprobado que dan al revestimiento la posibilidad de seguir, sin agrietamiento, algunos ligeros movimientos del suelo.

Hubo un tiempo en que se dejaron de emplear estas uniones porque se suponía que eran innecesarias, dada la temperatura casi constante del petróleo, pero se ha reconocido que son muy convenientes para seguir las deformaciones debidas a los movimientos del suelo, y su empleo da una mayor seguridad a la construcción.

En estos depósitos hay que instalar los mismos accesorios que en los depósitos metálicos.

Las pérdidas por evaporación son menores en estos recipientes que en los metálicos. Se ha visto que para petróleos brutos, medianos y ligeros se pierde en depósitos metálicos bien establecidos de 1 a 2,5 por 100 y en los de hormigón de 0,5 a 0,8 por 100. Como datos prácticos de la destilería Nobel podemos citar que el petróleo conservado un año en depósito enterrado pierde 1,5 por 100 de gasolina de la que contiene. En Rumania, Gurwitsch indica que midiendo un depósito metálico de 400 vagones, tomó la temperatura del aire que salía y ascendía a 48°, con lo cual puede suponerse la evaporación a que el petróleo se vería sometido. Si los depósitos están mal construídos, con techos de madera, o con uniones defectuosas, las pérdidas suelen ser importantísimas y han ascendido a veces del

5 al 15 por 100. Por esas razones, deben los depósitos estar bien contruidos y permitir la recuperación de los vapores mediante tuberías que lleven los gases de evaporación a los talleres de recuperación de productos volátiles, evitando darles salida libremente.

C. *Aeración y medidas contra incendios.*

Hasta hace corto tiempo la aeración se ha venido haciendo sin tener en cuenta bases técnicas que fijasen el diámetro y condiciones de los orificios de ventilación, y puede decirse que no atendiendo a otros consejos, más que a las prescripciones que las Sociedades de seguros establecían en sus contratos, contra incendios.

Actualmente se ha comprobado que para evitar las sobrepresiones o las depresiones, es necesario que los orificios de aeración permitan el paso de cierto volumen de aire o vapores, volumen que depende, para la unidad de tiempo, de la capacidad del recipiente, en primer lugar, y de la velocidad de las variaciones de temperatura, de la cual es dependiente la cantidad de vapores que se puede formar en la unidad de tiempo; en segundo lugar hay que tener en cuenta la velocidad de llenado y vaciado del depósito, según los medios con que contemos, y, finalmente, de causas accidentales, como un incendio próximo, rotura de tuberías, agrietamiento de las paredes del depósito, rotura de algunos de los palastros que lo forman, que puedan hacer variar la entrada o salida de vapores y gases.

Conociendo los factores constantes, pueden determinarse los orificios de ventilación normal, dejando para los casos accidentales otros orificios, que son los de seguridad, que no funcionarán sino en casos especiales y de anomalía. Podemos, pues, dividir los aparatos de aeración, para su estudio, en los siguientes grupos:

1) *Aeración libre.*— Son aquellos orificios de ventilación que ponen en comunicación directa el interior del depósito con el ambiente, estando protegidos solamente con

tra incendios por telas metálicas que impiden la caída de objetos y paso de llamas dentro del depósito y recubiertos por un casquete o tapa que no permite la entrada de agua de lluvia.

2) *Aeración con conservación de vapores.*— Está formada por válvulas, que no permiten el paso de los vapores ligeros a la atmósfera más que en caso de sobrepresiones, e impiden la entrada al aire en el depósito más que en caso de depresiones.

3) *Aeración con recuperación de vapores.*— Los vapores del depósito, en este caso, no comunican nunca con el ambiente, pues aun en las sobrepresiones de importancia van a canalizaciones que los conducen a los talleres de recuperación. Tampoco en las depresiones se hace entrar aire de la atmósfera libre al depósito, sino que se emplean gases inertes, cuya separación de los vapores de hidrocarburos ligeros es más sencilla.

En los dos últimos casos se pueden también prever aparatos de seguridad que exigen para su funcionamiento presiones más elevadas y que en casos de accidente permiten el paso de grandes volúmenes de vapores o de gases.

Las fórmulas de Brooks para determinar el gasto máximo de gas, con el que hay que contar para fijar el orificio de aeración, son las siguientes:

Variaciones de volumen debidas a la elevación y disminución diaria de la temperatura del ambiente; llamando ΔV a la variación horaria de volumen, en metros cúbicos, tenemos:

$$\Delta V = 0,0036 K V_0 \Delta T \quad (1)$$

donde V_0 es el volumen del recipiente en metros cúbicos; ΔT , variación horaria de la temperatura, y K , un coeficiente que depende del recipiente y puede llegar a ser igual a 1 para los recipientes en hierro o acero, igual a 1/2 para los que tienen aislamiento en el techo contra los rayos solares y para los depósitos de hormigón y 2/3 para los que

tienen el techo de madera. Como es natural, ΔT depende mucho del clima del lugar donde se ha emplazado el depósito.

Para establecer esta fórmula se ha tenido en consideración que los coeficientes de dilatación de los gases y vapores son muy grandes comparados con los de líquidos y sólidos y se ha despreciado el de estos últimos, suponiendo el depósito como lleno de gas (en vez de petróleo y gas), para determinar los valores máximos.

A estas variaciones de volumen hay que añadir las debidas a la entrada y salida de petróleo, considerando los gastos horarios máximos de las tuberías y de las bombas de trasiego que hayan de emplearse; llamando a esta diferencia de volumen Δv , sumando ambas tendremos para volumen total:

$$D \cdot V \cdot = \Delta V + \Delta v \cdot$$

que nos representará la variación total de volumen por hora en el recipiente para un régimen normal, y, por tanto, los orificios de ventilación deberán ser tales que permitan la entrada o salida de ese volumen de gases a la presión ordinaria.

Para calcular ahora la debida a causas accidentales, vamos a suponer un caso máximo, que es el recipiente colocado en una zona batida por los humos de combustión de otro recipiente próximo, y calcular la elevación de temperatura y la variación de volumen correspondiente. La hallaremos por la fórmula siguiente:

$$T' = \frac{8.140 S}{16 V_0}$$

donde S nos representa la superficie de las paredes del depósito en metros cuadrados y V_0 su volumen total en metros cúbicos.

Conocida la variación de temperatura en la unidad de tiempo, por la fórmula anterior, se conoce la variación de

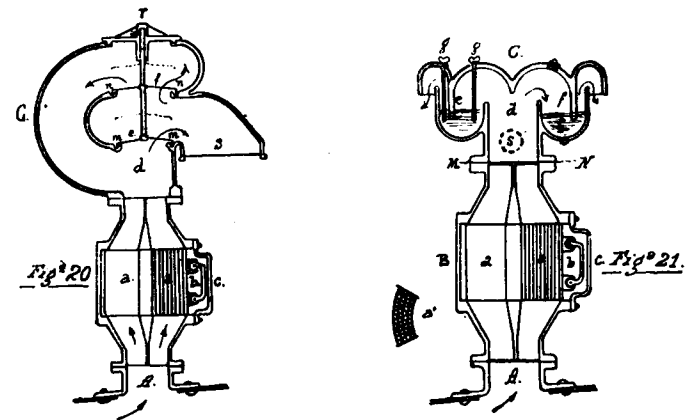
volumen por la fórmula (1), y puede determinarse la sección de los orificios de seguridad necesarios para casos anormales.

En caso de aeración libre, los agujeros correspondientes al gasto total deberán ser suma de los normales y de los accidentales, para una presión determinada.

En cualquiera de los otros dos casos tendremos que tener orificios distintos, uno para gasto normal y otros para accidental, estos últimos calculados para presiones que puedan soportar las paredes del recipiente.

Si el depósito es para almacenar gasolina natural o mezclas de gasolinas diferentes, los orificios, tales como se han calculado por las fórmulas anteriores, son insuficientes, y se deben duplicar y aun triplicar, y si existen muchos hidrocarburos ligeros, cuadruplicarse.

Todos los aparatos que han de ser atravesados por corrientes gaseosas llevan dispositivos para detener la llama, que son, o simples telas metálicas separadas por espacios de cinco centímetros y colocadas paralelamente, normales a la conducción, o varias hojas de palastro ondulado fina-



mente, acanaladas, colocadas paralelamente a la conducción, formando cilindros concéntricos que no dejan para el paso de los gases más que pequeños canales estrechos y

largos, como pueden verse en cualquiera de las figuras 20 y 21 *a* y *b*. Los aparatos de ventilación libre no constan, pues, más que de un tubo de palastro con las telas metálicas o la disposición antes indicada para detener las llamas, cuya superficie libre sea la calculada.

Los aparatos de conservación de vapores presentan la disposición representada en la figura 20, que diseña un aparato tipo Beco, para presiones normales. Consta de un tubo, A, unido al techo del depósito de petróleo, que tiene en su parte superior un ensanchamiento, B, en cuyo interior se coloca el aparato para detener la llama, *a - b*, cuya sección se representa (para un sector de círculo solamente) en *a'*, y que puede extraerse, para limpiarlo o cambiarlo, levantando la tapa *c*. La parte superior del aparato, C, consta de un tubo *d - f*, encorvado, que tiene comunicación con la boca de salida *s* por dos orificios *m - m* y *n - n* cubiertos con dos válvulas metálicas delgadas y cónicas, *e* y *f*, que pueden resbalar a lo largo de la varilla vertical que les sirve de guía.

Estas válvulas asientan en unas ranuras *m - m* y *n - n*, llenas de mercurio, que aseguran un cierre estanco. En la base *s*, de salida, suele ponerse una tela metálica para evitar que entren materias que ensucien las válvulas.

Para que no cargue demasiado peso sobre las cubiertas del depósito, estos aparatos suelen ser de aluminio.

Las diferencias de presión a que funcionan son del orden de 0,44 gramos a 26,5 gramos por centímetro cuadrado.

La tapadera, *r*, puede levantarse para limpiar las válvulas, que, si requieren un funcionamiento para mayores sobrepresiones, pueden recargarse o, en caso contrario, aligerarlas de peso.

Los vapores, cuando hay sobrepresiones, actúan sobre la válvula *e*, elevándola, y tienen libre el paso, saliendo por la boca *s*. Caso contrario, el aire entra por el pabe-

llón *s* y actúa sobre la válvula *f*, levantándola y pasando por el tubo encorvado hasta *d*, y atravesando el protector de llamas entra en el depósito.

Los orificios de seguridad para casos de accidente son semejantes. En la figura núm. 21 damos a conocer el tipo Beco, que sólo difiere del orificio anteriormente reseñado en la cabeza o parte superior, C, que es un anillo tórico, *e*, con su concavidad llena de aceite y en la que se introduce el extremo de un tabique cilíndrico *f - f*, que tiene la tapadera C. Esta cubierta se fija a mayor o menor altura por los tornillos *g*.

En caso de accidente, una sobrepresión grande, por ejemplo, se traduce en un movimiento de gases que proyecta el aceite hacia fuera, dejando libre la salida al desaparecer el líquido que forma el cierre hidráulico. En una gran depresión, el aceite será proyectado hacia dentro del tubo *d* y también quedará libre el paso al aire.

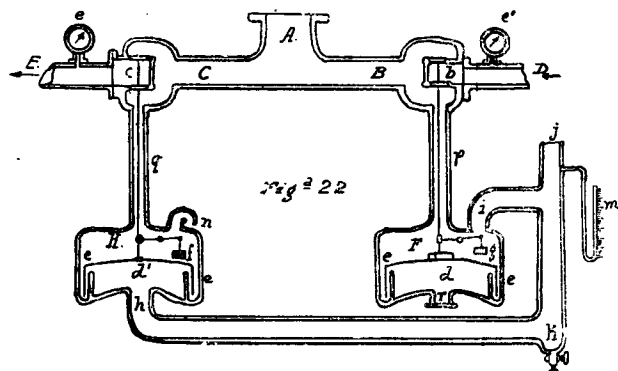
Se podrá graduar la presión necesaria para expulsar el líquido de la canal *e* subiendo o bajando la tapa C y poniendo, en vez del líquido que antes indicamos, otro de mayor o de menor peso específico. Estos aparatos suelen funcionar para diferencias de presión de dos onzas por pulgada cuadrada, que equivalen a 8-9 gramos por centímetro cuadrado, para caso de sobrepresión, y de 4 a 5 gramos para depresiones.

Cuando se trata de recuperar los vapores de petróleo y se trabaja con un gas inerte o combustible para caso de depresiones, hay que tener los orificios de admisión y escape del aparato de aeración unidos a los dispositivos de recuperación de gases y al depósito de gas inerte, y tanto la entrada como la salida tiene que estar accionada por un regulador automático, que describiremos a continuación.

La figura 22 indica el regulador Beco, que se compone de una tubería general de entrada, A, que debe unirse al

aparato de seguridad antes indicado (fig. 21) en el orificio s del tubo *d*.

La tubería del regulador A se divide en dos ramas, B y C, que terminan en dos válvulas contrapesadas, *b* y *c*, que cierran los pasos a las tuberías D y E. La primera comuni-



ca con el depósito de gas inerte y lleva su manómetro *e*; la tubería E comunica con el aparato de recuperación para gases y vapores, y también lleva el manómetro *e*.

La tubería *j* comunica por medio de otro aparato de detención de llamas con el depósito de almacenamiento. Las válvulas *b* y *c* están equilibradas y unidas a las dos *d* y *d'* que vienen encerradas en cámaras F y H que comunican, respectivamente, por su parte superior con la tubería *j* por la rama *i*, y por su parte inferior, con la tubería *k* que viene también a la *j*.

Las válvulas *d* y *d'* son de cierre de líquido, porque tienen sus bordes introducidos en las canales *e*, llenas de aceite o de mercurio, según las presiones de trabajo, y están equilibradas mediante contrapesos *f* y *g*, que pueden variarse, y aun suprimirse, cargando peso a la válvula si es necesario, como indicamos en *d*.

En el tubo *j* se tiene un manómetro de precisión para medir pequeñas depresiones o sobrepresiones *m* y en todas las curvas y codos van montadas válvulas especiales *k*

para caso de explosiones que impidan el paso a las cámaras F y H, quedando en comunicación con la atmósfera.

Cualquier sobrepresión que exista en el depósito se traducirá en mayor presión en la tubería *j k* y, por tanto, en *h*, que levantará la válvula *d d'* y, por lo tanto, la *c*, y dará paso a los vapores de petróleo por la tubería E al recuperador. Al escaparse por *n* los vapores que levantaron la válvula *d* dejan esta válvula en condiciones de volver a su posición primitiva, terminada la sobrepresión, con lo cual se cierra la válvula *c*. De un modo análogo en las depresiones, la válvula *d'* funcionaría arrastrando la *b* y dejando paso franco al vapor o gas inerte que se emplee, que pasará por D a la parte A y al depósito de petróleo, hasta que la válvula *d* vuelva a su posición por haber entrado del exterior por *r* una pequeña cantidad de aire que restablece el equilibrio. Esa abertura *r* puede estar unida al tubo D, y no entrará aire, sino gas inerte, aun en esa pequeña operación de equilibrio.

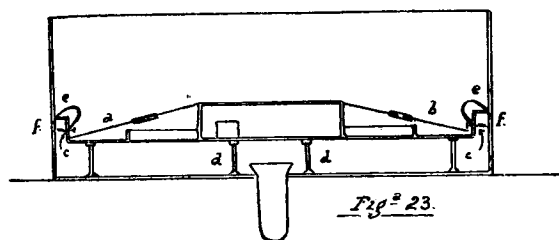
Para todas las presiones que están comprendidas hasta onza y media por pulgada cuadrada, o sean unos seis a siete gramos por centímetro cuadrado, se utiliza aceite y mercurio para presiones superiores a ese límite.

Además de este aparato, siempre llevan los depósitos un aparato para presiones normales como el descrito en la figura 20, para el caso de que el regulador no funcionase, y el aparato de seguridad para accidentes, al cual está unido el regulador, también está dispuesto a funcionar para presiones elevadas que el regulador por cualquier avería no pudiese abarcar. Con lo cual la protección está garantizada en todos los casos.

Este sistema conviene principalmente para almacenamiento de petróleos, gasolinas y líquidos de ligero punto de ebullición, que siempre son de almacenamiento muy peligroso, y el empleo del gas inerte o de gas natural conviene porque asegura el máximo de protección para caso de

incendio, en que el recipiente, queda automáticamente lleno de gas que no permite la combustión y que impide la formación de mezclas detonantes, que son fáciles de producir con el aire, y finalmente, que puede ser desgasolinado fácilmente, lo que tratándose del aire vuelve a veces imposible la operación de recuperación de gasolina arrastrada.

Otro procedimiento que ha dado resultados muy buenos en todas las pruebas verificadas en las refinerías, para evitar los incendios en los depósitos, es el techo flotante Wiggins que representamos en la figura número 23.



Como se detalla en ella, el techo está formado por una plataforma de palastro de acero, *a-b*, que tiene un diámetro inferior en 30 centímetros al del recipiente y con un borde vertical, *c*, de 0,43 metros de altura de palastro de 4,76 milímetros de grueso, como la plataforma. Esta plataforma es el flotador, y para que no caiga completamente sobre el piso del recipiente, si éste está vacío, lleva unos soportes que no le permiten descender más que al nivel mínimo que se haya dispuesto.

Sobre el borde vertical lleva una unión, *e*, entre el borde y la pared del depósito, destinada a formar un cierre estanco y, sin embargo, elástico. Esta unión está formada de hojas de palastro y tela amianto, todo recubierto por tela de amianto ininflamable.

Lleva además unos pistones a resorte que se apoyan en

la pared del recipiente y que evitan se desplace demasiado de un lado a otro.

Para evitar el agua de lluvia que caiga sobre el flotador lo haga inclinarse y quede fuera de la horizontal, que asegura siempre un cierre hermético, lleva unos tabiques verticales que dividen el flotador en sectores y queda, por tanto, el agua por igual en todos ellos.

Los mayores se han hecho en un recipiente de 9,15 metros de diámetro y 1,83 de altura, con palastros de 4,76 milímetros y remaches de 11 milímetros.

El techo está provisto de agujeros para la salida de gases de 0,076 metros cuadrados, provistos de válvulas de cierre y de un orificio de hombre, y de toma de muestras, etc.

Se ha visto que, ni aun colocando gasolina inflamada sobre el techo, se ha conseguido prender la gasolina del recipiente, y los vapores que se inflamaron salieron del depósito y no propagaron la llama al combustible encerrado dentro. Las experiencias fueron hechas en la Chicago Bridge and Iron Works.

Cuando no se dispone de estos aparatos se emplean para caso de incendio mangas de inyección de gases incombustibles o de líquidos que, al mezclarse, den lugar a la formación de gases, también incombustibles. Estas mangas se enchufan en los tubos de entrada convenientemente dispuestos en la parte alta de los depósitos, como ya hemos indicado.

Como gases, se emplea el anhídrido carbónico que se tiene a presión en recipientes especiales, colocados en las inmediaciones de los almacenes de petróleos, y algunas veces el gas natural.

Como líquidos, el ácido sulfúrico y el bicarbonato sódico, o este último con el sulfato de aluminio. La espuma que se forma se hace persistente por la adición de cola a los líquidos o de extracto de regaliz, y se añaden algunos anti-sépticos, en proporción ligera, para evitar la fermentación de estos productos orgánicos.

La mayor parte de los incendios son debidos a los rayos, y los pararrayos sobre los recipientes de almacenamiento están contraindicados, porque siempre, en los alrededores de los depósitos, hay vapores de hidrocarburos combustibles que pueden ser incendiados al paso de la chispa por el pararrayos o al desprenderse pequeñas chispas de las puntas de los mismos.

Es precaución que no debe olvidarse proveer a las conducciones de petróleos y gases naturales de las válvulas de escape en todos los codos y puntos altos de las conducciones, porque reduce mucho las probabilidades de explosiones e incendios.

Cuando un depósito está incendiado, nunca se debe combatir el incendio con agua, porque se originaría el desbordamiento del petróleo inflamado, fuera del recipiente. y se propagaría el incendio en vez de limitarse. Si no se tiene medio de apagarlo con un gas inerte, puede procederse inyectando vapor dentro del recipiente; pero siempre será oportuno ir extrayendo petróleo por los tubos de aspiración y trasvasando el líquido a otro punto. Conviene siempre hacer una zanja de dimensiones importantes alrededor del depósito incendiado para evitar que el petróleo se extienda y se propague el fuego en caso de ruptura o de explosión del depósito.

D. Determinación del contenido de los depósitos de almacenamiento.

Para medir las cantidades de petróleo que en un momento dado hay almacenadas en un depósito grande se emplean diversos procedimientos. En los recipientes de chapa de acero es fácil esa determinación cuando se les ha provisto de tubos de nivel superpuestos que permitan evaluar la altura del petróleo en el depósito y la altura de aguas y lodos depositados en la parte inferior. Para los depósitos que están contruidos en cemento armado, o en tierra, y aun para los que siendo metálicos no tienen tubos de nivel,

se procede por sondeos por medio de cintas de acero divididas, con un peso o plomo a la punta, o con reglas graduadas.

Como con las cintas o reglas no puede graduarse la altura de agua y lodo que hay en el fondo sirven solamente para la altura total del líquido y la del agua, se mide bien, con unas cucharillas tubulares que en su parte inferior tienen un tubo de cristal, en una cierta altura, para poder ver dónde queda el fondo del petróleo y empieza el nivel del agua. Tienen en su parte inferior una llave de cierre que se manobra desde el mango de la cucharilla para manobrar con ellas; no hay más sino que introducir las con la llave inferior abierta, y una vez llenas se cierra desde la superficie y se las extrae y puede medirse la altura del agua y del barro.

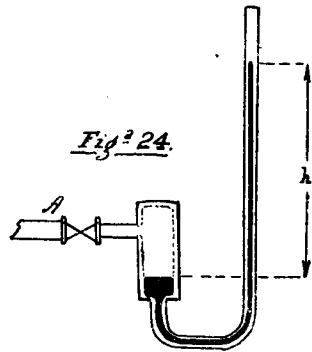
También hay cintas de papel recubiertas de una preparación sobre la cual el petróleo no tiene acción ninguna; pero el agua la disuelve y se nota por la diferencia de coloración el nivel del agua.

Para determinar la densidad del petróleo se emplean aerómetros normales que puedan medir la densidad desde 0,650 a 0,950 y se toma la temperatura del aceite para determinar la densidad, corrigiéndola según la escala de Mandelejeff, que acompaña:

Peso específico del petróleo, obtenido por el aerómetro.	Corrección por grado centígrado de temperatura a) 15°.
0,860 - 0,865	0,0007000
0,865 - 0,870	0,000692
0,870 - 0,875	0,000685
0,875 - 0,880	0,000677
0,880 - 0,885	0,000670
0,885 - 0,890	0,000660
0,890 - 0,900	0,000650
0,895 - 0,900	0,000640
0,900 - 0,905	0,000630
0,905 - 0,910	0,000620
0,910 - 0,915	0,000610
0,915 - 0,920	0,000600

Como los aerómetros miden la densidad a 15° hay que añadir la corrección por grado de temperatura, si es superior, o restarla, si es inferior, la temperatura del aceite en el recipiente.

Hay algunos aparatos que permiten determinar directamente el peso del aceite por una sola medida; esos aparatos consisten en un tubo encorvado en forma de U (fig. número 24), que se une por una de sus ramas, A,



limpia colocado en la parte inferior del recipiente y tiene llena de mercurio la otra rama, B. El peso del petróleo contenido en el recipiente se obtiene multiplicando la superficie del depósito por la densidad y por la altura que tiene el mercurio en el tubo del aparato. Claro es que, habiendo agua en el depósito,

las medidas no son tan seguras en este aparato, que dará el peso del petróleo y del agua.

(Continuará.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de diciembre de 1928

Asturias

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Aller.....	49.038	Hullas semigrasas de 14 a 18 por 100 de M. V.
Lena y Quirós.....	8.788	Hullas grasas de llama corta de 14 a 22 por 100 de M. V.
Caudal.....	107.669	Hullas grasas de llama larga de 22 a 30 por 100 de M. V.
Nalón.....	87.016	Hullas grasas de llama larga de 30 a 32 por 100 de M. V.
Idem.....	66.120	Hullas secas de llama larga de 32 a 34 por 100 de M. V.
Otras cuencas.....	5.815	Idem id.
TOTAL.....	324.436	
Coque.....	15.000	toneladas.
Aglomerados.....	6.500	-

Baleares

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Alcudia.....	2.147	Lignito.
Alaró y Benisalem.....		
Selva.....		
Sineu.....		
Lloseta e Inca.....		
TOTAL.....	2.147	

Cataluña

CUENCAS O MINAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Figols (Barcelona).....	10.253	Lignito.
Calaf (idem).....		
Ebro (Lérida).....		
TOTAL.....	16.444	
Producción de coque:		toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CUENCA DE PUERTOLLANO	Toneladas	CLASIFICACION
Grupo Asdrúbal.....	17.895	Hulla seca.
San Francisco.....	3.040	
Extranjera.....	3.811	
Demasia a Extranjera.....	1.103	
San Esteban.....	4.766	
Magdalena.....	399	
San Vicente.....	1.008	
La Razón.....	,	
Valdepeñas.....	,	
TOTAL.....	32.022	

Córdoba

CUENCA DE BÉLMEZ	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Pueblonuevo del Terrible.....	21.942	Carbones grasos.
Idem.....		Idem semigrasos.
Fuenteovejuna.....	1.202	Antracitas.
Peñarroya.....	10.843	
TOTAL.....	33.987	
Producción de coque.....	3.030	toneladas.
— de briquetas.....	3.440	—

Guipúzcoa

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACION
Hernani.....	1.139	Lignito.
Aizarna.....		
TOTAL.....	1.139	
Coque de gas.....		toneladas.

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	54.349
Antracita.....	20.855
TOTAL.....	75.204
Aglomerados.....	18.996
Coque.....	850

Palencia

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Barruelo y Orbó.....	17.068	Hullas semigrasas de vapor.
San Cebrían de Mudá.....		
Guardo.....	13.260	Antracitas.
San Adrián de Juarros (Burgos).....	90	Hulla antracitosa.
TOTAL.....	30.418	

Aglomerados:

Barruelo.....	10.750 toneladas.
Castilla la Vieja y Jaén.....	
TOTAL.....	10.750 toneladas.

Santander

CUENCA	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Las Rozas.....	2.618	Lignito.

Producción de coque de gas: 8.000 toneladas.

Sevilla

CUENCA	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Villanueva del Río.....	13.400	Hulla semigrasa.

Aglomerados de hulla: 8.000 toneladas.

Teruel

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACION
Utrillas.....	8.989	Lignito.
Otras cuencas.....	1.347	Idem.
TOTAL.....	10.336	

Valencia

Coque metalúrgico..... 5.989 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 333 toneladas.

Vizcaya

Coque metalúrgico..... 28.384 toneladas

Aglomerados..... 2.282 —

Zaragoza

Producción de lignito..... 3.126 toneladas.

Aglomerados de lignito..... 41 —

Producción de coque de gas.... 324 —

Producción de combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1928

	Meses anteriores	Diciembre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	367.276	46.160	413.436
Hulla.....	5.311.429	463.307	5.774.736
Lignito.....	322.700	35.810	358.510
TOTAL.....	6.001.405	545.277	6.546.682
Coque metalúrgico.....	551.182	61.253	612.435
Aglomerados.....	497.801	50.342	548.143

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a diciembre de 1928:

Productos de baterías de hornos de coque (desfilación de la hulla)			
	Meses anteriores	Nov. y Dicemb.	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...		612.996	
Benzol 50 por 100 (medio)...		52.925	
Solvent-nafta (pesado).....		95.609	
Otros tipos.....		117.010	
TOTAL.....		878.540	
Aceites crudos (alquitranes)		5.693.356	
Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano			
Aceites crudos (alquitranes).		883.654	
Gasolinas y similares.....		79.289	

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de diciembre de 1928.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	57.415
Coruña (Galicia).....	6.000
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.298
Granada-Málaga.....	38.141
Huelva.....	26.891
Jaén.....	2.160
Murcia.....	20.292
Oviedo.....	4.700
Santander.....	46.198
Sevilla.....	9.226
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.	33.473
Vizcaya.....	180.376
Zaragoza.....	3.709
TOTAL.....	430.879
Meses anteriores.....	5.074.491
TOTAL A LA FECHA.....	5.505.370

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Sevilla.....	»	412	»	»	»
Barcelona.....	»	»	312.658	34.650	»
Coruña.....	»	»	»	»	»
Guipúzcoa.....	547	1.193	»	»	»
Oviedo.....	8.262	11.789	»	»	»
Santander.....	4.170	4.790	»	»	»
Valencia.....	8.711	14.032	»	»	»
Vizcaya.....	31.044	41.138	»	»	»
TOTAL.....	52.734	73.354	312.658	34.650	»
Meses anteriores	512.266	660.296	3.816.400	113.700	»
T. A LA FECHA.	565.000	733.650	4.129.058	148.350	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	»	»
Ciudad Real.....	171	»
Córdoba.....	509	395
Guipúzcoa.....	»	»
Murcia.....	2.344	670
Oviedo.....	»	»
Santander.....	7.065	»
Vizcaya.....	»	»
TOTAL.....	10.089	1.065
Meses anteriores.....	128.821	12.897
TOTAL A LA FECHA.....	138.910	13.962

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre reñado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	»	»
Huelva...	320.800	1.406.455	»	»	»
Oviedo....	»	»	62.000	64.000	»
Sevilla....	9.000	»	»	»	40.000
Murcia....	»	»	»	»	»
TOTAL..	329.800	1.406.455	62.000	64.000	40.000
Meses anteriores	3.606.709	15.375.958	711.507	7.195.021	360.000
T. FECHA.	3.936.509	16.782.413	773.507	7.259.021	400.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.071
Oviedo.....	142
TOTAL	1.213
Meses anteriores.....	11.623
TOTAL A LA FECHA.....	12.836

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	130	»
Badajoz.....	526	»
Barcelona-Tarragona	»	»
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	711	»
Córdoba.....	2.013	3.783
Granada-Málaga	273	1.480
Guipúzcoa	35	907
Jaén	3.840	1.193
Murcia.....	1.464	2.841
Santander.....	422	»
Sevilla.....	»	»
Vizcaya.....	»	»
Zaragoza.....	»	»
TOTAL	9.414	10.204
Meses anteriores.....	133.683	99.919
TOTAL A LA FECHA.....	143.097	110.123

SECCION OFICIAL

Personal

Corrida de escala con motivo de la vacante producida por jubilación del Presidente del Consejo de Minería:

Asciende a Presidente del Consejo de Minería, D. Sebastián Sáenz Santa María; a Presidente de Sección, D. Antonio Sempau y Aranda; pasa a Consejero Inspector, con carácter definitivo, D. Ezequiel Navarro, excedente activo en dicha categoría; asciende a Consejero Inspector, don Mauro Díaz Caneja, como excedente activo; pasa a Ingeniero de primera clase, con carácter definitivo, D. José Ruiz Valente; asciende a Ingeniero Jefe de primera clase, como excedente activo, D. María José Carlos Tavares de Tolentino; asciende a Ingeniero Jefe de segunda clase, don Manuel Sancho Gala; a Ingeniero primero, D. Ceferino López Sánchez AVECILLA; a Ingeniero segundo, D. Francisco Pintado Carranza, supernumerario, y D. José Arrechea y Arrechea; ingresan como Ingenieros terceros, D. Francisco Javier Milans del Bosch, D. José Aramburu y Luque, D. José María Aguilar López y D. Manuel Aguinaga Keller, quedando los tres últimos en condición de supernumerarios.

Con motivo de haberse aumentado tres plazas de Inspectores en el presupuesto vigente, se produce el siguiente movimiento de escala:

Pasan a Inspectores generales, con carácter definitivo, D. Antonio Marín Lanzos y D. Mauro Díaz Caneja, y asciende a Inspector general D. Fernando Hormaeche y Echevarría; pasa a Ingeniero Jefe de primera clase, con carácter definitivo, D. María José Carlos Tavares de Tolentino; asciende a Ingeniero Jefe de primera clase D. Eugenio Labarta y Labarta, y reingresa como Ingeniero Jefe de segunda clase D. Juan Hereza Ortuño.

Con motivo de la jubilación del Inspector general don Ezequiel Navarro, se produce el siguiente movimiento de escala:

Asciende a Inspector general D. Enrique Hauser Neuberger; pasa a Ingeniero Jefe de primera clase, con carácter definitivo, D. Eugenio Labarta; asciende a Ingeniero Jefe de primera clase, como excedente activo, D. Hilario Hervada González; a Ingeniero Jefe de segunda clase, don Luis Malo de Molina; a Ingenieros primeros, D. Darío Arana, supernumerario, y D. Gabriel López Bienert; a Ingeniero segundo, D. Enrique García Puelles, y reingresa como Ingeniero tercero D. Luis Hernández Manet.

Ha fallecido el Presidente de Sección D. Cecilio López Montes, y con motivo de esta vacante han ascendido:

A Inspector general, Presidente de Sección, D. Nicolás Sáinz; a Inspector general, D. Vicente Kindelán; pasa a Ingeniero Jefe de primera clase, con carácter definitivo, don Hilario Hervada; a Ingeniero Jefe de primera clase, como excedente activo, D. Enrique Vargas, y reingresa el Ingeniero Jefe de segunda clase D. José Murga y Gil.

Ha fallecido el Ingeniero Jefe de segunda clase D. Pedro García Velázquez.

Han ascendido: a Ayudante mayor de primera clase, D. Eusebio Dagoberto García López; a Ayudantes mayores

de segunda clase, D. Isidro Isaac Arias Morán y D. Joaquín Navarro Cores; a Ayudantes mayores de tercera clase, D. Emilio Caravantes y Zaldívar y D. Joaquín Chinchilla Domínguez; a Ayudantes principales, D. Carlos Pellico y Larraz, D. Juan Antonio Martín Montalbo, supernumerario, y D. Andrés Cassinello Barroeta.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de enero de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de enero de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Alicante	Cos.	San Antonio	Indeterminado	20	D. Joaquín Cartagena.
Idem	Crevillente	La Protectora	Idem	19	Sociedad Aguas de la Fuente Antigua.
Idem	Sagra	El Corazón de Jesús	Idem	4	D. Vicente Albiñana Fementa.
Idem	Jalón	Mina Nuestra	Idem	20	» Juan Bautista Fementa Garcés.
Idem	Idem	San Jorge	Idem	4	» Antonio Terol Morellar.
Idem	Novelda	Consuelo	Sales alcalinas	10	» Tomás Asensio Vilaplana.
Idem	Idem	Maravillas	Idem	4	» Vicente Grau Torregrosa.
Idem	Monóvar	Manuela	Idem	6	» Francisco Gesmiel Latorre.
Idem	Novelda	Ampliación a Cristina	Idem	5	» José María Asensio Vilaplana.
Badajoz	Azuaga	Luz	Cobre	20	D. J. Antonio Checa Flórez.
Idem	Monesterio	San Juan	Hierro	31	S. A. La Hispalense.
Idem	Segura de León	Santa Rita	Idem	30	D. Joaquín Díaz Ruiz.
Idem	Idem	Los Remedios	Idem	21	» Emilio López y E. de los Monteros.
Idem	Azuaga	El Mesías	Plomo	19	» Bernabé Pérez González.
Burgos	Pozo de la Sal	Cesárea	Arcillas bituminosas	24	D. Paulino Morilla Fernández.
Idem	Santa Cruz de Juarros	Castilla	Carbón	16	» Rufino Duque García.
Idem	Villarobe	Casta	Idem	105	Idem.
Idem	Villasur de Herreros	Mercedes 2. ^a	Idem	172	Idem.
Córdoba	Torrecampo	Carmencita	Bismuto	20	D. Miguel Calero Cantador.
Idem	Villanueva de Córdoba	La Espuela de San Miguel	Idem	20	» Zacarías Muñoz Fernández.
Guipúzcoa	Hernani	Júpiter	Plomo	20	D. Jacinto Corral Salinas.
Huesca	Nachá (Baélls)	Eligerta	Hierro	180	D. Adolfo Fournier Cuadros.
Pontevedra	Lalín	Elena	Estaño	238	D. Joaquín Núñez Sastre.
Santander	Santander	Juan	Cinc	88	S. A. Minas de Cartes.
Idem	Idem	Esperanza	Idem	40	Idem.
Idem	Idem	Anita	Idem	108	Idem.
Idem	Idem	Por si pega	Idem	32	D. Ramón de Arrate e Isau.
Tarragona	Montreal y Figols	Argirosa	Pirita de hierro	30	D. Alberto Platard Quenin.
Teruel	Gargallo	K	Carbón	55	D. Francisco de Mazarredo.
Idem	Idem	L	Idem	5	Idem.
Idem	La Zoma	Isabel	Hierro	10	D. León Ferrer García.
Idem	Idem	San Luis	Idem	10	» José Cardona Iñigo.
Idem	Villel	Josefa	Idem	32	» Manuel Perales Bermejo.
Zaragoza	Ateca y Castejón	Josefina	Hierro	20	D. José Abian Santadiestra.
Idem	Belchite	Portland de Zaragoza, núm. 3	Arcilla	131	S. A. Cementos Portland.
Idem	Valmadrid	» » núm. 1	Hierro	160	Idem.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación del catastro minero en las provincias de Alicante, Badajoz, Burgos, Cádiz, Córdoba, Guipúzcoa, Huesca, Pontevedra, Santander, Tarragona, Teruel y Zaragoza.

Se ha practicado la rectificación anual de los catastros mineros de los distritos de Huelva, Murcia y Valencia.

Legislación.

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que dispone rijan en el mes de enero los precios para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. ("Gaceta" del 3.)

Núm. 6.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo del año actual, y a propuesta del Consejo de Administración del expresado Consorcio,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º Que durante el próximo mes de enero de 1929 rijan en España para la venta del plomo en barras y elaborado los mismos precios del mes corriente, iguales a los que se fijaron para el mes de noviembre último por Real orden publicada en la *Gaceta de Madrid* del día 4 del mismo mes.

2.º Que para la compra del plomo viejo en España durante dicho mes de enero próximo rijan los siguientes precios para mercancía puesta por cuenta del vendedor en las fábricas o depósitos de las entidades adheridas al Consorcio de Barcelona, Bellmunt, Cartagena, Linares, Madrid, Málaga, Peñarroya, Rentería, Sevilla o Valencia:

Para la clase A), 525 pesetas por tonelada.

Para la clase B), 415 pesetas por tonelada.

Para la clase C), 355 pesetas por tonelada.

Lo que comunico a V. I. de Real orden para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 29 de diciembre de 1928.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS

Real decreto disponiendo que por el Ministerio de Fomento se nombre una Comisión, con carácter de "Junta reguladora e inspectora", que ordene y regule cuanto se refiera a las aplicaciones y nuevas instalaciones de las fábricas de cemento. ("Gaceta" del 7.)

EXPOSICIÓN

Señor: La notable intensificación del consumo del cemento «Portland» ha dado lugar a un notable estímulo industrial significado en un gran número de peticiones de ampliación de fábricas existente y de instalaciones de otras nuevas, lo que obliga a una especial acción reguladora; mas si la regulación de las industrias, que se ha estimado siempre pertinente para evitar la asfixia ruínosa de las mismas, se ha hecho hasta ahora por el Comité Regulador de la Industria en el Consejo de la Economía Nacional, la índole especial de este producto, el carácter de primer consumidor que tiene el Estado y su directa relación con las obras públicas, establece una conexión especial con el Ministerio de Fomento que aconseja que las funciones del Comité Regulador se ejerzan por una Junta similar creada en dicho Ministerio.

Esta Junta deberá intervenir en cuanto a las capacidades y distribución geográfica de las nuevas fábricas se refiera, así como en lo relativo a la cuantía de las ampliaciones que a las actuales deban concederse; pero al propio tiempo será lógico que pueda ejercer una misión definida en la vigilancia de las calidades, condiciones de la aplicación, regulación de precios y facilidades de expansión o contracción que deban preverse, tratando de este modo de ejercer un asesoramiento técnico, económico y tutelar que permita la más útil ordenación y regulación de las indus-

trias, compatible con la libertad industrial y comercial de los fabricantes y consumidores.

En mérito de lo expuesto, el Presidente que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a V. M. el adjunto proyecto de Real decreto.

Madrid, 4 de enero de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Miguel Primo de Rivera y Orbaneja.

REAL DECRETO

Núm. 105.

A propuesta del Presidente de Mi Consejo de Ministros y de acuerdo con éste,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Por el Ministerio de Fomento se ordenará y regulará cuanto a las aplicaciones y nuevas instalaciones de las fábricas de cemento «Portland» se refiera, así como a lo que pueda guardar relación con su calidad y precio, atendiendo de modo especial a las exigencias del consumo y a su distribución geográfica, fundando sus propuestas en la debida armonía de estos extremos, con la actual concentración y organización de los centros productores instalados hasta el día.

Art. 2.º Para preparación de cuantas disposiciones deban dictarse por el Ministerio de Fomento, a los fines expresados en el artículo primero, se nombrará por dicho Ministerio una Comisión asesora, con carácter de «Junta reguladora e inspectora», que estará formada por tres representantes técnicos del Ministerio de Fomento, un representante del Ministerio de Economía Nacional propuesto por el Ministro del ramo, tres representantes industriales, fabricantes de cemento, y tres representantes de los elementos constructores, elegidos entre los distintos sectores de la construcción de Obras públicas y particulares, debiendo figurar algún Arquitecto.

Art. 3.º Esta Junta reguladora e inspectora informará y propondrá al Ministro de Fomento cuanto se relacione con los conceptos siguientes:

Ampliaciones de fábricas actuales.

Solicitudes de nuevas fábricas a instalar, proponiendo el lugar geográfico y la capacidad.

Propuestas de nuevas fábricas a iniciativa de la propia Administración o de algunos de los Centros delegados de la misma.

Fijación de los cupos de producción de las distintas fábricas y propuestas de modificaciones.

Vigilancia de las calidades y propuesta de sanciones o de preferencias para nuevas peticiones, según los resultados estadísticos de análisis y experiencias.

Normas convenientes de distribución de los productos.

Estudio de los precios de venta y medidas preventivas o coercitivas que regulen las condiciones del mercado.

Cuantas propuestas estime conveniente para mejorar los productos y las condiciones de su empleo, tanto técnicas como económicas.

Las modificaciones convenientes a los pliegos de condiciones técnicas y a los económicos para la admisión de los cementos.

Art. 4.º Al informar y proponer sobre cuanto se refiere a las ampliaciones de las fábricas existentes, así como a las nuevas instalaciones, deberá tener en cuenta la distribución geográfica del consumo y su relación con la densidad de producción actual para lograr la más económica distribución y ahorro de transportes innecesarios, debiendo a su vez expresar la proporción de aumento o disminución que se deberá conceder o a que deberán estar dispuestos los fabricantes respecto a las capacidades concedidas, cuando el aumento o disminución sensible del consumo así lo aconsejen.

Art. 5.º Cuando a propuesta de algún Centro adminis-

trativo se considere conveniente la construcción de una nueva fábrica en un lugar determinado, la Junta propondrá las condiciones del concurso que deba abrirse para su concesión y las preferencias que en relación con lo que se previene en el artículo 9.º de este Real decreto deban tenerse en cuenta.

Art. 6.º Esta Comisión deberá llevar una estadística detallada de los resultados de los análisis y experiencias de todas las marcas nacionales, para cuyo objeto podrán usar todos los laboratorios oficiales o proponer la creación de alguno nuevo con carácter central, así como solicitar de todas las obras del Estado o de particulares referencias experimentales.

Art. 7.º En su Memoria anual o siempre que lo estime oportuno, podrá proponer cuanto crea conveniente al interés público, respecto al acoplamiento de nuestra industria a los adelantos reconocidos en otros países y a los que algún fabricante logre comprobar en el nuestro.

Art. 8.º En cuantas ocasiones estime que las exigencias que en relación con los precios de ventas tengan los fabricantes, sean exagerados respecto al beneficio legítimo, o que por defectos de distribución se encarezcan indebidamente los transportes, deberá proponer los medios de intervención o regulación de precios que estime conveniente y compatibles con la libertad individual del fabricante.

Art. 9.º Propondrá al Ministro de Fomento las referencias que deban tenerse en cuenta, tanto en los concursos como en las concesiones para nuevas instalaciones a favor de los fabricantes cuyos cementos merezcan especial clasificación por la bondad de sus productos y las características de suministro.

Art. 10. Deberá proponer la exclusión en los concursos de los cementos de ciertas marcas, cuyos análisis y resultados experimentales así lo aconsejen.

Art. 11. Podrá proponer inspecciones especiales a de-

terminadas fábricas para esclarecer las deficiencias que se observen y que puedan ser objeto de sanciones, así como para la comprobación del respeto a los cupos concedidos.

Art. 12. El Ministro de Fomento aprobará el Reglamento de la Junta, que deberá ser nombrada en el término de ocho días, así como los emolumentos que deberán percibir y la forma de atender a todos los gastos que su funcionamiento ocasione.

Dado en Palacio a cinco de enero de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Presidente del Consejo de Ministros, *Miguel Primo de Rivera y Orbaneja*.

Real orden que adjudica a La Geofísica, S. A., la ejecución de los estudios por los métodos gravimétrico y sísmico en El Burgo de Osma y Berlanga de Duero (Soria). ("Gaceta" del 22.)

Núm. 27.

Ilmo. Sr.: Vista la Real orden de 20 de noviembre de 1928 disponiendo la celebración de un concurso de estudios geofísicos que han de efectuarse por cuenta del Estado para la investigación de petróleos en El Burgo de Osma y Berlanga de Duero (Soria):

Visto el pliego de condiciones que sirve de base al concurso, aprobado por dicha Real orden y publicado en la *Gaceta de Madrid* de 25 de noviembre de 1928, el cual determina que los estudios se harán por los métodos gravimétrico, sísmico y eléctrico de corriente continua, con la extensión que el mismo detalla:

Vistas las dos proposiciones presentadas: una por «La Geofísica», S. A., que firma D. Eberhard Frey, como Administrador-Delegado, relativa a los métodos gravimétrico y sísmico, y otra por la «Société de Prospection Electrique Procédes Schlumbreger», representada por D. Antonino Bourbon, relativa al método eléctrico de corriente conti-

nua, esta última admitida sólo condicionalmente, por estimarse insuficiente la representación del Sr. Bourbon:

Visto el escrito presentado por el Sr. Bourbon en 2 de enero de 1929 en súplica de que sea admitida definitivamente su proposición:

Visto el informe del Instituto Geológico y Minero de España, de 7 de enero de 1929, en el que se propone la adjudicación en firme a «La Geofísica», S. A., de la ejecución de los estudios gravimétrico y sísmico, y se pase a informe de la Asesoría Jurídica de este Ministerio la otra proposición, quedando entretanto en suspenso el concurso, en lo que se refiere al método eléctrico de corriente continua:

Considerando que la proposición de «La Geofísica», S. A., ofrece efectuar los estudios gravimétricos por 37.500 pesetas, y los sísmicos por 62.500 pesetas, con una reducción sobre estos precios de 2.500 pesetas en cada método, si se pudiese verificar primero uno de los estudios y a continuación el otro, en vez de hacerlos simultáneamente, con lo cual podrá economizarse el Estado 5.000 pesetas sin inconveniente alguno, efectuando los trabajos en dos meses sucesivos:

Considerando que la base 17 del pliego de condiciones establece que podrá otorgarse la ejecución de los estudios a uno o varios de los concursantes, con independencia en los distintos métodos,

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles, se ha servido disponer:

1.º Que de acuerdo con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, se adjudique a «La Geofísica», S. A., la ejecución de los estudios, por los métodos gravimétrico y sísmico, en El Burgo de Osma y Berlanga de Duero (Soria), a realizar en dos meses sucesivos, por las cantidades de 35.000 y 60.000 pesetas, respectivamente, quedando obligada dicha entidad a legalizar sus compro-

misos en escritura, que otorgará ante Notario dentro del plazo de veinte días, contados a partir de la publicación de esta Real orden en la *Gaceta de Madrid*.

2.º Que en lo que se refiere al método eléctrico de corriente continua, quede en suspenso el concurso, pasando la proposición de la «Société de Prospection Electrique Procédes Schlumbreger» y el escrito del Sr. Bourbon a informe de la Asesoría Jurídica de este Ministerio.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 15 de enero de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas	3
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de diciembre de 1928	72
Producción de combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1928	75
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1928	76
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de diciembre de 1928	77
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal	81
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de enero de 1929	84
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden que dispone rijan en el mes de enero los precios para la venta de plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo	87
Presidencia del Consejo de Ministros.—Real decreto disponiendo que por el Ministerio de Fomento se nombre una Comisión, con carácter de «Junta reguladora e inspectora», que ordene y regule cuanto se refiera a las aplicaciones y nuevas instalaciones de las fábricas de cemento	88
Real orden que adjudica a La Geofísica, S. A., la ejecución de los estudios por los métodos gravimétrico y sísmico en El Burgo de Osma y Berlanga de Duero (Soria)	92

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTR



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

II.—DESBASTE Y AFINO POR PROCEDIMIENTOS FISICOS

CAPITULO PRIMERO

DESTILACION

1.º CONSIDERACIONES GENERALES.

La destilación es la operación más importante del tratamiento de los petróleos y de los aceites densos y alquitranes, y tiene por objeto separar las distintas fracciones constituyentes de la primera materia sometida a la destilación.

Aunque teóricamente la operación parezca muy sencilla; puesto que las fracciones que tienen que separarse poseen puntos de ebullición diferentes, y, por consiguiente, mientras unas aún no han alcanzado su temperatura de va-

porización, las otras han debido pasar al estado gaseoso, no ocurre así en la práctica, y realmente es una de las operaciones más delicadas, porque como no se trata de cuerpos cuyo punto de ebullición sea fijo, sino de mezclas complejas de hidrocarburos que comienzan a vaporizarse a una temperatura y terminan a otra, variables ambas entre límites bastante extensos, alcanzan muchas veces la temperatura de la fracción siguiente y los productos salen mezclados, necesitando todos ellos un cuidadoso refinado o una segunda destilación que, como tal refinado, sirve para aislar entre límites más estrechos fracciones derivadas de los productos de la primera destilación.

Lo que se busca y se obtiene con la destilación industrial es reducir lo más posible la heterogeneidad de cada producto y llegar a compuestos cuyas propiedades químicas no sean demasiado diferentes.

Por otra parte, como ya hemos indicado al tratar de las propiedades de los petróleos, la acción del calor sobre éstos puede producirnos fenómenos de descomposición si la temperatura pasa de ciertos límites y conducirnos a una descomposición pirogenada, que muchas veces no es la operación que se desea.

Antes de pasar a estudiar los diversos procedimientos de destilación conviene que se establezcan las bases generales que sirven para la destilación de líquidos, una vez que a esas leyes hemos de referirnos con frecuencia para explicar los diversos fenómenos que en cada caso particular se nos han de presentar y los fundamentos de los distintos procedimientos.

La operación de destilación está muy bien estudiada para gran parte de líquidos industriales, como son los alcoholes, éteres, amoníacos, ácidos orgánicos, etc., pero muy poco estudiada en lo que se refiere a los hidrocarburos, y especialmente a los petróleos. Es tan notable esa falta de conocimientos, que hasta las personas que nunca han inter-

venido en el tratamiento industrial de los petróleos, desde el primer momento extrañan la imperfección de los aparatos de destilación que se emplean para estos combustibles líquidos, si se comparan con las destilerías de otras sustancias, como los alcoholes, por ejemplo, donde en aparatos completamente automáticos se obtienen los grados de concentración que se desea, y el refinado se verifica con absoluto conocimiento en todos los momentos de la calidad del destilado, pudiendo rápidamente corregir su concentración y cualidades, porque las instalaciones están dotadas de todos los perfeccionamientos necesarios, como es razonable en industrias que han hecho progresos enormes, dada su gran importancia en la industria mundial.

Como, no obstante las diferencias existentes entre los alcoholes y otros líquidos industriales y los petróleos, hay muchos problemas del mismo orden de los que deben llevarse a resolución en estos combustibles minerales que han sido favorablemente resueltos en la destilación de los primeros, no está nunca de más saber hasta dónde pueden aprovecharse esos perfeccionamientos, y, por tanto, precisa conocerlos y reseñarlos.

Fijándonos, pues, en trabajos realizados por eminentes físicos como Gay-Lussac, Regnault, Donny, Marsall, Raoult y Duhem, vamos a ocuparnos de las leyes de la destilación de mezclas, dividiendo nuestro trabajo, de acuerdo con Villar Gibbs y Mariller, en dos partes: destilación de mezclas binarias y destilación de mezclas ternarias.

a) *Destilación de mezclas binarias.*

Las leyes que rigen la destilación de mezclas principiaron a deducirse de las experiencias verificadas por Liebig y Gay-Lussac sobre los puntos de ebullición de las mezclas de sustancias diversas. Liebig fué el primero que en 1882 determinó que la mezcla de agua y bicloruro de etileno (licor

de los Holandeses) tenía un punto de ebullición inferior a los de cada uno de los cuerpos que intervenían en la mezcla; en este caso comprobó que la mezcla hervía a 75°,6, siendo así que los dos componentes tenían temperaturas de ebullición de 100° y 82°,4, respectivamente.

1.º **Cuerpos insolubles.**—En el mismo año, Gay-Lussac, analizando lo experimentado por Liebig, demostró que era razonable que así ocurriese, porque siendo ambos cuerpos insolubles uno en otro, no podían tener reacción recíproca alguna, y la tensión de la mezcla tenía que ser igual a la suma de las tensiones de los dos cuerpos a la temperatura de ebullición de la mezcla citada; por consiguiente, siendo la tensión de la mezcla mayor que cualquiera de las de los cuerpos que en ella intervienen (puesto que es igual a la suma) la temperatura de ebullición de la mezcla tendrá que ser menor que las de los componentes.

Queda, pues, como ley de base de las mezclas que la tensión de la mezcla de cuerpos insolubles $P = p_1 + p_2$ y que la temperatura de ebullición T es menor que las t_1 y t_2 correspondientes a los cuerpos.

Ahora bien: la temperatura T es fija durante toda la operación, en tanto, en cuanto queda algo de alguno de los componentes, y como cada uno de los cuerpos destila con su tensión propia, la composición de los vapores queda constante.

Llamando, pues, a y b los pesos respectivos de cada cuerpo, y d_1 y d_2 las densidades de sus vapores, se verifica la relación

$$\frac{a}{b} = \frac{d_1}{d_2} \times \frac{p_1}{p_2}, \text{ o sea } \frac{a}{b} = \frac{m_1 p_1}{m_2 p_2}$$

puesto que los pesos moleculares m_1 y m_2 son proporcionales a las densidades.

Regnault ha comprobado que la violencia de la ebullición

puede falsear la ley de las tensiones, y en ese caso P no sería igual a la suma de $p_1 + p_2$, y demostró, asimismo, que cuando se calienta una mezcla en una caldera que reciba el calor por un hogar directo, puede, si no existe una ebullición lenta, variar la tensión de la mezcla considerablemente, separándose del valor de la suma de las tensiones de los componentes y correlativamente el punto de ebullición experimentar variaciones, no conservando tampoco su constancia durante la operación.

Ha podido también comprobarse, en virtud de lo anteriormente dicho, que la dirección de la llama tiene alguna importancia, porque si se dirige al centro de la caldera puede provocar la formación de corrientes turbulentas en forma de chimenea dentro del líquido, merced a las cuales la ebullición resulta más violenta y consiguientemente la variación de la tensión más grande.

Asimismo se ha observado que esta variación de la tensión aumenta con la temperatura, haciendo que se asemejen los líquidos insolubles con los miscibles que siguen esa ley; esto parece ser debido a que la insolubilidad es una cuestión relativa y depende muchas veces de la temperatura, en forma, que hay líquidos insolubles a temperatura ordinaria que a temperaturas elevadas si no se hacen miscibles, al menos atenúan el carácter de insolubilidad.

Debe tenerse en cuenta, en lo que a la violencia de la ebullición se refiere, que como es condición indispensable, para que se verifique la ebullición normalmente, que los líquidos se encuentren en presencia de aire o gases, de no ocurrir así pueden calentarse los líquidos sin dar señales de ebullición a temperaturas muy superiores a las que normalmente les corresponde la vaporización; pero si esto ocurrido, por cualquier motivo, una burbuja de gas o de aire entra en la cámara de caldeo, la ebullición sobreviene rápidamente, provocando una vaporización tan inmediata y brusca que puede sobrevenir una explosión. En virtud de

lo dicho, en caso de ausencia de aire o gases puede retrasarse el punto de ebullición.

Podemos, pues, establecer para cuerpos no miscibles, las siguientes bases:

1.^a La tensión de la mezcla es igual a la suma de las tensiones de los componentes: $P = p_1 + p_2$; $\frac{a}{b} = \frac{m_1 p_1}{m_2 p_2}$.

2.^a Las variaciones de temperatura no modifican a y b .

3.^a Si $m_1 p_1$ son pequeños con relación a $m_2 p_2$, el peso destilado b será menor que el peso destilado a .

Habiendo, pues, mucha diferencia entre los pesos moleculares y las tensiones de los dos cuerpos, éstos serán fáciles de separar por destilación y se extraerán rápidamente aquellos cuerpos en que m_2 y p_2 son grandes con relación a m_1 y p_1 ; por el contrario, si no difieren mucho los pesos moleculares y las tensiones de los vapores, los cuerpos serán difíciles de separar por destilación y, para conseguirlo, habrá que mezclarles otro cuerpo o buscar otro medio por el cual se consiga que la relación $\frac{m_1 p_1}{m_2 p_2}$ no sea tan próxima a la unidad.

Podrá servirnos de guía, en caso de que esta relación sea próxima a la unidad, que si existe tendencia, al aumentar la temperatura, a que el cuerpo a sea separado y arrastrado por los vapores, el cuerpo b tendrá la tendencia contraria a separarse, disminuyendo la temperatura o funcionando a presión reducida; así, en cada caso particular, en vista de la separación que se trata de verificar, se verá si conviene más aumentar o disminuir la temperatura, para llegar más rápidamente a separar estos cuerpos, y podrá adoptarse el procedimiento que convenga mezclando un cuerpo que disminuya la temperatura de ebullición o que la aumente, o trabajando a débil presión, o a sobrepresión, haciendo uso del vacío y combinando, en fin, unos y otros procedimientos para llegar a hacer posible la separación.

2.^o **Cuerpos solubles.**—Hemos visto que la destilación no presenta grandes dificultades tratándose de cuerpos insolubles; en cambio, ya varían las circunstancias si de cuerpos miscibles se trata, porque las reglas que rigen la operación son más complejas.

Desde luego, en este caso, para la explicación de los fenómenos, tenemos que considerar las mezclas en dos grupos: uno, de mezclas dobles, o sean cuerpos que no se disuelven de una manera perfecta uno en otro, y el segundo caso, las verdaderas disoluciones.

a) Consideremos una mezcla doble de cuerpos que se tenga en el recipiente de destilación en presencia de los vapores que emite. En un momento dado, a temperatura y presión determinadas, el equilibrio entre vapores y líquido subsiste, y, por consiguiente, el líquido y el vapor tienen composiciones determinadas. Estudiadas estas mezclas, compuestas por líquidos distintos, que marcan dos fases diferentes, que es lo que caracteriza a las mezclas dobles, por Villard y Gibbs, y Konovalow, se llegaron a las conclusiones siguientes:

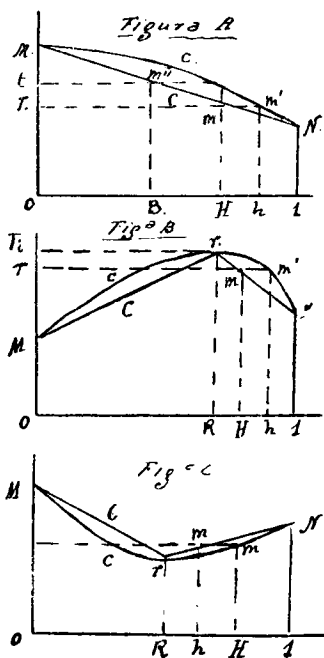
1.^a A presión constante, si la composición de la mezcla varía, el punto de ebullición también varía. Si para una cierta composición, el punto de ebullición pasa por un máximo o un mínimo, la mezcla líquida emite un vapor saturado de la misma composición que ella y recíprocamente.

2.^a A temperatura constante, si la composición del líquido varía en un sentido determinado y la tensión del vapor saturado pasa por un máximo o un mínimo, la mezcla emite vapor de la misma composición que ella y recíprocamente.

Los trabajos de Marsall, aplicando sus experiencias sobre estas mezclas al cálculo gráfico, conducen a resultados tan interesantes, que hemos de reseñarlos.

Supongamos una mezcla de dos cuerpos, a y b , y partamos de la base que la presión es constante. Sobre un siste-

ma de coordenadas, tenemos en el eje de abscisas una magnitud que supondremos como unidad y nos ha de representar la totalidad de la mezcla. Sobre el eje de ordenadas tomemos una magnitud OM que represente la temperatura de ebullición del cuerpo a , y sobre una paralela al eje de ordenadas otra magnitud ON (con la misma escala) que represente la temperatura de ebullición del cuerpo b . Para una mezcla determinada H , las proporciones en que intervienen los cuerpos son H gramos de b y $(1-H)$ gramos de a . A esta mezcla corresponderá una temperatura T , y levantando por H y T las paralelas a los ejes coordenados, hallaremos un punto m , que representará a la mezcla dada. Para otra proporción de los cuerpos a y b corresponderá



otro punto B , y otra temperatura t que determinará otro punto m'' y el lugar geométrico de todos esos puntos $m, m'' \dots$ será la recta MN .

A presión constante, MN nos representará gráficamente los valores de la mezcla líquida, que dan, para una proporción de a y b , su temperatura de ebullición.

Los vapores que emiten esos cuerpos están representados análogamente por otra curva c , que está también comprendida entre los puntos M y N y que puede presentar la forma de una de las figuras adjuntas.

Siempre tendremos que para una proporción H de la mezcla y una temperatura T de ebullición, el punto m' de la curva de vapores nos da un punto h en el eje de abscisas

que representa la proporción en que están en el vapor los vapores de a y b ; el vapor estará, pues, formado de h gramos de b y $(1-h)$ gramos de a .

Las figuras B y C nos muestran los puntos r, R , que se llaman puntos indiferentes en que la composición de los vapores saturados es la misma que la de la mezcla.

La mayor parte de las mezclas dobles tienen su representación gráfica en la curva continua, ascendente o descendente, de la figura A , sin inflexiones ni puntos indiferentes. Cualquiera de esas mezclas sometidas a la destilación irá tomando, conforme aumenta la temperatura, diferentes composiciones y tenderá en el residuo de la operación hacia el cuerpo menos volátil.

En el caso de la figura B se encuentran ciertas disoluciones acuosas, como la del ácido fórmico, y en la destilación, líquidos y vapores tienden hacia una temperatura de ebullición T_i correspondiente al punto indiferente, así como en su composición siempre tienden hacia R , y desde ese momento la composición no varía.

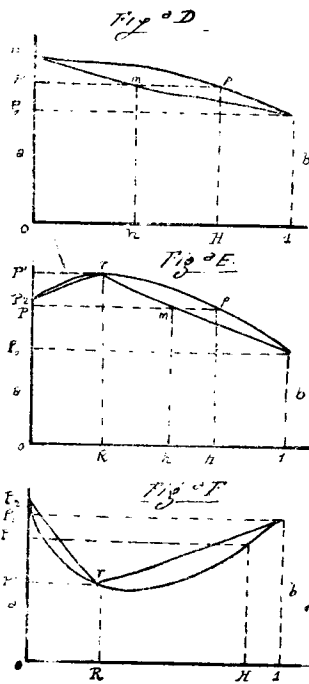
Las mezclas que se encuentran en el tercer caso son las de agua y sulfuro de carbono, agua y propanol, sulfuro de carbono y etanol o acetato de etilo, y en la destilación se llega a la composición estable R , pero el equilibrio no es duradero y cualquier variación de composición acentúa el desequilibrio tendiendo hacia el cuerpo a cuando H es menor que R y hacia el cuerpo b cuando H es mayor que R .

Marsall ha encontrado otras curvas en que están combinados los elementos de las tres, y ha dado ciertas conclusiones que pueden establecerse como reglas, y son: los cuerpos que tienen puntos de ebullición muy diferentes constituyen mezclas que tienen por representación gráfica curvas ascendentes poco cóncavas; las mezclas que más nos interesan de hidrocarburos parafínicos, octano y exano, o carburos aromáticos y etilénicos, tolueno y etilbenceno, compuestos de hidrocarburos bencénicos, clorobenceno y

bromobenceno, etc., pertenecen a esas mezclas cuya curva representativa es ascendente y poco cóncava, semejando a una línea recta. Las ascendentes y convexas caracterizan mezclas de alcoholes, ácido acético, tetracloruro de carbono y bencina, anilinas y alcoholes, sulfuro de carbono y acetona, etc.

Las mezclas eutécticas o azotrópicas son aquéllas que a presión constante tienen un punto de ebullición isoterma, y son comparables a las mezclas binarias insolubles, pudiendo regirse por sus bases.

Hasta ahora hemos supuesto la presión constante y hemos hecho variar la temperatura y la proporción de los cuerpos



en las mezclas; vamos a considerar la temperatura constante y hacer variar la presión y sacaremos las tensiones de los vapores con relación a las de la mezcla en la misma forma.

Coloquemos sobre el eje de abscisas la mezcla total a ambos extremos, levantemos las normales OP_2 y OP_1 , que representen las tensiones de los vapores saturados de los cuerpos a y b , en la misma forma que anteriormente encontraríamos las curvas representadas en las figuras D, E y F, en que D es la curva de la tensión de la mezcla y d es la de los vapores correspondientes, para una composición dada,

que estaría representada, como en el caso anterior, por los distintos puntos colocados sobre el eje de abscisas dentro de la distancia O 1 que indica la totalidad de la mezcla.

Las curvas obtenidas serían semejantes a las anteriormente descritas para presión constante.

Si queremos relacionar las tensiones con las proporciones moleculares en el líquido, tendremos que acudir a las fórmulas de Duhem y Margules, que damos a continuación:

$$\frac{d \log p_1}{d \log m_1} = \frac{d \log p_2}{d \log (1 - m_1)}$$

llamando p_1 y p_2 las tensiones de los vapores de los cuerpos constituyentes y m_1 y $(1 - m_1)$ las proporciones moleculares en que intervienen en el líquido, o sea el número de moléculas que están en presencia.

La fórmula de Kuenen da la relación entre la tensión del vapor total de la mezcla P y las concentraciones de las dos fases, m_1 y $(1 - m_1)$ para el líquido, y m_2 y $(1 - m_2)$, para los vapores.

$$\frac{1}{P} = \frac{dP}{dm_2} = \frac{m_2 - m_1}{m_2(1 - m_2)}$$

b) En caso de una disolución de un líquido poco volátil en otro que lo sea mucho, o de un sólido volátil en un líquido que también lo sea, se pueden emplear las fórmulas de Raoult

$$Q = \frac{100 p'}{p + p'}$$

en la cual Q representa el peso del cuerpo disuelto en 100 gramos de líquido volátil,

$$N = \frac{M p'}{M p' + m p}$$

en que N es el número de moléculas de este cuerpo para 100 moléculas de la mezcla, y M, el peso molecular del líquido volátil, siendo p' su peso en la mezcla; m y p el peso molecular del cuerpo disuelto y su peso en la mezcla.

Y si llamamos f y f' las tensiones del vapor del líquido volátil puro y de la mezcla, también se verificará que

$$\frac{f}{f'} 100 = 100 - C N$$

en la que C es una constante cuyos valores son próximos a la unidad y dependen de cada cuerpo.

Finalmente, para las disoluciones diversas se puede dar por cierta la relación

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{n+n'}{n} = k$$

siendo k otra constante, también muy próxima a la unidad; n el número de moléculas de la substancia disuelta y n' las del disolvente.

Para el caso de disoluciones muy diluídas $n + n'$ es casi igual a n , y por tanto,

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{n'}{100 n} = 0,01$$

lo que indica que si una molécula de un líquido poco volátil se disuelve en 100 moléculas de líquido volátil, disminuye la tensión del vapor de este último en la centésima parte.

b) *Destilación de mezclas ternarias.*

Nos encontramos con los mismos casos que en las mezclas binarias, con la sola diferencia de que, como los fenómenos son más complicados y complejos, las leyes están peor estudiadas.

1.º Si los líquidos son insolubles se verifican las leyes de la destilación, y podemos asegurar que la presión ambiente P es igual a la suma de las tensiones de los tres cuerpos a la temperatura t que consideramos.

$$P = p + p' + p''$$

y también se verificará

$$\frac{a}{b} = \frac{d p}{d' p'} \quad \frac{b}{c} = \frac{d' p'}{d'' p''}$$

siendo a, b y c los tres cuerpos, y d, d' y d'' las densidades de sus vapores, fórmula que puede ponerse bajo la forma

$$\frac{a}{b} = \frac{m p}{m' p'} \quad \frac{b}{c} = \frac{m' p'}{m'' p''}$$

si m, m' y m'' son los pesos moleculares que son proporcionales a las densidades.

Este caso no suele presentarse en la práctica, porque es muy raro que existan tres cuerpos que no sean solubles unos en otros, mezclados; si existen, estarán en forma de capas superpuestas por densidades y desaparecerá primero un cuerpo por la destilación quedando el problema reducido al de dos líquidos no miscibles.

De todos modos, en este caso las fórmulas son ciertas, y podremos resolver el problema determinando las cantidades desconocidas que entren en las fórmulas en función de los datos que caractericen el caso de que se trata.

2.º Que dos de los cuerpos sean miscibles, pero el tercero no lo sea, al menos con uno de los dos.

Indudablemente se formarán dos capas binarias formadas por dos mezclas no completamente miscibles, y en ellas se verificará que la tensión del vapor y la temperatura de ebullición quedan constantes. Para estos casos se emplean las fórmulas de Pierre y Puchot:

$$t = T - (T - T') \frac{Q'}{Q + Q'}$$

de la que se obtiene

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{T - t}{t - T'}$$

en que T es la temperatura de ebullición de una mezcla binaria A; T' es la de la mezcla binaria B, y t es la de la mezcla ternaria A B, en la que Q es el volumen que entra de la mezcla A, y Q' es el volumen que entra de la mezcla B.

La diferencia de fraccionamiento de estas mezclas es grande; la temperatura de ebullición está comprendida en-

tre los puntos de ebullición de las mezclas binarias no miscibles que la constituyen.

Pueden considerarse formadas por un cuerpo y dos disolventes. El cuerpo se parte entre los dos disolventes, y las cantidades absorbidas para un mismo volumen de los dos solutivos están entre sí en relación constante, que depende de la temperatura y de la concentración, pero que es independiente de los volúmenes relativos. A esa relación se le denomina coeficiente de repartimiento, y Berthelot ha demostrado su constancia para las diversas disoluciones de sólidos en líquidos.

Si llamamos a las proporciones de los tres cuerpos en la mezcla inicial p , p' y p'' ; representamos por n y n' los volúmenes de las dos capas que se forman, y finalmente, si suponemos que sean a , b , c y a' , b' , c' las proporciones de los tres cuerpos en las dos capas, tiene que verificarse el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{array}{ll} a n + a' n' = p & a + b + c = 1 \\ b n + b' n' = p' & a' + b' + c' = 1 \\ c n + c' n' = p'' & p + p' + p'' = 1 \end{array}$$

en el caso en que $c = c' = p$ sólo existirán dos líquidos.

Estas mezclas se encuentran muchas veces claras y límpidas, y no se observa en ellas la separación en capas, pero por el menor accidente sobreviene esa separación. Puede conseguirse, generalmente, por la acción del calor, del frío, o de una pequeña cantidad de uno de los cuerpos que se añade, la cual rompe el equilibrio. Como ejemplo podemos citar una mezcla de cinco partes de alcohol a 86°, 10 partes de éter y seis partes de agua; esta mezcla, a 20° C, está completamente límpida, como si todos los cuerpos fuesen solubles unos en otros, y elevando 1/10 de grado la temperatura o por adición de 1/400 de agua, se observa la separación en dos capas, y hasta haciendo pasar a través de ella los rayos solares se obtiene el enturbiamiento inmediato, demostrando la inestabilidad de la disolución aparente.

3.º Si los tres cuerpos son miscibles, el problema, entonces, es muy difícil, y por otra parte, hasta ahora no se han estudiado con detenimiento las leyes que lo regulan. Esas leyes podrían llegar a establecerse partiendo de la base de estudiar las tensiones de los vapores de los cuerpos.

Conocidas estas tensiones, como pueden establecerse las relaciones que existen entre la composición de la mezcla y la de los vapores que desprende a temperaturas determinadas, podría llegarse a conocer la influencia de las solubilidades existentes entre los diferentes cuerpos que forman la mezcla.

El sistema de trabajo sería partir de dos de los cuerpos para llegar a conocer las tensiones y continuar la serie de experiencias, haciendo ya intervenir el tercer cuerpo, y finalmente, se podrían establecer las tensiones para la mezcla ternaria, y de ellas las leyes que rigen la destilación de esas mezclas.

En el caso de una mezcla más compleja habría que seguir el mismo camino, empezando por partir de una mezcla binaria y siguiendo las experiencias hasta hacer intervenir el número de cuerpos que se tengan en la mezcla de que se trate.

Conclusiones.—De lo anteriormente transcrito se deduce que la destilación es una operación sencilla relativamente en casos de mezclas no complejas de cuerpos, y por tanto, en muchos casos de los que han de presentarse en el tratamiento de los combustibles líquidos, podremos, fundándonos en sus leyes, realizar la operación con la mayor eficiencia, porque la teoría será un perfecto auxiliar para la práctica.

Sin embargo, en lo que a los petróleos se refiere, ya hemos demostrado cuando de su composición química se ha hablado, que presentan una gran dificultad por la complejidad de sus componentes para todas las operaciones de separación y fraccionamiento, y se comprende que en la des-

tilación las dificultades tienen que ser grandes, porque son muchos cuerpos, miscibles, de los cuales algunos aun no han sido bien estudiados.

Podremos, en el caso en que tratemos de realizar destilaciones sencillas, considerando el petróleo bruto como formado por dos o tres grandes grupos, aplicarle las leyes de la destilación antes indicadas para cada caso. Así procuraremos ir haciéndolo, cuando en detalle tratemos de las distintas clases de destilaciones, y señalaremos las fórmulas más aplicables al caso y las representaciones gráficas que mejor sirvan para llegar a sentar las conclusiones oportunas, aunque desde luego debemos advertir que en la técnica mundial de los petróleos hay mucho de empirismo y muy poco de verdadera técnica; todo se reduce a trabajos aislados, sin unidad y sin regla, trabajos, no de laboratorio químico, sino de laboratorio industrial. Esto no quiere decir que no haya grandes hombres que desde hace años están poniendo todas sus actividades al servicio de la técnica de los petróleos; muy al contrario, la lista de químicos que trabajan constantemente en estos asuntos de petróleos es tan grande, que sólo por la bibliografía demostramos que se han hecho grandes estudios; es cuestión dificultosa y existen verdaderas lumbreras de la ciencia dedicados a resolver los numerosos problemas que se presentan, pero que pocos casos pueden contarse como el del químico profesor E. W. Morley, que no quiso aceptar más que 100 dólares por el trabajo de industrializar el procedimiento de Frash, que ha dado salida a tantos petróleos que no podían colocarse en el mercado, y que con sólo ese procedimiento aumentaron en un dólar el precio de cada barril, cuando antes sólo valía quince céntimos. En los trabajos que se hacen no se ve el deseo de llegar a conocer la primera materia para poder concluir el tratamiento o tratamientos mejores; no se ve en ellos sino la fiebre de alcanzar un resultado práctico para llevar al mercado nuevas materias, sin pararse a es-

tudiar el porqué de ese resultado. Es la fiebre de la velocidad de la vida actual, que tiene que traducirse en la ciencia, como en todo, por una superproducción que no puede en modo alguno compaginarse con la tranquilidad del hombre de ciencia, que estudia y que investiga, con el sabio de todos los tiempos que lejos del mundanal ruido...

3.º Destilación sencilla. — La destilación sencilla se aplica hoy muy poco, porque todos los petróleos se dividen en fracciones o porciones distintas en sus características, en la misma operación, dando lugar a la destilación fraccionada.

Anteriormente en América se empleaba la destilación sencilla para separar los hidrocarburos ligeros de punto de ebullición bajo de los petróleos de alumbrado y petróleos densos, que se dejaban en el residuo para tratarlos en otros aparatos. Se dividía, pues, la masa líquida en dos grandes grupos, llegando al agotamiento del grupo ligero que se tendía a separar; esa es la destilación sencilla.

Aunque ya hemos indicado que a las mezclas complejas que forman los petróleos no se les pueden aplicar por completo las fórmulas de destilación, nos han de servir siempre para puntos de comparación en primer lugar, y en segundo, en los combustibles líquidos y sus derivados se encuentra uno en muchos casos en que los cuerpos a separar entran de lleno en el caso de las mezclas que antes hemos reseñado, y por tanto, dentro de las fórmulas de la destilación.

En el caso de la destilación sencilla podemos suponer que se trata de una mezcla de dos líquidos que pueden ser o no miscibles, y de la que se trata de separar uno de los cuerpos hasta agotamiento por la operación de destilación.

Sea esta mezcla, y supongamos que c es la riqueza ponderal en el cuerpo más volátil. Al destilarla esta mezcla binaria dará vapores de concentración C en ese elemento.

Si el peso inicial del líquido es L y se ha vaporizado ya un peso de vapor d a L , concentración C , la composición del líquido se ha vuelto $c + dc$, y se podrá escribir:

$$(c + dc)(L + dL) = cL + CdL$$

de la que se obtiene

$$c + dc = \frac{cL + CdL}{L + dL}$$

y excluyendo los diferenciales de segundo orden ($d^2c \cdot dL$)

$$(a) \quad Ldc = dL(C - c), \text{ o sea } \frac{dL}{L} = \frac{dc}{C - c}$$

que se convierte en la siguiente:

$$\log \frac{L_2}{L_1} = \int_{c_1}^{c_2} \frac{dc}{C - c}$$

podemos saber por esta ecuación los pesos de las cantidades vaporizadas cuando varía la riqueza.

Obtendremos una curva si llevamos sobre abscisas los valores de la concentración c en elemento más volátil, y sobre ordenadas los de $\frac{1}{C - c}$, y haciendo la cuadratura de

un segmento de curva hallaremos el logaritmo buscado. Estas curvas se llaman de agotamiento del elemento volátil.

De la ecuación (a) de agotamiento podemos sacar la riqueza de los vapores $C = c + L \frac{dc}{dL}$, de donde como $\frac{dc}{dL}$ es el coeficiente angular de la tangente a la curva de agotamiento en el punto de abscisa L y de ordenada c .

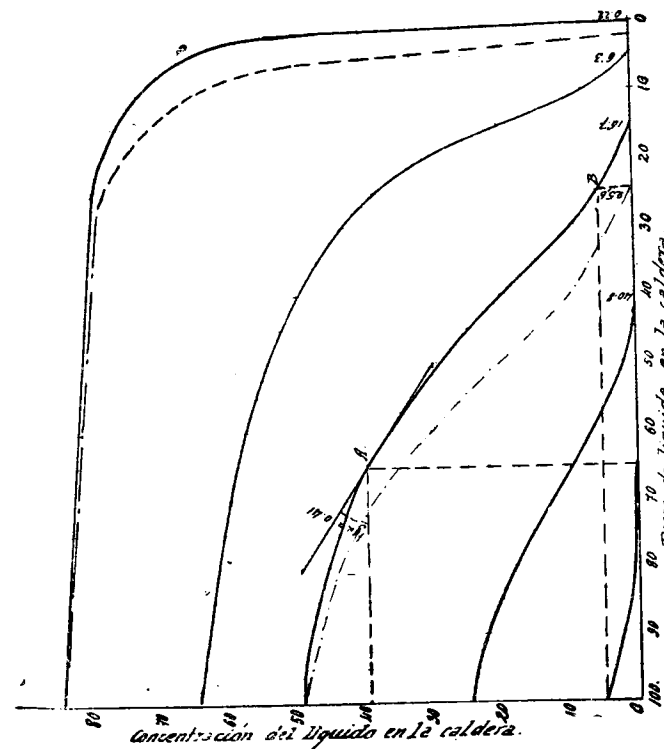
En los gráficos adjuntos damos varias curvas de agotamiento para mezclas de agua y alcohol de diferentes proporciones o riquezas c , según Sorel. Lo mismo pueden hacerse para las demás mezclas binarias y podrían dar los beneficiosos resultados que para el alcohol y su destilación se han obtenido.

Si queremos, teniendo a la vista esas curvas, saber qué peso de mezcla a concentración de 40 por 100 hay que destilar para que el líquido de la caldera quede a 5 por 100 de

concentración, tomaremos sobre una curva cualquiera los puntos A y B que están sobre las ordenadas a 40 y a cinco, bajaremos desde A y B las normales al eje de abscisas y vemos que lo cortan a 66 y 24.5. Necesitaremos destilar

$$\frac{66 - 24.5}{66} = 63 \text{ por } 100$$

del peso del líquido y el residuo tendrá un 5 por 100 de concentración. Calculando la concentración de los vapores



veremos que corresponde a 60,6 metros por 100. En la misma forma lo haríamos en caso de agotamiento completo. Si queremos calcular la riqueza de los vapores, partiendo de la ecuación (a), no tendremos más que trazar la tangente a la curva en el punto A (para el ejemplo anterior) si $c = 40$,

el coeficiente angular de la tangente es 0,41. La abscisa es de 66; luego

$$C = 40 + (66 \times 0,41) = 67,1$$

Si conforme con lo que indica Mariller, de quien tomamos este estudio, llamamos «condición de un vapor» a la proporción de vapor seco que encierra, por ejemplo, si el vapor está compuesto de 90 por 100 de vapor seco y 10 por 100 de líquido arrastrado, la condición $x = 0,90$ se puede transformar la fórmula de agotamiento en la siguiente:

$$c + dc = cL + \frac{xCL + (1-x)c dL}{L + dL}$$

o bien

$$\frac{dL}{L} = \frac{dc}{x(C-c)}; \log nep \frac{L_2}{L_1} = \int_{c_1}^{c_2} \frac{dc}{x(C-c)}$$

La condición del vapor varía con la viscosidad, la disposición interior de la caldera, la violencia de la ebullición, etcétera.

Podemos calcularla del siguiente modo: Suponiendo que t es la temperatura del vapor y p la presión por las curvas, se obtienen c y C :

$$xC + (1-x)c = r$$

se mide el valor de r en las curvas y se saca $x = \frac{r-c}{C-c}$

Para los petróleos, considerando que al dividir en dos grandes grupos tenemos una gran diferencia de volatilidades entre la correspondiente al más volátil, y la del grupo que hemos de dejar como residuo, más denso que el anterior, podemos considerar que el caso se aproxima mucho al caso de mezclas binarias solubles, párrafo *b*), disolución de un líquido volátil en otro menos volátil. Estos cuerpos estarán dentro de la ley de Raoult y se les aplicarán las fórmulas allí indicadas sin gran error.

Esto es tanto más cierto cuanto que lo mismo que si se tratase de verdaderas disoluciones existe en los petróleos

una separación importante entre las temperaturas de los vapores y las de los líquidos, como muestra el siguiente cuadro:

	TEMPERATURAS		Diferencia.
	Líquido	Vapor	
Al principio de la destilación	55°	40°	15°
Después de veinticuatro horas.....	130°	100°	30°
Después de cuarenta y ocho horas.	245°	220°	25°
Después de setenta y dos horas....	345°	310°	35°

Como hemos visto al tratar de los petróleos y de sus características, el punto de ebullición de éstos obedece a la fórmula de Duhring, bajo las diversas presiones, y puede calcularse con relación al del agua. Si, pues, llamamos t_p la temperatura de ebullición del agua a la presión p y T_p la temperatura de ebullición del petróleo a esa misma presión, siendo 100° la temperatura de ebullición del agua a 760 milímetros de presión y T la temperatura de ebullición del petróleo a 760 milímetros, se verificará que

$$\frac{T - T_p}{100 - t_p} = K$$

siendo K una constante, cuyos valores ya los hemos indicado en el estudio de los petróleos, que varía con la fracción de que se trata, y que suelen estar comprendidos entre 1,23 para 0,746 de densidad y 1,80 para 0,892 de peso específico.

Claro es, que para los petróleos debemos sentar como base que nunca llegaremos a un perfecto agotamiento de la mezcla en las fracciones que deseamos separar por destilación sencilla (y tampoco por destilación fraccionada), porque como es una verdadera disolución, y no son dos ni tres cuerpos los que la componen, cada uno de ellos aporta su tensión al vapor resultante, y sólo conseguiremos llegar a mezclas finales menos complejas, que contendrán hidrocar-

buros dominantes, que son los que dan nombre a la fracción; pero siempre contendrán una proporción más o menos grande de los demás componentes, triunfando la solubilidad recíproca de la diferencia de puntos de ebullición y volatilidades.

Los casos de azeotropismo, estudiados para otras mezclas en el principio de este capítulo, se presentan en los petróleos, y favorece al fenómeno la coexistencia de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, o uno saturado y otro a soldadura múltiple, etc.

Debemos siempre tener muy presente que la existencia de agua en los petróleos se opone a todo fraccionamiento riguroso, porque provoca un arrastre de unos y otros compuestos, pues que el agua no es miscible con ninguno de ellos, arrastrándose productos pesados con el vapor de agua y juntamente con los ligeros, puesto que en presencia del agua la mezcla más compleja destilada a menos de 100°.

Los aparatos y tratamiento de los petróleos los reseñamos aunadamente para la destilación, sea sencilla o fraccionada, al terminar el estudio de esta última destilación.

Ahora diremos tan sólo que la destilación sencilla con los nuevos procedimientos de aprovechamiento de calores perdidos, ha venido a quedar reducida a una operación de recalentamiento de petróleos brutos y no a una operación propiamente dicha de tratamiento de los mismos. Esto es debido a que para llegar a aprovechar el máximum posible de las calorías latentes arrastradas, bien por los residuos de la destilación fraccionada, bien por los diferentes destilados que se van separando en la destilación continua, por fracciones, se procura introducir el petróleo bruto en las calderas de destilación a temperatura que oscila entre 120 y 160°, alcanzando a veces 175°. Como es natural, a esa temperatura ya han tenido que vaporizarse todas las gasolinas y la mayor parte de las bencinas, que se van recogiendo de los diversos recalentadores economizadores, y ya

no hay necesidad de fraccionar por destilación sencilla el petróleo primitivo en los dos grandes grupos de hidrocarburos ligeros y medio densos y densos, como antes se hacía en América.

Este procedimiento de caldeo por economizadores es muy racional y económico, y aunque se han resistido a aceptarlo en América durante mucho tiempo, porque aumenta los gastos de instalación, ante las mejoras que en Europa se introdujeron han tenido que rendirse a la evidencia.

El cálculo de los economizadores, como el de aprovechamiento de calores perdidos, los incluimos en la destilación continua.

4.º Destilación fraccionada.—Difiere de la destilación sencilla en que no dividimos el petróleo bruto en dos grandes grupos, como en aquella, sino en un mayor número de fracciones que tienen salida en el comercio y denominaciones y usos especiales según sus características de límites de temperatura de ebullición, viscosidad, densidad, y en una sola operación obtenemos los distintos derivados de una clase de petróleo.

Es la destilación más empleada y puede efectuarse de dos maneras: en forma discontinua o en forma continua. En el primer caso se opera sobre un volumen de líquido que se introduce en un recipiente, y bien elevando gradualmente la temperatura del líquido, se van recogiendo las distintas fracciones hasta llegar a un residuo que no es destilable, bien en aparatos especiales se van recogiendo y separando, sin tener que variar la temperatura, por disposiciones de los puntos de toma, las diversas fracciones que se van condensando en aparatos distintos. En ambos sistemas, una vez terminado el tratamiento del volumen de líquido introducido en la caldera, hay que proceder a enfriarla y cargarla de nuevo para operar sobre otro igual volumen de petróleo.

En el segundo caso, los aparatos están dispuestos en tal forma que el tratamiento es continuo y el líquido es el que pasa de una a otra caldera para ir rindiendo la fracción correspondiente a la temperatura de la misma, o entrando y saliendo de un modo sistemático en el mismo aparato, si se trata de una sola caldera, o aparato de caldeo.

El tratamiento periódico es empleado aún hoy, casi más frecuentemente en América, porque estiman que aumenta el rendimiento y facilita la separación de los productos de la destilación, sobre todo con petróleos ricos en gasolinas y productos ligeros; pero tiene el inconveniente grave de que el consumo de carbón es mayor, porque hay que dejar enfriar la caldera, y aunque tiende a compensar esta pérdida el empleo de recipientes de muy grandes dimensiones (hasta 200 toneladas), siempre es un gasto de consideración.

En Europa, en cambio, se ha generalizado el procedimiento de destilación continua, que presenta las siguientes ventajas.

- 1) Reducción de la mano de obra, que no tiene otro trabajo que realizar que la vigilancia de la temperatura y la buena marcha de los aparatos.
- 2) Disminución de los riesgos de incendio por la regularidad de ebullición y simplificación de maniobras.
- 3) Economía de combustible, puesto que con este sistema se pueden emplear los calentadores-economizadores, recuperando calores perdidos, con lo que el caldeo queda reducido al mínimo, para conservar constante la temperatura de las calderas.
- 4) Mejor conservación de las partes de las calderas que no se ven sometidas a enfriamientos y caldeos sucesivos.
- 5) Evita la descomposición por pirogenación de los petróleos, que suelen producirse en el momento de la carga de las calderas en el procedimiento discontinuo y que,

aunque no en alto grado, al cabo de un cierto tiempo es un inconveniente que se deja sentir en las destilerías.

6) Permite recuperar simultáneamente los distintos productos y facilita la organización racional del trabajo en las fábricas de refino.

Como uno y otro sistema tienen partidarios, los del primero invocan que en la destilación discontinua es posible seguir regulando la marcha de la destilación de cada producto, puesto que se producen sucesivamente y no al mismo tiempo, y permite, por ejemplo, en el caso de destilación de petróleos ricos en gasolinas, paralizar algo la marcha de la operación para realizar el fraccionamiento sucesivo de las distintas categorías de gasolinas, aumentando después, mediante un golpe de fuego, la temperatura para la eliminación de productos menos volátiles.

Estas condiciones se pueden también realizar en el procedimiento continuo, merced al empleo de recalentadores economizadores, de los que acabamos de hablar, donde la mayor parte de las gasolinas se desprenden a una temperatura relativamente baja y favorable al fraccionamiento. Claro es que el procedimiento continuo, que necesita varias calderas, es de un mayor gasto de primer establecimiento y no puede emplearse en refinerías de pequeña producción, o en el caso de que los petróleos tengan una calidad variable.

En la destilación debemos tener en cuenta las siguientes características técnicas:

El petróleo conviene que se tenga en constante movimiento, con el fin de que las partículas sometidas al calor alcancen lo antes posible la superficie del líquido y puedan desprender los vapores más fácilmente, evitando al mismo tiempo que estén en contacto con las paredes del recipiente o caldera para que no se descompongan los hidrocarburos. La temperatura se encuentra favorecida también con este movimiento, porque se lleva la uniformidad de calor a toda la masa.

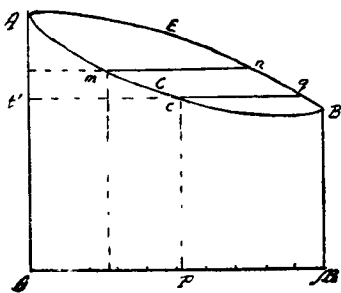
Debe procurarse que el espesor del petróleo sea el menor posible, para que las partículas alcancen más rápidamente el nivel superior del líquido.

Por lo anteriormente indicado se comprende que se hayan desarrollado los procedimientos que reducen la presión que rodea al líquido para ayudar al desprendimiento de gases o que utilizan el vapor de agua o gases inertes, para ayudar al desprendimiento de los vapores de hidrocarburo.

En el primer caso se opera con el vacío, que es medio auxiliar muy empleado en la destilación de aceites lubricantes. El segundo es el más general, que se auxilia del vapor de agua preferentemente, y algunas veces de gases o vapores de otros cuerpos. El vapor de agua presenta las ventajas de disminuir los riesgos de incendio por fugas en las calderas, y tiene el inconveniente de que hace menos pronunciado el fraccionamiento, porque aproxima los puntos de ebullición de las fracciones.

Siguiendo a Gurwisch, vamos a estudiar ligeramente la teoría de la destilación de las mezclas antes de entrar en los diversos procedimientos de destilación y estudiar los métodos que se emplean de preferencia para producir los derivados comerciales de los petróleos.

Supongamos una mezcla formada por dos cuerpos, A y B; para representar esta mezcla gráficamente, sabiendo los puntos de ebullición de los dos cuerpos, tomaremos sobre un eje de abscisas, a la derecha del eje de ordenadas, una distancia, O M, dividida en 100 partes, que nos representará la proporción en que entra el cuerpo B en la mezcla. En el eje de ordenadas tomaremos una distancia, O A, proporcional a la temperatura de ebullición del cuerpo A y M B proporcional a la del cuerpo B,



sobre una paralela a la anterior, en el punto M. La curva A, C, B, nos representará la variación de las temperaturas de ebullición de la mezcla en relación con las proporciones en que se pueden encontrar en ella dichos cuerpos.

Claro es que esto no es absolutamente cierto, porque no hemos tenido en cuenta que los puntos de ebullición no son fijos, como al tratar de los petróleos decimos; pero para este estudio podemos suponerlo así sin inconveniente alguno.

Supongamos una mezcla definida por la proporción X por 100 del cuerpo B, representada sobre el eje de abscisas por la magnitud O P; esa mezcla tendrá por temperatura de ebullición t' , dada por la paralela al eje de abscisas por el punto o) en que la curva corta a la vertical P c.

Llevando a la ebullición un infinitamente pequeño de esta mezcla, el vapor que se desprende no tiene la misma composición que la mezcla, sino que es más rico en vapores del cuerpo B, que tiene un punto de ebullición más bajo que el del cuerpo A. La proporción de los vapores en la mezcla gaseosa estará determinada por la ecuación $Q \frac{B}{A}$, en que Q es un coeficiente menor que la unidad, aproximadamente igual a la relación de tensiones del vapor de los dos componentes. Suponiendo que la mezcla no varía de composición por la vaporización de ese infinitamente pequeño de vapor de composición $Q \frac{B}{A}$, podremos admitir que ese infinitamente pequeño de vapor se añade a la mezcla líquida de composición $\frac{B}{A}$ sin que se turbe el estado de equilibrio, puesto que esa molécula de vapor tiene también la temperatura t' (es un poco inferior, pero despreciable la diferencia). Podrá, pues, representarse gráficamente ese vapor de composición $Q \frac{B}{A}$ por un punto q) en la misma recta de las temperaturas t' que pasa por p), que nos demostrará

que a la citada temperatura t' el líquido de composición $\frac{B}{A}$ y el vapor de composición $Q \frac{B}{A}$ están en equilibrio o forman fases de equilibrio.

Supongamos otra mezcla cualquiera de otro tanto por ciento en B y obtendríamos una temperatura t'' y un punto en la curva A C B tal como m) y una fase de vapor en equilibrio tal como n). El lugar geométrico de todos los puntos q) y n) será otra curva como la A E B que nos representará la curva de vaporización de la mezcla para todos los valores del cuerpo B. En este sistema de curvas, los puntos de intersección de las horizontales que marcan las temperaturas representarán la fase líquida y gaseosa en equilibrio correspondiente a esa temperatura marcada por la ordenada común.

Si hubiésemos procedido en sentido inverso partiendo de la curva de vapores, hubiésemos llegado al resultado de que a cada fase gaseosa le correspondía una fase líquida en equilibrio, y, por tanto, si la curva A E B nos representaba la de vaporización de las mezclas, la curva A C B, partiendo de los vapores nos puede representar la de licuefacción de las mezclas de vapores de los cuerpos A y B, y, por tanto, podemos llamar también a la curva A C B curva de licuefacción y a la A E B curva de condensación.

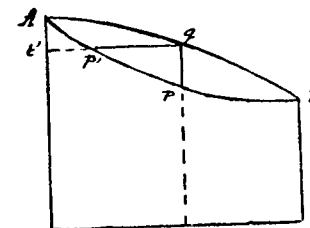
En la ebullición de una mezcla cualquiera se nos pueden presentar dos casos límites:

1.º Que una pequeña cantidad de líquido hierva en un gran recipiente, o sea que todo el líquido pueda convertirse en vapor antes que la destilación comience.

2.º Que la cantidad de líquido sea muy grande con relación al recipiente, lo que equivale a que tan pronto como se haya convertido en vapor un infinitamente pequeño del líquido, comienza la destilación.

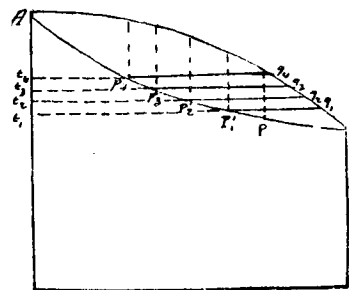
En el primer caso, el vapor producido tendrá la misma composición que el líquido, puesto que nada se ha conden-

sado porque no ha comenzado la destilación, pero la temperatura será más elevada, porque la de ebullición de una mezcla va creciendo a medida que los componentes más volátiles se vaporizan y la parte líquida queda compuesta por cuerpos de punto de ebullición más elevado.



Así, pues, terminada totalmente la vaporización de la fase líquida, la composición de la mezcla gaseosa estará representada por un punto q), al cual corresponderá una composición del líquido último vaporizado tal que estará representado por el punto p' . De aquí se deduce que si se conduce la operación de tal modo que el vapor que se ha formado quede en contacto con el líquido que se evapora, el valor máximo de enriquecimiento del líquido en el cuerpo menos volátil de la mezcla estará representado gráficamente por el punto p' , dado por la intersección con la curva de ebullición de una paralela al eje de abscisas trazada por q).

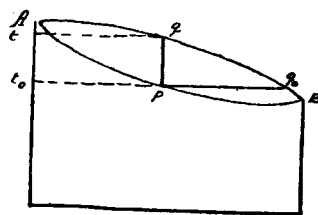
En el segundo caso límite, como la cantidad de vapor producida es muy pequeña, la composición del líquido habrá cambiado muy poco y la temperatura habrá subido también muy poco. Si en la figura adjunta suponemos dibujadas las curvas de la ebullición y vaporización de la mezcla, al comienzo de la destilación, la composición de la fase líquida puede representarse por p_1 y la de vapor correspondiente por q_1 . Al conti-



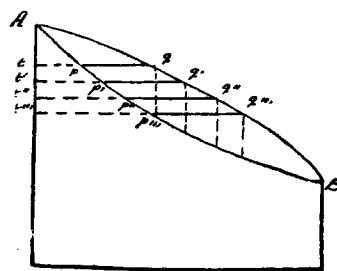
nuar en ebullición, la mezcla de composición p_1 se forma otra pequeña cantidad de vapor que hace salir de la caldera

a la anterior, y la tempera de la mezcla se eleva un poco hasta t_2 , a la que corresponde una composición p_2 y una composición del vapor q_2 ; vuelve a elevarse la temperatura y a salir del recipiente el vapor formado, y para la nueva temperatura t_3 , tenemos los puntos p_3 y q_3 , que dan las composiciones de la fase líquida y gaseosa, y en el limite vemos que en el caso en que la destilación se lleve de tal modo que los vapores se vayan haciendo salir de la cámara de ebullición, la última traza del residuo líquido tiende como composición al cuerpo menos volátil puro, puesto que el limite de las posiciones ascendentes p_1, p_2, p_3, \dots y de q_1, q_2, q_3, \dots es el punto A de intersección de ambas curvas en sus ramas ascendentes.

Si estos dos casos los consideramos en la condensación de vapores, tendremos, a la inversa, que partiendo de un vapor de composición q , y temperatura t , encerrado en un recipiente en el que queremos verificar una condensación total, a una temperatura t_0 , se llegará a un líquido (véase primera figura de esta página)



de la misma composición p que el vapor, y las últimas trazas de vapor que quedan antes de llegar a la condensación total tienen composición q_0 que señala el límite de enriquecimiento de los vapores en vapores del cuerpo más volátil B.



Y en igual forma, si deseamos hacer una condensación escalonada, iremos enfriando a temperaturas $t', t'', t''' \dots$ y evacuando cantidades de líquido de composición $p', p'', p''' \dots$ que se van produciendo, y los vapores van presentando las composiciones $q', q'', q''' \dots$

enriqueciéndose paulatinamente en vapores del componente más volátil, y en tanto que en la condensación total en una sola operación no podemos pasar de un enriquecimiento q_0 en el cuerpo volátil B, en las últimas trazas de vapores, en la condensación escalonada las últimas trazas de vapores condensables podrán llegar a ser el cuerpo B más volátil puro, y queda sentada la consecuencia final: que la destilación por escalones permitirá llegar a obtener el cuerpo menos volátil puro, y la condensación por escalones permitirá llegar a obtener puro el cuerpo más volátil.

5.º **Aparatos y procedimientos de destilación.**—La mayor parte de los aparatos de destilación pueden emplearse en la destilación periódica y en la destilación continua, y por consiguiente, vamos a estudiarlos en sus elementos constitutivos y bases generales del trabajo en capítulo aparte.

Después de este estudio, en los capítulos que traten de destilación periódica y de destilación continua presentaremos la forma de trabajo, por ambos métodos, con los aparatos descritos en general y algunos esquemas de montaje.

Respecto a los procedimientos especiales de algunos autores, éstos tienen que ir en el sistema de destilación al cual se apliquen, puesto que tienen un modo de trabajo ya definido por el inventor.

Los aparatos de destilación se clasifican en los siguientes grupos.

Según el principio sobre el que se basan:

- A) Calderas y alambiques.
- B) Columnas destilatorias.

Y según la forma de caldeo:

- a) Por fuego directo de hogar.
- b) Por vapor de agua:
 - 1.º Por burbujeo.
 - 2.º Por serpentín.

3.º Por doble fondo.

Ahora bien: el de las destilaciones de petróleos y de los distintos hidrocarburos empleados como materias combustibles, los únicos procedimientos que suelen emplearse están agrupados en la clasificación siguiente, que es la que vamos a adoptar para nuestro estudio:

a) Calderas y recipientes calentados:

1.º Por fuego directo de hogar.

2.º Por serpentín de vapor.

b) Columnas de destilación calentadas:

1.º Por burbujeos (con vapor).

2.º Por serpentín (con vapor).

Como la inyección de vapor en las calderas no puede en el caso de nuestro estudio considerarse como un medio de caldeo, sino como un método especial de destilación en que el vapor sirve de cuerpo auxiliar para arrastrar los vapores de hidrocarburos, lo mismo que puede emplearse otro vapor o gas inerte cualquiera, no incluimos en la clasificación anterior en las calderas el grupo correspondiente a la calefacción con vapor por burbujeo, y lo estudiaremos en el capítulo correspondiente a destilación con auxilio del vapor de agua y vapores inertes.

Seguirá al estudio de las calderas y columnas de destilación el de los condensadores, y continuaremos con el de los aparatos anejos, como son las cajas de distribución, las probetas y aparatos de medición, los reguladores de vapor, etc.

Una vez terminada esta reseña general de los aparatos, que lo mismo pueden emplearse para una destilación periódica que continua, pasaremos al estudio de los respectivos procedimientos, que dividiremos:

Destilación intermitente.

Destilación continua.

Destilación con arrastre de vapores.

Destilación auxiliada por el vacío.

Destilación combinada con vapores y vacío.
Destilación de refino o segunda destilación.

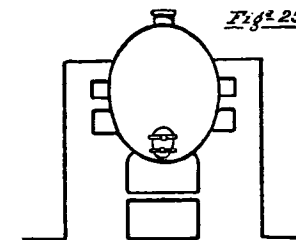
A) *Calderas y recipientes de destilación.*

1.º **Por caldeo directo del hogar.**—Esta destilación se suele realizar en calderas semejantes a las de producción de vapor, que son las mismas que se usan para destilación discontinua, sólo que en este caso están aisladas unas de otras y en la destilación continua en baterías y trabajan aunadamente.

Antiguamente se destilaba en verdaderas retortas metálicas, como las de los laboratorios, que al principio eran de pequeñas dimensiones y que se convirtieron más tarde en calderas verticales que no eran otra cosa que unos cilindros de chapa gruesa de hierro con dos bases planas y de mayor diámetro que altura, colocadas directamente sobre una de sus bases, y en la base superior el tubo acodado de salida semejante a los de las retortas.

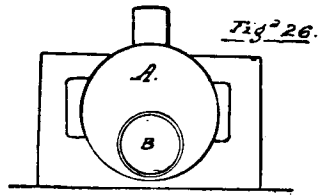
Más tarde comenzaron a emplearse las calderas horizontales, que generalmente son cilíndricas, con bases circulares o elípticas, acostadas sobre una de sus generatrices.

En el dibujo número 25 damos una vista de frente de una caldera elíptica que se colocaba, generalmente, con el diámetro mayor, vertical, y sostenida por mampostería en la que se trazaban los canales de caldeo por la parte inferior y por las laterales. La altura de estos cilindros de base elíptica suele ser pequeña, o lo que es lo mismo, las calderas son cortas, no teniendo de altura más que tienen las elipses de diámetro mayor.



La caldera larga suele ser del tipo de Cornuailles, figu-

ra 26, bien con el hogar directamente pegado por su parte inferior a la chapa de la caldera, bien dejando espacio por debajo del tubo hogar, como en las figuras 26 y 28; también



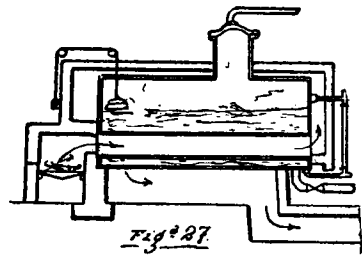
hay calderas con dos tubos hogares o con uno solo, situado lateralmente.

Los productos de la combustión después de atravesar el tubo hogar recorren la serie de canales

laterales de caldeo en el orden en que se indican en el dibujo. El hogar lateral (figura 29) se recomienda para normalizar la circulación del petróleo dentro de la caldera.

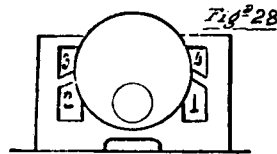
Actualmente se instalan las calderas de este tipo, no con el hogar dentro de los tubos hogares, sino separadamente,

como indica la sección longitudinal número 27, con el fin de que no se tengan tantos riegos de sobrecalentamientos y los petróleos no sufran descomposiciones pirogénicas por demasiado calentamiento de la chapa



de la caldera. Las calderas deben ser lo suficientemente resistentes para soportar los sobrecalentamientos ocasionados por los golpes de fuego, por lo que el espesor del palastro no debe ser menor nunca de 10 a 15 milímetros.

El colector debe estar colocado en la parte superior de la caldera, bien en el centro o en el extremo opuesto al hogar. para recoger todos los vapores de los hidrocarburos y dirigirlos a los aparatos de condensación. Hay calde-

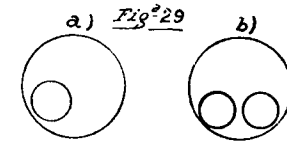


ras que tienen dos colectores, provistos cada uno de sus tuberías hacia los aparatos de condensación, y este medio es muy recomendable, porque evita las sobrepresiones y

los accidentes que podrían ocasionarse en caso de que se obturasen los tubos de salida de uno de los colectores.

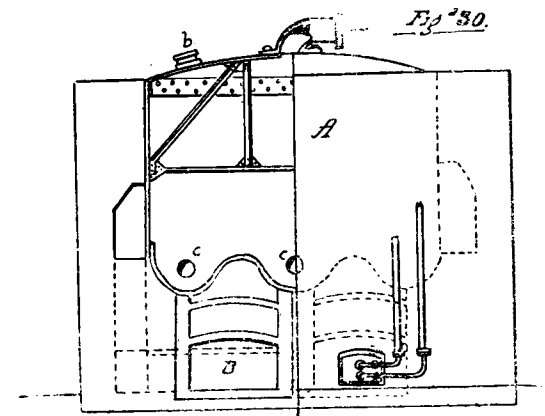
Estos colectores en muchos tipos de caldera sirven de desflamadores, tomando las disposiciones que se indicarán.

Sirvan o no de desflamadores hay que tener en cuenta que como no suelen cubrirse de envolventes de material que les reserven del enfriamiento, no deben dárseles dimensiones muy exageradas, porque caeríamos en el inconveniente de que se verificarían condensaciones demasiado intensas.



Ya se han dado casos de detenerse la condensación en días de grandes fríos por verificarse condensaciones exageradas en los colectores.

Las calderas cilíndricas de bases circulares suelen tener



unos ocho metros de longitud por cinco metros de diámetro y las elípticas suelen tener unos cinco a siete metros de longitud, y cinco para su eje mayor y cuatro para el eje menor, de las elipses de base, llegando a tener una cubida hasta de 1.000 hectolitros de petróleos brutos, puesto que

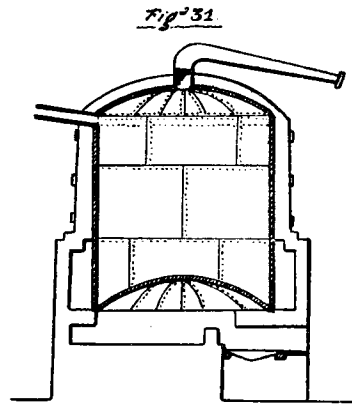


se ha visto que cuanto más producto está en tratamiento más regulares son los productos obtenidos.

La caldera vagón que se emplea mucho en América del Norte (está diseñada en la fig. 30), y se llama así porque tiene la forma de un vagón, rectangular, de techo abovedado y fondo ondulado, tiene unos siete metros de largo por cuatro de ancho y unos tres de altura, con tres tubos: uno de ellos *a*), que conduce los gases del refrigerante; *b*), que es el orificio de limpia de la caldera, y *c*), una abertura para sacar los residuos de la destilación. El hogar B es doble y comunica con los tubos de humos laterales C, que después de caldear las paredes de la caldera van a la chimenea o a los resuperadores de calor.

Estas calderas suelen tener una cabida de 2.500 barriles de petróleo.

En Pechelbron se utilizan unas calderas verticales de hierro forjado, de fondo semiesférico (fig. 31), completamente revestidas de mampostería y de material refractario que tienen cabida para 10 ó 15.000 kilogramos de petróleo bruto.

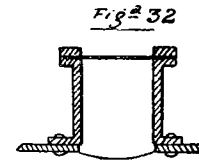


Las calderas verticales se prestan mejor que las horizontales a la evacuación rápida de los vapores de petróleo, por lo que se les va dando de nuevo la preferencia en las destilerías, sobre todo para la descomposición pirogenada.

Para los aceites densos y alquitranes se utilizan además de calderas verticales otras horizontales, semejantes a las llamadas «vagón», pero de dimensiones más reducidas, que van indicadas en las figuras 36 y 37.

Son también de forma rectangular y cubierta aboveda-

da, con el fondo plano para resistir más el peso de los petróleos densos; están apoyadas sobre mampostería y material refractario; el hogar está colocado en el centro del aparato y llega hasta la parte de detrás de la caldera, donde comienza a recorrer en canales horizontales alrededor de todas las paredes laterales de la caja, incluso de frente, hasta llegar a los arranques de la bóveda que sirve de techo.

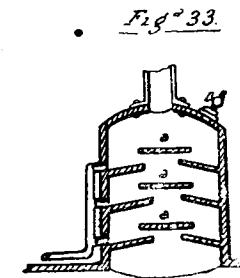


El orificio *d*) sirve para salida de residuos, y la salida superior *e*), para salida de vapores de hidrocarburos hacia los condensadores.

Generalmente, las calderas que están destinadas a tratar aceites pesados están construídas de palastro de hierro en la parte superior y de chapa de acero en la inferior en toda la expuesta a la llama del hogar.

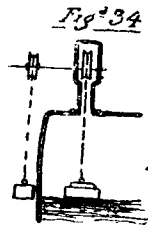
Muchas veces no se suele proteger las calderas del fuego directo del hogar con ladrillos refractarios, lo que sería conveniente porque la chapa se ataca mucho por la acción de la llama; pero en esos casos se la eleva sobre el hogar para evitar en lo posible los golpes de fuego, con lo que se ha encontrado ventaja.

Para el tratamiento de los productos densos se suelen proveer las calderas de agitadores en algunas destilerías cuando no se emplea el vapor de agua para arrastre; en ese caso las calderas son cilíndricas verticales, con un eje vertical provisto de paletas, o cilíndricas horizontales de hogar exterior y el eje horizontal.



Todas las calderas descritas tienen que estar provistas de los aparatos de medición de temperaturas y de seguridad necesarias que describiremos.

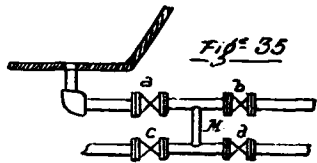
Para medidas de las temperaturas se emplean los termómetros metálicos o pirómetros de contacto, de los cuales uno debe estar introducido en el líquido y otro en la parte llena de vapores con el fin de seguir las temperaturas de ambos. En las fábricas bien montadas, estos aparatos son registradores termoeléctricos y permiten conocer en todo momento las temperaturas directamente por los voltímetros indicadores que les acompañan.



Las válvulas de seguridad están arregladas para una presión de 0,3 a 0,5 kilogramos por centímetro cuadrado; también se hace uso de unos tubos de seguridad, indicados en la figura 32, que constan de un trozo de tubería, que por un lado está unido a la caldera y por el otro cerrado, con una lámina de latón muy delgada que se desgarrará en caso de sobrepresión peligrosa.

Los indicadores de nivel pueden ser del tipo corriente, de vidrio, como los de las calderas de vapor, pero tienen el inconveniente de que se alteran fácilmente por los depósitos que se forman dentro de ellos, y si no llegan a obturarse se cubren de una capa de depósito que no permite fácilmente ver la línea de nivel.

Otros constructores emplean solamente llaves colocadas a distintas alturas para ver en cualquier momento entre cuáles de ellas está la superficie del líquido; pero también



presentan inconvenientes graves, como el de que siendo el petróleo cuerpo que se inflama con facilidad, los derrames en las llaves son peligrosos.

Los flotadores con contrapeso indicador, como el diseño núm. 34 esquematiza, tienen menos inconvenientes; los dos cables se arrollan en sentido inverso sobre las poleas del flotador y del indicador fijas al mismo eje, y la polea del flotador está encerrada en una envolvente estan-

ca para evitar fugas de vapores de hidrocarburos. Este medio tiene ventajas sobre los que empleen el mismo cable para indicador y flotador, haciendo pasar el cable por un tubo provisto de prensaestopas, porque puede tener roza-

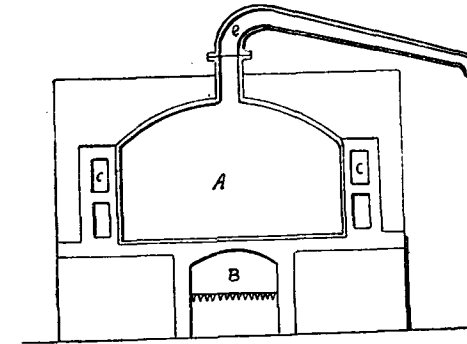


Fig. 36

mientos en ese prensaestopas que haga que las indicaciones sean falsas.

Todas las calderas tienen llave de vaciado en la parte inferior opuesta al hogar para la evacuación de los residuos de la destilación, y es una de las partes más delicadas

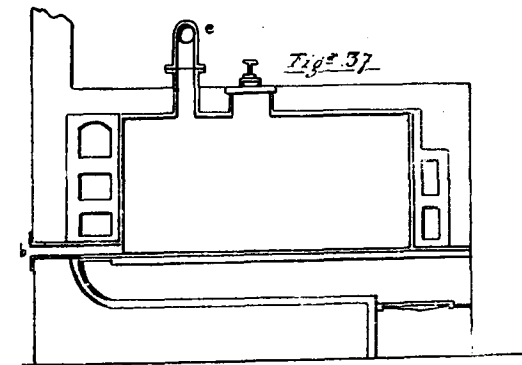


Fig. 37

de la caldera, porque los residuos son susceptibles de quemarse o inflamarse al contacto del aire espontáneamente, lo que hace peligrosas las manipulaciones en esta llave de evacuación. Por esta razón, cuando se quieren tomar mues-

tras para el análisis hay que operar con gran cuidado o tener dispositivos especiales como el indicado en la fig. 35, cuyo funcionamiento es el siguiente: Cerradas las llaves *b*, *c* y *d*, se abre la *a*, y se llenade residuo la parte M del aparato. Se cierra la llave *a*, y por la *d* se puede hacer salir

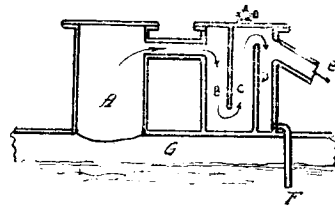


Fig. 38

la muestra para el análisis en la cantidad calculada y sin riesgo. La llave *b* es para el vaciado de los residuos y la *c* para en caso de obstrucción de las tuberías poder inyectar por ella vapor de agua que las limpie.

En el procedimiento discontinuo conviene que el tubo de llegada del petróleo a las calderas tenga sección suficiente para que entre gran cantidad de petróleo y se llene rápidamente, pues de no ser así, el petróleo que entra en pequeña cantidad y encuentra todavía calientes las chapas de las calderas (a pesar de que siempre entre dos operaciones consecutivas se deje enfriar algo este recipiente) puede absorber cantidades de calor suficiente para llegar a la temperatura de disociación y descomponerse.

Existe la costumbre de hacer que el tubo de alimentación desemboque contra la pared de las calderas; esto origina corrosiones que no deben existir. El mejor sistema es llevar el tubo de entrada de petróleo casi hasta el fondo; de esa manera se evita el anterior inconveniente, y además, en caso de incendio, puede vaciarse la caldera hasta el fin absorbiendo con bombas el petróleo por ese mismo tubo, que como es de gran sección vacía más rápidamente el recipiente que el tubo inferior de limpia.

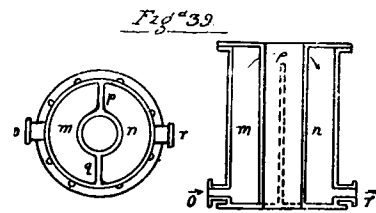


Fig. 39

a) Calderas y recipientes de destilación.

2.º **Por serpentín con vapor.**—ALAMBIQUE DE DESTILACIÓN AMERICANO.—Este aparato, que se emplea para la destilación sencilla, con objeto de separar los petróleos lampantes y densos de las gasolinas y de hidrocarburos ligeros, consta de una caldera cilíndrica vertical terminada en su parte superior por un casquete esférico, y en la inferior, por un cono con su vértice hacia abajo. En el vértice del cono tiene colocada la llave *i*) para limpiar, y por la que se extrae el agua, que aun queda mezclada con el petróleo bruto. (Fig. 40).

Casi en la base del cono la llave *h*) sirve para extraer los aceites densos y residuos.

En la parte superior esférica hay una conducción *c*) para los vapores de gasolinas y productos ligeros que los lleva a los desflemadores y condensadores.

El caldeo se hace, o por un serpentín cerrado para vapor de agua, que penetra por la tubería *g*) y sale por la *f*), o por el tubo de entrada del vapor libre *d*).

Las dos válvulas de seguridad, *a*) y *b*), están afinadas para sobrepresiones la primera y para depresiones la segunda. Un tubo de nivel, *k*) permite saber en cualquier momento la altura del líquido en el aparato, y existe un tubo de vertedero o de nivel superior, *e*), con su llave, para extraer el petróleo en exceso que se hubiese introducido.

El petróleo entra por la conducción *l*) que comunica con una bomba de inyección para hacer entrar la primera materia. En el serpentín de vapor de agua existe una llave de purga para el agua de condensación que puede formarse, *j*).

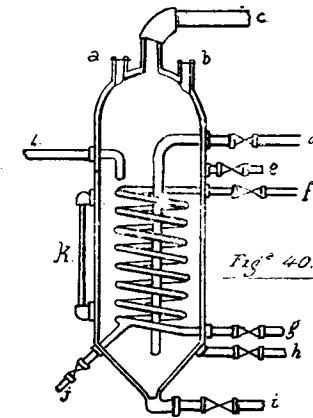


Fig. 40

La operación se realiza del siguiente modo: Se hace pasar vapor por el serpentín, y al mismo tiempo se hace entrar el petróleo en la caldera hasta que haya llegado a la altura requerida por la llave *e*). Cuando la temperatura del petróleo llega a 95 ó 100° centígrados, se cierra la llave de entrada de petróleo al serpentín y se deja el aparato en reposo para que el agua se deposite en el fondo de la caldera. Después de una hora de reposo, que aproximadamente necesita para decantarse, se puede sacar el agua por la llave inferior *i*).

Terminada la purga del agua se vuelve a hacer pasar vapor por el serpentín elevando la temperatura hasta 150° y recogiendo los hidrocarburos que destilan bajo esta temperatura hasta que el destilado llegue a la densidad de 0,730. Si los aceites minerales son muy densos, hay que hacer entrar vapor de agua para que active el desprendimiento de vapores y los arrastre, lo que se consigue por la llave *d*).

Si se quiere realizar una destilación fraccionada y separar la gasolina y productos ligeros que hierven a menos de 120° de las bencinas, no hay más sino que separar los destilados llevando el caldeo hasta 120°, y antes de pasar a mayor temperatura hacer comunicar el tubo de salida *c*) del aparato con otros grupos de condensadores y de recipientes para almacenar la bencina que hierve entre 120° y 150°.

El residuo que queda en el aparato está constituido por los hidrocarburos, que tienen punto de ebullición superior a 150° y que se llevan a otro aparato para producir petróleos lampantes y aceites de engrase.

Cálculo de la superficie de caldeo y temperatura final.

Supongamos un peso *P* de vapor, una masa *M* de agua que ha de calentarse y serán *t₂* y *t₀* las temperaturas final e inicial del agua.

Dividimos la operación en dos tiempos:

1.º El vapor de agua cede todo su calor latente y se

condensa; en ese caso la fórmula será: una vez que 537 calorías es el calor latente *P* del vapor de agua

$$P \times 537 \text{ cal.} = M (t_2 - t_0) \quad (a)$$

2.º El agua a 100° cede calor hasta *T*

$$P (100^\circ - T) = M (t_2 - t_0) \quad (b)$$

Durante estos dos tiempos la transmisión de calor se hace a través de la superficie *S*, a razón de un cierto número de calorías por metro cuadrado y por hora y grado de diferencia de temperatura entre los dos fluidos.

Para un cálculo práctico basta con tomar las medias aritméticas:

$$(c) \quad S \times K \left(\frac{100^\circ + T}{2} - \frac{t_2 + t_0}{2} \right) = P (537 + (100 - T))$$

donde *K* es el coeficiente de transmisión por metro cuadrado.

Y substituyendo el valor de *T* sacado de (b) resulta:

$$T = 100 - \frac{M}{P} (t_2 - t_0)$$

$$(d) \quad S \times K \left(100 - \frac{M}{2P} (t_2 - t_0) + \frac{t_2 + t_0}{2} \right) = P \times 537 + M (t_2 - t_0)$$

$$\text{la temperatura } t_1 = t_0 + \frac{P}{M} \times 537 \text{ sacada de (a)}$$

y substituyendo este valor y despejando *t₂*, que es la incógnita, tendremos:

$$t_2 = \frac{S \times K (100 + M/2P (t_0 + P/M \times 537) - t_0/2) + M t_0}{M S \times K (M/2P + 1/2)}$$

De la fórmula anterior podemos hallar los valores de las cantidades que desconozcamos, que sean necesarias para calcular los recalentadores economizadores.

Si el fluido que hay que calentar no es el agua sino el petróleo, tendremos que, a partir de la fórmula

$$P \times 537 (= N \times c (t_1 - t_0))$$

siendo *n* el peso del líquido calentado y *c* su calor específico, y lo mismo en la fórmula (b).

Si el líquido que cede su calor no es el vapor de agua, tendremos que poner en el primer miembro el peso y el calor específico del líquido de que se trate o de su vapor y quedará la fórmula, aplicada en general,

$$P \times C (T_0 - T_1) = N \times c (t_1 - t_0)$$

para calor cedido por un líquido y adquirido por el otro.

Los valores del coeficiente K, de transmisión para el caso que nos ocupa, se calculan por la fórmula de Hausbrandt

$$K = \frac{1900}{\sqrt{d \cdot l}}$$

en que *d* es el diámetro del tubo y *l* la longitud del mismo en el serpentín de calefacción.

El cuadro siguiente nos da los valores obtenidos por la fórmula anterior para diversos valores de la longitud *l* y del diámetro *d*, y suponiendo que se llega a la ebullición y para el caso de dos líquidos. Si éstos son espesos, el coeficiente K desciende a unas 650 o 750 calorías. Los siguientes números son para serpentines de cobre, y caso de ser de otros metales tendremos que multiplicar esos valores por los coeficientes siguientes:

- Para serpentines de hierro..... 0,75
- Para ídem de fundición hasta 10 milímetros de espesor..... 0,60
- Para serpentines de plomo..... 0,50

Diámetro m/m.	LONGITUD DEL SERPENTIN EN METROS								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
10	19,000	13,470	9,500	7,714	6,730	6,012	4,912	4,290	3,570
20	13,470	9,500	6,730	5,490	4,750	4,220	4,408	3,007	2,455
30	11,000	7,714	5,490	4,510	3,875	3,488	2,835	2,455	2,004
40	9,500	6,730	4,750	3,875	3,363	3,007	2,687	2,110	1,743
50	8,520	6,012	4,253	3,488	3,007	2,687	2,190	1,900	1,558
80	6,720	4,750	3,363	2,740	2,375	2,125	1,711	1,490	1,225
100	6,012	4,290	3,007	2,455	2,135	1,900	1,558	1,364	1,100
150	4,910	3,408	2,455	2,004	1,743	1,555	1,266	1,100	905

Como dato práctico indicaremos el siguiente:

Un calentador tubular de una superficie de caldeo de 31,66 metros cuadrados formado por tubos verticales de 36 a 40 milímetros de diámetro, en cobre, y de longitud de unos cuatro metros, ha dado las siguientes cifras:

Presión del vapor de caldeo.....	1 kg. por cm ²
Temperatura del vapor de caldeo.....	120° 6 C
Temperatura del líquido.....	102° 7 C
Caída real de temperatura.....	17° 9
Agua de condensación de vapor por hora.....	1,928 kg.

Coficiente de transmisión, 3,42 kilogramos de vapor condensado por metro cuadrado, hora y grado de caída, que equivale a 1,785 calorías.

Coste de producción del vapor.

Siendo uno de los factores más interesantes en la destilación la producción de vapor de agua por sus numerosos empleos como agente de caldeo y como gas de arrastre, vamos a reseñar algunas ideas sobre su coste de producción que ha de servir de base para los cálculos de las operaciones.

La fórmula de Regnault, que indica la cantidad de calor que hay que emplear para vaporizar un kilogramo de agua, nos da:

$$Q (\text{cal. kgs.}) = 606,5 + 0,305 (t - t')$$

siendo *t* la temperatura, a la que se hace la vaporación y *t'* la temperatura del agua de alimentación; *t* depende de la presión según la tabla:

Presión K cm ²	Temperatura de vapor <i>a</i>	Presión	Temperatura de vapor
0	100°	11	187°
1	120°	12	191°
2	133°	13	194°
3	143°	14	197°
4	151°	15	200°
5	158°	16	203°
7	164°	17	206°
8	170°	18	209°
9	174°	19	212°
10	183°	20	215°

Supongamos una caldera cuyo rendimiento sea del 60 por 100.

Admitamos la presión de trabajo de ocho kilogramos y el agua de alimentación que sea recalentada y entre, a unos 40°, para evitar más pérdidas y la temperatura de vaporización a ocho atmósferas es de 175°:

$$Q = 606,5 + 0,305 \times 175^\circ - 40 = 604 \text{ cal. kgs.};$$

si disponemos de carbón con 8.000 calorías:

$$P = 0,60 \times 8.000 = 4.600 \text{ cal. kgs.}$$

las que podrán obtenerse, al rendimiento del 60 por 100, y el peso producido será, pues:

$$\frac{4.800}{604} = 8 \text{ kgs.};$$

pero este vapor tiene agua, y supuesta de un 10 por 100 la cantidad de vapor utilizable, será, pues, $8 - 0,8 = 7.200$ kilogramos vapor.

Así se ha llegado a calcular el siguiente cuadro:

NATURALEZA DEL COMBUSTIBLE	Vaporización a 100° por kilogramo de combustible.
Antracita	7.200 kgs.
Hulla magra.....	7.100 >
Hulla grasa	7.200 >
Hulla seca.....	6.200 >
Lignito.....	4.400 >
Turba.....	2.500 >
Cok de gas.....	5.900 >
Cok metalúrgico.....	6.200 >
Madera.....	2.500 >
Aglomerado briqueta.....	7.100 >
Mazout.....	10.450 >

Vapor recalentado.

Siendo 0,48 el calor específico medio del vapor de agua, para recalentar de 170° a 250°, por ejemplo, hace falta consumir, para 100 kilogramos de vapor:

$$2 = 0,48 \times 100 \times (250^\circ - 175^\circ) = 3.840 \text{ cal. kgs.},$$

o sea: hay que gastar por kilogramo de vapor 3.840 calorías;

luego, para vaporizar el agua y recalentar el vapor, precisarán por kilogramo (supuesta presión ocho atmósferas):

$$640 + 38,40 = 642,40 \text{ cal. kgs.}$$

Ahora bien: los volúmenes son distintos, de vapor a 170° y de vapor a 250°, aplicándole la ley de Mariotte-Gay Lussac:

$$170 = (1 + 0,00366 \times 170^\circ) = 1 + 0,62 = 1,62$$

$$250 = (1 + 0,00366 \times 250^\circ) = 1 + 0,915 = 1,915$$

Los pesos son para el metro cúbico:

$$\text{a } 170^\circ = 4 \text{ kgs. } 200$$

$$\text{a } 250^\circ = 3 \text{ kgs. } 333$$

Calentado con mazout podremos suponer las pérdidas al 20 por 100 si se tienen buenos quemadores o mecheros; así, pues, las calorías disponibles serían:

$$11.000 - 2.200 = 8.800 \text{ cal. kgs.}$$

que pueden producir 13,6 kilogramos de vapor calentado a 250° por kilogramo de mazout.

B) Columnas destilatorias.

Los aparatos usados para la destilación continua tomaron el nombre de columnas por la disposición que se les dió, constituyendo unos cilindros verticales de gran altura, comparada con el diámetro de su base, o por prismas de base rectangular, con objeto de que los líquidos pudiesen pasar de unos platillos o compartimientos a otros por fuerza de la gravedad, evitando el empleo de bombas o aparatos elevatorios, que a la temperatura a que se realizan todas esas operaciones no dan nunca un buen rendimiento.

Las columnas de destilación donde han sido aplicadas, y para lo que han sido verdaderamente estudiadas, es para la destilación de líquidos alcohólicos, y de este campo de acción han comenzado a pasar al de los petróleos, aunque no han adquirido desarrollo grande, porque los nuevos procedimientos de disociación de los hidrocarburos por la acción del calor han invadido el campo de la industria petro-

lífera, auxiliados por su característica de producción máxima de gasolinas, que es, hasta hoy, y parece ha de ser aún por muchos años, el producto que ha de imperar en el mercado mundial de los combustibles líquidos.

Las columnas tomaron nacimiento de los alambiques continuos, en que la caldera comenzó a dividirse en compartimientos en forma de sectores, donde penetraba en uno de ellos el producto a tratar y sucesivamente iba recorriendo todos los sectores, concentrándose, hasta llegar al agotamiento o eliminación completa del producto volátil, a destilar en el último sector de la columna.

Como de unos sectores a otros tenían que ser trasvasados los líquidos por medio de sifones, escotaduras, canalizaciones en zigzag, etc., que no daban siempre el resultado apetecido, obturándose y llevando la operación a anomalías que se traducían en menores rendimientos de los aparatos, se concibió colocar estos compartimientos unos sobre otros, de modo que los productos líquidos pudiesen, por su densidad, realizar el descenso sin gasto alguno, y los gaseosos, en virtud de su fuerza ascensional y de su presión, también pudiesen aprovechar esa forma de recipientes para pasar de unas a otras cámaras del aparato. Y nacieron las columnas de destilación.

En toda columna destilatoria tenemos que diferenciar dos partes. Una que es aquella en que los líquidos se calientan para producir los vapores, que puede también, como ocurre en la mayor parte de los aparatos que se emplean para la destilación del petróleo, estar fuera de la columna y ser una caldera sencilla unida a la verdadera columna por una gran conducción que no ofrezca resistencias al paso de los vapores y que esté, como es lógico, lo más cerca posible de ella para que no puedan ocurrir condensaciones en las conducciones por enfriamiento antes de entrar en las columnas.

La segunda parte en que se dividen las columnas es el

aparato destilatorio propiamente dicho, en que los vapores, auxiliados por el vapor de agua unas veces, otras con sólo el contacto con los líquidos condensados anteriormente y en ebullición, realizan una separación de fracciones, debidas no sólo a la temperatura de los líquidos que tienden a condensar aquellos vapores de hidrocarburos cuyo punto de ebullición coincide con el suyo, sino que ejercen una acción disolvente, por así decirlo, sobre esos hidrocarburos y los arrastran, separándolos del resto de vapores más volátiles, que pasan a los compartimientos superiores, donde, a su vez, encuentran líquidos en ebullición a mayor temperatura, que actúan sobre ellos hasta llegar a la parte alta de la columna, donde ya los vapores, no condensables en este aparato, pueden escaparse para ser conducidos a otros aparatos especiales o a los gasómetros, donde han de esperar el momento de ser empleados en el caldeo o en otros usos industriales.

Vemos, pues, que cada platillo, o serie de platillos, pues con uno solo no hay generalmente bastante para separar la fracción de las corrientes en el comercio de petróleos, hace el mismo oficio que en la destilación continua hace una de las calderas de la serie de aparatos de caldeo que se emplea para la separación de componentes de los petróleos brutos.

La acción entre los líquidos y los vapores puede conseguirse en las columnas de destilación por varios procedimientos, y de aquí la clasificación de estos aparatos. La calefacción también puede conseguirse por varios procedimientos y disposiciones, y surge otra clasificación diferente.

Nosotros, en este estudio, hemos considerado solamente dos casos de caldeo de las columnas de destilación: por burbujeo y por serpentines de vapor de agua. En los petróleos no se emplean otras columnas, y, por tanto, los aparatos de caldeo por superficies caldeadas no se aplican.

Ya dentro de éstos, las columnas pueden realizar la íntima unión entre vapores y líquido por varios procedimientos, que son:

- a) Por chapoteo y burbujeo.
- b) Por contacto. Y dentro de éste:
 1. Por chorreo o lluvia.
 2. Por agitación mecánica.
 3. Por paso a través de columnas llenas de líquidos.

Estudiaremos, pues, someramente, porque la poca importancia que en la industria de destilación del petróleo encierran los procedimientos de trabajo continuo con columna, no merecen más detenimientos estos procedimientos de una manera general, puesto que a ellos podemos aplicar el sistema de caldeo que nos convenga.

1.º **Calefacción por burbujeo.**—Este sistema de calefacción consiste en hacer penetrar el vapor que ha de actuar sobre los líquidos para concentrarlos o separarlos en forma lo más dividida posible para que atraviese la capa de líquido que va encontrando en las diferentes divisiones o platos de las columnas, formando burbujas pequeñas, que pueden actuar más fácilmente sobre el líquido al tiempo que lo calientan y activan la ebullición. Como al estudiar en general la actuación de los gases sobre los líquidos por burbujeo o chapoteo hemos de abordar la cuestión que aquí tratamos de exponer, pues se comprende bien que lo mismo da para la forma de construcción de la columna y para su característica de trabajo, que el gas que pase a través del líquido sea el vapor de agua que le caliente, o el vapor de hidrocarburos, que a la vez que se calienta se separe de otros de los componentes, nada hemos de conseguir con repetir ahora los aparatos que más tarde hemos de reseñar. Quede, pues, para estudiarlos, en general, con los otros sistemas de actuación del líquido sobre el vapor o gas.

Aquí sólo estudiaremos algunas características de este

sistema de caldeo, comparado con el de fuego desnudo, y sentaremos algunas conclusiones que son, sin duda alguna, interesantes.

Si partimos del estudio y experiencias verificadas por Barbet y publicadas en el *Bulletin de l'Association de Chimistes de France*, año 1902, podremos sentar como bases:

1.ª Que cuando un vapor más volátil atraviesa un líquido menos volátil, se realizará primeramente un fenómeno de condensación del vapor, en tanto que el líquido no esté a la misma temperatura; pero alcanzada ésta, el vapor atravesará el líquido sin llevarle a la ebullición, y sólo se conseguirá el chapuceo del vapor en el líquido.

2.ª Si el líquido es más volátil que el vapor, al principio ocurrirá el mismo fenómeno de condensación hasta que el líquido adquiera la temperatura del vapor; pero alcanzada, ya comenzará la destilación, y la ebullición será grande, arrastrando el vapor rápidamente, es decir, en mucho menos tiempo que el que hay que emplear en los otros procedimientos de destilación, toda la parte del líquido menos volátil, o sea llegando al agotamiento en escaso tiempo, porque la burbuja de vapor absorbe gran cantidad de material volátil, adquiriendo análoga riqueza en materia volátil que la que llegará a adquirir en cualquier procedimiento de fuego directo. Como indica Barbet, parece que el chapuceo provoca una hiperebullición en el líquido.

Mariller, estudiando estos fenómenos, ha podido observar que estas indicaciones de Barbet son ciertas y han sido comprobadas por él, aumentándolas con la siguiente:

3.ª Cuando un vapor más volátil atraviesa por chapoteo a un líquido menos volátil en ebullición, la materia más volátil del vapor será en parte absorbida por el líquido, variando la proporción de esta absorción con la intensidad de la ebullición. Esto se explica porque al atravesar un vapor a un líquido en ebullición, el vapor resultante se compondrá de la mezcla de vapores del líquido y del vapor y la

tensión de este vapor resultante vendrá a ser mayor que la del líquido (según la ley de Dalton, la suma de las tensiones de los dos); luego para que exista equilibrio, el líquido tendrá que absorber parte del elemento volátil. Ahora bien: el grado de esta absorción depende del de la ebullición, pues la intensidad de este fenómeno sabemos que es un factor muy importante en el equilibrio de las tensiones entre líquidos y gases.

De aquí se deduce que si hacemos pasar un vapor de un hidrocarburo, por ejemplo, a través de una mezcla de hidrocarburos, podremos llegar a un enriquecimiento del líquido o del gas en la forma que nos convenga, según sea más volátil el vapor o el líquido, y de aquí las aplicaciones que este procedimiento ha tenido a la destilación de petróleo empleando como vapor, no el agua, sino los hidrocarburos, porque en el primer caso no llegaríamos a una rectificación (que es para lo que se emplean estas columnas), sino a una separación de los elementos volátiles, que serían arrastrados por el vapor.

El procedimiento de chapuceo es tanto más eficiente cuanto más finamente pulverizado o dividido actúa el gas o vapor y cuanto mayor (dentro de ciertos límites para una tensión de vapores dada) es la altura de líquido que tiene que atravesar el vapor.

La superioridad de este sistema sobre los demás es debida a la rapidez, puesto que de las experiencias de Mariller se deduce que una molécula de vapor puede atravesar una columna de diez platillos en 0,037 de segundo, y ningún otro procedimiento puede dar una mayor superficie de contacto entre un líquido y un gas.

Experiencias posteriores indican que realmente en esta operación no existe ebullición como indica Dejonghe, sino una efervescencia debida al paso de vapor muy dividido que semeja una ebullición tumultuosa; pero, no obstante, aunque la hipótesis de Barbet no sea completamente cier-

ta, los hechos indicados respecto a la absorción de elementos volátiles y la velocidad de llevar a cabo la destilación sí lo son, y por tanto, prácticamente los resultados son ciertos.

2.º Aparatos calentados por serpentín de vapor.—Las columnas calentadas por serpentines de vapor no gozan de ninguna particularidad con relación a los demás aparatos calentados por este procedimiento, y ya hemos estudiado su condición de caldeo y los datos prácticos necesarios al tratar de los condensadores y de los calentadores.

El aparato en este caso se compone de un recipiente cilíndrico, de las dimensiones necesarias para contener el volumen de petróleo que deseamos tratar, ya en forma continua o discontinua, y del serpentín de vapor, cerrado, que tendrá la superficie de caldeo calculada para llevar a la ebullición esa cantidad de líquido.

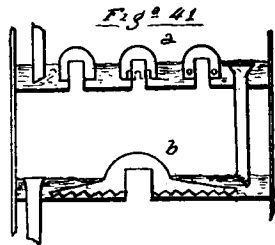
Sobre la base cilíndrica formada por la caldera a serpentín, propiamente dicha, se coloca la columna destilatoria del tipo que se haya escogido para realizar la operación, ya a burbujeo, ya a contacto.

a) *Por burbujeo o chapoteo.*

El principio de estos aparatos consiste en hacer pasar el vapor o vapores de que se trate por un líquido, dividiendo lo más posible el vapor para que el contacto sea máximo. En el caso que nos ocupa el líquido no es otra cosa que el petróleo ya bruto, ya producto de condensaciones anteriores, puesto que la marcha de los vapores es contraria a la de los líquidos condensados; en algunos casos se hace uso del vapor; en otros, los vapores son de hidrocarburos, vaporizados con ayuda del vapor de agua con la caldera aparte.

En la figura 41 damos una idea de las disposiciones que suelen presentar esos aparatos; están formados por plati-

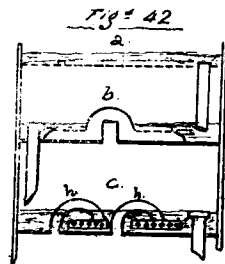
llos metálicos, perforados por varios tubos *a*), cubiertos por campanas *b*), que pueden ser lisas, con el borde denteado, con orificios, o no llevar más que un solo tubo de paso y



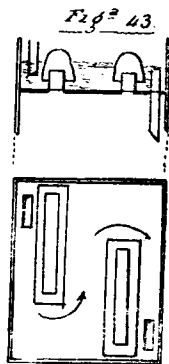
una sola campana como la *c*). Los vapores que vienen de abajo arriba pasan por los tubos *a*) y por la parte inferior de las campanas; atravesando el líquido van a salir al espacio entre los dos platillos, siguiendo el camino ascendente a

través del platillo superior en la misma forma y condensando las fracciones destilables al contacto con el líquido. Este viene de arriba abajo por los tubos *d*) que marcan con su boca el nivel del líquido en cada platillo y que sólo envían al platillo inferior el líquido sobrante del superior.

La figura 42 nos da otras disposiciones análogas a las anteriores, formadas por chapas perforadas, con orificios pequeños en el platillo superior para dar paso a



los vapores por entre la capa del líquido; en el platillo medio la campana es de chapa agujereada y en el inferior los tubos acodados *h*) hacen pasar el vapor a cajas agujereadas cubiertas por el líquido.

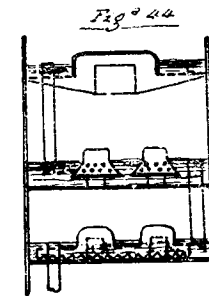


La disposición de la figura 43 nos da los detalles del aparato de destilación de Savalle, que sólo se diferencian de los estudiados en que es de sección rectangular y aplica a las campanas, a los tubos de paso de los gases y a los de paso de los líquidos la misma sección rectangular, como se ve en la figura, donde se dibuja la planta y el corte de un platillo. No creemos que esta disposición

tenga ventaja alguna sobre las demás, porque para los aparatos industriales la sección rectangular en las columnas y tubos tiene el gravísimo inconveniente de que no puede limpiarse con cuidado y en los ángulos siempre quedan incrustaciones y depósitos que en contacto con las chapas de hierro terminan por corroerlas rápidamente, y no se comprende esta modificación de Savalle, que ha usado en muchos de sus aparatos platillos perforados.

Perrier, Savary, Balanza, etc., han unido los platillos perforados y las campanas y han llegado a presentar los que hemos dibujado y descrito más arriba (fig. 42).

Crepelle-Fontaine ha empleado el platillo superior de la figura 44, cuyo fondo es inclinado y el falso fondo lo forma una sola campana o casquete con alas de chapa perforada.



Savary aconseja el empleo de las campanas con bordes inclinados y agujereados como en el platillo de la figura 44, y el más bajo es obra de Perrier, que presenta varios casquetes unidos por un falso fondo agujereado. Todos estos platillos, lo mismo en los destiladores que en

las columnas de rectificación, están colocados unos sobre otros, y su número depende de la clase y punto de licuación de los vapores que se trata de pasar por ellos y de la clase de fracciones que se quiera obtener. Aunque algunos autores colocan estos platillos en columnas condensadores horizontales o inclinados no deben emplearse sino en condensadores verticales, porque necesitan tener cierta altura para que los líquidos caigan de uno a otro para su buen funcionamiento.

En los aparatos a burbujeo hay que tener en cuenta las siguientes condiciones:

1.^a Que la circulación del líquido sea regular, porque, de no serlo, el vapor tiende a pasar por donde no hay líqui-

do o por donde haya menos espesor de él. Tienen, pues, que estar los platillos perfectamente horizontales, y hasta en ese caso se ha observado que por la parte donde caen los líquidos del platillo superior, que siempre la capa del líquido es algo más espesa, que cerca del tubo del escape al platillo inferior circulan menos vapores.

2.^a La multiplicación de casquetes da mejor resultado que uno solo, porque tiende el vapor en este último caso a formar una gran burbuja y escaparse sin dividirse y mezclarse con el líquido, y convienen los casquetes de bordes dentados para que los vapores se repartan, pues en los de borde liso se han observado también grandes burbujas. Lo mismo pasa con las campanas agujereadas si los orificios son finos; pero no conviene multiplicar los orificios en tal forma que vengán a reunirse los filetes de unos y otros y reconstituyan la burbuja de grandes dimensiones, pues con estas burbujas la condensación no se lleva a efecto. Las campanas grandes presentan el inconveniente de no repartir bien el vapor, pues no sale más que por su superficie.

3.^a Los platillos perforados tienen la ventaja de dividir perfectamente los vapores; pero tienen el inconveniente de que el líquido no se conserva más que mientras la presión de los vapores es la misma y a la menor pérdida de presión se descarga el aparato y queda sin líquido.

4.^a Se ha observado que conviene, para que la velocidad de los vapores sea la misma, que las campanas estén repartidas de forma que en el centro haya menos y hacia la periferia de los platillos el número vaya aumentando y colocadas al tresbolillo, y no en filas, para obligar al líquido a pasar entre ellas en zigzag.

5.^a Los platillos de falso fondo agujereado tienen la ventaja sobre los demás, puesto que reúnen la de los platillos agujereados y suprimen, en cambio, el inconveniente de poder descargarse, pero no suprime el de corrosión de

los orificios, que al cabo de poco tiempo se han atacado y se han hecho grandes, y, por tanto, inservibles.

Para tratar de evitar estos inconvenientes, Maggé trató de construir unos platillos llamados de tubos a emulsión, en que sólo existían unos conductos verticales delgados que del platillo superior descendían hasta entrar en el líquido del inferior; por ellos, al mismo tiempo que subían los gases descendía el líquido. Para la entrada de los gases llevaban los tubos sus extremos inferiores con pequeños agujeros.

De todos modos, se ha visto que en estos casos es difícil que la condensación se lleve con regularidad, por lo que son mejores los aparatos formados por campanas o casquetes, y cuanto mayor sea el número de platillos la condensación se llevará más regularmente.

El factor más importante en los aparatos de burbujeo es la altura del líquido que tienen que atravesar las burbujas de vapor o de gas, puesto que cuanto mayor sea esa altura, mayor es la duración del contacto entre vapores y líquidos condensados.

El segundo factor de importancia es la pequeñez de la burbuja, por lo que puede decirse que el procedimiento depende del diámetro de ésta, y su rendimiento es más grande, cuanto que el diámetro es más pequeño y la altura del líquido a atravesar mayor.

(Continuará.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de enero de 1929

Asturias

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Aller.....	70.180	Hullas semigrasas de 14 a 18 por 100 de M. V.
Lena y Quirós.....	10.970	Hullas grasas de llama corta de 14 a 22 por 100 de M. V.
Caudal.....	109.550	Hullas grasas de llama larga de 22 a 30 por 100 de M. V.
Nalón.....	110.150	Hullas grasas de llama larga de 30 a 32 por 100 de M. V.
Idem.....	71.550	Hullas secas de llama larga de 32 a 34 por 100 de M. V.
Otras cuencas.....	5.080	Idem id.
TOTAL.....	377.480	

Coque..... 16.950 toneladas.
Aglomerados..... 7.496 —

Baleares

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Alcudia.....	2.573	Lignito.
Alaró y Benisalem.....		
Selva.....		
Sineu.....		
Lloseta e Inca.....		
TOTAL.....	2.573	

Cataluña

CUENCAS O MINAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Figols (Barcelona).....	8.369	Lignito.
Calaf (ídem).....		
Ebro (Lérida).....		
TOTAL.....	19.094	

Producción de coque: 6.000 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CUENCA DE PUERTOLLANO	Toneladas	CLASIFICACION
Grupo Asdrúbal.....	17.831	Hulla seca.
San Francisco.....	2.995	
Extranjera.....	4.280	
Demasia a Extranjera.....	1.568	
San Esteban.....	4.779	
Magdalena.....	426	
San Vicente.....	»	
La Razón.....	»	
TOTAL.....	31.879	

Córdoba

CUENCA DE BÉLMEZ	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Pueblonuevo del Terrible.....	20.394	Carbones grasos.
Idem.....		Idem semigrasos
Fuenteovejuna.....	10.556	Antracitas.
Peñarroya.....		
TOTAL.....	30.950	

Producción de coque..... 3.120 toneladas.
— de briquetas..... 2.570 —

Guipúzcoa

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACION
Hernani.....	605	Lignito.
Aizarna.....		
TOTAL.....	605	

Coque de gas..... toneladas.

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	50.437
Antracita.....	17.426
TOTAL.....	67.863

Aglomerados..... 10.258 toneladas.
Coque..... 770 —

Palencia

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Barruelo y Orbó.....	17.430	Hullas semigrasas de vapor
San Cebrián de Mudá.....		
Guardo.....	12.622	Antracitas.
San Adrián de Juarros (Burgos).....	80	Hulla antracitosa.
TOTAL.....	30.132	

Aglomerados:

Barruelo.....	10.160 toneladas.
Castilla la Vieja y Jaén.....	
TOTAL.....	10.160 toneladas.

Santander

CUENCA	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Las Rozas.....	2.659	Lignito.
Producción de coque de gas:	»	toneladas.

Sevilla

CUENCA	Toneladas	CLASIFICACIÓN
Villanueva del Río.....	12.600	Hulla semigrasa.
Aglomerados de hulla:	7.176	toneladas.

Teruel

CUENCAS	Toneladas	CLASIFICACION
Utrillas.....	9.228	Lignito.
Otras cuencas.....		
TOTAL.....	9.228	

Valencia

Coque metalúrgico..... 6.220 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 420 toneladas.

Vizcaya

Coque metalúrgico..... 29.860 toneladas.
 Aglomerados..... 4.470 —

Zaragoza

Producción de lignito..... 3.707 toneladas.
 Aglomerados de lignito..... 450 —
 Producción de coque de gas.... 353 —

Producción de combustibles durante el mes de enero de 1929.

	Enero Toneladas
Antracita.....	40.604
Hulla.....	510.300
Lignito.....	37.866
TOTAL.....	588.770
Coque metalúrgico.....	56.920
Aglomerados.....	43.990

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Mes de enero de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (desflación de la hulla)

	Enero — Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	371.203
Benzol 50 por 100 (medio)...	14.491
Solvent-nafta (pesado).....	35.051
Otros tipos	48.968
TOTAL	469.713
 Aceites crudos (alquitranes)	 3.045.735

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos	418.707
Gasolinas y similares.....	43.859

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de enero de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	67.500
Coruña (Galicia).....	9.230
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.645
Granada-Málaga	42.137
Huelva	15.085
Jaén	2.207
Murcia.....	17.680
Oviedo.....	4.550
Santander.....	53.905
Sevilla.....	10.775
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.	42.134
Vizcaya.....	182.072
Zaragoza.....	4.750
TOTAL.....	454.670

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN — Toneladas	ACERO — Toneladas	FERRO- MANGANESO — Kgrs.	FERRO- SILICIO — Kgrs.	SILICO- MANGANESO — Kgrs.
	Sevilla.....	»	47	»	»
Barcelona.....	»	67	»	»	»
Coruña.....	»	»	»	»	»
Guipúzcoa.....	554	2.095	»	»	»
Oviedo.....	8.410	10.180	»	»	»
Santander.....	4.270	4.515	»	»	»
Valencia.....	13.874	18.159	»	»	»
Vizcaya.....	32.362	43.647	»	»	»
TOTAL.....	59.470	78.710	»	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	167	»
Ciudad Real.....	200	»
Córdoba.....	»	»
Guipúzcoa.....	39	»
Murcia.....	1.700	»
Oviedo.....	»	670
Santander.....	6.614	»
Vizcaya.....	»	»
TOTAL.....	8.720	670

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL — Toneladas	M E T A L			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	»	»
Huelva...	349.144	1.580.100	»	»	»
Oviedo...	15.176	»	20.700	51.040	»
Sevilla...	»	»	»	»	30.000
Murcia...	»	»	»	»	»
TOTAL..	364.320	1.580.100	20.700	51.040	30.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	823
Oviedo.....	64
TOTAL	887

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	170	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Tarragona	447	221
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	748	»
Córdoba.....	»	»
Granada-Málaga	157	1.360
Guipúzcoa	89	870
Jaén	4.923	1.314
Murcia.....	1.422	2.535
Santander.....	394	»
Sevilla.....	»	»
Vizcaya.....	»	»
Zaragoza.....	»	»
TOTAL	8.350	6.300

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Con motivo de la vacante producida por fallecimiento del Ingeniero Jefe de 2.^a clase D. Pedro García Velázquez, han ascendido: a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Luis Gámir y Espina; a Ingeniero 1.^o, D. José Fernández Menéndez; a Ingeniero 2.^o, D. Manuel López Manduley, e ingresa como Ingeniero 3.^o D. Francisco Menéndez y Menéndez.

Ha sido nombrado Ingeniero Jefe del Distrito minero de Vizcaya D. Enrique García Borreguero.

Ha sido nombrado Ingeniero Jefe del Distrito minero de Santander D. Juan Manuel Mazarrasa.

Se declara en situación de supernumerario al Ingeniero 2.^o D. José Contreras Vilches.

Se concede el reingreso al Ingeniero 2.^o D. Enrique Lacasa Moreno.

Se declara en situación de disponible a los Sres. D. Rafael Martínez Espinar, Ingeniero Jefe de 2.^a clase, y a don Manuel Albacete Mendicuti, Ingeniero 2.^o

Se declara jubilado al Inspector general D. Fernando Hormaeche y Echevarría.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de febrero de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de febrero de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Alicante ...	Orihuela	Maruja	Hierro	60	D. Anselmo Bañón.
Idem	Elda	Enfalmara	Indeterminado ..	12	D. ^a Eugenia Amat.
Idem	Idem	La Alumbradora	Idem	15	D. Julián Fernández Zúñiga.
Coruña	Boiro	Florita	Estaño	63	» Manuel Sojo Núñez.
Idem	Idem	Isabelita	Idem	20	» Enrique González Puentes
Las Palmas.	Las Palmas	Consuelito	Hierro	114	» Juan Santaolalla Ezquerdo
Palencia ...	Redondo	Descuido	Hulla	36	» Benjamín Navamuel González.
Idem	San Salvador de Cantamuga	Caducada	Idem	14	» Manuel Nestor Barrio.
Idem	Ligüérezana y Vado	Anita	Esquistos bituminosos	190	» Alfredo Ruiz Ogarrío.
Idem	Alba de los Cardaños ..	Maruca	Cinc	88	» Francisco Fernández de la Fuente.
Zamora ...	Carbajosa en Cerezal de Aliste ...	Trini	Estaño	24	» Antonio Velázquez Iglesias.
Idem	Villadepera	Magdleine	Idem	53	Idem.
Idem	Idem	Maruja	Idem	60	Idem.

— 168 —

Se ha rectificado el catastro minero de las provincias de Alicante, Coruña, Las Palmas, Palencia y Zamora. Igualmente se ha practicado la rectificación anual del distrito minero de Coruña.

Catastro minero.

— 169 —

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden disponiendo rijan en el mes de febrero actual en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios del mes de enero. ("Gaceta" del 2.)

Núm. 47.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo de 1928, y a propuesta del Consejo de Administración del mismo Consorcio,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

Que durante el mes de febrero del año actual rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios del mes de enero corriente, que se fijaron por Real orden publicada en la *Gaceta de Madrid* del día 3 de este mismo mes.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 31 de enero de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta, y se efectúe, mediante concurso público, la contrata de ejecución de tres sodeos, uno en término de Cartagena (Murcia) y dos en la cuenca del río Andarax (Almería). ("Gaceta" del 23.)

EXPOSICIÓN

Señor: El dictamen del Ingeniero Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, comisionado para fijar sondeos de investigación de aguas en la región de Levante de España, reconoce la existencia de una cuenca artesiana en el campo de Cartagena y señala como muy digna de recono-

cimiento por sondeos la cuenca del río Andarax (Almería).

Dicho dictamen ha servido de base al Director del mencionado Centro para formular la propuesta que en 7 de enero último elevó a la Dirección general de Minas y Combustibles, aconsejando la ejecución de tres sondeos mecánicos, uno de 500 metros de profundidad mínima en la parte NO. de la región denominada El Albuñón, del término de Cartagena (Murcia), y otros dos, de profundidad mínima de 400 metros cada uno, en la cuenca del río Andarax (Almería).

No es necesario encarecer el gran interés que ofrece en todas partes la práctica de investigaciones en busca de aguas, pero este interés adquiere su grado máximo y toma el carácter de urgente necesidad en regiones en las que, como las mencionadas, la sequía es un verdadero azote de sus habitantes y llega, en ocasiones, a constituir una verdadera calamidad pública, concurriendo en ellas las circunstancias de que por su clima y situación, si se llegara a dotarlas de aguas abundantes, se transformarían en centros de prosperidad, riqueza y bienestar.

La índole característica de esta clase de trabajos exige una especialización del personal y material mecánico empleados que no puede improvisarse, y por ello, ni es procedente realizarlos por administración ni es conveniente prescindir, para adjudicarlos, de conocer las ofertas de las Casas extranjeras, cuya competencia en estos asuntos puede ser una garantía. En consecuencia, está indicada la aplicación del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública, realizando dichos sondeos por contrata mediante concurso, y no por subasta.

Fundado en las precedentes consideraciones, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Madrid, 22 de febrero de 1929.—Señor: A L. R. P. de Vuestra Majestad, *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO

Núm. 662.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con arreglo a lo que preceptúa el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911, queda exceptuada de las formalidades de subasta y se efectuará mediante concurso público, la contrata de ejecución de los tres sondeos mencionados en la propuesta formulada por el Instituto Geológico y Minero de España en 7 de enero último y situados, uno en la parte NO. de la región denominada El Albuñón, del término de Cartagena (Murcia), y los otros dos en la cuenca del río Andarax (Almería).

Artículo 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias complementarias para el cumplimiento de este Real decreto.

Dado en Palacio a veintidós de febrero de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden disponiendo se adjudique a D. Ricardo Icardo y Fontán la ejecución de dos sondeos de investigación de carbones en la provincia de Burgos. ("Gaceta" del 1 de marzo.)

Núm. 87.

Ilmo. Sr.: Vista la Real orden de 28 de diciembre de 1928, disponiendo la celebración de un concurso para la ejecución de dos sondeos de investigación carbonífera en la provincia de Burgos:

Visto el pliego de condiciones que sirve de base al concurso, aprobado por dicha Real orden, publicado en la *Ga-*

ceta de Madrid de 5 de enero y *Boletín Oficial de la provincia de Burgos* de 15 de enero de 1929;

Vistas las tres proposiciones presentadas al concurso celebrado el 30 de enero, suscritas por D. Ricardo Icardo y Fontán, D. Félix Cifuentes y D. Eberhard Frey, respectivamente:

Visto el informe del Instituto Geológico y Minero de España, en el que se propone la adjudicación del concurso a D. Ricardo Icardo Fontán:

Considerando que de las tres proposiciones presentadas la más económica, tanto en los sondeos por percusión como por rotación, es la de D. Ricardo Icardo, el cual se compromete a cumplir fielmente todas las condiciones impuestas por el pliego correspondiente:

Considerando que la personalidad del Sr. Icardo es de reconocida solvencia y competencia, y que la Administración tiene pruebas de ello, por haber ejecutado ya dicho señor diferentes sondeos para el Estado,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

Que de acuerdo con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España se adjudique a D. Ricardo Icardo y Fontán la ejecución de dos sondeos de investigación de carbones, en la provincia de Burgos, con arreglo a las condiciones del pliego que sirvió de base al concurso y a los precios de su proposición; quedando obligado a legalizar sus compromisos en escritura que otorgará ante Notario, dentro del plazo de cuarenta días, a partir de la publicación de esta Real orden en la *Gaceta de Madrid*.

Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 22 de febrero de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone rijan los mismos precios del mes de febrero para la venta en el de marzo del plomo en barra, tubos, planchas y perdigones, y para la compra del plomo viejo los precios que se indican. ("Gaceta" del 3 de marzo.)

Núm. 95.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo de 1928, y a propuesta del Consejo de Administración del mismo,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que para la venta del plomo en barra, tubos, planchas y perdigones rijan durante el mes de marzo próximo los mismos precios del mes de febrero corriente, que se fijaron por Real orden inserta en la *Gaceta de Madrid* del día 2 de este mismo mes.

2.º Que para la compra, durante el mes de marzo próximo, de las diferentes clases de plomo viejo que a continuación se expresan rijan los precios que, respectivamente, se indican:

Clase A.—Precio, 540 pesetas por tonelada.

Clase B: 430 pesetas por tonelada.

Clase C: 370 pesetas por tonelada.

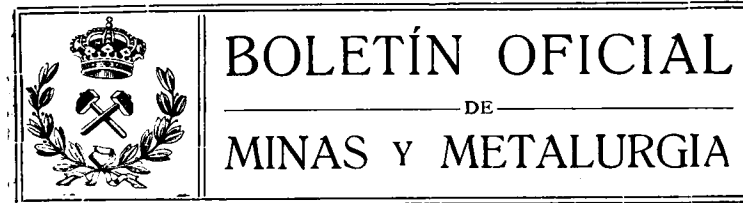
Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de febrero de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refinado de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi. Ingeniero de Minas (Continuación.).....	99
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de enero de 1929	158
Producción de combustibles durante el mes de enero de 1929.....	161
Producción nacional de aceites combustibles durante el mes de enero de 1929.....	162
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de enero de 1929.	163
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	167
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de febrero de 1929	168
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden disponiendo rijan en el mes de febrero actual en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios del mes de enero...	171
Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta, y se efectúe, mediante concurso público, la contrata de ejecución de tres sondeos, uno en término de Cartagena (Murcia) y dos en la cuenca del río Andaráx (Almería).....	171
Real orden disponiendo se adjudique a D. Ricardo Icardo y Fontán la ejecución de dos sondeos de investigación de carbones en la provincia de Burgos..	173
Real orden que dispone rijan los mismos precios del mes de febrero para la venta en el de marzo del plomo en barra, tubos, planchas y perdigones, y para la compra del plomo viejo los precios que se indican.	175

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

b) *Aparatos por contacto.*

1.º **Por chorreo o lluvia.**—Están fundados en la división del líquido, haciéndole caer sobre el vapor en forma de lluvia menuda, que le atraviese, o en forma de chorros o de hojas delgadas.

En estos aparatos el líquido circula sobre placas, ya horizontales o inclinadas, que presentan una gran superficie, y, por tanto, va en forma de lámina delgada. Al extremo de cada placa el líquido desborda y viene a caer en forma de lluvia sobre la placa inferior. Esta lluvia se hace aún más fina si atraviesa el líquido por una tela metálica fina o una plancha perforada.

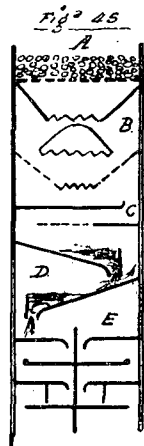
En la figura 45 tenemos, en la parte A, un modelo de aparato de bolas o perlas, donde la división del líquido la producen bolas, más o menos gruesas. El diámetro de esas bolas no debe ser muy pequeño, porque entonces crean una gran

resistencia al paso de los líquidos y vapores y no puede marchar el aparato.

El aparato indicado en B está preconizado para líquidos turbios o que tienen materias en suspensión, y las superficies de caída son cónicas, presentando la inclinación conveniente, y con borde dentado para dividir el líquido.

En el aparato Minguet y Jolobois, los platillos E están montados en un árbol vertical que gira a gran velocidad y pulveriza el líquido.

En el caso C y D los líquidos se hacen caer por platillos, horizontales o inclinados. Tienen el inconveniente estos platillos que presentan escasa resistencia al paso de los vapores.



Como conclusión, puede decirse que los aparatos a chorreo que se han descrito tienen pequeño rendimiento, y cuando más conviene es en el caso en que trabajen con vacío en el que los aparatos a platillos de burbujeo no dan resultado, y tienen gran ventaja de que su coste de instalación es muy pequeño comparado con los demás sistemas.

Modernamente se han reemplazado las bolas de los aparatos Perrier descritos anteriormente, por anillos, tales como los Raschig, que no son otra cosa que pedazos de tubos de 25 milímetros de diámetro y otro tanto de altura, o de 30 y hasta de 40 milímetros, hechos en porcelana o en gres, o en metales como el hierro y el cobre, y que se colocan en capas, sin ningún orden, para que los líquidos y gases tengan que pasar por los orificios que en todas direcciones presentan.

Más tarde, Prymm ha propuesto tubos de sección ondulada y anillos con un tabique interior. Darier, solenoides y resortes en tirabuzón. Bregeat los ha substituído por trozos de resortes especiales formados por cuatro espiras co-axiales que se entrecruzan unas dentro de las otras hasta

40 milímetros de diámetro la mayor de todas. Este último sistema es el que, presentando menos resistencia a los vapores y líquidos, determinan una mayor división y recorrido al líquido, circunstancias favorables todas a la operación. La figura 46 representa la forma de colocarse en el aparato las secciones llenas de resortes, o expirar sobre chapas perforadas.

El peso de un relleno de anillos Raschig viene a ser 630 kilogramos por metro cúbico para un espesor de medio milímetro. Pueden contenerse por metro cúbico unos 55.000 anillos de 25 por 25 milímetros. No ocupan más que una octava parte del volumen, dejando, por consiguiente, 92 por 100 de espacio libre, mientras que las bolas y anillos en madera ocupan un 60 por 100 de la sección total.

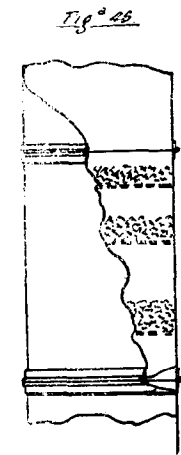
La resistencia opuesta por los anillos Raschig al paso de los vapores puede calcularse por la fórmula general de las pérdidas de carga.

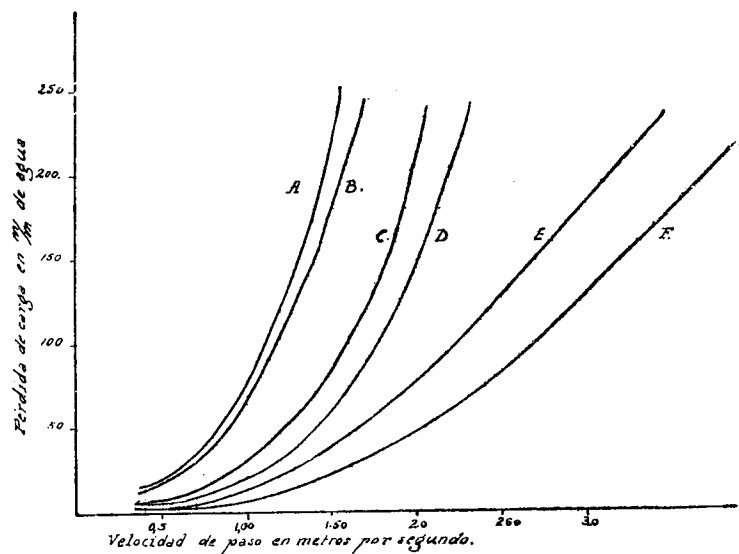
$$P = K S \frac{V^2}{2g} \quad \text{en que} \quad K = d H f$$

en que P, pérdida de carga, depende del diámetro del anillo d , del espesor de capa H; es proporcional al cuadrado de la velocidad y depende de la densidad del vapor o gas S; f es un coeficiente que depende de la velocidad del gas, aunque en pequeña escala, y de la aspersion de los anillos hasta 12 metros cúbicos por hora por metro cuadrado de sección = F.

La pérdida de carga es proporcional al espesor de la capa.

En el gráfico de la figura adjunta damos una serie de curvas establecidas para el aire, pasando a través de una capa de anillos de un metro de espesor y para una aspersion con agua de seis metros cúbicos por hora y por metro





cuadrado de sección. Las curvas corresponden: la A, a anillos de porcelana de 15 milímetros; la B, a otros del mismo diámetro, pero de hierro; la C y la D, respectivamente, a anillos de 25 milímetros, en porcelana y hierro, y de 35 milímetros de diámetro, y la E, a anillos de barro de 50 milímetros de diámetro.

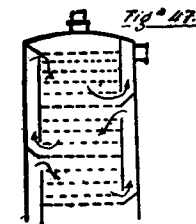
Estos aparatos presentan las ventajas siguientes:

- 1.º Una gran división de los líquidos y gases.
- 2.º Una repartición uniforme de los mismos.
- 3.º Duración del contacto mínima y supresión de las nieblas por razón de choque, según el principio de Pelouze.
- 4.º Superficie máxima de contacto.
- 5.º Pérdida de carga mínima.
- 6.º Los líquidos se encuentran en totalidad dispersados en una gran superficie y no forman descenso en caída libre.

Un aparato que representa ventajas y da muy buen rendimiento es el de Kubierchky, que está indicado en el dibujo núm. 47, y se compone de platillos o bandejas de chapa perforada y de tabiques verticales a uno y otro lado para

obligar a los gases y vapores a seguir un camino a través de la lluvia de líquidos que procede del platillo superior.

Con un aparato semejante, de sólo tres bandejas, indica Kaltenbach que ha conseguido enfriar un gas desde 80 grados que tenía a su entrada en el aparato a 10 grados, que era la temperatura del líquido refrigerador. La sección de los agujeros está dada por la fórmula $s = 1,05 L$, en que s es la sección de los orificios y L la cantidad de productos que se ha de condensar por hora en litros. El espesor de la capa del líquido suele ser de 20 milímetros; los orificios varían entre 2,5 y 3,5 milímetros de diámetro.



2.º **Por agitación mecánica.**—Para evitar la gran altura que había que dar a las columnas de destilación, algunos inventores pensaron en colocar los platillos destilatorios unos al lado de otros horizontalmente, y para que pueda circular de unas cámaras a otras tuvieron que proceder al empleo de aparatos mecánicos que, agitando al líquido, lo hiciesen avanzar y al mismo tiempo lo mezclasen íntimamente, lo más posible, con los vapores.

Estos aparatos no se emplean para los hidrocarburos; en nuestro estudio sólo tienen alguna aplicación en la destilación del amoníaco procedente de los alquitranes de lignitos o de pizarras, y, por consiguiente, para nosotros no tienen gran importancia.

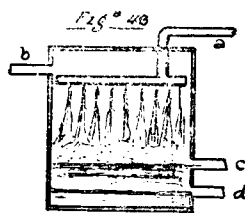
Presentan todas estas columnas un inconveniente, y es el rendimiento mucho menor que para los aparatos de columna vertical antes descritos, y, además, tienen que emplear fuerza mecánica.

Entre estas columnas horizontales citaremos la de Perrier, que consiste en un cilindro colocado con su generatriz horizontal y que estaba atravesado en todo su largo por un eje que llevaba paletas grandes en forma de trozos de hélice agujereados con finos orificios. Por un extremo llegaba

el vapor de agua, y por otro el líquido a destilar, mientras que el tornillo, girando, conseguía una mezcla imperfecta, que obtenía una destilación de débil rendimiento. Presentaba esta máquina el inconveniente de un gran consumo de vapor.

El aparato de Sorel consiste en dos ejes horizontales que llevan fijos un cierto número de discos de chapa de hierro. Los dos ejes están colocados a menor distancia que los radios de los discos, y, por tanto, éstos quedan unos entre otros. Todo el sistema está dentro de una envolvente cilíndrica con una base aproximadamente elíptica, que está dividida paralelamente a sus bases por tabiques que cierran incompletamente los compartimientos, comprendiendo a varios discos paralelos dentro de cada compartimento, y con objeto de que los gases y vapores tengan que pasar entre esos tabiques en forma de laberinto y sean cogidos por los discos que, moviéndose dentro del líquido que llena la parte baja (aproximadamente la mitad del cilindro) y agita el líquido, verifiquen una unión íntima.

Sobre esta idea Perrier construyó un aparato en la forma que indica la figura 48, que sólo se diferencia del anterior en que ha separado la distancia de los ejes y colocado en medio de los discos y ejes, y longitudinalmente otro tabique para que los vapores tengan más dificultad para atravesar toda esa serie de planos normales y paralelos a los ejes y el contacto sea mayor entre gases y líquidos, y ha aumentado la velocidad de marcha.



Según datos de Sorel, su aparato puede, con velocidad de 30 revoluciones por minuto y discos de 500 milímetros por diámetro, llegar a destilar unos 300 litros de líquido alcohólico por hora.

Más tarde, modificado el procedimiento por Perrier ele-

vando considerablemente la velocidad del aparato, se llega a pulverizar el líquido dentro de la atmósfera de vapores, y como puede comprenderse el rendimiento es mejor. Estos aparatos llegan a girar hasta 250 revoluciones por minuto, y con un aparato de 1,400 milímetros de longitud y discos de cobre de 500 milímetros de diámetro se pueden proyectar, por hora, los siguientes kilogramos para sumersiones de las láminas en el líquido indicadas en el siguiente cuadro:

Sumersión de la lámina.	Litros proyectados por minuto.
3,5 m/m	170 litros.
9 »	912 »
11,5 »	1.535 »
16,5 »	1.582 »
25 »	25 »

Este último resultado es debido a que los ejes están metidos en el líquido y ya no hay proyección. Vemos, pues, que existe un máximo para el diámetro del disco, que viene a ser 1/2 del radio o la cuarta parte del diámetro, lo que debe sumergirse en el líquido para aumentar su máxima la proyección del líquido.

El tamaño de las gotas varía proporcionalmente a la cantidad inmersida. Para 3,5 milímetros de inmersión la gota es de un tamaño de 0,01 a 0,05 de centímetros cúbicos, y para una inmersión de 11,5 milímetros llegan a 0,2 y hasta 0,5 de centímetro cúbico, luego vemos que el máximo de producción no quiere decir máximo de rendimiento para la destilación, porque cuanto mayores son las gotas menos superficie de contacto tienen vapores y líquidos.

Por consiguiente, reuniendo todos los datos de los ensayos, se ha concluido que la velocidad debe oscilar entre 220 y 250 revoluciones; la inmersión debe ser de 3,5 a 4,0 milímetros para que las gotas sean lo más finas posibles, y las proyecciones no deben exceder de 170 a 200 litros.

De todos modos, se ha visto que el consumo de vapor es elevado, y que excepto en los casos en que los líquidos sean muy viscosos, para los cuales las columnas destilatorias no pueden, como no sea con gran cantidad de calor, dar buen resultado, no conviene emplear estos aparatos más que para casos especiales, como hemos indicado anteriormente.

También se ha conseguido unir el agitamiento mecánico al empleo de columnas de burbujeo colocando un eje vertical atravesando todos los platillos, y unidas a ese eje agitadoras en forma de peines, que meten sus dientes entre las filas de campanas de los platillos hasta cerca del fondo del platillo y hacen que el líquido situado entre las campanas esté en movimiento, con lo cual permiten y facilitan el paso de las burbujas gaseosas con menor presión.

Este procedimiento ha sido empleado con mejor resultado que ningún otro, porque reúne las ventajas de los aparatos de chapoteo con la de los aparatos mecánicos.

3.º **Por paso a través de columnas de líquido llenas.**—

Las columnas, en este caso, difieren poco de las anteriormente indicadas de chapas perforadas, pues suelen ser cilindros que están divididos en compartimientos por discos normales al eje del cilindro, colocados horizontalmente, y de chapa perforada o troncos de cono de chapa sin perforar que dejen un orificio de paso cerca del eje.

Collette dispuso los tabiques perforados cubriendo toda la sección de la columna menos un pequeño segmento que dejaba libre el paso cerca de la periferia. El tabique superior dejaba el segmento libre en un extremo contrario del diámetro al que corresponde en el de abajo, para que el gas fuese haciendo zigzag entre los tabiques.

El trabajo en estas columnas se lleva en forma que la columna está completamente llena de líquido y el gas tiene que atravesar toda la altura de la columna, y además las dificultades de los tabiques y chapas perforadas. La salida o gasto de líquido se regula por una llave o flotador.

Claro es que en estas columnas hay que trabajar necesariamente con ayuda de vapor de agua, que ha de acompañar a los vapores de los hidrocarburos y que necesita tener una tensión superior a la que corresponde a la altura de los líquidos que tiene que atravesar.

De todos modos, se comprende que la columna pierde todas las características de lo que se denomina columna, para semejarse a una gran caldera, porque la violencia de la ebullición, dada la tensión del vapor y la cantidad del líquido, hace que no pueda haber una verdadera separación por capas de diferente densidad, y que todas las fracciones estén mezcladas.

Así, pues, aunque los constructores busquen todos los procedimientos posibles para tratar de llegar a la separación por capas horizontales, será imposible, o por lo menos muy difícil, llegar a seccionar y escalonar los líquidos, como se hace en las columnas de platillos.

La violencia de la ebullición es tan grande que estando llena, si se corta la entrada de vapores, se ve descender el líquido a ocupar menos de la mitad de la columna. lo que demuestra el volumen aparente que adquiere con el paso de gases a través de la masa.

Este procedimiento no tiene hasta ahora aplicación a los petróleos, pues se prefiere la caldera de grandes dimensiones.

Construcción de las columnas destilatorias.

Las columnas que se construyen para la destilación y rectificación de los hidrocarburos se hacen generalmente de hierro, ya dulce, ya colado, porque los hidrocarburos no suelen atacar el hierro; pero como a veces el petróleo bruto contiene ácidos que pueden atacar este metal, hay que cambiar el hierro por el cobre, que substituye sin gran gasto al hierro colado por la diferencia de peso, porque los platillos de hierro colado tienen tanto material, que hechos de

cobre con capa delgada la diferencia de precio no es grande. Otras veces se emplea chapa de hierro o estañada.

Para destilaciones ácidas hay que emplear el plomo, y si no existen sales, el aluminio. Han sido empleadas algunas columnas de madera forrada de cobre, que como tienen muy poca radiación porque la madera es poco conductora, dan buen resultado para tratamientos especiales.

En la actualidad se hacen fundiciones especiales muy síliceas y otros tipos superneutral. tantirón, etc., que rinden buenos resultados, y no es preciso acudir a los metales como el cobre, la plata y aun el platino. como se ha acudido para ciertos casos ácidos.

También se emplea, sobre todo para los alcoholes, la fundición esmaltada y la gres, la porcelana y el vidriado a base de alcohol de alfareros.

El tamaño de las columnas es muy variable y depende de tantas circunstancias, que sería completamente ridículo el querer fijar reglas para sus determinaciones; no haremos, pues, más que dar un pequeño cuadro de medidas de las que emplea una casa constructora para diámetros y alturas de sus aparatos con relación a la producción, con objeto de que sirva de punto de relación para poder darse una idea de los espacios que en su emplazamiento ocupan estos aparatos.

Dicho cuadro está expuesto a continuación:

Producción por veinticuatro horas	ESPACIO QUE OCUPAN	
	Altura	Diámetro
2 000 litros	4.500 m/m	2 000 m/m
4.000 »	5.000 »	2.500 »
6.000 »	5.500 »	3.000 »
9.000 »	6.000 »	3.500 »
12 000 »	6 500 »	3.500 »
20.000 »	7 500 »	4 000 »
30.000 »	8.500 »	5.000 »

Condensación.—La condensación, como sabemos, tiene por objeto conseguir la licuefacción de los vapores de los hidrocarburos o fracciones de petróleo de distinta temperatura de ebullición, que han sido separados por evaporación, con el fin de llevarlos a su estado normal, a la temperatura ordinaria y poder almacenarlos, ya transformados en productos comerciales, brutos o refinados, según la condensación se verifique sobre destilados de primer tratamiento o destilados de refino.

Lo mismo que hemos dicho para la evaporación hemos de decir aquí tratando de la condensación. La condensación depende del procedimiento de destilación que hayamos escogido. Si la destilación es sencilla, la condensación tiene que ser sencilla y completa; es decir, tiene que hacerse de una vez sobre la totalidad de los vapores que se le presenten a tratamiento. Si la destilación es fraccionada, la condensación también es fraccionada, y se va verificando sobre la fracción o clase de petróleos que los aparatos de caldeo van presentando a tratamiento en los condensadores.

Ahora bien; en el caso de los petróleos, la condensación es tan difícil como la evaporación, porque no operamos sobre elementos determinados con un punto de ebullición fijo, sino sobre mezclas, y estas mezclas no son tampoco elementos definidos sino de una serie de cuerpos muy compleja, cuyos puntos de ebullición y evaporación están comprendidos entre límites bastante extensos; lo mismo que ha sido difícil sentar las bases de la destilación, en lo que a la evaporación respecta, tienen que serlo las de la condensación, que ha de traernos de nuevo las fracciones a su estado normal a la temperatura ordinaria.

1.^a Estudio teórico de la condensación.

Si consideramos una mezcla de vapores de dos cuerpos, y sobre ella tratamos de estudiar los fenómenos de condensación, podremos distinguir varios casos, según la temperatura existente.

Es evidente que por encima de la temperatura máxima no hay condensación ninguna, porque la mezcla es de vapores no condensables.

A la temperatura máxima, ya comienzan los vapores de uno de los cuerpos a saturarse; los del otro, aun son incondensables; la mezcla tiene un solo volumen al estado de vapor saturado y no tiene volumen específico al estado líquido todavía.

La temperatura sigue disminuyendo, y está comprendida entre las temperaturas máxima y crítica. La condensación no puede ser nunca completa, y por consiguiente, no existe tampoco volumen específico líquido, y en cambio hay dos volúmenes al estado de vapor saturado; el volumen más pequeño está próximo a la temperatura máxima; a ese volumen no corresponde cantidad de líquido alguna; la cantidad de líquido va creciendo conforme se aproxima el menor al mayor volumen, llega a un máximo y decrece luego hasta llegar al segundo volumen de vapor saturado (volumen mayor).

Llegamos a la temperatura crítica, y entonces la mezcla tiene un volumen específico al estado líquido saturado, y tiene dos volúmenes al estado de vapor saturado. Si del mayor volumen de vapor saturado vamos pasando al menor, el líquido va creciendo hasta llegar el máximo cuando llega al menor volumen, que es el crítico, y en él, el volumen del líquido es igual al volumen menor del vapor saturado.

Por bajo de la temperatura crítica es la condensación normal, y a ella corresponde un solo volumen específico al

estado de líquido saturado, un solo volumen específico al estado de vapor.

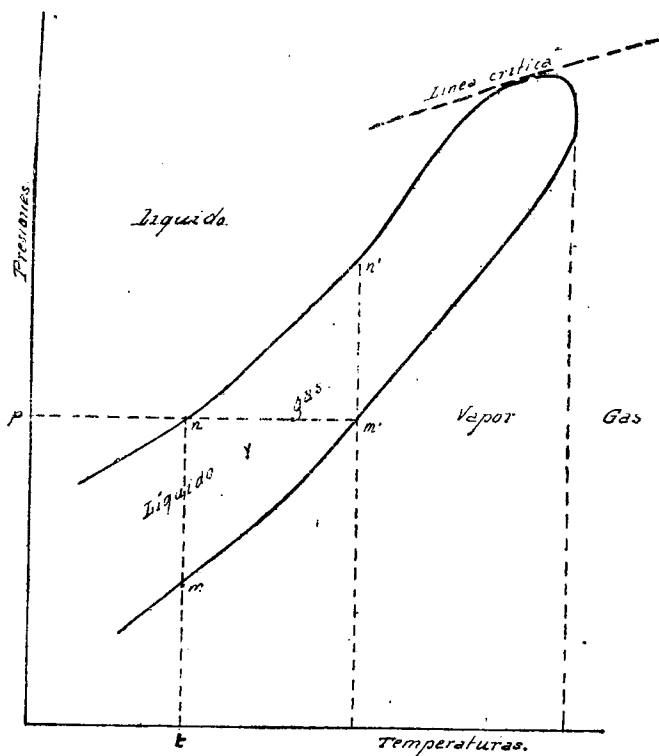
Estos fenómenos tienen lugar a presión constante. Vamos a ver lo que ocurre a presión variable para una condensación isotérmica.

Supongámos la misma mezcla de dos vapores sometida ahora a una compresión isotérmica; conforme va avanzando la presión, la mezcla gaseosa va saturándose, y llega un momento en que aparece la primera gota líquida, demostrando que comienza la condensación; este momento se denomina «punto de rocío», y a partir de él, la condensación va avanzando si la presión continúa, y vemos que la masa gaseosa va disminuyendo y la masa líquida aumentando, y en otro momento determinado del fenómeno y bajo una presión, también determinada, todo el volumen se halla al estado líquido, y habremos llegado al punto de ebullición, o sea el máximo de condensación para esa mezcla gaseosa.

Si llevamos esta experiencia al estudio gráfico y sobre un sistema de coordenadas, donde las abscisas representan temperaturas y las ordenadas presiones, suponemos una temperatura constante t , figura adjunta, a la cual vamos a efectuar la condensación bajo presión; sobre la línea de esas temperaturas iremos ascendiendo dentro de la masa gaseosa hasta llegar a un punto m , en que aparece la primera gota de líquido, o sea el punto de rocío; seguimos sobre la línea de temperatura y llegaremos ya dentro de un espacio que representara dos fases, líquido y vapor. hasta otro punto n , en que se habrá verificado la totalidad de la condensación, y será el punto de ebullición de la mezcla a esa temperatura y bajo presión P ; desde ese punto n en adelante la masa será líquida a todas las presiones superiores a P , siendo constante la temperatura.

Tenemos otra temperatura t , y con el mismo razonamiento llegaremos a otro punto m' «de rocío», y a otro pun-

to de ebullición n' , y por consiguiente, habremos determinado la curva de los puntos de «rocío» y la curva de las «temperaturas de ebullición» de esa mezcla para diferentes presiones y temperaturas. Claro es que esa curva tiene que tener un punto de inflexión, que es el correspondiente a la temperatura crítica, pues, a partir de la temperatura máxi-



ma T , ya el estado normal es el gaseoso y la mezcla no se liquida.

Sobre esas mismas curvas vemos que una presión constante p , si elevamos la temperatura, corresponderá a la mezcla líquida un punto n y otro punto m , de rocío, donde toda la masa se encontrará vaporizada.

En la representación gráfica los espacios dentro de la

curva de ebullición, tan sólo la fase líquida es posible, y bajo la curva de rocío tenemos la fase de vapor a la izquierda de la línea de máxima temperatura y la fase gaseosa a la derecha.

Estas curvas han sido estudiadas para diversas mezclas por Caubet, Duhem y Mariller; pero aun está este estudio en sus comienzos y no ha podido rendir todo el resultado que seguramente ha de producir en el porvenir, contribuyendo al completo conocimiento de una cuestión tan difícil y poco conocida, como son los fenómenos de vaporización y condensación de mezclas de varios cuerpos cuando unos y otros son miscibles.

Los trabajos de laboratorio han demostrado que cuando los cuerpos mezclados son miscibles, la condensación no separa los cuerpos completamente. Sea, por ejemplo, una mezcla de vapores de hidrocarburos en que existan con el vapor de agua, la bencina tolueno, naftalina, etc.

Los puntos de ebullición de las mezclas binarias de agua con cada uno de los hidrocarburos nombrados son:

Agua y naftalinas.....	98°
Agua y tolueno	80°
Agua y bencina.....	67°

Supongamos que la mezcla llevada a vaporización la haremos entrar en un condensador a 82° los vapores. Según las leyes de la condensación, debe condensarse la mezcla agua-naftalina y quedar las demás en el vapor, y realizando la operación vemos que, efectivamente, se ha condensado parte de la mezcla agua-naftalina, pero que entre los vapores de tolueno y de bencina queda naftalina disuelta y mezclada; luego no podemos realizar la separación completa.

Cuando los cuerpos no son miscibles, y en caso de dos vapores mezclados, siempre que quedan los vapores no condensados juntamente en el condensador con los líquidos condensados, tendremos que la composición de la mez-

cla de vapores es igual a la del líquido concentrado, que es la base de la condensación simple, como ya hemos visto comprobado al hablar de la evaporación (destilación, página 99), y estudiar el procedimiento gráfico de la destilación sencilla y fraccionada.

Y cuando son miscibles, la base principal del fenómeno de condensación es que si la tensión de los vapores aumenta con la riqueza, obtendremos por condensación parcial una mayor riqueza, y si la tensión disminuye el vapor obtenido será menos rico, y si la tensión pasa por un máximo tendremos enriquecimiento hasta un límite y después empobrecimiento de la mezcla de vapores, que es lo mismo que se realiza en la destilación, porque son fenómenos estrechamente unidos.

Condensación ideal. — Teóricamente, si tenemos un peso P de vapores de riqueza R por ciento en peso, y hacemos una condensación parcial, habremos obtenido, por ejemplo, un peso P' de vapor a R' por ciento y un líquido condensado que será P - P' a R por ciento. La relación $\frac{P'}{P}$ de vapores que restan de la condensación a los vapores sometidos a ella es máxima, en este caso ideal, y no coincide con la que se obtiene en la práctica; por consiguiente, los condensadores tienen un rendimiento que podremos determinar siempre por la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = 100 \frac{W' P}{W P'}$$

siendo W y W' los pesos de los vapores tratados y restantes en la práctica.

Para poder conocer el rendimiento efectivo, tenemos que conocer el teórico, que puede calcularse por la siguiente fórmula:

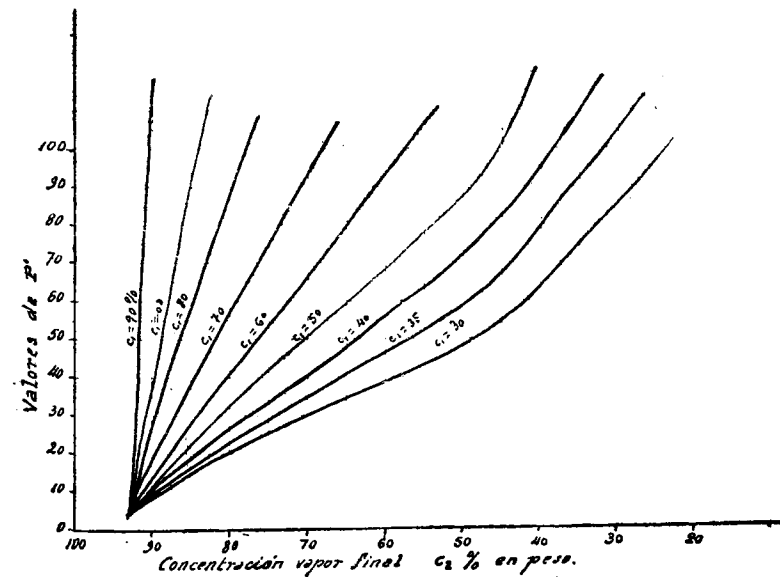
$$\log. \text{ nep } \frac{P_2}{P_1} = - \int_{c_1}^{c_2} \frac{dC}{C - c} \quad 1$$

en que C es la concentración por ciento del vapor inicial; c es la concentración por ciento del líquido condensado; fórmula que está obtenida de la ecuación general de condensación

$$P \times C = (P - dP) (C - dC) + c \cdot dP,$$

o sea por concentración del vapor inicial igual a la suma del peso por la concentración del vapor final más el peso por la concentración del líquido condensado (según Mariller).

Traduciendo esa fórmula a representaciones gráficas llegamos a obtener las relaciones máximas para los valores de P y P', representadas en la figura adjunta, de las cuales



se desprende que el efecto de la condensación, que es sensible cuando las concentraciones son débiles o medianas, se vuelve casi nulo, para las grandes concentraciones, por lo que como conclusión podemos sentar, como Mariller indica, que no pueden producirse líquidos muy concentrados, pró-

ximos al máximo de riqueza por condensación de vapores solamente. En este caso, el condensador es poco eficaz, y debe combinarse con los aparatos de rectificación y concentración, como son las columnas.

La relación de retrogradación, o sea la relación entre el peso del líquido condensado y el del vapor que sale del condensador en el mismo tiempo, está dada por la fórmula

$$\text{Retrogradación} = \frac{P - P'}{P'}$$

Aplicando estas fórmulas se han llegado a determinar los valores de la relación $100 \frac{P'}{P}$, o sean las cantidades de vapor formadas por la condensación de cien partes de vapor a C_1 por ciento de concentración y la concentración ponderal de las retrogradaciones para diversos valores de C_1 y de C_2 que se indican en los cuadros siguientes:

Riqueza ponderal C_2 vapor final.	Riqueza ponderal C_1 del vapor inicial.									
	30	35	40	50	60	70	80	85	90	92
30	100									
35	84	100								
40	71	87	100							
56	53,8	65	76,4	100						
60	42,8	51	60	79,2	100					
70	30	36	42,4	56,6	70	100				
80	14,4	18	20	28,6	35,2	50	100			
85	6,4	8,5	9,4	13,1	16,2	21	50	100		
90	2,2	2,9	3,2	4	4,8	5,8	8,2	21	100	
92	0,6	1	1,3	1,8	2	2,4	3	7,2	25	100
93	0	0	0	0	0	0	0,6	1,3	1,35	

Riqueza vapor final C_2		Riqueza ponderal C_1 del vapor inicial.							
Ponderal.	Gay-Lussac.	30	40	50	60	70	80	90	92
30	36,2	0							
35	41,9	3,07							
40	47,8	5,37	0						
50	57,9	6,7	7,62	0					
60	67,8	7,57	10	11,9	0				
70	76,9	12,85	17,9	23,9	36,6	0			
80	85,48	21,5	30	37,9	49,1	66	0		
90	93,25	28,6	38,3	48,3	58,4	68,7	79,1	0	
92	94,7	—	—	—	59,3	69,4	79,6	89,3	0
93	95,4	—	—	—	—	—	79,9	89,7	—

Estudio teórico de la condensación parcial.

Si suponemos un vapor incompletamente condensado, y llamamos P_1 , P_2 y P_3 los pesos de vapor antes de comenzar la condensación del vapor final obtenido y del líquido condensado, tendremos como primera ecuación la de igualdad de pesos

$$P_1 = P_2 + P_3$$

Sean C_1 , C_2 y C_3 las concentraciones correspondientes, podremos decir igualmente que la cantidad de hidrocarburo contenido en el vapor inicial se encuentra en el vapor final y en el condensado, o sea en la retrogradación, y, por tanto.

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

Llamemos L_1 , L_2 y L_3 el calor total desde 0° de cada uno de los vapores y H_3 el del líquido condensado. Sea K_w el calor cedido al condensador por unidad de peso de vapor final, con los cuales se tendrá que

$$K_w P_2 = K (t_2 - t_1)$$

y substituyendo en la fórmula anterior se convertirá en

$$L_1 P_1 = L_2 P_2 + H_3 P_3 + K_w P_2 = H_3 P_3 + P_2 (L_2 + K_w)$$

y combinando esta ecuación con las dos primeras llegamos a la

$$\frac{K_w L_2 - L_1}{C_2 - C_1} = \frac{L_1 + H_3}{C_1 - C_3} = \frac{K_w + L_2 - H_3}{C_2 - C_3}$$

de donde

$$K_w L_2 = H_3 \frac{(C_2 - C_3)(L_1 - L_3)}{C_1 - C_3}$$

y llegamos, finalmente, a la ecuación

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{C_2 - C_1}{C_2 - C_3} = \frac{K_w + L_2 - L_1}{K_w + L_2 - H_3}$$

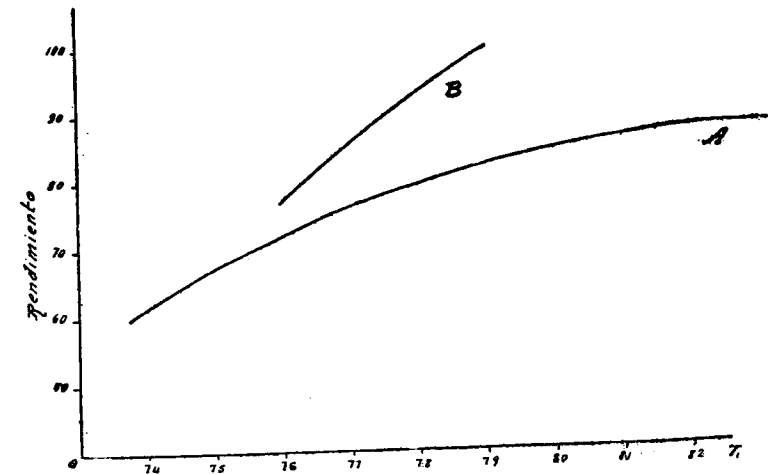
y como K_w y L_2 representa las calorías arrastradas por los vapores, como L_2 es constante debemos procurar al minimum K_w . Ahora bien: K_w aumentará proporcionalmente a C_3 y en razón inversa a C_1 , por lo que deberemos buscar que los reflujos de los condensadores sean los más pobres posibles, y conviene advertir que tendrán que ser siempre más ricos que el líquido inicial que ha producido el vapor a la concentración C_1 .

La temperatura de los reflujos siempre será inferior a la de ebullición del líquido inicial. Hay que procurar que H_3 sea la mayor posible.

Como base hay que sentar que deberá el condensador completarse con un dispositivo cualquiera que consiga dar al reflujo una temperatura y una concentración tan próximas como sea posible a las del líquido inicial que ha engendrado los vapores, de donde ha salido el enunciado teorema que se toma como fundamento de la condensación. «Un condensador para tener efecto útil es preciso que su retrogradación sea analizada o descompuesta en una serie de platos que no reciban otro líquido que esta retrogradación». Demostrando, como ya llevamos dicho, que el refinado, la concentración y la rectificación no deben hacerse más que

en el platillo o columnas cuando hayan de ser a alto grado, o sea de gran concentración. Para caso de bajo grado pueden dar completo resultado los condensadores.

Sorel, estudiando los condensadores, trató de aumentar el efecto de rectificación y concentración del condensador, formándole de condensadores múltiples, y cada uno de ellos, expulsando inmediatamente el líquido condensado. Así llegó a constituir condensadores formados por otros diez menores colocados en escalera y obtuvo resultados un poco mejores que con un condensador, pero que de ningún



modo son prácticos, teniendo en cuenta la complicación que el condensador múltiple introduce en el aparato.

En resumen, el condensador es bueno para producir su efecto, que debe ser únicamente el de licuefactar los vapores que se le entreguen en condiciones de condensación a la temperatura correspondiente, y nunca se debe tratar de que el condensador verifique una serie de operaciones de **epuración**, **concentración** y **rectificación** que no le corresponden, porque hay otra serie de aparatos que pueden realizarlas sin tantos inconvenientes y más eficientemente que éste.

2. **Efecto máximo de los condensadores.**—El rendimiento de los condensadores se ha visto que varía mucho con la temperatura del agua de condensación y que aumenta con esta temperatura. Las experiencias de Alcan Hirsch han demostrado que refrigerando con agua caliente un condensador se podía llegar a un rendimiento del 100 por 100; esta demostración, teórica completamente, no por ello deja de verse reflejada en la práctica, pues aunque ese rendimiento no se alcance, queda plenamente demostrado que el rendimiento se aproxima al teórico conforme se opera con agua más próxima a la temperatura de ebullición del líquido que debe condensarse.

En el gráfico de la figura anterior se deja ver el crecimiento de las dos curvas en rendimiento para un aumento de temperatura, y la curva A, que corresponde a un líquido de menor concentración que la B, demuestra también que cuanto mayor es la concentración de los líquidos más hay que tener en cuenta que se verifique la condensación a temperatura más elevada.

3. **Cálculo del peso de agua necesario para condensar y enfriar un peso dado de vapor.**—Si suponemos un condensador corriente donde el agua y los vapores circulan en sentido contrario separados por una superficie metálica de transmisión del calor, que pueden ser paredes de tubos, serpentines, etc., y llamamos t_1 y t_2 a las temperaturas de entrada por la parte baja del condensador y de salida por la parte alta del mismo, del agua de condensación, y T_1 y T_2 a las temperaturas del vapor que entra por arriba y sale condensado por abajo.

Supongamos para el cálculo que el condensador está dividido en dos partes: una, superior, donde se verifica el enfriamiento, y llamamos t' a la temperatura del agua en la línea de separación del condensador con el enfriador. Si llamamos P al peso de agua necesaria por hora, y p el del vapor por hora; L al calor latente de vaporización y c el

calor específico del líquido condensado; l_1 y l_2 las longitudes de las paredes de condensación y refrigeración; S la superficie de las paredes metálicas de radiación y K el coeficiente de transmisión del calor y del frío, tendremos:

Para que la condensación se verifique en la primera parte del aparato, la fórmula siguiente tiene que realizarse:

$$l_1 \cdot S \cdot K = Lp \frac{l}{t_1 - t_2} \log \frac{T_1 - t'}{T_1 - t_2} \times 2,3 \quad (a)$$

Ahora bien

$$L \cdot p = P (t_2 - t') \quad (b)$$

el líquido condensado obtenido pasa a la segunda parte del aparato donde se verifica por enfriamiento, obteniendo

$$l_2 S K = P \frac{P \cdot c}{P - pc} \log \frac{T_1 - t'}{T_2 - t_1} \quad (c)$$

y también se verificará

$$P (t' - t_1) = p c (T_1 - t_2) \quad (d)$$

Si dividimos miembro a miembro la ecuación (b) y (d)

$$\frac{t_2 - t'}{t' - t_1} = \frac{L \cdot}{c (T_1 - T_2)} \quad (e)$$

y despejando de (b) el valor de P

$$P = p \frac{L \cdot}{t_2 - t'}$$

y substituyendo en esta fórmula el valor $t_2 - t'$ sacado de la (e), resultará en definitiva

$$P = p \frac{L \cdot c (T_1 - T_2)}{L (t_2 - t_1)}$$

que simplificada se convierte en la

$$P = p \frac{L c (T_1 - T_2)}{t_2 - t_1}$$

que permite calcular el peso de agua necesario para condensar y enfriar un peso de vapor dado.

Las fórmulas (a) y (b) permiten calcular las superficies de condensación y de refrigeración, dando al coeficiente de transmisión K los valores que en cada caso le correspon-

den, según los líquidos y sustancias, las velocidades de los flúidos, etc.

Para los líquidos se adopta para K los valores de 300 y 350. Cuando las superficies son incrustadas puede descender hasta 100 el valor de K, y se suele hacer igual a 3.000 en la zona donde se condensan los vapores.

En este estudio damos en cada caso el valor del coeficiente cuando tratamos de los aparatos correspondientes, con objeto de que siempre se pueda calcular la superficie de caldeo o enfriamiento para los diversos casos, y a continuación damos una tabla de valores de K para las diferentes velocidades de paso del agua, calculadas por M. Serg.

Velocidad del agua	Valor del coeficiente K
0,10 metros.....	750
0,20 »	1.265
0,50 »	1.690
0,80 »	2.025
0,90 »	2.180
1,00 »	2.260
1,10 »	2.400

Al tratar de los calentadores e igualadores de temperatura en el capítulo de destilación, se ha calculado la caída media de temperatura entre los dos líquidos del calentador, que tienen también aplicación en este caso.

Hausbrandt indica como valores del coeficiente de transmisión los siguientes:

Serpentín de alambique antes de la ebullición.	1.000 cal.
Serpentín mientras la ebullición.....	5.000 »
Condensadores tubulares durante la ebullición	2.000 a 2.500 cal.
Doble fondo antes de la ebullición	1.000 cal.
» » durante la ebullición.....	1.700 a 5.500 cal.

Con los líquidos pastosos los valores de K disminuyen, volviéndose 750, 600 y 300 cal., según la viscosidad, y se ve que decrece con la viscosidad y aumenta con la velocidad de circulación de los líquidos y con la agitación.

Con un refrigerante de tubos de reacción elíptica, enfriado a chorreo con tubos de cuatro metros de longitud y en que los líquidos llegaban por la parte baja del aparato y circulaban por el interior de los tubos, cayendo el agua por fuera de ellos por chorreo de arriba abajo, se ha llegado a un valor del coeficiente de transmisión $K = 15.000$ cal. por metro cuadrado, hora y grado de caída de temperatura. El agua llegaba a 15 grados y salía a 47. Los líquidos a refrigerar llegaban a 55 grados y salían a 73.

4. Clasificación de los condensadores.

1.º Condensadores simples o con superficies de enfriamiento.

2.º Condensadores mixtos por contacto.

Los condensadores simples están formados por superficies que suelen estar enfriadas por el aire, por el agua o por otro líquido cualquiera.

Los condensadores mixtos son verdaderas columnas destilatorias, y como tales pueden estar formadas por aparatos a chapuzón o burbujeo y aparatos a contacto, según la forma de efectuarse el enfriamiento.

Los más empleados son los condensadores simples o a superficies de enfriamiento, porque en general los petróleos son mezclas que se condensan con facilidad y no hay necesidad de acudir a procedimientos como los empleados en la condensación de líquidos muy volátiles, donde la operación debe continuarse y repetirse lo más posible hasta estar seguro de que los vapores que salen del aparato destilatorio han quedado limpios de sustancias volátiles; pero como también muchos hidrocarburos de fácil punto de ebullición y disoluciones y arrastres de estos hidrocarburos en gases y vapores precisan de algunos de estos procedimientos para recuperar esos hidrocarburos, no dejaremos de reseñar los condensadores mixtos en sus principales variedades.

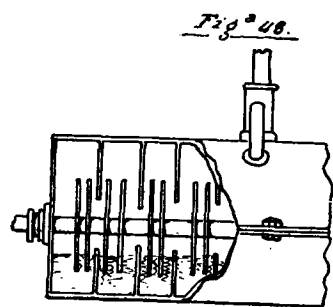
Los desflemadores son los condensadores más sencillos,

porque en todos los casos son los encargados de separar las sustancias densas o flemas de los vapores de las fracciones más volátiles, y por esa razón los describiremos los primeros en párrafo aparte para separar los del condensador en sí, ya que en realidad muchas veces forman parte del aparato de caldeo.

A) *Desfleadores.*

Son los aparatos en que se realiza una primera condensación de los elementos, o mejor dicho, fracciones más densas, que vuelven a pasar a la caldera o aparato de evaporización. Su emplazamiento es, por lo tanto, al lado y en constante comunicación con la caldera, a no ser que se trate de productos muy ligeros en tratamiento, en cuyo caso pueden colocarse entre la caldera y los desfleadores los calentadores para rebajar algo la temperatura de los vapores destilados y elevar la de los petróleos que entren en la caldera.

Los desfleadores más sencillos son los colectores de las calderas de destilación, como ya se ha indicado, cuando éstos no están cubiertos por material refractario para impedir la radiación calorífica. Pero se suele modificar algo la disposición de estos colectores, en el caso que se desee que sirvan de desfleadores, dándoles la forma de la figura



donde se les ha previsto deplattillos en laberinto, para que los vapores circulen y se enfríen y condensen los menos volátiles, que vuelven a caer en la caldera.

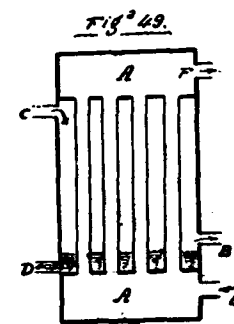
La figura 38 nos muestra un colector directamente unido a un desfleador colocado sobre la misma caldera y provisto de tabiques que lo dividen en compartimientos B, C, D. Los petróleos densos vuelven

a la caldera por el tubo F, mientras que los vapores siguen hacia los condensadores por el tubo E.

Otra forma del desfleador está esquematizada en la figura 39, formado por un anillo tubular dividido por los tabiques *p* y *q*, que llegan casi hasta la tapa o base superior del cilindro en dos cámaras *m* y *n*. El aire refresca exterior e interiormente el desfleador, y la condensación de los hidrocarburos densos es más rápida. El vapor entra por *o* y sigue hacia los condensadores por la tubería *r*. Estas dos últimas disposiciones dan petróleos menos densos que los primeros; por eso el enfriamiento es más activo.

Cuando se trata de fracciones volátiles, el desfleador tiene que estar refrescado por agua, porque no basta la refrigeración por aire, y toma la forma de un verdadero condensador. Veamos, por ejemplo, un caso general en la figura 49, porque es la forma más empleada. El desfleador consta de un haz tubular introducido en un cilindro A; las placas tubulares sirven de bases a las dos cajas A — A, que se encuentran de ese modo en comunicación por los tubos. El agua entra por E y sale por la tubería F.

Los vapores de hidrocarburos entran en el espacio comprendido entre las placas tubulares y el cilindro, entre las dos cajas de agua, y al circular entre los tubos, se enfrían los vapores más pesados y caen al fondo, saliendo por D. Los vapores sin condensar salen por B a los condensadores, mientras que los condensados que salen por D van de nuevo a la caldera.



B) *Condensadores.*

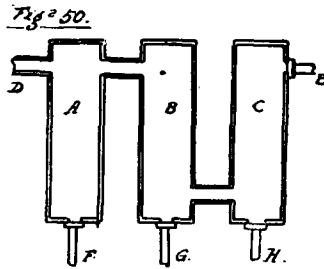
1.º **Condensadores simples.**— a)

CONDENSADORES ENFRIADOS CON AIRE.—

No son los más empleados, porque la pequeña conductibilidad calorífica del aire necesita una superficie muy grande

para poder ejercer una acción de enfriamiento algo intensa en los vapores sometidos a condensación, y por otra parte, el fraccionamiento de los productos de la destilación está sometido a las menores variaciones de la temperatura ambiente e influido por ellas.

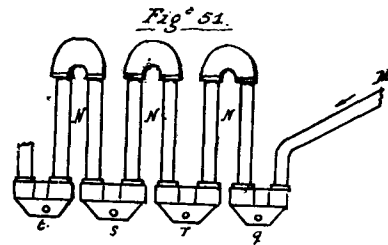
Constan, generalmente, de una serie de cilindros A, B, C, figura 50, unidos unos a otros por tuberías colocadas de tal



modo, que los gases tengan que circular el mayor tiempo posible dentro de los aparatos y se enfrien por radiación de las paredes de las tuberías y cilindros. Los productos condensados por las tuberías F, G, H, van a los recipientes de

las fracciones respectivas, y por E se escapan los vapores incondensables en estos aparatos para pasar a otros más eficientes.

Los condensadores llamados de tubos de órgano pueden tener la forma de la figura 51, que aumenta mucho el recorrido de vapores, y los productos condensados se recogen en las cajas inferiores, que suelen tener cierre hidráulico y salen por los conductos q - r - s y t a los depósitos respectivos.



Otro aspecto es el del grabado 52, en que se trata de un serpentín de tubos que en cada sinclinal lleva otro nuevo serpentín refrescador para otra fracción de petróleo, a la que corresponde su temperatura de enfriamiento.

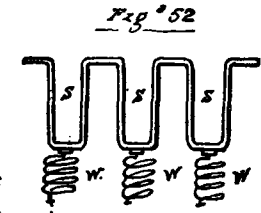
Los tubos pueden ser de hierro colado, de palastro y de cemento; estos últimos son poco conductores, y por esa razón no pueden aconsejarse para enfriamientos por aire.

Los cilindros se hacen de palastro y algunas veces de chapa de latón.

Como datos prácticos de condensación al aire, podemos citar las cifras que estima Sorel para estos aparatos.

Los columnas de fundición radian aproximadamente 22,2 calorías por metro cuadrado, y las de cobre 14 por metro cuadrado y hora y grado de caída de temperatura; según ello, vienen a condensar 3,5 kilogramos de vapor por metro cúbico las primeras y 2,25 las de cobre pulimentado.

La condensación varía mucho según las corrientes de aire y su velocidad, y en general, una corriente de aire ascendente que se evacue en las destilerías por los respiraderos del tejado o del último piso exagera las pérdidas.



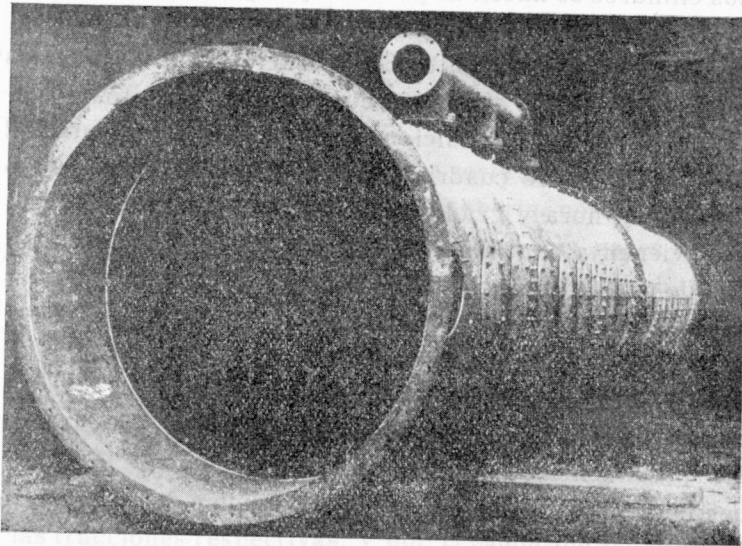
Hausbrandt indica una pérdida de 900 calorías por metro cuadrado y hora para una columna de cobre a 80-90°. El cálculo da para coeficiente K de radiación alrededor de las 15 calorías; Mariller ha encontrado para K el valor de 18 calorías.

Para tuberías de hierro forjado el coeficiente varía de 12 a 15 calorías cuando la caída de temperatura pasa de 100 a 175°.

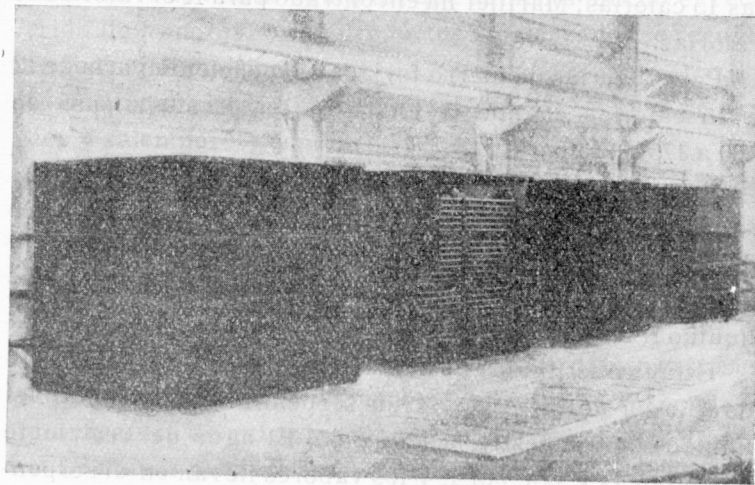
Prácticamente puede considerarse que la pérdida por radiación alcanza, en general, un valor de 10 a 20 por 100 del gasto o consumo total.

b) *Condensadores enfriados con agua* o con cualquier líquido fresco generalmente.

Están constituidos por un recipiente donde está el líquido que ha de refrescar, y un serpentín introducido en el líquido como muestra la figura 55. El agua del recipiente entra por H y sale por I, y los vapores llevan en el serpentín la dirección contraria, penetrando por o y saliendo por T. El serpentín debe estar provisto a la salida de la curva de



Fot. 3.^a—Desflector tubular para grandes capacidades.



Fot. 4.^a—Radiadores-condensadores, modelo Standard, para petróleos ligeros. Pueden emplearse con refrigeración por agua o aire.

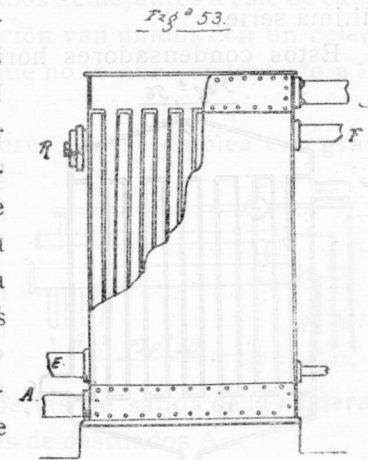
agua de un sifón colocado entre el condensador y el recipiente de distribución (Receiving Box) que le sigue. También deben llevar un tubo de desprendimiento de los vapores no condensables en este aparato, bien para unirlo con el segundo condensador, bien para ponerle en comunicación, si ya es el último condensador de la serie, con el recipiente R de cierre hidráulico, que impide el retroceso del gas si existiese una pequeña depresión en los aparatos de condensación.

El tipo hoy más admitido de condensador tubular es el de la figura 56, formado por un cilindro de hierro colado o de palastro grueso, cerrado por dos tapas cónicas o ligeramente esféricas. El cilindro lleva dentro un haz tubular en comunicación directa con el hueco existente bajo las tapas. El líquido refrigerante entra por *d* y sale por *b*, y alrededor de los tubos circula el vapor de la destilación que entra por *a* y sale por *c*, aquel que no se haya condensado para entrar en otro aparato análogo o en el recipiente de gases. Los condensados salen por el mismo tubo *c* y por una desviación pasan a la probeta y a su depósito, o por otra tubería que esté dispuesta también en la parte baja del aparato.

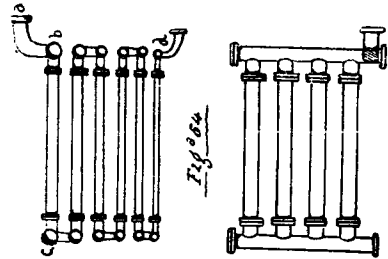
También puede ser el agua la que circule por el exterior de los tubos y el vapor condensable por el interior.

Estos aparatos pueden ser verticales, como el representado, u horizontales, y siempre se hacen desmontables para su fácil limpieza, de manera que puedan quitarse las tapas y extraerse el haz tubular.

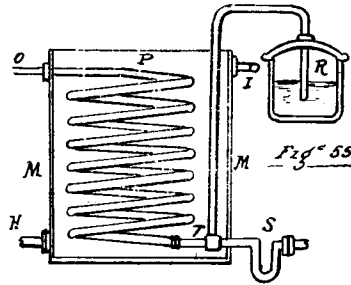
En la figura 53 queda representada una caja refrigerante de grandes dimensiones y for-



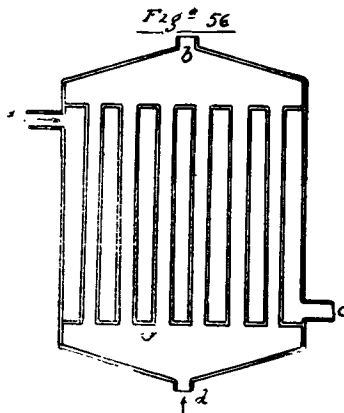
mada de chapas de palastro con tuberías de hierro forjado, que es análoga a los refrigerantes cilíndricos. Tienen el inconveniente de que el hierro forjado se ataca algo por el petróleo caliente y por esa razón se prefieren en algunos puntos de hierro colado.



A ese fin, Engler ha dispuesto los refrigerantes en la forma que diseña la figura 54, y constan de 24 tubos de hierro colado de diámetros que van disminuyendo, colocados horizontalmente en seis filas de cuatro tubos. Los vapores entran por la parte *a* al tubo distribuidor de la primera fila *b* que está unido con los cuatro primeros tubos paralelos horizontales de éstos al colector *c* de la primera serie, y de aquí a las demás en la misma forma; el líquido condensado sale por el tubo *d* de la última serie.



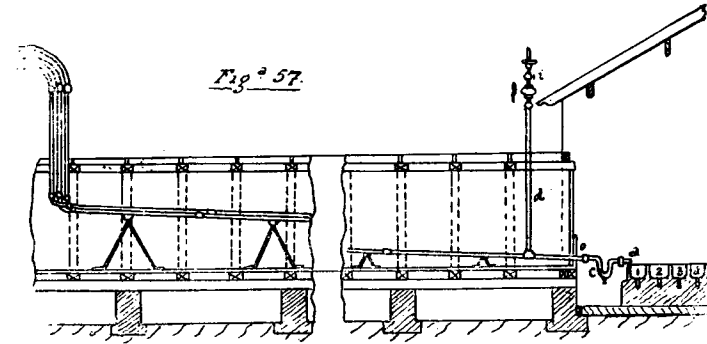
Estos condensadores horizontales se usan mucho en Bakú, donde se da a los tubos una longitud de unos 100 metros para una caldera de tamaño mediano, siendo el diámetro de 200 milímetros para la última. Estos sistemas de tubos van colocados dentro de cajas de madera, por las que se hace circular el agua en cantidad.



Quando se tiene suficiente

espacio para instalar la condensación se emplea el refrigerante de tubos rectos, que requiere menos agua.

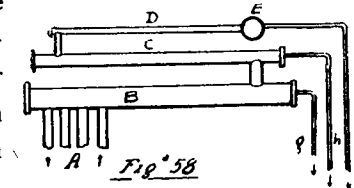
Como la figura 57 indica está formado por serie de tubos



largos, rectos y paralelos, colocados casi horizontalmente, con muy ligera pendiente hacia el extremo contrario a las calderas. Los tubos van soportados por caballetes de hierro fijados sobre el fondo de la caja de refrigeración, que es de madera y contiene todos los tubos hasta llegar al fin del condensador.

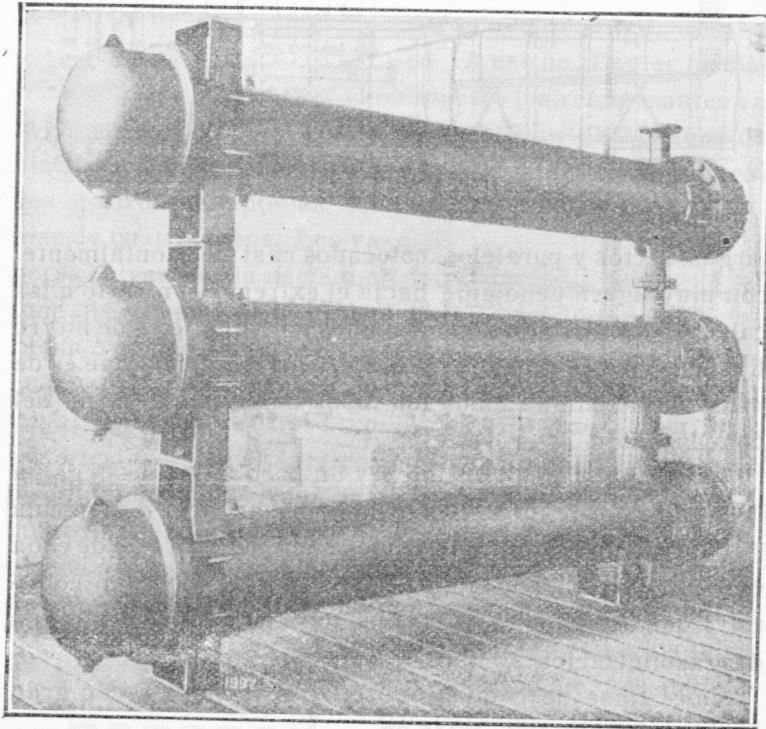
En su final tiene un sifón *c* y un poco antes de llegar a la unión con el sifón, llevan un tubo vertical *d*, con una llave de paso *f*, y todos los tubos semejantes a éste de cada tubo horizontal de condensación van unidos con un colector *i* que conduce los gases que no se han condensado a la desgasolinización.

Otra clase de condensadores que se emplea con gran frecuencia cuando se trata de fracciones pesadas es el llamado en Francia «desflemador horizontal», que se reseña en la figura 58. Consta de un gran tubo *B* de hierro colado, a cual van a parar todas las tuberías de salida de la caldera, por las que entran los vapores de destilados *A*.



Este tubo, colocado horizontalmente, comunica con otro

C de menor diámetro, y éste, a su vez, con otro D menor, y así sucesivamente, hasta que se llegue al grado de enfriamiento que se haya propuesto; las fracciones se van extrayendo por las tuberías *g, h, j*, que comunican con otros condensadores y enfriadores, para que cada fracción al fin del tubo último D se suele colocar un tubo vertical E de



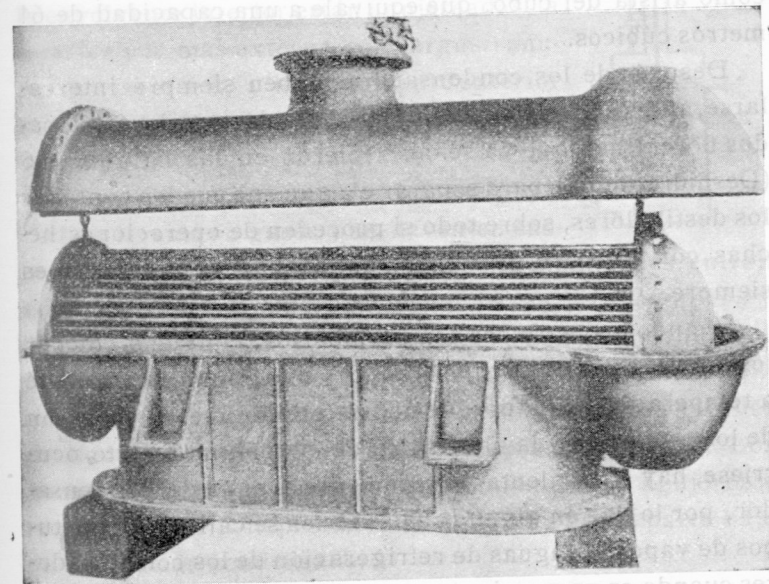
Fot. 5.ª—Grupo de tres refrigeradores-economizadores intercambiables, tipo Foster Wheeler, para destilerías petrolíferas.

más diámetro que C, para que los gases no condensables se expanden y depositen los vapores arrastrados.

Para disminuir los peligros de incendio se deben colocar los condensadores fuera de los locales destinados a las calderas y proveerles de válvulas de seguridad, como se indica en la figura 53 en el punto R, para en caso de que un

volumen muy grande de vapores entre en las cajas condensadoras y determine una sobrepresión.

Las tuberías de hierro colado tienen el grave inconveniente de su peso excesivo y de que el enfriamiento es menos rápido por el espesor tan grande que tienen comparativamente con los de hierro forjado. Antiguamente se hacían de plomo o de cobre, pero esto hoy no sería económico, y por esa razón se prefiere el ataque del hierro forjado ante



Fot. 6.ª—Condensador tubular con refrigeración por agua, con envoltorio de dos piezas para facilitar reparaciones.

la facilidad de enfriamiento; en cambio los envoltorios se suelen hacer de hierro colado, y todo queda reducido a poner un haz de tubos nuevos, como ocurre en las calderas de vapor.

Los serpentines tienen el inconveniente de que se obturan y la dificultad de limpieza es grande, y además, caso de que se obturasen, como están formados por un solo tubo, el aparato queda inservible, mientras que los constituidos por

un haz de tubos, aunque algunos se obturen, siempre quedan otros para prestar servicio, aunque de modo más deficiente, mientras no se puede proceder a la reparación.

Un condensador para una caldera de unos 1.000 hectolitros deberá, al menos, tener una superficie de condensación de unos 100 metros cuadrados. El diámetro de los tubos será de 100 milímetros a la entrada y 50 milímetros a la salida, y la cuba de agua podrá tener unos cuatro metros, como arista del cubo, que equivale a una capacidad de 64 metros cúbicos.

Después de los condensadores deben siempre intercarse, antes de los distribuidores, unos decantadores llamados florentines, que ya se describieron en las figuras 5 y 6 (Deshidratación), para separar el agua que pueden contener los destiladores, sobre todo si proceden de operaciones hechas con arrastre de vapor, donde hay condensaciones siempre.

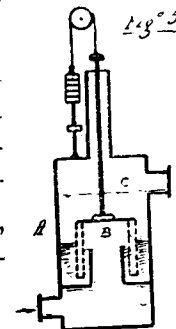
Cuando los petróleos son parafinosos, conviene colocar los condensadores de tubos rectos y evitar que el agua esté a temperatura baja, porque podría producirse congelación de los productos y la obturación del serpentín. Si esto ocurriese, hay que calentar rápidamente el agua del condensador, por lo que en algunos países fríos se calientan con tubos de vapor las aguas de refrigeración de los condensadores cuando es necesario.

Condensadores a choque.—Se llama así una serie de aparatos que se emplean cuando existen líquidos de distintas densidades y viscosidades para separar el más pesado del más volátil.

El fundamento de estos condensadores es aprovechar no sólo el efecto de enfriamiento para condensar los destilados más densos de punto de ebullición elevado, sino oponer al paso de todos los líquidos una serie de obstáculos que le obliguen a seguir un camino largo y tortuoso, para que vaya depositando los cuerpos y materias viscosas en los di-

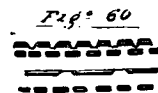
ferentes cambios de dirección, que son otros tantos cambios de velocidad de los líquidos favorables al depósito de materias densas.

Separador-condensador. Pelouze-Andouin.—Está formado por un recipiente A, en el que hay una campana B compuesta (fig. 59) por cuatro chapas de pa-lastro, unidas dos a dos, formando una doble envolvente; las dos chapas que forman la envolvente interior están agujereadas, la interior y la más externa con largas ranuras horizontales, y la envolvente exterior está compuesta de las otras dos chapas, agujereada también la interior, y la exterior cortada por ranuras verticales.



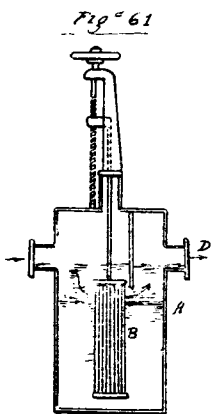
Los líquidos o gases que lleven en suspensión hidrocarburos densos, resinas o alquitranes, entran en el aparato por la parte inferior, pasan a la campana y tienen que salir de ella atravesando los agujeros y ranuras, que nunca están frente a frente, para que los líquidos tengan que recorrer mucho camino, y pasar finalmente a través del líquido C, saliendo a los restantes aparatos por d. Los petróleos densos y alquitranes quedan entre los agujeros y ranuras y van a depositarse en el líquido en la parte baja del separador-condensador.

Aparato de Drory.—Es análogo al de Pelouze, y sólo difiere en que la campana está formada de paquetes de láminas dispuestas dos a dos en la forma de la figura 60, con las ranuras y orificios deca-lados y móviles para que puedan substituirse cuando convenga.



En este condensador la campana está denteada en su parte inferior para que los gases se dividan y pasen al líquido divididos, si van por la parte inferior de la campana, y los restantes pasen a través de los paquetes de hojas ranuradas y agujereadas.

El condensador Servier.—No tiene campana, sino un tabique vertical compuesto de gran número de placas agujereadas para que sirva de obstáculo, y que está sumergida en el líquido del recipiente en la forma indicada en la figura 61;



todos esos condensadores tienen su mecanismo, ya automáticos, como ocurre en los condensadores Pelouze y Drory, ya movido a mano, como en el de Servier, con objeto de que las campanas o el tabique de este último puedan elevarse y descender según el nivel del líquido refrigerante va subiendo.

Los automáticos se accionan por reguladores y contrapesos.

La cantidad de petróleo denso o alquitrán retenida por un condensador a choque depende de muchas circunstancias, que son: la temperatura de los gases y la diferencia de presión que el condensador hace experimentar al gas, y del sitio donde se coloca este condensador entre los demás aparatos de condensación. Para dar un ejemplo acompañaremos el cuadro siguiente, que compara los efectos útiles de diversos condensadores, publicado por Massé en su obra *Le Gaz* (pág. 91, 1914).

M	A		R %	P m/m	T Grados	V m ³	N Gas por 4 horas m ³
	E Gramos	S Gramos					
Pelouze.	212	2,20	98,97	60	16°	5.000	2.200
	454	5,55	98,70	55	17°	20.000	8.500
Servier.	289	16	94,46	90	15°	30.000	21.000
	109	24	77,98	35	12°	10.000	6.800
Drory.	1.011	9,45	99,07	65	10-11°	15.000	8.660
	577	2,42	99,58	»	»	»	»

La columna M representa el modelo del aparato; la A indica el alquitrán contenido en 100 metros cúbicos de gas en gramos a la entrada en el aparato E y a la salida S; R es el rendimiento por ciento del alquitrán separado en el aparato; P la presión absorbida por el mismo; T la temperatura del gas; V la potencia del aparato en metros cúbicos, y N la producción de gas por veinticuatro horas.

Como puede verse, el rendimiento es inmejorable, porque separan en una sola operación hasta el 99 por 100 del alquitrán o mazout que acompañe a los gases.

Condensadores mixtos.—Como hemos visto en el estudio de la condensación, los condensadores simples, tan pronto como el vapor se ha liquidado, lo hacen salir de los aparatos hacia los recipientes de almacenamiento. Aquí, por el contrario, el fundamento de los condensadores mixtos estriba en conservar el líquido condensado, para que a su vez actúe sobre los vapores que han de licuefactarse, con objeto de aumentar la acción de la condensación sobre ciertos vapores de hidrocarburos que de este modo se condensan, separándose de la mezcla general de vapores. Se verifica, pues, no sólo una condensación, sino una separación de los cuerpos mezclados en el vapor.

Por consiguiente, en los condensadores mixtos, cuanto mayor es la cantidad de líquidos condensados en contacto con el vapor, mayor es la retrogradación.

Los aparatos que se emplean en la condensación por este sistema suelen ser pequeñas columnas compuestas de platillos como los ya descritos en las columnas de destilación, con mucho menor número de elementos, y se suelen emplear más los rellenos de anillos metálicos, tales como los Raschig, Bregat, Prym, que los aparatos de chapoteo, pues los metales, como mejores conductores del calor, lo transmiten mejor y enfrían más a los cuerpos que con ellos se ponen en contacto.

Pueden, pues, construirse condensadores mixtos con ele-

mentos formados por muy diversos materiales, de los que reseñaremos los siguientes:

Tipo Deroy.—El relleno de las guarniciones metálicas se hace con cadenas de alambre de eslabones doblados, entre cuyos huecos circulan los líquidos y gases.

Tipo Gazanne.—Con capas de tela metálica de malla fina se forma una, de la altura que se desee, sobre platillos de chapa de hierro perforada.

Tipo Hanicotte.—Forma el relleno con virutas de cobre o latón sobre chapa agujereada.

Tipo Mariller.—Son anillos o espiras de chapa de hierro fino, semejantemente a los anillos Prym y a los resortes planos.

Tipo Pampe.—Chapas de hierro situadas horizontalmente formando laberinto y muy próximas para que tengan que marchar en zigzag entre ellas los vapores y líquidos, tubos verticales por donde circula el agua entre las chapas. Los tubos de agua tienen un extremo superior dentado para que el agua chorree a lo largo de las paredes únicamente y limitar el consumo de agua. Un regulador de presión a membrana sirve para la admisión del agua, para mantener constante la presión en el condensador y no originar depresiones por enfriamiento excesivo.

Tipo Ilgés.—Bolas o perlas de distintos tamaños colocadas en capas de la altura que se desee, sobre chapas de hierro o de latón perforadas.

Estos dispositivos, que van instalados en columnas o cilindros de chapa de hierro, divididos horizontalmente en compartimientos por tabiques perforados, y en la misma forma que se ha indicado en la figura 46 para las columnas de destilación de la misma clase, suelen estar atravesados de abajo arriba por los vapores que tienen que condensarse y se encuentran con los líquidos que se van condensando, que vienen de arriba abajo, con lo cual el contacto es lo mayor posible y la condensación se verifica, pues, por

pisos, obteniéndose los condensados en los diversos platillos, donde la temperatura de licuefacción corresponde a la de los líquidos que por él circulan, y pueden extraerse por diferentes tuberías para llevarlos a los recipientes correspondientes. En el condensador Deroy, de cadenas metálicas, existe circulación metódica del líquido refrigerante, de arriba abajo, pero en los demás casos la circulación de los líquidos condensados es anormal, puesto que no se les guía, y, por otra parte, en cada compartimiento o platillo la cantidad condensada de líquido es distinta, siendo mayor en los platillos inferiores que en los más altos.

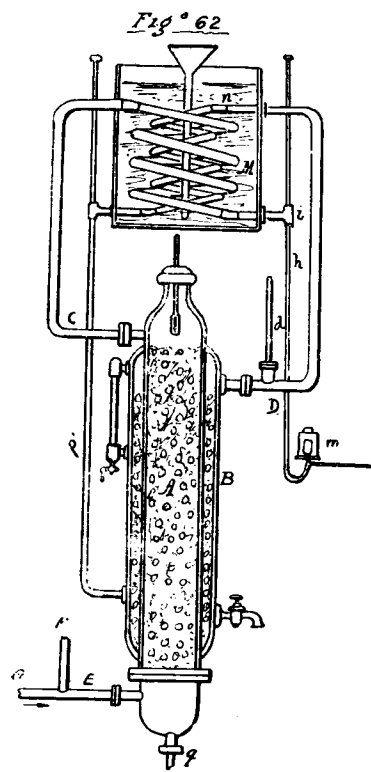
Ahora bien; como en los condensadores mixtos no se va buscando solamente la condensación, sino también la rectificación, como ocurre en las columnas, o sea la separación de fracciones por el contacto con líquidos en ebullición a temperaturas determinadas, los condensadores no han dado el mejor resultado, porque no se comprende que la ebullición racional no puede verificarse en ambientes enfriados, que son los necesarios para la condensación. El rendimiento de la operación de rectificación no es tan elevado como el de las columnas a chapoteo, y en lo que respecta a la condensación, tampoco el rendimiento del condensador mixto es tan grande como el condensador simple. Es, pues, preferible, salvo casos especiales, aplicar las columnas y los condensadores separados, y ya hablaremos después, cuando de la rectificación de petróleos se trate, de los casos que conviene tratarlos por procedimientos mixtos de condensación y rectificación.

Condensadores homotermos.—Se llaman así unos aparatos de condensación del sistema mixto en que se busca una temperatura constante, que es la máxima que corresponde a la condensación de una substancia determinada, puesto que se sabe que el mayor rendimiento de la condensación corresponde a la máxima temperatura.

Taylor, en 1852, expuso su teoría sobre los condensado-

res homotermos, empleando en ellos líquidos en ebullición. Otros modelos fueron construídos por Béchaux y por Perrier.

En la figura 62 presentamos un tipo de condensador homotermo, construído por Mariller, y está formado por dos tubos concéntricos, A y B, de los que el interior es el condensador propiamente dicho, y el exterior un recipiente calentador para que la parte donde se va a efectuar la condensación trabaje a una temperatura relativamente constante, como en baño de María.



El tubo A está lleno de perlas de porcelana, y lo mismo el tubo exterior B. Un refrigerante, M, provisto de doble serpentín, para terminar la condensación tanto del líquido que sirve para el baño de María como del hidrocarburo que deseamos tratar. Las tuberías G y E están en comunicación; la primera, con la caldera en que calentamos los petróleos o fracciones que se quieren tratar, y la F con un regulador que actúa sobre el meche-

ro de la caldera, con el fin de que el caldeo sea el que conviene a la presión del trabajo.

El espacio intertubular contiene un líquido de condensación definida, y cuyo punto de ebullición sea apropiado con relación al que vamos a tratar para que los vapores de ésta puedan llevarle a la ebullición. Una vez vaporizado, como está en comunicación el espacio intertubular con el serpen-

tín del enfriador *n* por el tubo D, suben los vapores de este líquido al condensador enfriador, se condensan y vuelven al espacio intertubular por el tubo *p*. Este tubo, por su parte alta, está en comunicación con la atmósfera, para que la presión a la que se efectúa la ebullición sea constante.

En estas condiciones se comprende que el líquido, no existiendo variación de presión, tiene el punto de ebullición constante y se someterá el tubo A en su parte superior (donde está el tubo de nivel) a una temperatura también constante.

Los vapores del petróleo o hidrocarburos que tratamos en la caldera entran en el tubo A por la tubería E, y en primer lugar calientan y hacen hervir el líquido que hay entre los tubos, y se van encontrando los líquidos densos de las anteriores condensaciones que bajan entre las borlas o perlas de la columna destilatoria A, y van obrando como tal columna rectificadora condensando los productos densos, que vuelven hacia abajo, y al fin pasan de nuevo a la caldera por la llave y tubería *q*, y seleccionando el tipo de fracción para la que está calculado el condensador, la cual sigue vaporizada, puesto que la temperatura es la que justamente necesita para su ebullición y se condensa en el momento que entra en el enfriador, saliendo por el tubo *h*, que también está a la presión ordinaria, y de él a la probeta *m* y al depósito correspondiente.

Estos condensadores no han sido muy empleados porque su precio de construcción es muy elevado y porque necesitan un mayor gasto de combustible y de espacio, puesto que no sólo condensan los líquidos a tratar, sino los homotermos del baño de María. Otro inconveniente es la altura, que también necesita ser mucho mayor que en los demás casos. Por estas dificultades no ha sido completamente aceptado por la industria, aunque sea eficaz y dé unos productos muy puros y de la clase que se desea.

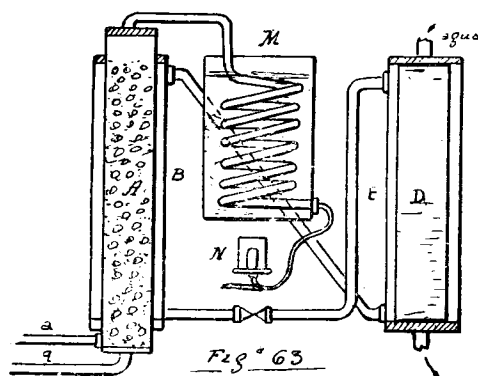
Tienen la gran ventaja también de que regulan perfec-

tamente la temperatura según las necesidades, y si por cualquier circunstancia los vapores de la caldera están más secos, vienen, por tanto, más calientes, aumenta la evaporación en el baño de María y da lugar a una mayor admisión de líquido frío, y la retrogradación aumenta también.

Esta acción de regulación puede obtenerse sin necesidad del condensador homotermo, empleando reguladores de temperatura que accionen la admisión de entrada de agua en el condensador de que se trate.

Haciendo el circuito de refrescamiento de un condensador continuo o en ciclo cerrado, se tiene resuelto el problema.

Sea, por ejemplo, el condensador mixto representado en



la figura 63, compuesto de un tubo lleno de perlas de porcelana, y concéntrico con otro que hace de refrigerador y lleno de agua B.

El tubo A está unido a un refrigerador de serpentín para que los vapores sean condensados, finalmente,

cuando adquieran el tipo requerido y vayan de este refrigerador M a la probeta N y de allí al depósito.

La refrigeración del tubo exterior lleno de agua se hace con otro de idénticas condiciones y de la misma dimensión enfriado interiormente por agua fresca en gran cantidad D.

Esta instalación obra idénticamente que el homotermo, sin necesidad de que exista el líquido especial que hierva a la temperatura requerida por el trabajo.

Cualquier variación en la temperatura de los vapores que vengan de la caldera por la tubería a originará una mayor

producción de vapor en el tubo refrigerador B, y, por tanto, una mayor aspiración del agua fría del refrigerante E y una mayor velocidad en el ciclo de la refrigeración, que era lo que se deseaba, porque aumenta la retrogradación en el condensador mixto A y regula la temperatura, quedando, por tanto, resuelto el problema de los condensadores de circulación automática, sin los gastos que origina el procedimiento homotermo, y reduciendo la altura, que era uno de sus inconvenientes, puesto que no se necesita colocar el refrigerador sobre el condensador en este caso.

Este procedimiento está aplicado en la figura 178, en el evaporador H, donde se ve el ciclo del agua de condensación en la refrigeración de ese condensador especial.

Comparación entre las dos clases de condensadores.

Los condensadores mixtos tienen más eficacia que los condensadores simples, y dan unas fracciones más puras, lo que es racional, porque los condensadores simples no tienen otro efecto que la condensación, y los mixtos, al mismo tiempo, tienen un efecto de rectificación, que apura los destilados.

Para obtener el mayor rendimiento es preciso trabajar a la temperatura máxima; por consiguiente, como la condensación a alta temperatura no se ha conseguido prácticamente, el medio mejor es acudir al empleo de columnas de destilación y de condensadores, y a ese fin cada constructor aplica la que considera conveniente sin que tampoco se haya llegado a un tipo que reúna las condiciones requeridas.

Unos hacen de los condensadores, refrigerantes, en los que no existe más que una retrogradación y no un fraccionamiento. Otros prefieren llegar a un condensador mixto que combine el condensador con la parte alta o cabeza de una columna de rectificación.

En lo que concierne a la regulación del agua, conviene que las variaciones del consumo de agua sean las menores posible, y por tanto, si no tienen regulación automática, deben emplear un recipiente de nivel constante.

Empleando entre el alambique y el condensador unos platillos, o sea una pequeña columna, y empleando condensadores mixtos, se obtiene una reducción en el consumo de combustible del alambique o caldera destilatoria.

7.º **Aparatos anejos.**—A. CAJAS DE DISTRIBUCIÓN.—De los condensadores, pasan los líquidos a los recipientes, que han de contener cada fracción; pero como generalmente de una misma serie de condensadores hay que enviar las diferentes fracciones, cada una a su depósito, porque no existe una serie de condensadores para cada fracción o producto comercial, se necesita un aparato intermedio que distribuye cada producto a la caja o recipiente que le corresponda.

Este aparato le han denominado los ingleses «Receiving-Box» y nosotros lo denominamos caja de distribución o recepción.

En las destilerías de importancia, entre los condensadores y estas cajas de distribución, se colocan los aparatos de medida, o sean las probetas, de las que nos ocuparemos en el siguiente artículo.

Las cajas de distribución, primeramente empleadas, no son otra cosa sino una serie de canales o cajas estrechas y largas, colocadas paralelamente e interstando unas con otras por los lados mayores, como se indica en la figura 64. Los tubos de condensación o la tubería que viene de los condensadores terminan en el primer compartimiento de la caja, y por medio de alargaderas se llevan los líquidos a la caja que se desee, que se encuentra unida a los depósitos de productos por las tuberías *b*, *b'*, *b''*...

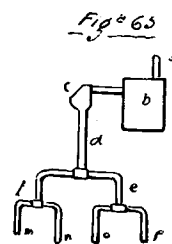
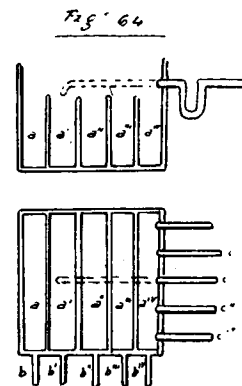
Cuando los productos destilados han sido obtenidos con auxilio del vapor de agua, conviene hacer pasar de los condensadores directamente a florentines o decantadores y

una vez separados del agua de condensación, se les trae a la caja de distribución de los diferentes productos.

Esas cajas de distribución, abiertas, presentan el inconveniente gravísimo de la evaporación y pérdida de hidrocarburos y sólo se emplean en las antiguas fábricas de destilación. Otro de los inconvenientes de la caja de distribución es que en esta forma tienen que estar en un departamento perfectamente ventilado, y hay que instalar el alumbrado en forma que no exista peligro de incendio, porque los vapores que se desprenden, mezclados con el aire, son susceptibles de formar una mezcla explosiva. Por tanto, si el alumbrado es eléctrico, habría que tomar las disposiciones que se ordena en minas grisuosas y procribir, por tanto, todo alumbrado con llama libre en las proximidades.

Modernamente todo se ha substituído por conducciones cerradas provistas de las llaves de paso correspondientes, y a esa disposición se le denomina «clavera o llavero».

En la figura 65 están indicadas. Los productos condensados vienen por la tubería *a* y pasan por el florentín o decantador para dejar el agua que puedan traer de condensación de vapores, luego entran y atraviesan la probeta *c* y pasan a la tubería general del clavero *d* que por las uniones correspondientes se divide en el número de tubos que corresponda al de recipientes en que se ha de distribuir. Colocando una llave de paso en cada tubería y si se desea aún más eficiencia haciendo que en cada manguito de unión *d*, *e* y *f* haya una llave de paso de doble corriente se da salida al producto por el punto que se desee sin mezcla de ninguna clase con los demás que se produzcan.



(Continuad.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de febrero de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	344.930
Antracita.....	2.028
TOTAL.....	346.958

Coque..... 12.385 toneladas.
 Aglomerados..... 10.465 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2 535

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.896
Lignito.....	15.908
TOTAL.....	18.804

Producción de coque: » toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	27.804

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.943
Antracita.....	10.333
TOTAL.....	28.276

Coque..... 3.842 toneladas.
 Briquetas..... 5.964 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.202

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	53.527
Antracita.....	18.689
TOTAL.....	72.216

Agglomerados..... 10.980 toneladas.
 Coque..... 1.050 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.376
Antracitas.....	12.564
TOTAL.....	27.940

Agglomerados..... 10.502 toneladas.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.481
Coque de gas.....	376 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	13.600
Aglomerados de hulla.....	7.600 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.815

Valencia

Coque metalúrgico.....	6.727 toneladas.
------------------------	------------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	» toneladas.
---------------------------	--------------

Vizcaya

Coque metalúrgico.....	27.011 toneladas.
Aglomerados.....	3.730

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.430
Aglomerados.....	1.279
Coque de gas.....	317

Producción de combustibles durante los meses de enero y febrero de 1929

	Mes anterior	Febrero	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	40.604	43.614	84.218
Hulla.....	510.300	476.076	986.376
Lignito.....	37.866	34.371	72.237
TOTAL.....	588.770	554.061	1.142.831

Coque metalúrgico.....	56.920	51.708	108.628
Aglomerados.....	43.990	50.520	94.510

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero y febrero de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Mes anterior	Febrero	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	371.203	314.537	685.740
Benzol 50 por 100 (medio)...	11.491	18.440	32.931
Solvent-nafta (pesado).....	35.051	43.340	78.391
Otros tipos.....	48.968	34.415	83.383
TOTAL.....	469.713	410.732	880.445

Aceites crudos.....	3.045.735	2.803.102	5.849.037
---------------------	-----------	-----------	-----------

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	418.707	418.378	837.085
Gasolinas y similares.....	43.859	36.117	79.976

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	58.295
Coruña (Galicia)....	8.770
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.555
Granada-Málaga.....	38.337
Huelva.....	24.400
Jaén.....	2.100
Murcia.....	14.210
Oviedo.....	2.554
Santander.....	48.919
Sevilla.....	8.973
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	44.641
Vizcaya.....	169.182
Zaragoza.....	3.527
TOTAL.....	426.469
Mes anterior.....	454.670
TOTAL A LA FECHA.....	881.139

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	91	»	»	»
Coruña.....	»	»	1 120.240	»	»
Guipúzcoa.....	640	1.895	»	»	»
Oviedo.....	6.345	8.200	»	»	»
Santander.....	4.280	3.470	»	»	»
Sevilla.....	7	490	»	»	»
Valencia.....	12.220	14.917	»	»	»
Vizcaya.....	32.219	43.133	»	»	»
TOTAL.....	55.711	72.196	1.120.230	»	»
Mes anterior...	59.470	78.710	»	»	»
T. A LA FECHA.	115.181	150.906	1.120.230	»	»



Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	435	»
Ciudad Real.....	158	»
Córdoba.....	1.087	609
Guipúzcoa.....	809	»
Murcia.....	1.286	»
Oviedo.....	»	6
Santander.....	6.832	»
TOTAL.....	10.606	615
Mes anterior.....	8.720	670
TOTAL A LA FECHA.....	19.326	1.285

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	1.488.178	»
Huelva....	225.917	1.583.384	»	»	»
Oviedo....	»	»	77.776	34.807	»
Sevilla....	1.065	»	»	»	23.000
Murcia....	»	»	»	»	»
TOTAL..	226.982	1.583.384	77.776	1.529.985	23.000
Mes anterior...	364.320	1.580.100	20.700	51.040	30.000
T. FECHA.	591.302	3.163.484	98.476	1.581.025	53.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.008
Oviedo.....	57
TOTAL.....	1.065
Mes anterior.....	887
TOTAL A LA FECHA.....	1.952

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	5	,
Badajoz.....	336	,
Barcelona-Tarragona	541	156
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	742	,
Córdoba.....	6.263	7.587
Granada-Málaga	185	1.372
Guipúzcoa.....	105	288
Jaén.....	5.427	,
Murcia.....	1.247	2.401
Santander.....	363	,
Sevilla.....	,	,
Vizcaya.....	,	,
Zaragoza.....	,	,
TOTAL	15.214	11.604
Mes anterior.....	8.350	6.300
TOTAL A LA FECHA.....	23.564	17.904

SECCION OFICIAL

Personal

Ha sido nombrado Profesor de la asignatura de «Siderurgia, Electro-Siderurgia y Metalografía» de la Escuela de Ingenieros de Minas D. Eustaquio Fernández Miranda, y Profesor de la de «Metalurgia general y Preparación Mecánica de las Menas» D. Juan J. Inciarte Córdoba.

Han sido jubilados los Presidentes de Sección del Consejo de Minería D. Antonio Sempau y D. Nicolás Sáinz; los Inspectores generales señores D. Manuel Fernández Figares y D. José Abbad y Boned, y los Ingenieros Jefes de 1.^a clase señores D. Rafael Palacios del Valle y D. Rafael Bautista Sanz.

Con motivo de la jubilación de D. Antonio Sempau han ascendido: a Presidente de Sección, D. Lorenzo Alonso Martínez; a Inspectores generales, D. José Revilla, supernumerario, y D. Pedro Pérez Sánchez; a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Ramón Alonso y Alonso; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Adolfo González Candamo; a Ingeniero 1.^o, don José Isaac y Alemán, supernumerario, y D. Enrique Lacasa Moreno; a Ingeniero 2.^o, D. Manuel Ranz Aulés, e ingresa como Ingeniero 3.^o D. Enrique Cabellos Urreña.

Con motivo de la jubilación de D. Nicolás Sáinz han ascendido: a Presidente de Sección, D. Antonio Marín Lanzos; a Inspector general, D. Luis Reyes Galdós; a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Rafael Martínez Espinar; a Ingenie-

ro Jefe de 2.^a clase, D. Matías Ibrán Cónsul, y reingresa el Ingeniero 1.^o D. Javier Bordiú.

Con motivo de la jubilación de D. Manuel Fernández Figares han ascendido: a Inspector general, D. Cleto Marcelino Rubiera; a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Pío Portilla Piedra; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Manuel Barandica Ampuero, supernumerario, y D. José Elvira Apellániz; a Ingeniero 1.^o, D. Celso Rodríguez Arango; a Ingeniero 2.^o, D. Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa, e ingresan como Ingenieros terceros D. Valentín de Torres Solanot, D. Julio Plazas Proharán y D. Wenceslao del Castillo Gómez, quedando los dos primeros como supernumerarios por no haber solicitado el ingreso.

Con motivo de la jubilación de D. José Abbad y Boned han ascendido: a Inspector general, D. Adolfo de la Rosa; a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Juan Sitges; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Miguel Langreo Contreras, y reingresa el Ingeniero 1.^o D. Darío Arana.

Con motivo de la jubilación de D. Rafael Palacios del Valle han ascendido: a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Antonio M.^a de Irímo; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Juan de la Escosura; a Ingeniero 1.^o, D. José Arango y Arango, supernumerario, y D. Cándido García Álvarez; a Ingeniero 2.^o, D. Diego Templado Martínez, e ingresa como Ingeniero 3.^o D. Severiano Vega de Seoane, así como los señores D. Jesús Garmendia, D. José de la Viña Navarro, D. Juan José Inciarte, D. Luis Peña y Ortiz, D. Francisco Brena Casas, D. Enrique Rubio Sandoval y D. Mariano Herrera Descalzo, que quedan en situación de supernumerarios por no haber solicitado el ingreso.

Con motivo de la jubilación de D. Rafael Bautista Sanz han ascendido: a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Antonio Mauri; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Narciso Mir; a Ingeniero 1.^o, D. Manuel Landecho, y reingresa el Ingeniero 2.^o D. Francisco Fontanals.

Con motivo de la jubilación de D. Fernando Hormaeche han ascendido: a Inspector general, D. Pablo Fábrega; a Ingeniero Jefe de 1.^a clase, D. Pedro Rojas, supernumerario, y D. Benito Suárez Casaprin; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Constantino Alonso; a Ingeniero 1.^o, D. Emilio Corugedo; a Ingeniero 2.^o, D. Eduardo Merello, supernumerario, y D. Juan Rubio de la Torre, e ingresa como Ingeniero 3.^o D. Francisco B. Palomo.

Se destina a la Escuela de Maestros mineros de Huelva al Ingeniero Jefe de 2.^a clase D. Juan Hereza Ortuño.

Se nombra Ingeniero Jefe del Distrito minero de Granada a D. José Murga y Gil.

Han sido destinados los Ingenieros D. Ramón Rey Moreno, al Distrito minero de Santander, y D. Santiago Aréchaga, al de Vizcaya.

Ha reingresado el Ayudante 1.^o D. José Gea Campos.

Ha fallecido el Ingeniero 1.^o D. Luis Hernanz.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de marzo de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de marzo de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Almería	Gádor	Nueva Concepción	Azufre	15	D. Esteban Peñafiel Martínez
Idem	Padules	Virgen de la Misericordia	Hierro	14	» Luis Soria Hernández.
Idem	Idem	Virgen del Mar	Idem	32	Idem.
Idem	Partalao	La Caridad	Idem	76	D. Pedro Pérez Baena.
Idem	Dalías	Virgen de las Nieves	Plomo	50	» Francisco Soria Acted.
Gerona	Porperas, Foncuberta y Serriñá	Carmen	Petróleo	304	D. Ramón Adrober.
Logroño	Alcanadre	Bonita 2. ^a	Sulfato sódico	5	D. Francisco Abeytina.
Lugo	Piedrafita	Aurora	Plomo y cinc	30	D. Marcos Muñoz Samaniego.
Salamanca	Castillejo de Dos Casas	María Engracia	Hierro	100	D. Juan José Rojas.
Idem	Matilla de los Caños	Alfonso	Idem	19	S. A. La Estañera.
Idem	Idem	Conchita	Idem	40	Idem.
Idem	San Pedro Rozados	Josefa 2. ^a	Idem	80	S. A. Minas Río Tormes.
Idem	Idem	Dolores	Idem	198	S. A. Stanigno Minera.
Idem	Idem	Dolores 2. ^a	Idem	157	S. A. Minas Río Tormes.
Idem	Idem	Andrés	Idem	4	S. A. La Estañera.
Idem	Idem	Juanito	Idem	62	Idem.
Idem	Castillejo de Dos Casas	Sabina	Idem	24	D. Antonio Rañada.
Idem	Vezos	Luisa	Idem	49	S. A. La Estañera.
Sta. Cruz Tenerife	Candelaria	Valle de Igozne	Hierro	20	D. Domingo Cues.
Idem	Idem	Galería de los Moranes	Idem	20	» Pablo Padrón.
Idem	Arico y Granadilla	San Bartolomé	Idem	84	» Martín Rodríguez.
Idem	Arico y Jusmia	San Joaquín	Idem	60	» Diego López Freneda.
Idem	Arico	La Luz	Idem	15	» Martín Rodríguez.
Idem	Idem	San José	Idem	35	Idem.
Idem	Idem	La Concepción	Idem	20	D. J. Oramas Díaz Llanos.
Idem	Idem	Chacorcha	Idem	20	» Pedro Rodríguez.
Idem	Candelaria	La Insistencia	Idem	87	» José Oramas.
Idem	Idem	San Pedro	Idem	150	» Cosme Benito de Lugo.
Idem	Garachico	Constanza	Idem	5	» Atilano de la Torre Cáceres
Idem	Idem	Morro Negro	Idem	20	» Anselmo Fariña.
Idem	Güimar	Santo Domingo	Idem	20	» Ricardo García Rodríguez.
Idem	Idem	Cueva Negra	Idem	20	» Servando Hernández.
Idem	Idem	La Tercera	Idem	40	» Pedro Pérez Pérez.
Idem	Icod	La Aneja	Idem	18	» José Díaz Jiménez.
Idem	Idem	11 de Junio	Idem	20	» Domingo de la Rosa.
Idem	La Laguna	María del Carmen	Idem	10	» Abraham Trujillo.
Idem	Los Silos	María Teresa	Idem	20	Idem.
Idem	Idem	Alvaro	Idem	32	D. Nicolás Redecilla.
Idem	Orotava	Carmen	Idem	60	» Pedro Acevedo Juárez.
Idem	Realejo Alto	La Hortelana	Idem	20	» Carlos Mayato Reyes.
Idem	San Juan de la Rambla	Salto de la Vega	Idem	45	» Francisco Vega.
Idem	Santa Ursula	Los Guanibes	Idem	20	» Delmiro Rodríguez.
Idem	Tacorante				
Teruel	Alloza	Barrabasa 2. ^a	Carbón	12	D. Manuel Cañada Bernard.
Idem	Estercuel	Caridad	Idem	94	» Francisco Martín Castaño.
Idem	Estercuel y Gargallo	Pilarica	Idem	218	Idem.
Idem	Armillá	La Inesperada	Plomo	35	D. Ambrosio Antas Rodríguez
Valencia	Chera	La Mutua	Caolín	20	D. Francisco P. Faubel Asensí.
Zaragoza	Puebla de Albornón. Fuentetodos	Portland de Zaragoza, núm. 2	Hierro	139	Sociedad Cementos Portland.
Idem	Calcena	Abandonada	Idem	30	D. Francisco Cano Fernández
Idem	Idem	Idem 2. ^a	Idem	15	Idem.
Idem	Torrelapaja-Bijuesca y Olivás	Santa María de la Paz y Carmen	Carbón	1.000	D. Francisco Mesa Salvadó.
Idem	Aniñón y Villarroya	José y Demetria	Manganeso	138	» Francisco M. Gaspar Arnal.
Idem	Aniñón	Soledad	Idem	29	» Frutos M. Gaspar Arnal.
Idem	Torres Berrellen	La Marquesa	Sal	20	» Angel Esquej Sevilla.

Catastro minero de España.

Se ha practicado la rectificación del catastro minero de las provincias de Almería, Gerona, Logroño, Lugo, Salamanca, Santa Cruz de Tenerife, Teruel, Valencia y Zaragoza.

Se ha practicado la rectificación anual de las provincias de Granada y Málaga.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que proroga por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla. ("Gaceta" del 7.)

Núm. 99.

Ilmo. Sr.: Subsistiendo las razones que motivaron la Real orden de 7 de marzo de 1927, por la que se suspendió el derecho público de registro de minas en determinada zona de la provincia de Sevilla, en la que van a llevarse a cabo investigaciones por cuenta del Estado, relacionadas con la posible existencia del terreno carbonífero útil debajo de formaciones más modernas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo previsto en el apartado segundo de la expresada Real orden, ha tenido a bien disponer:

1.º Que se prorogue por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla, cuya designación consta en aquella Real orden, que apareció inserta con el número 68 en la *Gaceta de Madrid*, número 69, correspondiente al 10 de marzo de 1927; y

2.º Que esta resolución se publique en dicho periódico oficial y se comunique al Jefe del Distrito minero de Sevilla, para su conocimiento e inserción en el *Boletín Oficial* de la provincia.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 5 de marzo de 1929.— *Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que concede a la Sociedad "Ladrillos Salmantinos" los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública, para la adquisición de terrenos con destino a la ampliación de la fábrica que posee en el término municipal de Babilafuente, provincia de Salamanca. ("Gaceta" del 9.)

Real orden que dispone se sigan las mismas normas que para los Ingenieros en la provisión de los destinos de los Cuerpos de Ayudantes de Minas, Celadores de Policía minera y Delineantes de Minas, dependientes de la Dirección general de Minas y Combustibles. ("Gaceta" del 12.)

Núm. 105.

Ilmo. Sr.: El Real decreto ley de 1.º de febrero de 1924 dictó normas que entonces se consideraron convenientes para la provisión de plazas en los distintos Cuerpos de Ingenieros del Estado, y por Real orden de 2 del propio mes y año se hicieron extensivas dichas normas, en cuanto fuese factible, a los demás Cuerpos Auxiliares de Ingenieros dependientes del Ministerio de Fomento, en cuyas normas se fijaba la forma de cubrir las vacantes, indicándose el modelo a que había de ajustarse la petición.

La Real orden de 9 de septiembre de 1927 (*Gaceta* del 13), dictada como complementaria para la aplicación del Real decreto-ley de 15 de agosto del mismo año, dispone que las vacantes en los Cuerpos de Ingenieros dependientes del Ministerio de Fomento se provean previo anuncio en la *Gaceta de Madrid*, señalando un plazo de ocho días para solicitarlas; y en esta misma Real orden se indica el modelo de la papeleta que ha de ser presentada al solicitar en cada caso el cargo vacante.

Teniendo en cuenta que el Real decreto-ley de 1.º de febrero se hizo extensivo al Cuerpo de Auxiliares, y estimándose en igual forma conveniente que la Real orden de 9 de

septiembre de 1927, para cumplimiento del Real decreto-ley de 15 de agosto del mismo año, lo sea a los Cuerpos Auxiliares de Minas, toda vez que en la práctica se ha podido comprobar la eficacia, en bien del servicio, de las vigentes normas para la provisión de los destinos vacantes en el Cuerpo de Ingenieros de Minas,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que en la provisión de los destinos de los Cuerpos de Ayudantes de Minas, Celadores de Policía minera y Delineantes de Minas, dependientes de la Dirección general de Minas y Combustibles, se sigan las mismas normas que para los de Ingenieros, anunciándose en la *Gaceta de Madrid* dichas vacantes, sujetándose al modelo de papeleta reseñado en la *Gaceta* del 13 de septiembre de 1927 para solicitarla, e interviniendo la Junta Calificadora en la misma forma que cuando se trata de Ingenieros subalternos y formándose posteriormente la terna, por orden alfabético, por el Jefe del Servicio a que corresponda la vacante, el que la elevará a esa Dirección general de Minas y Combustibles para la resolución definitiva.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 8 de marzo de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta la contrata de ejecución de los tres sondeos propuestos por el Instituto Geológico y Minero de España, en la cuenca carbonífera de Puertollano, y dispone se efectúen mediante concurso. ("Gaceta" del 23.)

EXPOSICIÓN

Señor: Lo somero de las labores ejecutadas hasta el día en la cuenca carbonífera de Puertollano, que no han pasado de los 250 metros de profundidad, y la consideración de que la cubeta rica de la misma puede alcanzar, aun

admitiendo la existencia de pliegues silurianos en su fondo, un espesor superior a 1.000 metros, lo que permite presumir la existencia de nuevas capas explotables, aconsejan la perforación de tres sondeos dentro de dicha zona, cuyo objeto es comprobar la prolongación en profundidad del yacimiento carbonífero existente en ella.

No es necesario encarecer el gran interés económico y social que ofrece la práctica de esta clase de investigaciones, teniendo presente que está próximo el agotamiento de las capas de carbón hoy reconocidas como explotables en dicha cuenca, y que es inminente la amenaza de paralización de las minas que aun marchan en ella, lo que sería lamentable, aparte del grave perjuicio que representaría para la Economía nacional por la pérdida de una reserva estratégica de la excepcional importancia de la cuenca de Puertollano por su situación geográfica.

Considerando que la ejecución de los trabajos de sondeo, de índole muy delicada, requiere personal y material moderno y especializado que ofrezca positivas garantías, siendo conveniente, por lo tanto, la aplicación del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública, realizándose estos sondeos por contrata, mediante concurso, y no por subasta.

Fundado en las precedentes consideraciones, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de decreto.

Madrid, 22 de marzo de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Rafael Benjumea y Burín.

REAL DECRETO

Núm. 929

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento.

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con arreglo a lo que preceptúa el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911, queda exceptuada de las formalidades de subasta, y se efectuará mediante concurso público, la contrata de ejecución de los tres sondeos mencionados en la correspondiente propuesta del Instituto Geológico y Minero de España, y situados en los puntos que en ella se fijan de la cuenca carbonífera de Puertollano (Ciudad Real).

Artículo 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias y complementarias para el cumplimiento de este Real decreto.

Dado en Palacio a veintidós de marzo de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín.*

Real orden que dispone que durante el mes de abril próximo rijan los precios que se indican para los suministros de plomo en barras y elaborados y para la compra de las diversas clases de plomo viejo. ("Gaceta" del 28.)

Núm. 123.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo de 1928, y a propuesta del Consejo de Administración del expresado Consorcio,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º Que para los suministros de plomo en barra y elaborados que se efectúen durante el próximo mes de abril rijan los precios que a continuación se indican, referidos a la tonelada métrica como unidad:

Precios de venta del plomo en barra de primera.

Para suministros de 50 toneladas o más, 950 pesetas.

Para suministros de 10 toneladas o más, sin llegar a 50, 980 pesetas.

Para suministros de una tonelada o más, sin llegar a 10, 1.010 pesetas.

Precios de venta de barretas de segunda y tercera clase.

Para suministros de cualquier cuantía, salvo existencias:

Barretas de segunda, 800 pesetas.

Barretas de tercera, 700 pesetas.

Precios de venta de los tubos y planchas de dimensiones y formas corrientes.

Para suministros de tubos o de planchas de nueve toneladas o más, 1.240 pesetas.

Para suministros de tubos de dos toneladas o más, sin llegar a nueve, 1.270 pesetas.

Para suministros de planchas de una tonelada o más, sin llegar a nueve, 1.270 pesetas.

Precios de venta de los tubos y planchas de dimensiones y formas especiales.

Los precios citados, referentes a las clases corrientes, se recargarán en:

Cincuenta pesetas para los tubos de diámetro inferior a ocho milímetros o superior a 60 milímetros.

Ochenta pesetas para las planchas de un milímetro de espesor o menos.

Doscientas pesetas para los perfiles especiales, destinados a juntas de claraboyas.

Estos recargos quedarán a beneficio de la entidad fabricante.

Los suministros de tubos y planchas se considerarán como independientes para la aplicación de los precedentes precios.

Precios de venta de los perdigones de clase corriente.

Para suministros de una tonelada o más, 1.310 pesetas.

Para suministros de 100 kilos o más, sin llegar a 1.000, 1.350 pesetas.

Precios de venta de los perdigones especiales, balas y balines.

Los precios consignados, correspondientes a los perdigones de clase corriente, se recargarán en:

Ciento veinte pesetas para los perdigones endurecidos y para las balas y balines.

Doscientas pesetas para los perdigones endurecidos estañados.

Estos recargos quedarán a beneficio de la entidad fabricante.

Ventas al por menor.

Se considerarán como tales las de plomo en barra de primera, en cantidad inferior a una tonelada; las de tubos, en cantidad inferior a dos toneladas; las de planchas, en cantidad inferior a una tonelada, y las de perdigones, en cantidad inferior a 100 kilos. Para estas ventas al por menor se establecerá un aumento de cinco pesetas por cada 100 kilos sobre los precios consignados.

Este aumento quedará a beneficio del vendedor.

2.º Que para la compra de las diversas clases de plomo viejo, exclusivamente reservada al Consorcio, rijan duran-

te el próximo mes de abril los siguientes precios por tonelada métrica:

Clase A, 670 pesetas.

Clase B, 530 pesetas.

Clase C, 455 pesetas.

3.º Los precios de venta del plomo en barra y elaborado se entenderán para mercancía entregada en los depósitos del Consorcio.

Los precios de compra del plomo viejo se entenderán para mercancía puesta por cuenta del vendedor en los depósitos de las fábricas de fundición o elaboración, adheridas al Consorcio, de Barcelona, Bellmunt, Cartagena, Linares, Málaga, Madrid, Peñarroya, Rentería, Sevilla o Valencia.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 27 de marzo de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que aclara las de 2 de noviembre de 1927 y 10 de enero de 1928 respecto a certificaciones para el servicio de pólvoras y demás explosivos y visita de los depósitos.

Ilmo. Sr: Vista la Real orden fecha 2 de noviembre de 1927 estableciendo que para servir los pedidos de pólvoras y demás sustancias explosivas será necesario acompañar una certificación expedida por la Jefatura de Minas del Distrito correspondiente al lugar donde esté instalado el depósito o expendeduría de que se trate, acreditando estar éste autorizado para la recepción de la cantidad de explosivos pedida:

Visto el apartado 3.º de la Real orden de 10 de enero de 1928, que fija en un año el plazo de validez de aquellas certificaciones y prescribe que no es necesario que cada en-

idad acompañe dentro de dicho plazo la certificación más que en el primer pedido:

Resultando que en la aplicación de los preceptos mencionados no ha habido unanimidad de criterio, ya que algunos Gobiernos Civiles exigen que a cada pedido se acompañe una copia de la expresada certificación, mientras que otros sólo la exigen en el primer pedido:

Resultando que han surgido dudas respecto a si el plazo de validez de un año de las susodichas certificaciones ha de computarse a partir de la fecha de su expedición, o se refiere a años naturales, y si transcurrido aquel plazo habrá de proceder a la renovación de los certificados anuales, una nueva visita de los depósitos y expendedurías por el personal de los Distritos mineros correspondientes:

Considerando que respecto al primer extremo de los tres indicados, si bien en algún caso parcial fué criterio de la Superioridad que a cada pedido acompañara una copia de la certificación oportuna, la experiencia ha demostrado que ello no tiene finalidad práctica, pues pudiendo producir retrasos en las expediciones, no se logra con ello la garantía que en ningún caso se rebase la capacidad de almacenamiento de los depósitos o expendedurías, ya que no es bastante para ello conocer la cuantía de los pedidos, sino que sería necesario a las Jefaturas de Minas tener noticias detalladas de las salidas que se efectúen desde los mismos, lo que supondría una complicación para las entidades interesadas, y podría atenuar la responsabilidad que la Real orden de 10 de enero de 1928 antes citada, los adscribe expresamente sobre el particular:

Considerando, respecto al plazo de validez de las certificaciones, que la interpretación lógica de los preceptos vigentes es que sea por un año a contar de la fecha en que fueron expedidas:

Considerando que de la parte expositiva de la repetida Real orden de 10 de enero de 1928, se hacía presente que las

certificaciones expedidas por las Jefaturas de Minas no debían tener carácter indefinido, en atención a que por las visitas de Policía minera anuales que reglamentariamente ha de girar el personal afecto a ellas se podría quizás comprobar, en algunos casos, que los depósitos no se mantienen en las debidas condiciones, de lo cual se deduce que para la renovación de las certificaciones no se hace necesaria una visita especial,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que para la renovación de las certificaciones a que hacen referencia las Reales órdenes de 2 de noviembre de 1927 y 10 de enero de 1928 no será necesario que por la Jefatura de los Distritos mineros se gire previamente visita especial a los depósitos o expendedurías respectivos, debiendo expedir las certificaciones anuales que substituyan a las vencidas sin previo trámite, salvo en los casos en que por las visitas de Policía minera hubieran comprobado que los depósitos o expendedurías no se mantienen en las debidas condiciones.

Dichas visitas se efectuarán una vez al año, cuando menos, y serán con cargo a la consignación prevista en el vigente Presupuesto de este Ministerio para el servicio especial de Policía minera, girándose, no obstante, las que sean posible, aprovechando el personal de los Distritos las salidas que tengan necesidad de efectuar para realizar otros servicios, como son el de demarcaciones, estudios de criaderos, levantamiento de planos de zonas mineras, pruebas de calderas, visitas previas para la autorización de funcionamiento de nuevas instalaciones en minas y fábricas metalúrgicas, policía con cargo a particulares, etc., etc.

2.º Que el plazo de validez de las certificaciones expedidas sea de un año a contar de la fecha de su expedición.

3.º Que no es necesario para cada entidad que dicha certificación acompañe, dentro del año de su vigencia, más

que al primer pedido que se curse, pudiendo servirle los restantes sin acompañar dicho documento ni copia autorizada del mismo.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos procedentes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 27 de marzo de 1929.—El Director general, *Rafael Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

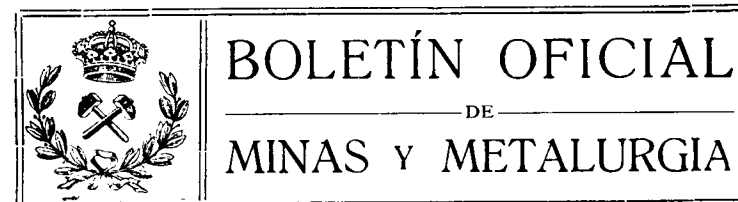
INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales, por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación)</i>	179
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de febrero de 1929.....	228
Producción de combustibles durante los meses de enero y febrero de 1929.....	231
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero y febrero de 1929.....	231
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1929.....	232
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	235
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de marzo de 1929.....	238
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden que prorroga por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla...	241
Real orden que concede a la Sociedad «Ladrillos Salamantinos» los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública, para la adquisición de terrenos con destino a la ampliación de la fábrica que posee en el término municipal de Babila fuente, provincia de Salamanca	242

Páginas

Real orden que dispone se sigan las mismas normas que para los Ingenieros en la provisión de los destinos de los Cuerpos de Ayudantes de Minas, Celadores de Policía minera y Delineantes de Minas, dependientes de la Dirección general de Minas y Combustibles.....	242
Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta la contrata de ejecución de los tres sondeos propuestos por el Instituto Geológico y Minero de España, en la cuenca carbonífera de Puertollano, y dispone se efectúen mediante concurso	243
Real orden que dispone que durante el mes de abril próximo rijan los precios que se indican para los suministros de plomo en barras y elaborados y para la compra de las diversas clases de plomo viejo.....	245
Real orden que aclara las de 2 de noviembre de 1927 y 10 de enero de 1928 respecto a certificaciones para el servicio de pólvoras y demás explosivos y visitas de los depósitos.....	248

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

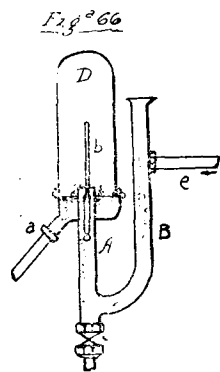
D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

B. MEDICIÓN DE LOS DESTILADOS.—PROBETAS.—Para vigilar la marcha de la destilación es absolutamente necesario saber, por una parte, la producción de los condensadores, porque es un dato importantísimo para deducir si se verifica la destilación y condensación en condiciones normales y con la economía prevista, y por otra parte es necesario ver el color y hacer las pruebas de densidad que juzgue oportunas el jefe de la destilación, tanto para estar seguro de que no ha habido descomposiciones por el calor, cuanto para dar por terminada la destilación de una fracción y comenzar la de la siguiente, aumentando la temperatura de los vapores de arrastre y de la calefacción.

En muchos puntos han usado, y aun emplean como probeta, una sencilla caja de palastro, uno de cuyos lados es de cristal, para ver el color del destilado, y que puede abrirse para tomar muestra del petróleo y poder medir su densidad y conocer sus características organolépticas. Ya hemos indicado estas probetas en las figuras S (F.) (florentines).

Las probetas hoy se construyen con todo cuidado, y describiremos algunos modelos, principiando por las empleadas en destilerías de mediana producción y terminando por las de gran producción, que sólo se diferencian en estar preparadas para pasar una gran cantidad de destilado por hora, pero los fundamentos son iguales que los de las primeras.

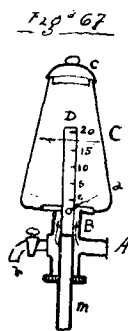


La probeta más sencilla está representada en la figura 66 y consta de un tubo en forma de sifón A-B, que está en el conducto general del destilado, y recibe el líquido por la tubería c, dejándole desbordar por la parte superior de tubo A para que caiga al recipiente d y salga por el tubo h hacia las cajas de distribución.

El recipiente d está cubierto con una campana protectora de cristal D que puede levantarse para colocar un aerómetro y medir la densidad del producto. La llave a sirve para hacer salir una muestra si se considera preciso.

En esta probeta no se tiene a la vista la cantidad de líquido pasado por hora, y hay que calcularla, lo que no es práctico, porque el personal obrero no se detiene a hacer estos cálculos, y hay que disponer los aparatos en forma que pueda leer directamente el número que representa el gasto normal, dejando el cálculo de comprobación para el personal técnico.

Con este fin, Savalle dió la disposición de la probeta de la figura 67, en la que el líquido llega por el tubo A y se eleva por el anillo entre el manguito metálico B y el tubo de vidrio D, entrando en la campana de cristal C y subiendo hasta una altura determinada y en relación constante con el gasto, saliendo por el orificio a, que tiene el tubo de vidrio, y siguiendo por el



tubo metálico hacia la clavera. Como la escala marcada en el tubo de cristal indica el número que corresponde a la producción normal, el obrero no tiene más que ver si coincide el nivel del líquido con el que se le ha dado, o si se encuentra entre los límites que se le han marcado para marcha normal. Este tipo es el general para probetas fundadas en una medida del gasto, según el nivel de salida por un orificio perforado en una pared delgada.

Las variaciones del gasto, siendo constante el orificio, se obtienen por la fórmula de Torricelli:

$$Q = m \cdot S \sqrt{2gh},$$

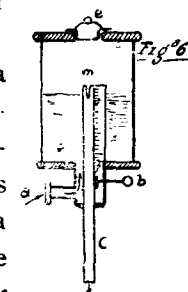
siendo m el coeficiente de contracción y S la sección del orificio.

Para diferentes de salida h, h', h'', sobre el centro del orificio de salida, tendremos diferentes gastos Q; Q'; Q'', y como se verifica para el mismo líquido que la relación:

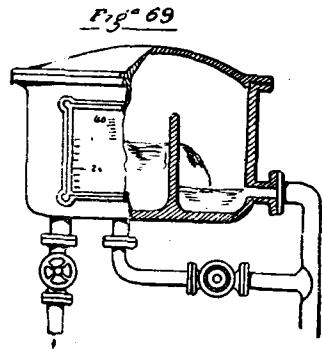
$$\frac{h}{g^2} = \frac{h'}{g'^2} = \frac{h''}{g''^2} = C.$$

es constante, siempre que la temperatura y la viscosidad del líquido lo sean, se pueden determinar los gastos, conocidas las alturas.

Otro aparato muy práctico es la probeta de Mariller, que se representa en la figura 68, y consta, como la anteriormente descrita, de un tubo a, por donde entran los destilados ya condensados y ascienden a la campana de cristal d, pero la salida se hace por desbordamiento por la parte superior m del tubo central, ya por una escotadura triangular o rectangular que se hace en el tubo, ya por un orificio redondo que lleva el mismo (según los modelos). La válvula b permite vaciar la campana y medir el gasto con un cronómetro, y cerrado se deja llenar la campana y se mide el gasto por



desbordamiento, a ver si es el mismo, con lo cual queda comprobado el aparato todas las veces que se considera conveniente, y las dos graduaciones de volumen *t* de nivel se encuentran grabadas sobre el cristal del tubo central,



para que el vigilante pueda comprobarlas. Todas las probetas llevan en la parte superior una tapadera para poder introducir un aerómetro o densímetro y tomar las densidades del destilado y llaves para poder tomar muestra si se considera oportuno.

Para grandes fábricas la probeta Mariller toma la forma representada en la figura 69 y

consta de una caja de hierro colocada con ventanas laterales que llevan marcadas en los vidrios las escalas del gasto.

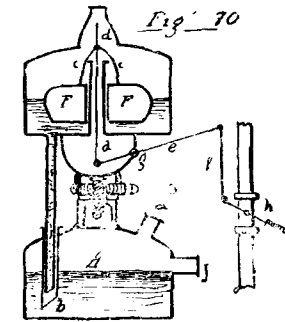
La caja está dividida por un tabique y los petróleos caen por el vertedero *c* al segundo compartimiento *B*, desde donde los toma el tubo *D* para llevarlos a la clavera.

El tubo y llave de paso *H* sirve para medir con el cronómetro el tiempo de desagüe del volumen del primer compartimiento y comprobar el aparato.

C. REGULACIÓN DEL VAPOR.— Uno de los puntos más importantes en el empleo del vapor para los aparatos de destilación y rectificación es poder regular perfecta y precisamente la entrada o admisión del vapor en los serpentines de caldeo y hasta en los aparatos en que se inyecta para auxiliar la destilación, lo que no puede hacerse con un caldeo por hogares donde la regulación del fuego es más difícil y menos precisa.

La regulación del vapor se ha conseguido hacer automática por medio de aparatos de los que vamos a describir el más empleado una vez que la mayor parte de ellos son semejantes, pues todos se fundamentan en el mismo método.

La figura número 70 da un esquema del regulador de Savalle, perfeccionado por varios constructores. Consta de dos recipientes: el inferior *A* comunica por una tubería *a* con uno de los platillos de la columna o con el recipiente o caldera en que se haya de hacer entrar el vapor o esté calentada por él. Este recipiente *A* está lleno hasta el tubo de desbordamiento *j* de agua. El recipiente superior comunica con el inferior por un tubo *B* que entra dentro de otro *b* del recipiente inferior. Un tornillo *D* permite subir o bajar algo el recipiente superior para afinar el aparato al instalarlo.



El recipiente superior lleva un flotador *F* que comunica por la palanca *d* unida al arco *c* fijo al flotador, con una segunda palanca *e*, cuyo eje de giro está en *g*, y que actúa por intermedio de un sistema de palancas con la de válvula de mariposa de la tubería de entrada de vapor.

Cualquier sobrepresión en el recipiente de destilación *d* se comunica al regulador por el tubo *a*, y ante la presión el agua sube por el tubo *B* al recipiente superior y levanta al flotador que actúa sobre la palanca y cierra lo suficiente la llave de entrada de vapor para que disminuya la causa que ha dado origen a la entrada de agua en el recipiente *F*, volviendo todo el sistema al equilibrio y abriéndose la llave de vapor *h* al descender el flotador nuevamente. Una depresión obraría en sentido contrario y bajaría el flotador y se abriría la llave de vapor entrando más en la columna y regulándose de nuevo la presión.

Este regulador puede aplicarse a la admisión de cualquier otro líquido o vapor; por ejemplo, puede actuar sobre la admisión del petróleo bruto, y, por tanto, regula el circuito en el cual se coloque.

Pampe ha sustituido el flotador por un diafragma débil unido a una palanca que actúa sobre el grifo de admisión en forma análoga.

Estos reguladores son de régimen constante. Cuando se desea dar a un regulador régimen variable puede modificarse proveyéndole de distintos orificios para desbordamiento del agua, que se van abriendo conforme la marcha de la destilación avanza, para que, regulándose la altura del líquido en el recipiente inferior, de la cual depende la del superior, el flotador pueda tomar diferentes posiciones, y la válvula de vapor unida a él, diferentes aberturas.

En otros reguladores se varía el régimen por el desplazamiento del recipiente superior, como puede hacerse en el de la figura, actuando sobre el tornillo D.

Para caso de presiones muy débiles se varía la disposición del aparato y se colocan los dos recipientes uno al lado de otro, en vez de estar uno encima del otro, y se puede llegar de esta manera a regular presiones de cinco a seis centímetros de agua.

También se han empleado reguladores como el Champonnois, fundados en el principio de los barómetros metálicos, en los que la variación de la palanca de la válvula estaba accionada por un tubo de acero deformable; pero los más exactos son los del tipo Savalle que hemos reseñado.

D. CORROSIÓN DE LOS APARATOS DE DESTILACIÓN.—Cuando se tratan petróleos con gran proporción en compuestos sulfurados y en azufre, como ocurre con los de Pauhandle, se ha observado que los aparatos de destilación, incluso las torres de destilación y fraccionamiento, sufren corrosiones que destruyen rápidamente los aparatos que, como ocurre con estas columnas, no tienen palastros de mucho grueso por lo difícil que es la construcción en esas condiciones.

Miller ha dado un medio de suprimir esta corrosión, y su procedimiento consiste en el empleo del amoníaco, que se

utiliza mezclado con el petróleo bruto, y otra parte entrando en la circulación de la columna destilatoria, en su base.

La cantidad necesaria de amoníaco es de 10 libras por cada 1.000 barriles.

También hay otros autores, como Finney Young, etc., que preconizan el empleo de carbonato de sodio, el vapor de agua en gran exceso (uno o dos galones de agua por galón de producto condensado), la cal, la sosa, el silicato sódico, el bicromato potásico, el cromato sódico, etc...

La «Amarillo Refining Co» preconiza la destilación completa del agua contenida en el petróleo bruto para eliminar el cloruro de magnesio y evitar todo desprendimiento de ácido clorhídrico.

Finalmente, según H. Schmidt, el empleo de metales especiales no parece haber dado buenos resultados, porque no se ha encontrado una aleación verdaderamente satisfactoria contra la corrosión.

CAPITULO II

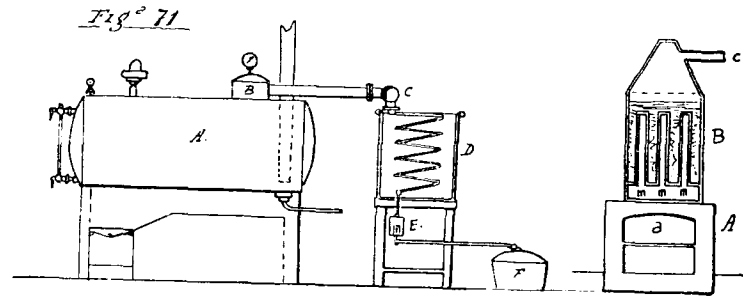
MODO DE VERIFICAR EL TRATAMIENTO

I. **Destilación discontinua o periódica.**—Es un sistema que tiene aun muchos partidarios, sobre todo en América, donde la mayor parte de los fabricantes tienen sus destilerías preparadas para la destilación discontinua, porque, como ya hemos indicado, presenta las ventajas de que las fracciones obtenidas son más puras y mejor definidas.

La instalación general de una destilería para fracciones petrolíferas de un modo discontinuo viene representada en la figura 71, en el caso de ser de producción pequeña, y en la figura 72 cuando su importancia es algo mayor.

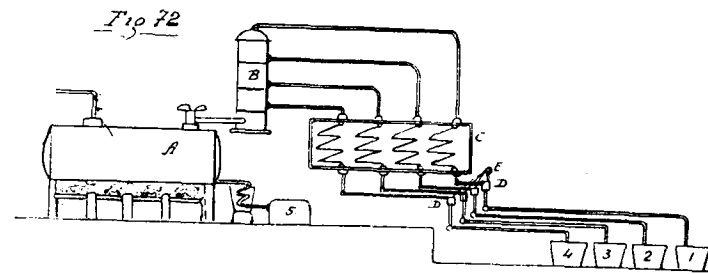
La primera consta de una caldera de cualquiera de los tipos ya descritos en el anterior capítulo, con su deflemador

o colector B, el condensador y la probeta de ensayo E. De ella ya se llevan los petróleos a los distribuidores correspondientes.



En la figura 72 puede verse la caldera A, la columna de fraccionamiento B con las tuberías de las distintas fracciones, que pasan todas al condensador de serpentines C, y de allí a las probetas D.

Antes de llegar a ellas tienen todas las tuberías la conducción para escape de gases hacia el gasómetro, desde donde van al taller de epuración de gasolinas, y más tarde a servir de gases combustibles en las mismas calderas de destilación. De las probetas pasan por el clavelero a los distintos depósitos de fracciones comerciales, de los que el número 1 pertenecería, por ejemplo, a las gasolinas, el 2 a



los petróleos de alumbrado, el 3 al gas Oil, y el 4 a los aceites para lubricación, que tienen que destilarse para separar las diferentes clases.

Los condensadores suelen establecerse de modo que puedan retrogradar la condensación sobre la caldera, o si se desea poder pasar varias veces el producto por el condensador, una de vapores que se dejan pasar porque no son condensables a esa temperatura, y otra de líquidos de densidad mayor y de volatilidad menor; con ese fin se suelen colocar a mayor altura de la caldera para poder hacer volver el producto condensado a la misma por la acción de la gravedad.

a) *Consumo de combustible.*

Aunque se trate de un punto sumamente interesante, no es de muy fácil estudio, porque depende de la composición de los petróleos, y como ésta es muy variable, se comprende que no puede darse una ley general, ni siquiera una serie de datos prácticos, que nada dicen, sin fijar o marcar la composición del petróleo que ha sido tratado.

Pero por no dejar de tocar este punto, vamos a suponer en nuestros cálculos que tratamos una cierta clase de petróleo, cuya composición vamos a fijar, y de ese modo es posible que lleguemos a algún resultado interesante.

Pongamos como ejemplo un buen petróleo bruto de Washington que nos dé un 22 a 23 por 100 de productos ligeros, un 59 a 60 por 100 de petróleo de alumbrado y un 18 por 100 de residuos.

Vendrá a destilar las siguientes fracciones:

Fracciones	Temperaturas	Temperatura media	Proporción
Rigoleno.—Eter.....	50 a 100°	75°	5 por 100
Gasolinas ligeras.....	100 a 130°	115°	5 por 100
Bencina pesada.....	130 a 145°	137°,5	8 por 100
Ligroina.....	145 a 170°	157°,5	5 por 100
Petróleo lampante.....	170 a 225°	197°,5	39 por 100
Petróleo denso.....	225 a 300°	262°,5	20 por 100
Residuo pesado.....	más de 300°	—	18 por 100

Si suponemos que el calor específico medio de estas fracciones de petróleo bruto es de 0,5 y damos como calor latente el de 58 calorías para las fracciones hasta 150 grados aproximadamente, y de 90 calorías para los petróleos de alumbrado hasta 300 grados, podremos llegar a determinar las calorías gastadas en la destilación en la forma siguiente, suponiendo como temperatura de admisión del petróleo bruto la de 10 grados.

La fracción de Rigoleno habrá consumido, para una tonelada de petróleo tratado:

$$50 \text{ kgs.} \times 85 \text{ cal.} + 50 \text{ kgs.} \times 75^\circ \times 0,5 = 6.125$$

y en la misma forma

50 kgs.	× 85 cal.	+ 50 »	× 115°	× 0,5 =	7.125
60 »	× 85 »	+ 80 »	× 137,5	× 0,5 =	12.300
50 »	× 90 »	+ 50 »	× 157,5	× 0,5 =	8.437,50
390 »	× 90 »	+ 390 »	× 195,5	× 0,5 =	73.612,50
200 »	× 90 »	+ 200 »	× 262,5	× 0,5 =	44.250

	151.850,00
mas el residuo absorbe 180 kgs. × 300 × 0,5.....	27.000,00

En total.....	178.850,00
---------------	------------

calorías menos las que llevaba el petróleo a su ingreso en la caldera, que, como lo hemos supuesto a 10 grados, llevaría en sí $1.000 \text{ kgs.} \times 10^\circ \times 0,5 = 5.000$ calorías, que restadas de las anteriores, dan un consumo de calorías para la destilación de *173.850 calorías* en total como gasto teórico, pues no hemos tenido en cuenta gasto alguno de calorías en pérdidas por radiación, ni en calentar la caldera y todos los aparatos de destilación.

En la práctica, cada kilogramo de hulla de 7.500 calorías nos dará a lo sumo un rendimiento del 35 por 100, o lo que es lo mismo, nos suministrará como *máximum* 2.650 calorías absorbidas por el petróleo en su destilación, para lo cual hemos supuesto:

Que los gases salen de la caldera a unos 400 grados, que

es aproximadamente lo que corresponde a estos aparatos de caldeo para una temperatura del petróleo dentro de caldera de unos 350 grados.

La hulla desprende unos 950 a 1.000 grados en el hogar para un peso de aire de 18 kilogramos por un kilogramo de hulla y una marcha de combustión de unos 50 kilogramos por metro cuadrado y hora. Luego el carbón cederá por kilogramo

$$19 \times 0,23 (1.000^\circ - 400^\circ) = 2.650 \text{ cal.}$$

luego para las 173.850 calorías empleadas en la destilación habremos gastado o consumido 65,60 kilogramos de hulla, que viene a ser *un rendimiento de un 6,56 por 100 para una destilación periódica.*

En la práctica el consumo aumenta todavía un poco sobre el indicado, llegando a ser de cerca de un 8 por 100 para estos aparatos en que no existe recuperación de calores perdidos.

Por esa razón es importantísimo en esta industria emplear en los calentadores y en toda clase de operaciones de enfriamiento y caldeo de los líquidos a tratar para aprovechar los calores que encierran.

b) *Procedimiento americano antiguo.*

El aceite bruto se trata primeramente en aparatos de fuego indirecto, de los descritos en la figura 40, y se calientan ligeramente para que a una temperatura de 95 a 100° se comience a verificar la deshidratación final (pues aunque el petróleo se haya deshidratado puede contener alguna cantidad de agua). Se cierra la entrada del vapor en el serpentín y se deja una hora para que se decanten por densidades haciendo subir el agua por la llave de purga del aparato.

Entonces se comienza la verdadera destilación, que unas veces es sencilla, si no se quiere separar más que la gasoli-

na y los demás hidrocarburos, o es fraccionada si se lleva la separación a producir tres fracciones, gasolinas y petróleos ligeros hasta 80° de temperatura de ebullición y 0,670 de densidad:

Bencina bruta.....	de 80 a 150° y
Aceites densos.....	> 150 a 350°

Esta destilación se produce haciendo entrar de nuevo el vapor en el serpentín y elevando la temperatura gradualmente, y si es necesario, inyectando vapor de agua seco en la caldera de destilación.

La primera etapa de la destilación produce la gasolina; la segunda, la bencina bruta. Cuando llegue a un destilado con 0,730 de densidad se para la operación y se retira el residuo del aparato, que es el aceite denso.

Este petróleo denso pasa a un aparato o caldera corriente de fuego directo y se comienza a tratar por el calor, recogiendo en los condensadores las tres fracciones siguientes:

Petróleo ligero.....	150°	.....	0,730 - 0,770
Petróleo lampante....	.....	.....	0,770 - 0,800
Aceite intermedio.....	.....	.....	0,800 - 0,810
Aceites densos.....	300°	.....	0,810 en adelante

y se suspende la operación haciendo salir el residuo, o sea los aceites densos, de la caldera de destilación.

Esta destilación que da origen al petróleo lampante se suele verificar en América por el procedimiento de «cracking» que da más productos ligeros, cuando se quiere obtener gasolina y carburos como base de la operación; pero cuando se quieren obtener aceites de engrase, entonces se destila en la forma que indicaremos al final, pues la manera de efectuar la operación varía algo.

El residuo de la destilación del aceite lampante se trata de nuevo en otra caldera con auxilio del vapor de agua y a fuego desnudo y se llega a un aceite parafinoso o bruto,

que más tarde se fracciona en aceite para gas, aceite para taladros y aceite de engrase para movimientos o corriente, quedando un residuo llamado alquitrán de petróleo.

Finalmente, el alquitrán se descompone destilándole por descomposición pirogenada, en una caldera pequeña, de unos 30 hectolitros de cabida, poco más o menos, de palastro de hierro muy grueso, a temperatura de hasta 650 grados, y se lleva la operación lo más rápidamente posible. Con esta descomposición se obtiene un aceite pesado que se llama «pirogenado», coque y gases incondensables.

Los aparatos de destilación pirogenada necesitan mucho tiempo para limpiarlos y que puedan emplearse otra vez, pudiendo decirse que se precisa tanto tiempo para limpiarlos como para realizar la descomposición del alquitrán. El aparato se corroe y se destruye mucho su fondo al rojo naciente durante la operación, por lo que tiene que ser reemplazado dos o tres veces por año.

Los aceites pirogenados hay que refinarlos con más cuidado que todos los demás productos y, además de parafinarlos, hay que rectificarlos una o dos veces y tratarlos varias, por ácidos para que puedan ser mezclados con los aceites de engrase. Su tratamiento es parecido al de los aceites de pizarras bituminosas.

Cuando se trata de producir aceites para máquinas, el procedimiento a seguir es distinto al cracking y se parte de petróleos que tengan el mayor número posible de hidrocarburos poco volátiles.

En estos petróleos muchas veces no es necesario una destilación para separar la bencina, como en los anteriores se ha efectuado, porque no tienen gran cantidad de esta fracción, y si se les ha separado de bastante cantidad de agua por decantación durante el almacenamiento, tampoco les deshidratan por completo y pasan directamente a la destilación en calderas del tipo corriente, a fuego desnudo, operando del siguiente modo:

Llena la caldera en su 3/4 partes, se enciende el fuego en el hogar y se procura que el caldeo resulte vivo desde el principio hasta que se tiene ya caliente el colector de la caldera, procurando moderarlo una vez en este punto.

Gran parte del agua se ha venido separando del aceite y reuniéndose en la parte inferior de la caldera; pero se vaporiza y pasa al colector, que como aun no está muy caliente se condensa en él y cae en grandes gotas sobre el petróleo caliente, produciéndose un gran ruido que, seguramente, inquieta a toda persona no acostumbrada, y cuyo ruido cesa cuando el colector, ya caliente, no condensa el vapor de agua y le permite el paso al condensador.

Puede muy bien ocurrir en esta primera parte de la operación que el caldeo no haya estado bien conducido y la vaporización de agua sea más rápida de lo necesario, originando una ebullición tumultuosa y arrastrando o proyectando petróleo bruto al condensador. Si esto es así, hay que proceder a apagar el fuego y dejar reposar todo el líquido aproximadamente una hora, siguiendo después el tratamiento encendiendo el hogar de nuevo, ya normalizada la vaporización.

La vigilancia del encargado de la destilación debe ser continua, reconociendo la calidad de los productos y su densidad y dirigiendo la marcha del caldeo y el buen funcionamiento de las válvulas de seguridad, etc....

Se va elevando gradualmente la temperatura y se obtienen los productos de la destilación en distintas proporciones, poca bencina y petróleo lampante, y tras de ellos las clases llamadas aceite solar y aceite de engrase para brocas, máquinas y transmisiones.

Al fin de la operación conviene auxiliarse del vacío, aspirando enérgicamente los vapores hacia el condensador, y cuidar lo más posible la destilación para concentrar lentamente el residuo.

El vapor de agua empleado en la operación debe aumen-

tar de temperatura con la de la destilación hasta llegar a 400 grados cuando la operación se continúa más adelante para obtener aceites de engrases de cilindros para máquinas de vapor a alta presión y recalentado.

El último término de la destilación de los aceites americanos nos da un aceite tan viscoso como los rusos, pero estos últimos no dejan un residuo utilizable para el engrase, dada su proporción en asfalto, mientras en los aceites americanos son las parafinas las que imperan en estas fracciones densas.

c) *Procedimiento primitivo ruso de destilación.*

Una vez deshidratada la nafta o petróleo bruto, en un calentador de vapor por serpentín, a la temperatura de 80 grados, o en un calentador con auxilio de los productos destilados para recuperar el calor perdido, se introduce el aceite en la caldera de destilación calentada a fuego desnudo y se va elevando la temperatura.

El primer destilado que aparece es el de hidrocarburos ligeros que se recoge en un recipiente separado después de condensarlo, y hacia los veinte o veinticinco minutos después de haber comenzado la operación ya no destilan los hidrocarburos ligeros, sino la bencina, que es primer destilado verdaderamente de aspecto aceitoso que se obtiene y que sigue destilando hasta llegar a una densidad de 0,770 a 0,775. Viene a constituir un 2 a 5 por 100 de la nafta bruta.

Se comienza a inyectar vapor seco y continúa la destilación llevando el condensado a otro recipiente, puesto que destilan los petróleos de alumbrado en estos momentos, y se va tomando la densidad, que llegará a 0,830 0,850, correspondiendo a un punto de inflamabilidad de 35°.

Entonces se cubre el fuego y se continúa inyectando vapor durante algún tiempo para seguir destilando los si-

guientes aceites: Aceite solar ligero con inflamabilidad 45° y densidad 0,800 0,840. Aceite de alumbrado con inflamabilidad 50° y densidad 0,840 870, y como residuo un Mazout de densidad de 0,900 a 0,916, que sirve para la preparación de aceites de engrase cuando tiene de densidad 0,908 en adelante.

Entre otros aceites de alumbrado y el Mazout hay un destilado de densidad intermedia que recibe el nombre de aceites intermedios y que tiene poca salida en el mercado, utilizándose sólo mezclado con residuos, como aceite de caldeo, o se le fracciona más tarde en petróleos lampantes, ligeros y gasolinas. La destilación del Mazout, como constituye una segunda destilación o rectificación, se describe en el capítulo correspondiente.

II. Destilación continua.

a) *Aparatos y procedimientos para destilación continua.*

La destilación es continua cuando se opera al mismo tiempo en varias calderas, cada una alimentando a la próxima y comunicando entre sí, cediendo la primera a la segunda los hidrocarburos que ella no puede vaporizar con la cantidad de calor que sus paredes transmiten a su contenido, y así sucesivamente, hasta que el residuo de la destilación, pasando sucesivamente en todas las calderas de la batería, haya abandonado en cada una la fracción de aceite cuya temperatura de destilación corresponde a la de cada aparato. Así la primera caldera recibe la materia prima, y la última el alquitrán, residuo de la penúltima caldera de la batería.

Cada caldera da constantemente el mismo destilado, cuya densidad no debe variar, y la batería se compone de tantas calderas como fracciones diferentes se quieren obtener.

Este sistema, patentado en Inglaterra por Mr. Henderson en 1883, ha sido aplicado después en Rusia por Nobel, con auxilio del vapor, por lo que lo describimos en su párrafo correspondiente, y fué la base de la destilación continua.

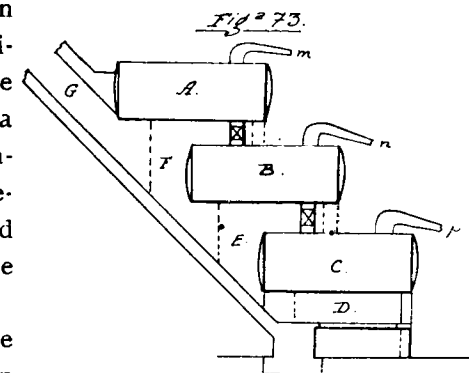
Esta destilación se realiza en las mismas calderas de la discontinua; por consiguiente, todo lo que hemos dicho respecto a éstas en las páginas 131 a 148 es aplicable a este caso. No presenta la instalación más variaciones que en la unión que entre sí tienen las diferentes calderas, que tiene que efectuarse con arreglo a las siguientes bases reconocidas por la práctica:

Cada caldera tiene que situarse algo más baja que la precedente, con el fin de que el tubo de salida de la primera, que tiene que salir cerca del fondo, pueda atravesar líquido a la segunda sin necesidad de emplear bombas de trasvase.

Todos los tubos de alimentación deben estar unidos por un colector general provistos de llaves de paso para poder poner fuera de circuito una caldera cualquiera en caso de avería.

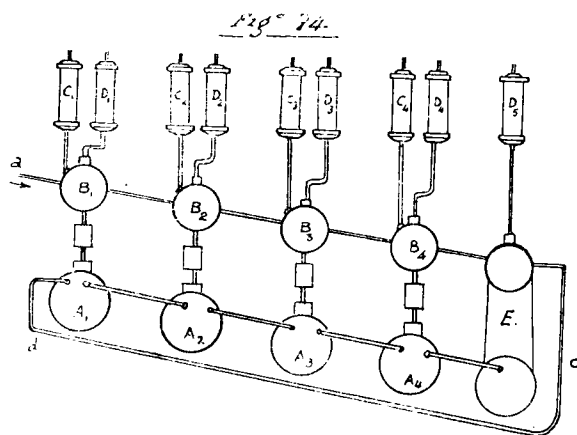
Aunque todas las calderas puedan estar instaladas en el mismo macizo de mampostería, es preferible colocarlas separadas con el fin de que las operaciones de limpia y reparaciones sean más fáciles, y al propio tiempo, para que exista menos peligro de incendio, se suele dejar un espacio franco entre las mamposterías de unas y otras.

El número de calderas mínimo es de tres, y generalmente se emplean cinco para las fracciones comerciales que se producen en Rusia.



El caldeo de todas ellas se suele efectuar directamente, lo mismo que para las de destilación discontinua, pues como ya hemos dicho, el caldeo indirecto suele emplearse muy poco en la primera destilación y solamente se emplea para petróleos muy ligeros y en la rectificación o segunda destilación.

Aparato de See.—Esta instalación, que se ha efectuado la primera vez en la fábrica de Abadán (Persia), consta de cuatro calderas escalonadas para tratar fracciones de petróleo bruto A_1 , A_2 , A_3 y A_4 que llevan sus respectivos condensadores, uno para cada caldera (Fig. 74). Los vapores



a la salida de los primeros condensadores, que no son otra cosa sino unos deflemadores para devolver a la caldera los hidrocarburos más densos que los que deben tratarse en ellos, van a pasar por calentadores B_1, B_2, B_3 y B_4 , en los que calientan a los petróleos brutos que entran por a , y después de pasar por todos ellos van a la caldera A_1 por la tubería $c-d$. Después de pasar por los calentadores los vapores van a los condensadores C_1 a C_4 , donde se condensan y pasan las distintas fracciones a los depósitos correspondientes.

En los calentadores volatilizan los petróleos brutos una

cantidad de petróleos ligeros y recogidos pasan a los condensadores D_1 a D_4 y también a los depósitos de las fracciones ligeras. El aparato E es un calentador que utiliza como combustible el calor perdido de los residuos que salen de la última caldera A_4 , y el cual también atraviesan los petróleos brutos para calentarse antes de ir a la caldera A_1 , y análogamente a los demás calentadores, tiene su condensador D_5 para los productos ligeros que pierden los petróleos que pasan por él.

El paso de una caldera a la otra lo hacen los productos por la acción de la gravedad, o por bomba si no hay suficiente desnivel.

Aparato de Allen Masson.—Entre los aparatos especiales que se han propuesto para la destilación continua figura el de Allen Masson, que no emplea calderas sino unos tubos cilíndricos de pequeño diámetro parecidos a los hervidores de las calderas de vapor, que están situados unos encima de los otros en forma de cascada, como indica la figura 73, por la que se ve que en este aparato esquematizado en el dibujo la instalación está efectuada en el mismo macizo de mampostería, porque en un mismo hogar es donde se caldean todos los tubos comenzando por el que destila el producto más denso, que está situado más cerca del foco calorífico.

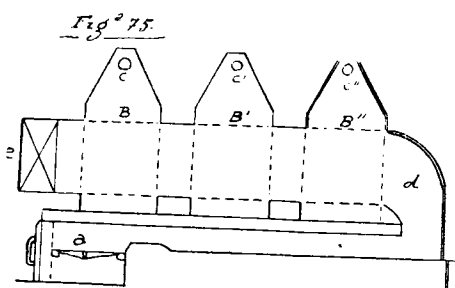
Los petróleos entran, pues, en la batería por el elemento superiormente colocado A , y van descendiendo a los B y C por los tubos de comunicación correspondientes, provistos de sus llaves para hacer pasar de unas a otras los líquidos en la cantidad que convenga.

Los productos ligeros saldrán por la tubería superior m , y las demás fracciones en orden ascendente en densidad por n y p

Procedimiento y aparato de Fischer.

La base de todo método de destilación consiste en presentar el petróleo a la acción del calor, no en grandes masas, como ocurre en todas las calderas hasta ahora descritas, sino en pequeños recipientes que tengan mucha superficie y poco grueso, puesto que ya hemos indicado que la destilación se activa aumentando la superficie de evaporación del líquido en tratamiento.

A ese fin, Fischer hizo uso de unas cajas rectangulares de chapa de hierro B, B', B'', puestas en batería y atravesadas por un gran tubo de caldeo, cuya sección dentro de



las cajas toma un aspecto almenado o dentado *m - m - m*. Esas almenas, formadas por tabiques huecos que se introducen verticalmente en la caja, y, por tanto, entre el petróleo, dividen el

líquido y caldean más rápidamente la masa.

El foco calorífico lo forma un hogar *a* con su tubo de gases *b* que está situado por debajo de la batería y que comunica por el codo *d* con el tubo general de caldeo de todos los recipientes, y más tarde por *e* con la chimenea. (Fig. 75.)

Cada caja tiene su colector tronco-piramidal con su tubería *c - c' - c''* de salida de productos a los condensadores. Las cajas B, B' y B'' están convenientemente comunicadas para que los destilados sean fracciones que vayan creciendo en densidad conforme se aproximan al foco calorífico.

Este aparato no ha sido muy usado industrialmente, porque aunque divide la masa líquida, su construcción es más difícil y costosa que la de cualquier otra caldera, y

como se ha conseguido activar la destilación con el vapor de agua y puede aplicarse en cualquier caldera, ha sido adoptado casi generalmente.

Aparato de Perrier.

Este procedimiento, que es muy antiguo y fué uno de los primeros empleados en Autun, para el aceite de pizarras (patente en 1899), utiliza para la destilación una columna rectificadora análoga a las que se emplean para los alcoholes.

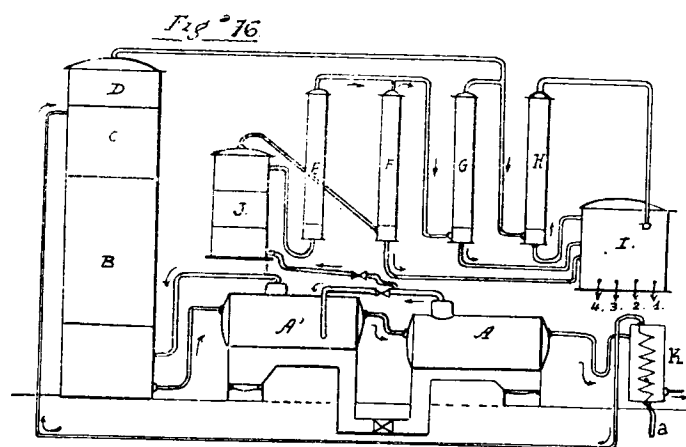
Consta el aparato de dos calderas, A y A', en cascada, y de la columna rectificadora de platillos a bujueo, B, C, D. Los petróleos brutos entran por la tubería *a* al calentador K, en el que adquieren cierta temperatura y pasa a la parte alta de la columna rectificadora a servir de líquido rectificador; penetran, pues, por el platillo superior del tramo C y van descendiendo y calentándose al propio tiempo, perdiendo hidrocarburos ligeros que se vaporizan y van a parar al final de la columna D, y de allí a los condensadores homotermos G y H. En H se recogerán los gases incondensables que pasan al refrigerador y distribuidor I para llevarse los gasómetros y condensadas las sustancias ligeras y éteres que pasan por la tubería 2 a los depósitos. (Fig. 76.)

En G se condensan fracciones más pesadas, que van también a la caja distribuidora, y por la tubería 3 a sus recipientes.

Los destilados procedentes de la parte de columna B, que son vapores algo más densos, pasan al segundo grupo de condensadores homotermos E y F, en los que se condensan también las dos fracciones, una que pasa desde F al distribuidor y refrigerador, y por la tubería 4 a los recipientes, y otra que se condensa en E pasa a servir de líquido rectificador a la columna J.

Los petróleos brutos, después de pasar por la columna B, C, D, van a la primera caldera A', y los residuos de ésta a la A, que ya no utiliza sus residuos en esta operación, y los envía al calentador K para perder su calor y al depósito de residuos.

Los vapores producidos en A' pasan a la columna B, C, D, a separarse en las fracciones de que ya hemos hablado, actuando sobre los petróleos brutos, y los productos de la caldera A pasan a la columna J para dividirse y seguir la marcha hacia la condensación. Esta tubería de unión con J

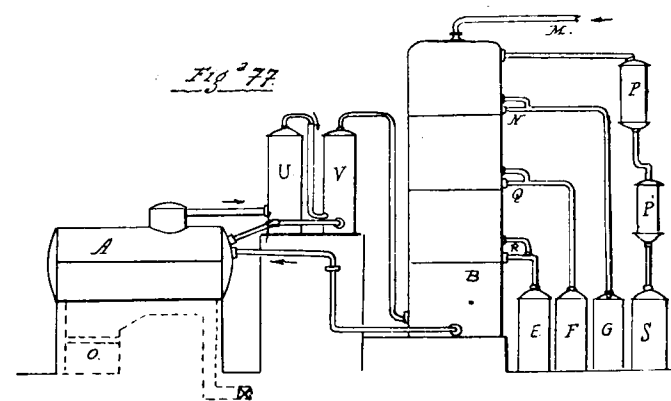


también tiene una unión con A', cerrada con una llave de paso para caso de avería en una de las calderas.

El procedimiento de M. Guillaume, patentado en 1910, también emplea la columna destilatoria análogamente al descrito más arriba, y sólo difiere en que separa la columna en cinco fracciones distintas, que hace pasar a otras cinco columnas de epuración que, como producto de cabeza, dan la serie de fracciones cada vez más densas, ya en estado de pureza comercial.

Procedimiento de Schuchow.

Es un procedimiento muy original, que consiste en vaporizar el petróleo en una caldera calentada por el hogar O (véase esquema núm. 77), y hacer pasar la corriente de vapores de petróleo por una columna refrigerante, en la cual están instalados tantos recipientes o compartimientos distintos como fracciones diferentes se desean obtener. Esta columna B, en el esquema dividida en cuatro compartimientos, está colocada verticalmente para que los vapores penetren por la parte inferior y vayan elevándose por la columna refrigerante. A medida que se van elevando se



van enfriando, porque chocan con tabiques horizontales agujereados, que se van oponiendo a su marcha dentro de cada compartimiento o piso y van perdiendo su fuerza ascensional, y se condensan finalmente dentro del compartimiento o piso correspondiente a su temperatura de vaporización y a su densidad. Los vapores más ligeros que tienen más fuerza ascensional siguen elevándose a los pisos o recipientes superiores, y a su vez van condensándose cuando llegan a enfriarse para alcanzar su temperatura de vaporización.

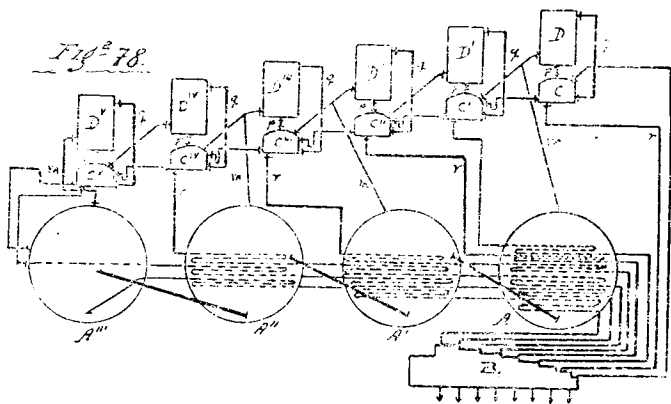
Claro es que irán depositándose por orden de densida-

des, y los más pesados estarán en los pisos inferiores y saldrán por R a los depósitos E.

Los medianos por Q saldrán a sus recipientes F, y los más ligeros irán por N al recipiente G.

Generalmente, como la temperatura a que salen los vapores de petróleo de la caldera A es muy elevada, no puede unirse directamente la caldera con la torre de refrigeración condensadora B, y se ponen entre ambas otras pequeñas torres refrigerantes de unos dos metros de altura y unos 60 centímetros de diámetro para que condensen los productos pesados y vuelvan éstos a la caldera.

El número de estas torres, U, V, depende de la tempe-

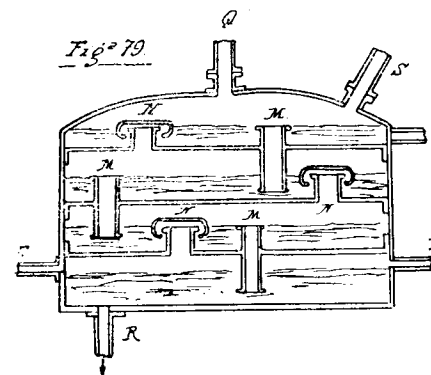


ratura de salida de los vapores de la caldera. Estas torres están formadas por un cilindro de palastro, dentro del cual hay horizontalmente colocadas chapas delgadas agujereadas.

La condensación de los vapores en la columna refrigerante pone en libertad gran número de calorías, que para aprovecharlas se las emplea en calentar el aceite bruto que se lleva a la caldera, el cual, desde su depósito, se inyecta en una tubería M, y viene a entrar en la torre refrigerante siguiendo un camino opuesto al de los vapores de petróleo, o sea de arriba abajo. De ese modo, al comenzar a calen-

tarse las fracciones ligeras, se vaporizan y se van destilando, retirándose por orden de densidades, pero partiendo ahora de los más ligeros a los más pesados, conforme vamos acercándonos a la caldera, donde penetran las fracciones más pesadas para vaporizarse y pasar de nuevo a la torre de refrigeración en orden ascendente.

Si los petróleos contienen hidrocarburos muy volátiles, conviene colocar después de la torre refrigerante uno o varios condensadores P y P', que condensen hasta el límite todas las fracciones de bajo punto de ebullición y las envíen a los depósitos correspondientes S.



Por este procedimiento se pueden separar las series de hidrocarburos formando una verdadera escala de productos, que es muy conveniente para la fabricación de engrases.

Procedimiento de Bashet.

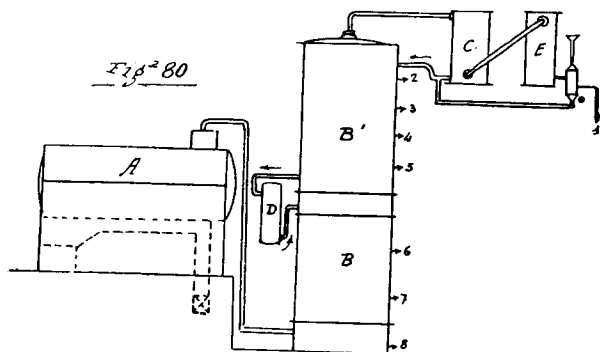
Fué patentado en Francia en 1902, y hace uso para la destilación continua de los petróleos de una columna que elimina las gasolinas, que son clasificadas en los diferentes platillos de concentración que forman el aparato. Después de separados estos productos quedan los petróleos más densos, para ser tratados en columnas semejantes, para ir separando los productos lampantes y, finalmente, marcha a una caldera donde se vaporizan los petróleos densos de alumbrado.

La aplicación de la columna destilatoria a los petróleos se verifica en la forma que muestra la figura 80.

Una caldera cualquiera, ya de fuego por hogar o serpentín de vapor, calienta ligeramente el petróleo para que penetre vaporizado en la columna B, B'. Se coloca un condensador especial D, que suministra a los platillos inferiores de la columna una retrogradación enfriada para que favorezca la epuración de los vapores.

En la cabeza de la columna se obtienen el éter de petróleo y gasolina ligera, que pasando por los condensadores C y E salen en condiciones de almacenamiento por 1. Los productos algo más densos, condensados en C y E, van a parar a la columna y de nuevo son tratados.

Los platillos inferiores B' dan por pasteurización los



productos de gasolinas y bencinas que se extraen por 2 - 3 y 4, hasta de densidad de 720. Finalmente, la columna superior produce en 5 un petróleo lampante, ligero, que está epurado en gasolinas.

Si se realiza el trabajo de un modo discontinuo, que comienza por extraer las gasolinas y conforme va progresando la operación se obtienen esos productos ligeros que se van agotando. Cuando comienzan a destilar los petróleos lampantes no hay ya hidrocarburos ligeros para que puedan destilar las gasolinas y se van extrayendo los petróleos más densos conforme se eleva la temperatura hasta llegar a 340 ó 350 grados, en que ya se vacían los residuos.

La columna puede recibir otros condensadores especiales intermedios, dependiendo de la clase de productos que se desean, o bien disponer platillos de refrigeración que mantengan cada piso a la temperatura que convenga.

Cuando el trabajo es continuo, como los petróleos presentan una gran separación de puntos de ebullición, entre 10 y 300 grados, en una misma columna tiene que haber una caída o diferencia de temperatura importante entre la cabeza y la base del aparato.

El trabajo continuo aumenta el rendimiento en petróleo de alumbrado, porque en caso de trabajo discontinuo la fase de productos volátiles se prolonga y, en cambio, en cuanto comienza la de petróleos lampantes, comienzan o destilan productos pesados; pero en marcha continua no ocurre así, porque los petróleos del alumbrado no son arrastrados por productos volátiles, sino que sufren retrogradación desde el principio, y se detiene durante la fase de petróleos lampantes los productos pesados obligando por pasteurización las gasolinas a desprenderse.

Cuando son totalmente continuas las columnas, las diferentes llaves dan siempre los mismos productos y la columna queda regulada de una vez para siempre, siendo automático el funcionamiento.

Procedimiento Desmarais Frères.

Tiene como ventaja efectuar una destilación continua y una rectificación de tal manera que se introduce en el aparato un petróleo bruto y se recogen productos rectificados que pueden estar directamente vendidos al consumidor.

La segunda ventaja es que el procedimiento es económico, pues aprovecha en lo posible los calores perdidos.

El aparato que está reseñado en el esquema número 78 consta de una serie de calderas de destilación A, A', A'', cuyo número depende de la clase de productos destilados

que se quiere producir y con el solo límite de que el número de calderas tiene que ser menor que el de fracciones de petróleo bruto que hayan de producirse.

Las calderas se calientan primeramente por la corriente gaseosa caliente que se escapa de las columnas de rectificación, y si la temperatura de la caldera debe ser mayor que la que puede suministrarle este caldeo, tiene además hogares suplementarios exteriores que le prestan las calorías necesarias. Como es natural, cada caldera en marcha continua destilará aquellos productos que corresponden a la temperatura a que está sometida.

La operación, pues, comenzando por la caldera A, ésta destilará productos ligeros, será la que esté a menor temperatura y verterá en la caldera A' por el tubo *a* todos los residuos no destilables a su temperatura. La A' estará a mayor temperatura, destilará otra fracción de punto de ebullición más alto y enviará los residuos líquidos no destilables en ella a la caldera A'' por el tubo *a'*, y así sucesivamente.

La calefacción interior de las calderas está indicada por los serpentines que dentro de ellas se figuran.

A cada caldera corresponde por lo menos un aparato condensador rectificador, que está constituido por una pequeña columna de barbotaje rectificadora, y por un condensador de haz tubular, que puede ser refrigerado por aire o por agua conforme a las temperaturas de los vapores que a él se envían.

Los vapores procedentes de una caldera cualquiera A' pasan por la tubería *m* al condensador refrigerante D, juntamente con los productos no condensados en el rectificador anterior, que suben por el tubo *n* los líquidos de la condensación en D, pasan por el tubo directo *p* a la parte superior del rectificador C, y se encuentran con los vapores no condensados en C, que por la tubería *q* que han ido a penetrar en este mismo rectificador por su fondo, originando-

se un barboteamiento producido por esa corriente de vapores ascensional, que choca con el líquido condensado que desciende, produciendo la rectificación del producto. El destilado final, ya rectificado, se reúne en la parte inferior del rectificador C y pasa por el tubo *r* a calentar las calderas y, finalmente, a los refrigerantes B, que los enfrían, dejándolos a temperatura suficiente para que se puedan depositar en los recipientes y almacenarlos.

Los productos que no se han condensado en los rectificadores pasan por la tubería *n* a los condensadores de serie más ligera, mientras que los productos condensados fácilmente en las primeras pasadas pasan al rectificado siguiente de productos más pesados, quedando tan sólo en el rectificador para pasar por el tubo *r* a los depósitos aquellos hidrocarburos que representan verdaderamente la fracción correspondiente a ese rectificador.

El tipo de rectificador se puede ver en corte en el esquema núm. 79, y está formado por un recipiente metálico que está horizontalmente dividido en varios compartimientos por tabiques superpuestos.

Estos tabiques están atravesados por tubos M, para que pasen los líquidos condensados de los compartimientos superiores a los inferiores, y otros N, para que circulen por ellos los gases y vapores que penetran por la tubería inferior P.

Los líquidos penetran del condensador Q, saliendo los rectificados por R y por S los no condensados.

Por la tubería T pasan los más densos al rectificador posterior de la serie y por W se reciben los del anterior.

En el último elemento de la serie envía por el tubo *w* los vapores no condensados a un condensador especial que da un producto suplementario, o a un gasómetro si se quiere emplear mezclados con gas para combustible.

b) *Calor necesario para realizar la destilación continua con recuperación de calores perdidos.*

Ya hemos indicado, cuando tratamos de la destilación periódica, la cantidad de calorías que eran necesarias para realizar la operación de destilación fraccionada de un petróleo supuesto, y cuya composición sentamos como base para el cálculo.

Vamos ahora, partiendo de esa misma composición, a tratarlo por destilación continua, y recuperando los calores perdidos de los destilados para realizar una comparación, aunque sólo sea aproximada, del ahorro de calor que esto puede representarnos.

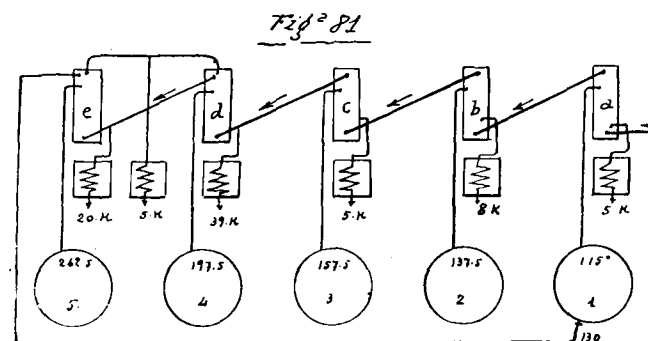
Si comenzamos por suponer que hemos de obtener las mismas fracciones, y sentamos como base, según ya se ha dicho, que como los vapores tienen una temperatura menor que la de los líquidos que los producen, que esta diferencia pueda ser unos 25° centígrados, tendremos las siguientes temperaturas para vapores y líquidos en un sistema de seis calderas, que cada una trate una fracción de las que hemos de obtener:

FRACCIONES	VAPORES	LÍQUIDOS
Calderas de destilación	Temperatura	Temperatura
Núm. 1. Rigoleno.....	75°	100°
Núm. 2. Gasolina.....	115°	140°
Núm. 3. Bencina pesada...	137,5	170°
Núm. 4. Ligroina.....	157,5	190°
Núm. 5. Petróleo lampante .	197,5	230°
Núm. 6. Petróleo denso.....	262,5	300°

Si no recuperamos calores perdidos, la cantidad de calorías gastadas en la operación son las que indicamos para el caso de la destilación periódica, o sean 137.850 por tonelada de petróleo bruto.

Si con los productos de la destilación vamos calentando el petróleo bruto, cuando entre en la primera caldera no tendremos que gastar en elevar su temperatura de 10°, que es la consideración inicial hasta los necesarios para la destilación de las sustancias ligeras.

Podemos, pues, hacer un primer ahorro, calentando el petróleo, con lo cual lo deshidrataremos y vaporizaremos la primera fracción, o sea el rigoleno o éter de petróleo.



Podremos, pues, suprimir la primera caldera que había de marchar a 100° y comenzaremos el tratamiento por la segunda en la forma que indica el esquema núm. 81.

En él vemos cinco calderas, que marcharán teóricamente con vapores a 115°, 137,5°, 157,5°, 197,5° y 262°. Los productos de cada caldera pasarán por los condensadores sucesivos a, b, c, d, e, calentando el petróleo bruto que entra en a y pasará sucesivamente hasta e, donde se habrá calentado hasta cerca de 130°, entrando en la caldera 1 a esa temperatura; luego habremos ahorrado la cantidad de calor representada por

$$1.000 \text{ kgs.} \times 0,5 (130^\circ - 10^\circ) = 60.000 \text{ calorías;}$$

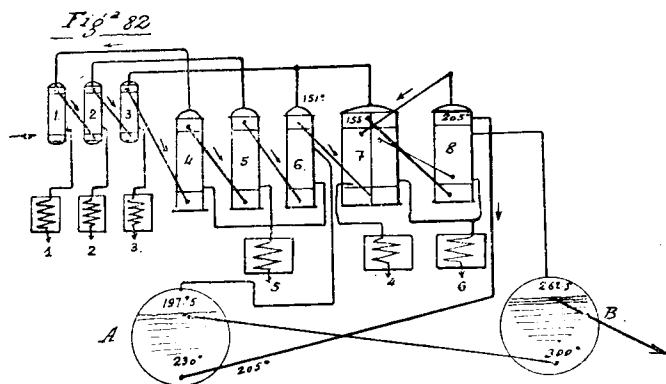
además, al pasar por los calentadores *d* y *e*, donde ya está el petróleo bruto a temperatura próxima a 100°, se habrán vaporizado las esencias ligeras (rigoleno y éter), que las suponíamos en 50 kilogramos; luego habremos ganado en esa vaporización.

$$50 \text{ kgs.} \times 85 \text{ calorías} = 4.250 \text{ calorías,}$$

que sumadas a las anteriores nos producen un total de ahorro de 64.250 calorías, por lo que el consumo habrá quedado reducido a

$$137.850 - 64.250 = 109.600 \text{ calorías.}$$

Pero este ahorro no es todo lo que podemos aprovechar, porque los productos obtenidos tienen una mayor cantidad



de calor absorbido, y lo mismo que hemos elevado la temperatura del petróleo bruto a 130° podemos aún, al menos teóricamente, aumentar la recuperación.

Por lo pronto, solamente con el caldeo de los petróleos brutos a 130° hemos conseguido reducir el gasto de combustible a 41,13 por 100.

Si para aprovechar los calores perdidos en su mayor cantidad posible hiciésemos uso de una instalación hipotética como la que indicamos en la figura 82, habríamos sustituido tres calderas más por igualadores de temperatura o calentadores por serpentín, y el petróleo bruto penetraría

en la caldera a temperatura muy próxima a los 205 grados, con lo que habríamos destilado en los calentadores todas las gasolinas y bencinas, y sólo tendríamos que emplear calor para destilar los petróleos lampantes en las calderas A y B calentadas a 230° y 300°.

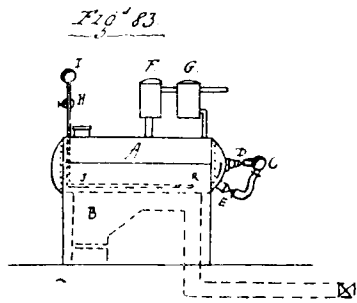
Con esa disposición comenzaría por calentar el petróleo bruto en el calentador 1 a 29°, desde 10° a que entra, y habríamos recuperado $19 \times 0,5 \times 1.000$ calorías en ella = 4.500 calorías, quedando el petróleo ligero que nos ha servido de caldeo a 20°, desde 100° a que está destilado. La gasolina destilada la aprovechamos 11° o sean 5.500° calorías, quedando la gasolina condensada a 31°. En la misma forma recuperamos en el aparato 320° o sean 9.600 calorías; gracias a la disposición de los tres calentadores 4, 5 y 6 podemos elevar al petróleo bruto a 151° de temperatura, con los petróleos lampantes que salen destilados de la caldera *a*, y aprovechamos, pues, 101° que nos equivalen a 50.700 calorías, y en la misma forma con la ligroína destilada en el calentador 7 recuperamos tres grados elevando el petróleo a 155°, que equivalen a 1.600 calorías, y finalmente, en el igualador número 8 lo elevamos a 205°, ganando 50°, que equivalen a 25.000 calorías. La recuperación en esta forma ha llegado a darnos 96.900 calorías para 1.000 kilogramos de petróleo bruto.

Esta cantidad de calor nos representa un consumo de combustible de 29,04 kilogramos por tonelada, o sea un 2,90 por 100, que no es nada exagerado, para la operación de la destilación,

En el siguiente cuadro damos una idea de las temperaturas de los líquidos, a la entrada y a la salida, y calorías ganadas en la operación.

Temperaturas del destilado		Temperaturas del petróleo		Calorías recuperadas
Entrada	Salida	Entrada	Salida	
100°	20°	10°	19°	$9 \times 0,5 \times 1.000$
140°	31°	19°	30°	$11 \times 0,5 \times 1.000$
170°	50°	30°	50°	$20 \times 0,5 \times 1.000$
230°	100°	150°	151°	$101 \times 0,5 \times 1.000$
190°	158°	151°	155°	$3,2 \times 0,5 \times 1.000$
300°	175°	155°	205°	$50 \times 0,5 \times 1.000$
TOTAL CALORÍAS....				96.900

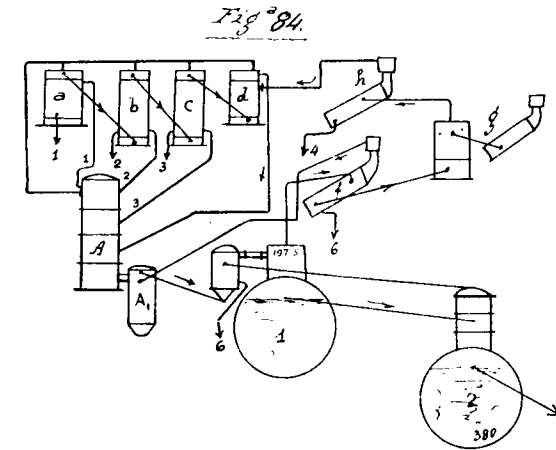
Ahora bien, esta disposición (fig. 82) es completamente hipotética y en la práctica presentaría muchas desventajas, porque están tan exactamente calculadas las temperaturas de los líquidos que al menor descuido y con pequeña variación quedaría desequilibrado todo el sistema y no se obtendrían los destilados de las fracciones deseadas. Llevaría a una complicación de instalación muy grande, con grandes superficies de caldeo y enfriamiento y mucha radiación. Por consiguiente, no se ha llegado en la práctica a esa recuperación, que podemos suponer *como límite*; pero puede muy bien servirnos como ejemplo de lo que es posible hacer con una buena organización de trabajo que ahorre toda causa de pérdida de calor.



El empleo de los vapores de petróleo en el caldeo de los petróleos brutos no ha dado buenos resultados, porque la diferencia de temperatura que tienen los vapores de petróleo con los líquidos de que proceden, ya hemos dicho que es bastante considerable (en el

ejemplo la hemos puesto de 25 a 30 grados), y debido a ello no se pueden emplear aparatos de efectos múltiples que son los que mejor aprovechan el calor latente de los cuerpos líquidos y gaseosos.

Para el caldeo en los aparatos de serpentines es mucho mejor emplear el vapor de agua, como ya hemos indicado al hablar de ellos, y en su virtud, se ha observado que es mucho mejor emplear el calor latente de los petróleos o destilados densos en calentar agua, y ésta a su vez sirve para emplearla como medio de calefacción; así, pues, mejor que la disposición que antes hemos presentado en la figura 82, para el caso de nuestro ejemplo, sería emplear la



de la figura 84, de la cual vamos a ocuparnos para poner de relieve la diferencia que existe empleando en todo lo que sea posible el agua para recuperar el calor de los destilados, porque la regulación de las instalaciones es más sencilla y el equilibrio se consigue más fácilmente.

Principiemos por tratar los petróleos brutos en una columna destilatoria A, que separa del petróleo las gasolinas y bencinas ligeras y divide en las fracciones 1, 2 y 3, que pasan a condensarse en los calentadores condensadores a,

b y c. En estos calentadores se eleva la temperatura del petróleo bruto que entra por a y pasa, sucesivamente, por b y c y luego a d, donde se condensan los vapores de ligroina que terminan de elevar su temperatura, y la parte más volátil del petróleo bruto pasa a la columna A para fraccionarse.

La columna A está servida por el vaporizador A₁ que le envía los productos ligeros y hace pasar los densos a través del vaporizador e a la caldera número 1 y más tarde a la número 2. La fracción más densa de petróleos de alumbrado pasa a condensarse al condensador e, calentando al petróleo bruto antes de entrar en la caldera número 1 y después van a los depósitos de destilado.

Los petróleos de alumbrado menos densos pasan a la serie de evaporadores f, g y h para calentar agua y producir vapor, y se recogen las fracciones 5 en el vaporizador f y 4 después de la serie de vaporizadores en el calentador h.

Vamos a calcular en este aparato la recuperación de calorías que puede existir.

Ya expusimos en la destilación discontinua que para destilar las fracciones 1, 2 y 3 eran precisas las siguientes calorías:

1.....	6.125	.....	para 50 kgs.
2.....	7.125	.....	» 50 »
3.....	12.300	.....	» 80 »

Además de las que restan en el petróleo bruto pesado que entra en la caldera, que son:

$$(1.000 - 180) 0,5 \times 175 = 171.750.$$

Luego en la vaporización de las sustancias ligeras y caldeo de ese petróleo que resta se habrán consumido 97.300 calorías.

Esas calorías han sido cedidas por los vapores de destilado que han calentado el petróleo bruto hasta 120 grados,

lo que equivale a haberle cedido 60.000 calorías y que han suministrado el resto, porque en esa operación de destilación de sustancias ligeras no hemos supuesto otros métodos de caldeo que los calores perdidos.

Luego entre los condensadores a, b y c y las calorías servidas por d, que proceden de los 50 kilogramos de ligroina que sale del evaporador H, tenemos producidas las 60.000 calorías necesarias para calentar el petróleo bruto hasta 120 grados.

Los 50 kilogramos de ligroina que se condensan en d, suponiendo que entran a 147 grados y salen a 135 grados habrán podido suministrar

$$4.800 \text{ calorías.}$$

mientras que los condensadores a, b y c habrán suministrado

$$60.000 - 4.800 = 55.200 \text{ calorías.}$$

El resto hace 97.300, lo habrá dado el vaporizador A₁ por los petróleos de alumbrado que se condensan en f y calienten el agua, formando el vapor necesario para el vaporizador A₁.

Pero aun pasan 20 kilogramos de petróleos pesados al vaporizador y le ceden unas 20.200 calorías y que queda un excedente de calor en el condensador g, que representa unos 47 a 48 kilogramos de petróleos lampantes calentando vapor hasta 160 grados y recuperando unas 5.200 calorías.

Resulta, pues, aprovechando el siguiente caldeo por este método:

En los calentadores a, b y c.....	55.200
Vaporizador A ₁	37.300
Calentador h.....	4.800
Petróleos pesados.....	20.200
Vaporizador G.....	5.200
TOTAL RECUPERADO.....	122.700

luego habremos gastado en la calefacción de las calderas solamente

$$173,850 - 122,700 = 51.150 \text{ calorías,}$$

que representa *un consumo de carbón de 19,30 kilogramos por tonelada, o sea 1,93 por 100.*

A continuación damos algunos datos prácticos sobre caldeo con caldera a fuego directo y con calderas a doble fondo:

A. Una caldera a fuego directo necesita para calentar 100 litros de agua, de 10 a 100 grados, unas 9.000 calorías. Vamos a calentar la superficie de caldeo necesaria para un coeficiente de transmisión de 13 calorías, suponiendo que los gases de la combustión entran a 300 grados y salen a 150 grados.

$$\begin{aligned} &\text{Caída media, } 168^{\circ}\text{6.} \\ \text{Superficie de caldeo } S &= \frac{9.000}{168,6 \times 13} = 1 \text{ m}^2 \text{ 0,7.} \end{aligned}$$

B. En una caldera provista de doble fondo, con 3,450 milímetros de diámetro, calentada por vapor. Superficie de caldeo, 11 metros cuadrados, con cuatro entradas de vapor. Se pueden evaporar por hora:

$$\begin{aligned} \text{Con vapor a 2 atmósferas... } &1,200 \text{ litros} = 107 \text{ litros por m.}^2 \\ \text{Con ídem a 2,5 — 3 ídem... } &1,500 \text{ } \text{ } = 134 \text{ } \text{ } \text{ m.}^2 \end{aligned}$$

C. Otra caldera idéntica, provista de agitador ha evaporado por metro cuadrado 200 litros, con caldeo hecho con vapor a 137 grados; el coeficiente K de transmisión era de 2.855 calorías.

Actualmente todas las grandes instalaciones de destilación de Europa y América emplean la recuperación, porque ahorra en gran manera el consumo de carbón y abarata la destilación un 30 a 40 por 100.

En la figura 169, damos un esquema de una instalación de destilación. El petróleo frío, bruto, llega por el tubo 1, inyectado por bombas, y pasa al recalentador 2, antes de

entrar en la caldera 3. Los vapores destilados de petróleo sólo o de agua y petróleo, si se emplea el vapor para arrastre, salen por el tubo 4 y pasan primero por el recalentador 2 y más tarde por un desflemador 5, de donde ascienden al condensador de chorro de agua 6 y a los refrigeradores 7. Los condensados se dirigen a la caja de vacío 10, de donde pasan a los claveros y depósitos 11, que los distribuyen para llevarlos a los recipientes respectivos. Los residuos alquitranosos vienen a parar al recipiente 13. Y las bombas y máquina para producir vacío y terminar la operación de destilación con una pequeña depresión están representadas en 8 y 9, respectivamente.

DESTILACIÓN CON ARRASTRE DE VAPOR DE AGUA

DESTILACIÓN CON INYECCIÓN DE VAPOR.—Este procedimiento consiste en activar la destilación de un petróleo bruto inyectando en la caldera de destilación vapor de agua o cualquier otro vapor inerte.

Son las características del procedimiento la aceleración que en la destilación se produce con el empleo del vapor de agua y la disminución de la temperatura de ebullición y evaporación del petróleo y de las fracciones del mismo. Se comprende que descomponiéndose los carburos de hidrógeno con el calor, el método que nos ocupa desde el primer momento tomó una importancia grande, porque al disminuir la temperatura de destilación aleja el peligro de descomposición de los hidrocarburos, mucho más para aquellos que son densos y tienen temperaturas altas de vaporización.

Por esta razón, hoy en la industria de petróleos no se opera sin el empleo del vapor de agua más que en los casos que se trata de destilación de las fracciones ligeras, como las gasolinas, y todos los demás petróleos densos, aceites de

engrase y las fracciones densas, a partir del keroseno, se destilan con auxilio del vapor.

El modo de acción del vapor de agua es muy discutido y muy difícil de explicar, por lo que expondremos varios puntos de vista, entre ellos los de Gurwistch, Graefe, Ragozin, y de ellos deduciremos las consecuencias posibles para la explicación de la actuación que tanta importancia tiene para la industria de destilación de petróleos.

AUMENTO DE LA SUPERFICIE DE EVAPORACIÓN.—El vapor penetra en el petróleo en forma de pequeñas burbujas que se elevan a través de él en todo su espesor. Cada burbuja de vapor de agua representa un espacio, en el interior del cual puede haber evaporación del petróleo que le rodea. Conforme a la ley de Dalton, juega para el aceite el papel de vacío, es decir, que se carga de vapores de aceite hasta que se llega a la tensión del vapor a la temperatura que se opera.

Supongamos que el petróleo tenga a esa temperatura una tensión de 400 milímetros de mercurio y que su vaporización se produzca con una velocidad extremada, de modo que su tensión de vapor sea también igual a 400 milímetros en el interior de la burbuja de vapor de agua desde que ésta penetra en el interior de la caldera. Como el vapor de agua para penetrar en la caldera debe sobrepujar la presión que en este punto existe, la tensión en el momento de su formación debe ser ligeramente superior a la presión atmosférica, aumentada en el peso de la columna de petróleo, por ejemplo, de 820 milímetros de mercurio. Si la burbuja de vapor de agua fuese inextensible, existiría en ella después de la saturación por el vapor de aceite una presión total de 1.220 milímetros de mercurio (podemos observar una sobre presión análoga abriendo una botella parcialmente llena de éter, gasolina, etc.), o sea 820 más 400.

En realidad, se dilata, bien entendido, hasta que la presión total descienda a 760 milímetros, pero entonces la ten-

sión parcial del vapor de petróleo en la burbuja no será más que de $\frac{760 \times 4.400}{1.220} = 249$ mm.

Como, según la ley de Dalton, el petróleo debe seguir vaporizándose en la burbuja hasta que su tensión llegue de nuevo a 400 milímetros, la tensión total se eleva por este hecho en el interior de la burbuja a $760 + (400 - 249) = 911$ milímetros; la burbuja tiene, pues, que dilatarse, y así sucesivamente, hasta que finalmente llegue a una presión de 760 milímetros total, con una presión parcial de 400 milímetros para el petróleo y de 360 milímetros para el vapor de agua.

En este razonamiento hemos admitido que la vaporización del aceite era bastante rápida para que su vapor tenga tiempo de llegar a la tensión correspondiente a la temperatura dada antes de llegar a la superficie libre del líquido. Veremos más adelante si ocurre así. La composición que acabamos de calcular para la mezcla de vapores representa el límite ideal de la proporción en aceite. La proporción en petróleo de la mezcla destilada que corresponde a este límite se calcula fácilmente si se conoce el peso molecular del petróleo; si, por ejemplo, lo suponemos de 300, la proporción de petróleo y agua es como de $400/300 = 360/180$ y el destilado contiene en peso 94,9 por 100 de aceite y 5,1 por 100 de agua.

El modo de actuación del vapor puede, pues, interpretarse así, según Gurwitsch: La formación de una cantidad de burbujas de vapor de agua crea una enorme superficie libre en el interior de la masa de petróleo, que se vaporiza sobre esta superficie libre. Los vapores formados no tendrían por sí mismos la tensión suficiente para sobrepujar la tensión atmosférica, es decir, para poder destilar; pero añaden su tensión a la del vapor de agua, que se extiende al mismo tiempo, y únicamente cuando la tensión total de la mezcla de vapores excede de la presión atmosférica, co-

mienza a verificarse una destilación regular. Así, pues, gracias al enorme crecimiento de la superficie de vaporización y a la ayuda del vapor de agua, la destilación del petróleo se verifica a temperatura, para las cuales su tensión está muy lejos de alcanzar la presión atmosférica; por consiguiente, están muy por bajo de su temperatura de ebullición propia.

El resultado práctico de la destilación por arrastre de vapor es, por tanto, como ya dijimos, disminuir la temperatura de destilación, lo que tiene una gran importancia para reducir las descomposiciones de los hidrocarburos.

Presenta, además, una segunda consecuencia favorable. El vapor de agua produce en toda la masa una agitación energética que impide el contacto de las mismas capas de aceite exteriores contra las paredes de la caldera, que están muy calientes, y evita su descomposición. Para aumentar aún más este efecto, se da a los orificios de los tubos de llegada de vapor una dirección contra las paredes de la caldera. Es posible que esta protección, que disminuye el número de moléculas de aceite en contacto con las paredes ardientes de la caldera, se extienda también a la cámara de vapores.

Teoría de Graefe. Ebullición. La concepción más repartida es la de Graefe, el cual indica que no se trata de una vaporización, sino de una ebullición del petróleo; copiado *ad literem*, dice: «El fenómeno reposa sobre el hecho de que las tensiones de vapores insolubles en los líquidos correspondientes se añaden y que cada líquido tiene entonces necesidad de una menor presión para entrar en ebullición en la mezcla.»

Discusión: La diferencia esencial entre este punto de vista y el de Gurwitsch aparece claramente si se piensa en lo que distingue la vaporización de la ebullición. Los dos fenómenos pueden definirse así: Vaporización es la formación de vapores de un líquido o de un sólido sobre su super-

ficie libre. Ebullición es la formación de vapores de un líquido en el interior de su masa, generalmente a partir del nivel inferior, donde el calor está en su punto máximo por la proximidad al foco calorífico. La vaporización se prosigue salvo diferencias de intensidad, a todas las temperaturas. La ebullición exige a presión exterior dada una temperatura bien determinada, para la cual la tensión del vapor del líquido es precisamente igual a la presión exterior que existe sobre su superficie (hablando más exactamente, debe ser ligeramente superior a esta presión exterior).

Si se admite que en la destilación con vapor hay verdaderamente ebullición del petróleo, habrá de admitirse que la presión sobre la superficie exterior del líquido ha disminuido en una cierta cantidad bien determinada. Así, en el ejemplo precedente, debe haber pasado de 760 a 400 milímetros. Ahora bien, esta disminución debe estar causada por la introducción del vapor de agua, pero si se recuerda que, según la teoría cinética de los gases, la presión de un gas o de un vapor es la resultante de los choques de sus moléculas y que es proporcional al cuadrado de sus velocidades, cuyo valor medio para el vapor de agua, por ejemplo, es hacia 200° alrededor de 800 metros por segundo, mientras que la de la corriente de vapor (velocidad de las burbujas) es de unos 25 metros, se debe reconocer que la disminución de presión causada por la fuerza viva del vapor debe ser mínima. Por otra parte, no puede ser efecto más que de movimiento y no de la tensión, porque para el petróleo es indiferente que el espacio libre por encima de su superficie esté ocupado por el aire o por el vapor de agua y abstracción hecha de ese efecto mínimo, indicado anteriormente el hecho de que este vapor atravesase el petróleo, y este espacio libre no pueda tener ninguna acción sobre las partículas de aceite que no vengán en contacto con las burbujas de vapor. En otros términos, la introducción del vapor de agua no puede producir vaporización más que

sobre la superficie libre del aceite en la cual hace falta contar la superficie de las burbujas de vapor, y no en el resto de la masa; es decir, que no puede producir ninguna ebullición en tanto la tensión del vapor no llegue a la presión atmosférica. Se prueba este fenómeno en una retorta de vidrio, si se introduce un tubo de entrada de vapor casi hasta el medio del aceite, viendo que no se forma burbuja alguna en la base de la retorta, mientras que la destilación se continúa tranquilamente.

Si el efecto del vapor fuese el de disminuir la presión atmosférica, sería suficiente con hacerle llegar por una tubería cerca de la superficie del líquido para obtener el mismo resultado, y se observa en la práctica que no es así, porque la destilación en ese caso es muy débil, el vapor no arrastra más que los vapores de petróleo formados en la superficie.

Conclusiones: La discusión anterior no tiene solamente objeto científico, sino tiende a explicar el fenómeno, con objeto de llegar a conclusiones que permiten aplicar al procedimiento modificaciones prácticamente interesantes.

En la ebullición de un líquido se puede hacer variar la intensidad de caldeo entre límites bastante extensos sin que la temperatura varíe sensiblemente, si se tiene el cuidado de evitar un recalentamiento. Así, pues, un caldeo más intenso da lugar a una ebullición más rápida y a una destilación más rápida también, e inversamente. En este caso ocurre de otro modo: un caldeo más enérgico lleva consigo una elevación rápida de temperatura, y la disminución de la cantidad de vapor una elevación; en el primer caso, la vaporización es más intensa y una mayor parte del calor está consumida como calor latente de vaporización; en el segundo, la vaporización es más débil, y una gran parte del calor está absorbida en la elevación de temperatura del líquido.

Como ya hemos visto anteriormente, la saturación com-

pleta de las burbujas de vapor de agua por el vapor de petróleo es un caso límite; para aproximar lo más posible la práctica a ese límite, la teoría de la ebullición no conoce más que un método: un caldeo más intenso que vuelve la ebullición más intensa; pero si se quiere evitar un aumento de la temperatura, no hay nada que esperar de esa teoría, pues de otro modo nos veríamos obligados a aumentar también la llegada de vapor, lo que volvería más incompleta la saturación, hacia cuyo límite tendemos.

El punto de vista de Gurwitsch, por el contrario, la solución en un crecimiento tan grande como sea posible de la superficie de evaporación, como por ejemplo, pulverizando el aceite, resultado al cual tienden diversos procedimientos de destilación.

La teoría propuesta por M. Ragosin, es la siguiente: Las burbujas de vapor producirían una aspiración creando un vacío análogo al que crea, por ejemplo, una tromba de agua. Pero cuando se piensa que con este aparato hace falta una presión de 50 libras para producir un vacío de unos 600 milímetros de mercurio, se debe reconocer que saliendo de sus tubos con una presión de unas dos libras y gastada una parte al atravesar el espesor del líquido, las burbujas de vapor no pueden tener suficiente fuerza para producir esa aspiración.

La inyección de vapor de agua da la posibilidad de destilar los petróleos a temperaturas bien inferiores a su punto de ebullición. Entre el punto donde el aceite comienza a desprender vapores visibles y su punto de ebullición se puede escoger arbitrariamente la temperatura de destilación, que se determina según las condiciones siguientes: ventaja de trabajar a temperatura baja, y consumo de vapor tanto más débil cuanto que la temperatura sea más elevada.

Si consideramos el caso límite, la mezcla de vapores de petróleo y de agua, a su llegada a la superficie, contiene la

cantidad de vapor de petróleo correspondiente a la tensión de saturación a la temperatura considerada; lo demás es agua.

A) En la destilación del petróleo por vapor de agua hay una mezcla, agua-petróleo, cuya composición es la mejor para la destilación; está formada por p -M partes de petróleo y $(760 - p)$ 18 partes de agua, siendo p la tensión del vapor de petróleo y M su peso molecular, pues ya hemos dicho que la burbuja de agua cargada de aceite ha de atravesar el líquido, y debe llevar una tensión igual a la atmosférica compuesta de la suma de las de agua y petróleo.

Así, pues, a cada parte de petróleo le corresponderá de agua

$$\frac{(760 - p) 18}{Mp}$$

lo que nos da el consumo de vapor de agua necesario para la operación.

Las tensiones del agua y del petróleo quedan dadas por las formulas para caso de realizar la operación a la presión atmosférica como suele hacerse.

$$\left(760 \times \frac{a}{18}\right) : \left(\frac{1}{M} + \frac{a}{18}\right) = 760 \frac{a M}{18 + a M}$$

para vapor de agua.

$$\left(760 \times \frac{1}{M}\right) : \left(\frac{1}{M} + \frac{a}{18}\right) = 760 \frac{18}{18 + a M}$$

para vapor petroleo.

Caso de trabajar a otra presión substituiríamos en vez de 760 la presión de trabajo P.

En esta fórmula, a es el número de partes de vapor de agua que corresponden a una de petróleos de peso molecular M.

B) Si conocemos la curva de tensiones del vapor de un

aceite, podremos deducir la composición teórica de la mezcla de vapores a cada temperatura. En la práctica éste no es el caso general y se busca simplemente reducir el gasto de vapor de agua al mínimo; es decir, que se deja elevar la temperatura del aceite mientras que las descomposiciones no son excesivas. Como el petróleo no es un compuesto definitivo, sino una mezcla de un gran número de cuerpos, su tensión de vapor no queda, naturalmente, constante durante la destilación a temperatura dada, sino que decrece constantemente. Así la destilación por inyección de vapor puede ser conducida según los tres sistemas siguientes:

1. Isotérmicamente; es decir, manteniendo una temperatura constante. En ese caso la proporción en petróleo de la mezcla de vapores de petróleo y agua decrece rápida y constantemente; es decir, que el consumo de vapor para un mismo peso de petróleo destilado aumente mucho para las fracciones superiores.

2. Manteniendo una relación constante entre los pesos de petróleo y de agua. Entonces la temperatura crece rápidamente durante la destilación y las fracciones elevadas son fácilmente descompuestas.

3. Crecimiento progresivo de la temperatura, así como del consumo de vapor de agua. Este es el método corrientemente empleado en Bakú para la destilación, y se conduce modo que el consumo de vapor de agua sea:

Para el keroseno, del 25 por 100 del peso obtenido.

Para aceites de engrase, del 50 por 100 ídem.

Para los aceites de cilindro, del 100 por 100.

Durante este tiempo la temperatura crece de 150 a 400 grados, pero hace falta recordar que se pueden destilar los aceites para cilindros a menor temperatura o con menor consumo de vapor de agua.

Una cuestión interesante, que hasta hoy no ha sido estudiada científicamente, es la de la temperatura que hace falta dar al vapor de agua antes de su entrada en la calde-

ra. El recalentamiento ha sido considerado necesario, pues con el vapor saturante hay siempre el peligro de introducir en la caldera agua líquida, que se vaporizaría intensamente, pudiendo ocasionar proyecciones de petróleo y aun explosiones.

Desde el punto de vista teórico aún hay que considerar dos cuestiones.

Cuanto más caliente está el vapor de agua, mayor es el volumen de su unidad de masa a igualdad de presión; por consiguiente, más pequeño es el peso de un volumen dado; pero como a presión igual la acción del vapor de agua no depende más que de su volumen y no de su peso, y éste aumenta con el recalentamiento, gastaremos menos vapor cuanto más recalentado esté.

Por otra parte, la velocidad de difusión de las moléculas de petróleo en el vapor crece cuando la temperatura del vapor crece, según se deduce de la fórmula:

$$D_t = D \cdot \left(1 + \frac{t}{273}\right)^m$$

que nos da la difusión de un gas que crece con t , siendo m un coeficiente que depende del gas difusante y de la naturaleza del medio, aproximándose a la composición límite.

De la observación de ambos puntos se deduce que el rendimiento de una misma masa de vapor crece con el grado de recalentamiento a que se le somete, es decir, *que arrastra más aceite cuanto más se le recalienta.*

Claro es que no se puede elevar la temperatura demasiado, porque en la práctica el empleo del vapor recalentado tiene muchos inconvenientes por el ataque de las canalizaciones, por la acción de la elevada temperatura del vapor de agua sobre el hierro, ataque a las canalizaciones de las máquinas trabajando con este vapor, etc., entre 300 y 350 grados, por lo que no suele excederse de unos 250 grados, por lo menos en Bakú.

Offermann ha presentado una comunicación muy interesante sobre el empleo del vapor de agua frío. Parece deducirse de ella que un vapor que no está del todo recalentado, sino al contrario, tan húmedo como sea posible, es decir, cargado de una niebla de agua, ejerce una influencia favorable, disminuyendo fuertemente los fenómenos de descomposición durante la destilación. Así ha llegado a obtener los resultados siguientes en la destilación de un «mazout» de peso específico de 0,936 a temperatura 168° y $E_{30}^{\circ} = 11,5$.

Vapor húmedo				Vapor seco 250 a 400°			
Rendimiento	Peso específico	Temperatura	E_{30}°	Rendimiento	Peso específico	Temperatura	E_{30}°
32,37 %	0,905	142°	1,61	28,4 %	0,905	135°	1,82
18,37	0,931	204°	4,50	15,9	0,920	153°	3,75
23,03	0,940	218°	10,30	19,9	0,932	128°	6,58
13,15	0,958	225°	26,30	13,7	—	134°	10,58
10,38	Brea.	312°	—	17,1	Brea.	245°	—
2,70	Perdida.			5,0	Perdida.		
Brea punto de fusión 40°, enteramente soluble en $C_8 H_8$.				Brea punto de fusión 73°, parte insoluble en $C_8 H_8$.			

Desgraciadamente, de la comunicación de Offermann no se puede deducir si las demás condiciones de velocidad de destilación eran las mismas en los dos casos, pues tendría gran importancia en la práctica de confirmarse estos resultados.

En cambio el autor no da una explicación satisfactoria del fenómeno, suponiendo que existe disminución de temperatura de destilación por la vaporización más intensa, y causa la expansión de las burbujas de vapor. Sería quizá más derecho pensar en un enfriamiento, debido a los vapores fríos que entran.

C) Otra de las cuestiones interesantes de la destilación con auxilio del vapor de agua es la velocidad de vaporización, porque es imposible obtener una buena utilización del vapor de agua, más que si la velocidad de vaporización es

lo suficientemente grande para que puedan cargarse las moléculas de vapor de agua de la cantidad de vapores de hidrocarburos que, según la ley de Dalton, corresponden a su tensión de vapor.

Si al paso del vapor de agua por la masa fluida de petróleos no puede llegar a cargarse completamente de vapores de hidrocarburos, habremos gastado más vapor que el necesario, y la operación no será económica.

Este caso se ha comprobado en muchas destilerías, y pondremos un ejemplo comprobado por Gurwitsch en las destilerías de Bakú, de la sociedad Nobel. En la fábrica de keroseno, la temperatura de mazout en la última caldera era de 340 grados aproximadamente. Sin emplear vapor podía destilarse el mazout con auxilio de una depresión de 410 milímetros de mercurio. Considerando que el peso molecular del producto destilado por esta caldera, que era aceite solar, viene a ser de 250, según las fórmulas anteriormente indicadas, la cantidad de vapor de agua necesaria para la destilación sería

$$\frac{410 \times 18}{350 \times 250} = a \text{ un } 7 \text{ por } 100 \text{ del peso del petróleo.}$$

Sin embargo, el consumo del vapor ascendía al 30 por 100; luego no se aprovechaba como era debido.

Es, pues, una cuestión muy digna de estudio, porque no sólo tiene importancia por el consumo de vapor, sino porque sería acelerar toda la marcha de la operación, que aumentaría notablemente el rendimiento de las fábricas.

D) Sin el empleo del vapor de agua sería muy difícil la destilación de los petróleos densos y aceites pesados, y justamente lo que diferencia la destilación de los aceites pesados es el empleo del vapor.

Cuando en un cuerpo existe en disolución una sustancia menos volátil que el disolvente, la ebullición se retrasa tanto más cuanto mayor proporción de esta sustancia está en el líquido de que se trata.

Se comprende, pues, que los petróleos, que son una mezcla tan compleja, cuando están formados, como ocurre a los residuos de la destilación del petróleo lampante, por hidrocarburos densos, que se disuelven unos en otros, sería casi imposible llegar a una destilación sin descomposición pirogenada, a no ser por el vapor de agua, que, como hemos dicho anteriormente, hace disminuir la temperatura de ebullición de los líquidos, a los que se une por una parte y por otra disminuye la viscosidad de la masa y permite salir a los vapores, que de otro modo quedan retenidos por esa materia densa y poco permeable al paso de gases.

Como un ejemplo podemos indicar que en las fábricas de destilación de petróleo y aceites de engrase se comprueba abriendo la llave de limpia de cualquier caldera que los petróleos densos salen en forma de chorro liso y brillante sin desprender vapor de hidrocarburos de ninguna clase si se les deja deslizarse sin golpe sobre el piso, pero si se hace caer gota a gota el petróleo chocando sobre un cuerpo duro o si se divide el chorro de petróleo denso haciéndole chocar contra un obstáculo resistente, se verá que se desprenden vapores densos de este petróleo pesado o alquitrán, y estos vapores es indudable que estaban retenidos por la viscosidad del líquido, y toda sustancia que se mezcle con él y le ponga en movimiento activará ese desprendimiento de vapores.

El vapor de agua que se inyecta debe entrar en la caldera a una temperatura algo menor que la del petróleo o alquitrán que en ella está, aunque no tan diferente que pueda enfriarlo. Esta diferencia de temperatura es necesaria para que el vapor de agua se dilate espontáneamente al entrar en ese medio más caliente, y sin perder su elasticidad, determine un movimiento más activo al petróleo.

Además de este movimiento, la acción del vapor tiene también otro resultado, que es el de arrastrar a las partículas de vapores densos con él a través del líquido, y más tar-

de hacia el colector y el deflemador y los aparatos de condensación.

El vapor de agua se aplica en los mismos aparatos y calderas que hemos dado a conocer cuando se ha tratado de la destilación fraccionada, y sólo precisa una tubería de admisión que debe tener la particularidad de entrar en la caldera hasta el fondo y acodarse allí hasta llegar al otro lado de la caldera siguiendo una de las generatrices, si es cilíndrica, o paralelo al fondo, si es de otro tipo de recipiente.

Este tubo paralelo al fondo o a la generatriz va provisto de agujeros de pequeño diámetro, perforados en la parte que está frente a la chapa de la caldera, con el fin de que el vapor al salir vaya a chocar contra la chapa de la caldera y ponga en movimiento al líquido, sin dejarle mucho tiempo en contacto con la chapa calentada para evitar disociaciones.

Aparte del procedimiento general, describiremos otros varios de destilación auxiliados del vapor que han tenido aceptación.

Procedimiento Nobel.—Henderson (1883).

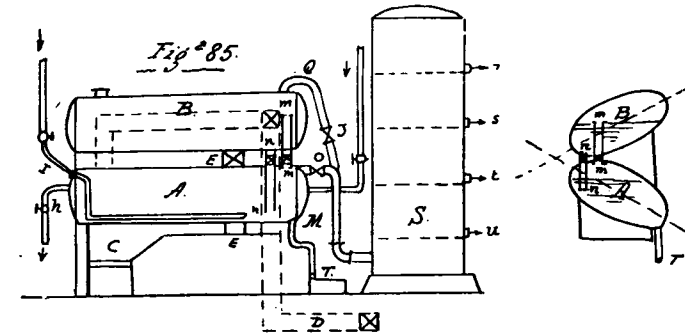
Cada batería comprende de 5 a 18 calderas cilíndricas, que tienen una cabida de unos 200 hectolitros cada una, apoyadas en una mampostería escalonada, de manera que cada unidad está más baja que la anterior en 10 centímetros aproximadamente. Véase esquema número 83, en el que A, A' y A'', representan tres elementos sucesivos colocados paralelamente en baterías y provistos cada uno de dos condensadores de aire o deflemadores F, F' y F'', y G, G' y G''.

Cada caldera A está colocada sobre su hogar, hecho de obra de fábrica de ladrillo, y cuyos productos de la combustión pasan por un sistema de canales de humos a una chimenea común a todas las calderas, con sus registros de

tiros correspondientes para poder aislar un elemento cualquiera.

En el lado opuesto al hogar, un tubo horizontal C, de 200 milímetros de diámetro, recorre toda la batería. Este tubo comunica con cada caldera por dos conductos, uno D, que es tubo de alimentación que está colocado al nivel del contenido de la caldera y tiene su llave de cierre correspondiente, y otro E, también provisto de su llave de cierre, que es un tubo acodado que viene a unirse a la caldera por su base. En el conducto principal C existe entre cada dos calderas una llave que permite aislar un elemento, sin que por ello tenga que suspenderse el trabajo en las demás calderas.

El residuo de la caldera A pasa a la A' por el tubo aco-



dato y por el conducto principal C, teniendo cerrada una llave colocada en éste entre las tuberías C' y D', y así sucesivamente de la A' a la A'' y hasta el último elemento de la batería.

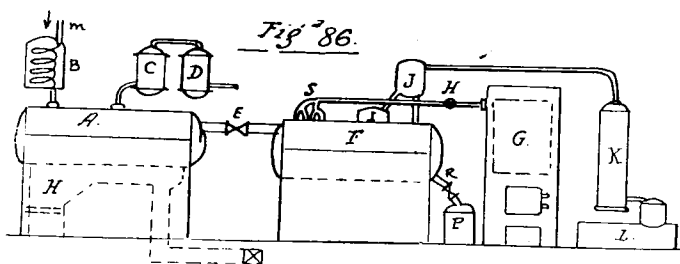
El conducto general de vapor I, que recorre todo el frente de la batería, por medio de tuberías de acceso H, H' y H'', penetra verticalmente en las calderas hasta llegar casi a su fondo, haciendo allí un codo y siguiendo paralelamente a la generatriz inferior de la caldera J - K.

En ese espacio J - K, el tubo está agujereado por su parte inferior en su cara que mira a la chapa de la caldera, con el fin de que el vapor de agua que salga por esos pequeños

orificios venga a chocar con la chapa de la caldera, que por el otro lado está caldeada fuertemente por las llamas del hogar, e impida al aceite mineral que esté en continuado contacto con esa chapa, teniéndole en movimiento de agitación continuo para evitar que adquiriera una alta temperatura que cause su disociación.

Sistema Rossmoesler.—Reposa este procedimiento sobre la característica de una pulverización y vaporización del petróleo por dos chorros de vapor de agua recalentado dirigidos contra el punto de entrada del petróleo en la caldera.

El esquema del procedimiento está indicado en el dibujo número 86, y los aparatos principales son: Un recalentador de vapor G, donde el vapor de agua producido en una cal-



dera adquiere la temperatura de 270 a 280° centígrados, y dos calderas cilíndricas horizontales A y F soportadas sobre macizos de hierro.

El petróleo bruto viene de los depósitos y entra por el tubo *m* en un recalentador B, donde adquiere una temperatura de unos 60° aproximadamente, pasando en seguida a la caldera A, que está directamente caldeada por el hogar N, y en el cual se hace entrar en ebullición después de haber hecho que su nivel llegue al correspondiente al tubo E, que es el de nivel en el líquido de la caldera A. Una vez en ebullición el líquido, se abre la llave E, que comunica con la segunda caldera F, y se arregla la entrada de petróleo bru-

to fresco en el recalentador B, para que sea continua y el nivel en la caldera A no disminuya.

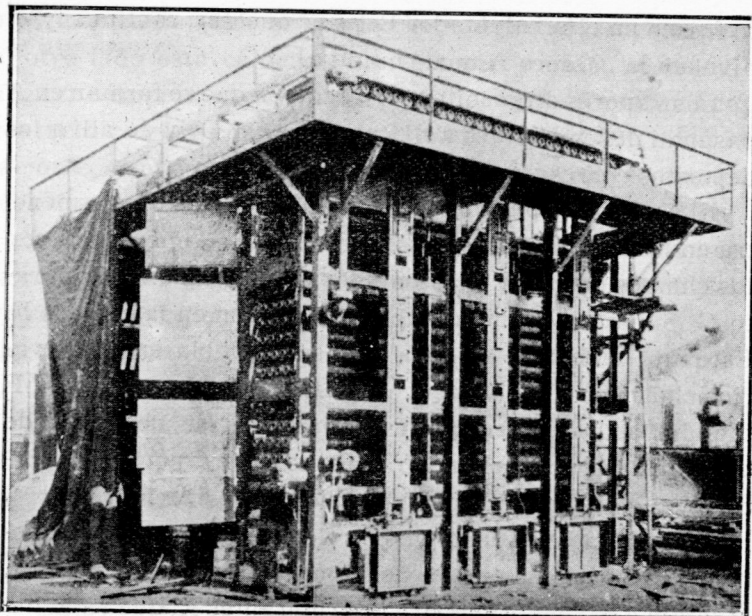
Los vapores de gasolina y de bencina que se forman en A pasan al deflector C y al condensador D, y de allí a los depósitos correspondientes.

El petróleo separado de las fracciones más ligeras penetra en la caldera vaporizadora F, donde se encuentra con los chorros de vapor recalentados que proceden del aparato G y que por la tubería H se introducen en la caldera F. Este tubo, al entrar en la caldera se desdobla en otros varios chorros delgados, así como el aceite que entra por F también se hace pasar por delgadas tuberías, con el fin de que estos pequeños chorros de aceite y de vapor se encuentren y se verifique una pulverización-vaporización.

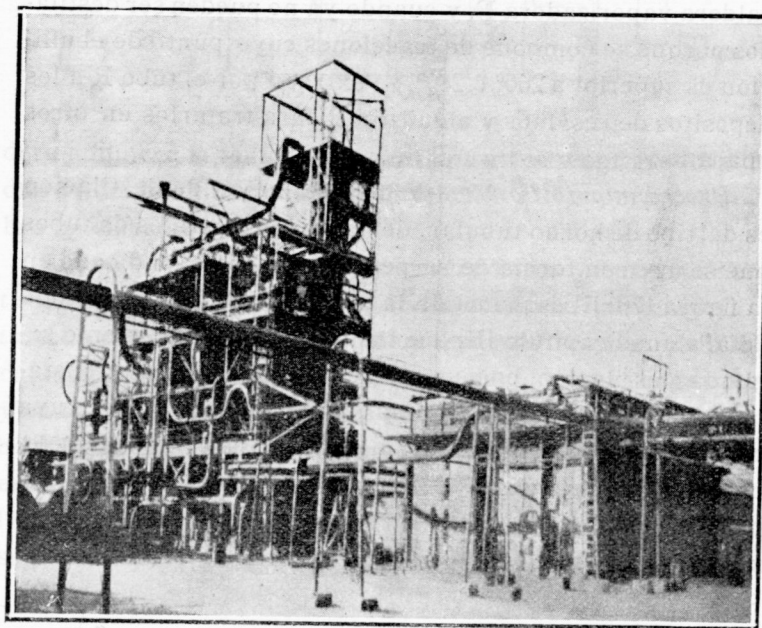
La mezcla de vapores de petróleo y de agua pasa primeramente por el deflector de cúpula I y más tarde por el J, y de allí a los condensadores refrigerantes K, que ya lo llevan a los depósitos L.

Las fracciones pesadas vuelven de los deflectores a la caldera vaporizadora F, y cuando ya no pueden ser destilados porque se compone de fracciones cuyo punto de ebullición es superior a 260° ó 280°, se extraen por el tubo R a los depósitos de residuos y alquitrán P para tratarlos en otros aparatos.

Procedimiento Foster.—Esta instalación de destilación es del tipo de horno tubular, de haces horizontales de tubos que se unen en forma de serpentín, como está indicado en la figura 170. El esquema de la misma se describe con todo detalle en el capítulo III, que trata de la rectificación o segunda destilación, porque, en general, suelen estar instaladas estas grandes destilerías para tratar petróleos cuya primera destilación ya ha sido efectuada. Sin embargo, como se emplea también en la destilación de petróleos brutos, no hemos de pasar sin citar algunas cifras relativas a estos aparatos.

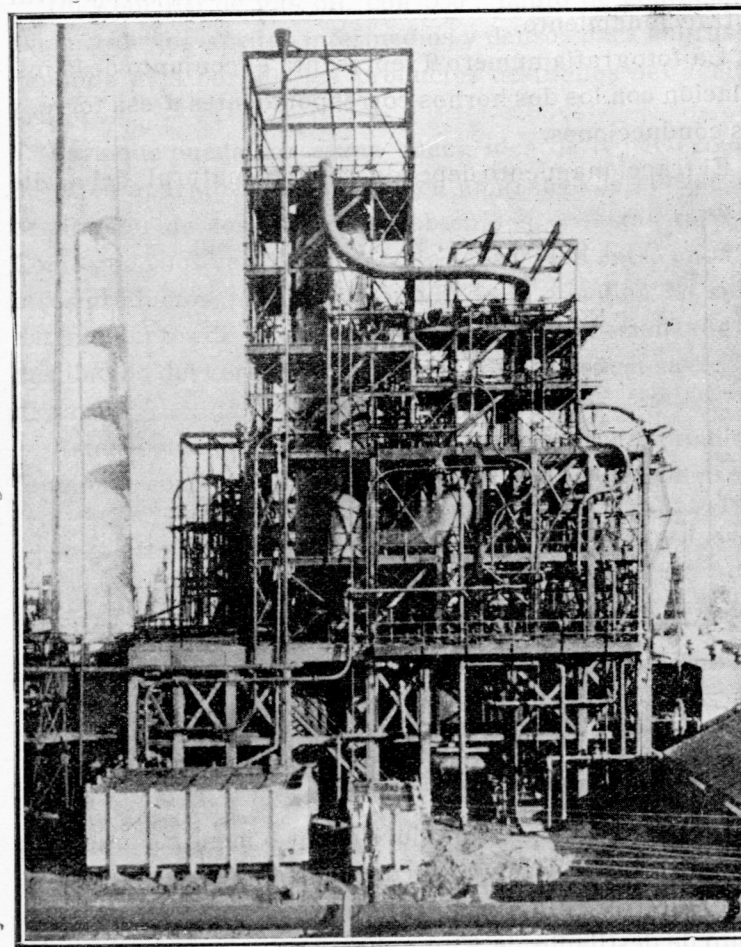


Fot. 7.—Horno tubular Foster, para capacidad de 3.000 barriles de aceite crudo, vaporizando un 80 por 100 del tratado.



Fot. 9.—Unidad de destilación, compuesta del horno tubular y torre de fraccionamiento de la fotografía núm. 8, capaz para 8 000 barriles de petróleo bruto por día.

Son instalaciones fantásticas verdaderamente, como todo lo americano, que tratan 12 y 14 mil barriles de aceite crudo por día, y cuya disposición, mejor que todas las descripciones posibles, puede observarse en la fotografía número 7, que representa el horno tubular en construcción,



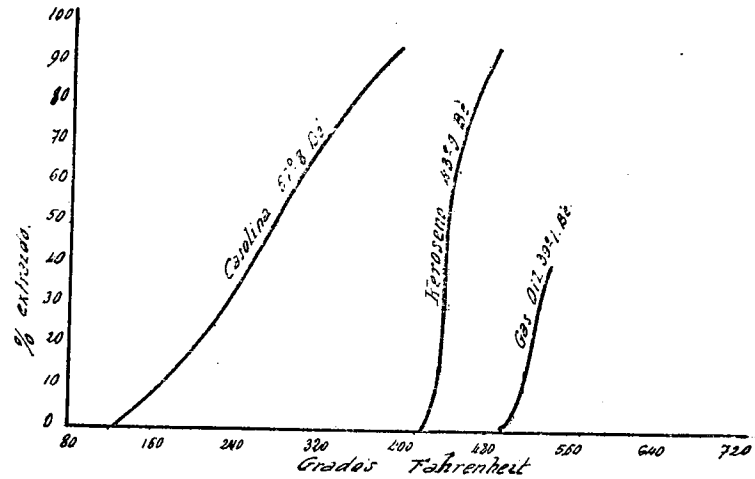
Fot. 8.—Torre o columna de fraccionamiento, tipo Foster, para tratar petróleo bruto, produciendo directamente fracciones comerciales. Capaz para dos hornos tubulares de 3.000 a 4.000 barriles cada uno de capacidad por día.

sin las mamposterías, dejando ver la disposición de los haces de tubos horizontales.

La fotografía número 8 representa la torre de fraccionamiento, que es una columna de burbujeo, semejante a la del procedimiento Perrier, pero que obra con vapor, que es aplicado en la columna, en la base de la misma, para activar el fraccionamiento.

La fotografía número 9 representa el conjunto de la instalación con los dos hornos correspondientes a esa torre, y las conducciones.

El fraccionamiento depende, como es natural, del aceite



Día - 5-Julio 1927.

Barriles tratados 2,250 Petróleo crudo Pensilvania.

Residuo densidad = 28°2 Be.

mineral empleado, que producirá más o menos cantidad de productos ligeros según su composición química.

En petróleo Mid-Continent crudo se ha obtenido un conjunto de destilados de 95 por 100, con solamente 5 por 100 de residuo, y de los cuales para instalaciones de 12.000 barriles, unos 5.000 barriles han sido de productos de alta graduación, o sean gasolinas y kerosenos.

Tratando en ellas petróleo de California, que es de peor calidad, se han obtenido:

Un 16 por 100 de gasolina, de 437° F., de punto de ebullición.

Un 6 por 100 de keroseno, con 440° F., punto de ebullición.

Un 9 por 100 de gas oil, con 550°, punto de ebullición, además de los aceites intermedios y densos para engrase, llegando a 95 por 100 los productos destilados del aceite bruto.

Para que pueda darse una buena idea de la perfección de estos aparatos, acompañamos un gráfico de curvas de destilación de los productos obtenidos en estas torres. Como podemos ver, hay completa separación entre unos y otros productos, pues el 95 por 100 de la gasolina ha sido extraída antes de los 400° F en que aún no ha comenzado la destilación del keroseno, y en igual forma respecto a éste y al gas oil.

Estas columnas de fraccionamiento pueden también funcionar con vacío para emplearlas con petróleos densos.

(Continuará.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles
durante el mes de marzo de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	381.352
Antracita.....	1.901
TOTAL.....	383.253
Coque.....	13.300 toneladas.
Aglomerados.....	10.613 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2 500

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.917
Lignito.....	16.953
TOTAL.....	19.870

Producción de coque: > toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	30.375

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.651
Antracita.....	12.778
TOTAL.....	32.429
Coque.....	4.153 toneladas.
Briquetas.....	6.888 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.909

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	58.000
Antracita.....	21.330
TOTAL.....	79.330
Aglomerados.....	8.338 toneladas.
Coque.....	958 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.667
Antracita.....	14.130
TOTAL.....	34.797
Aglomerados.....	10.771 toneladas.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.049
Coque de gas.....	377 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	12.900
Aglomerados de hulla.....	6.084 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	9.325

Valencia

Coque metalúrgico..... 7.646 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 411 toneladas.

Vizcaya

Coque metalúrgico..... 31.813 toneladas.
 Aglomerados..... 4.126 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.514
Aglomerados.....	1.271
Coque de gas.....	295

Producción de combustibles durante los meses de enero a marzo de 1929

	Meses anteriores	Marzo	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	86.354	50.139	136.493
Hulla.....	984.683	525.862	1.510.545
Lignito.....	68.481	36.280	105.121
TOTAL	1.139.518	612.281	1.751.799
Coque metalúrgico.....	108.628	58.542	167.170
Aglomerados.....	94.510	48.502	143.012

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a marzo de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Marzo	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	685.740	377.434	1.063.174
Benzol 50 por 100 (medio)...	32.931	16.732	49.663
Solvent-nafta (pesado).....	78.391	31.160	101.551
Otros tipos.....	83.383	69.237	152.640
TOTAL	880.445	494.583	1.367.028
Aceites crudos (alquitranes)	5.849.037	3.280.284	9.129.321

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	837.085	462.740	1.299.825
Gasolinas y similares.....	79.976	36.036	116.012

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de marzo de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	63.106
Coruña (Galicia)....	12.589
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.259
Granada-Málaga	41.180
Huelva	26.127
Jaén	2.100
Murcia	19.830
Oviedo.....	6.463
Santander.....	57.007
Sevilla	10.713
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.	59.634
Vizcaya.....	199.213
Zaragoza.....	4.311
TOTAL.....	504.132
Meses anteriores.....	881.139
TOTAL A LA FECHA.....	1.385.271

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	154	»	»	»
Coruña.....	»	»	47.850	»	»
Guipúzcoa.....	995	2.190	»	»	»
Oviedo.....	6.791	7.058	»	»	»
Santander.....	4.742	3.931	»	»	»
Sevilla.....	716	410	»	»	»
Valencia.....	10.705	15.782	»	»	»
Vizcaya.....	36.589	45.159	»	»	»
TOTAL.....	60.538	74.684	47.850	»	»
Meses anteriores	115.181	150.906	1.120.230	»	»
T. A LA FECHA.	175.719	225.590	1.168.030	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	264	»
Ciudad Real.....	186	»
Córdoba.....	584	321
Guipúzcoa.....	423	»
Murcia.....	2.505	»
Oviedo.....	»	669
Santander.....	6.658	»
TOTAL.....	10.620	990
Meses anteriores.....	19.326	1.285
TOTAL A LA FECHA.....	29.946	2.275

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	856.432	»
Huelva... 375.246	1.651.800	»	»	»	»
Murcia... »	»	»	»	»	»
Oviedo... »	»	58.957	38.920	»	»
Sevilla.... 985	»	»	»	»	28.000
TOTAL..	376.230	1.651.800	58.957	894.352	28.000
Meses anteriores.	591.302	3.163.484	98.476	1.581.025	53.000
T. FECHA.	967.532	4.815.284	157.433	2.475.377	81.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Barcelona.....	30
Huelva.....	842
Oviedo.....	7
TOTAL.....	879
Meses anteriores.....	1.952
TOTAL A LA FECHA.....	2.831

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	77	,
Badajoz.....	550	,
Barcelona-Tarragona.....	661	141
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	677	,
Córdoba.....	2.784	4.096
Granada-Málaga.....	159	1.758
Guipúzcoa.....	81	555
Jaén.....	5.769	1.407
Murcia.....	1.200	5.036
Santander.....	413	,
Sevilla.....	,	,
Vizcaya.....	,	,
Zaragoza.....	,	,
TOTAL.....	12.371	12.993
Meses anteriores.....	23.564	17.904
TOTAL A LA FECHA.....	35.935	30.897

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Con motivo del fallecimiento de D. Luis Hernanz ha ascendido a Ingeniero 1.º D. Ignacio Patac Pérez, y reingresa el Ingeniero 2.º D. Ignacio Gortázar y Manso.

Ha sido nombrado Ingeniero Jefe del Distrito minero de Madrid D. Ramón Machimbarrena.

Se ha nombrado Secretario general del Consejo de Minería a D. Matías Ibrán y Cónsul.

Han sido destinados a la Escuela de Capataces facultativos de Minas, de Mieres, los Ingenieros D. Vicente Solano Polanco y D. Francisco Menéndez.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de abril de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de abril de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Almería....	Benahadux	El Calvario	Azufre....	99	D. Francisco Clemente Baeza
Idem.....	Gádor y Santa Fe.....	Palermo.....	Idem.....	168	Idem.
Idem.....	Turre.....	Tesoro de España.....	Cinabrio...	375	Idem.
Idem.....	Níjar.....	Providencia	Plomo....	38	S. A. Ekaterina.
Burgos.....	Valle de Valdelaguna y Monterrubio	Rosario	Hierro	96	D. Simón Gómez Segura.
Idem.....	Villasur de Herreros y Urrez....	Pradera	Carbón....	532	» Pascual Egulagaray Fallarés.
Idem.....	Valle de Zamanzas....	Princesita Marie Therese.....	Petróleo...	112	» Emilio Hug Locher.
Córdoba....	Fuenteovejuna	Precaución.....	Hierro ...	387	C ^a Minera Bético Manchega.
Granada....	Dílar.....	Nuestra Señora de las Nieves....	Galiza bituminosa	24	D. Juan Fernández Luis.
Idem.....	Tímar.....	Pegaso.....	Cinabrio...	21	» Miguel Pizarro Zambrano.
Idem.....	Güéjar-Sierra	Belén.....	Hierro	100	» Francisco Osorio Titos.
Idem.....	Idem.....	Duquesa	Indeterminado..	20	Duque de San Pedro Galatino.
Idem.....	Albuñol	Santa Rosa.....	Idem.....	6	D. ^a Rosa Soler Lidueña.
Idem.....	Orjiva.....	Señor de la Expiración.	Plomo....	41	D. Antonio Martín Peinado.
Idem.....	Idem.....	Ampl. al Señor de la Expiración de Espñ.	Idem.....	24	Idem.
Lérida.....	Aguiró.....	Santa Bárbara.....	Hulla	38	D. Emilio Daura Olivastri.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	109	Idem.
Idem.....	Idem.....	Egara.....	Idem.....	112	Idem.
Idem.....	Vilaller.....	Virgen de la Esperanza	Plomo....	29	D. Eugenio Salarnier.
Lugo.....	Villaodrid.....	Mercedes.....	Hierro	9	D. Sergio Rivera Chao.
Málaga....	Villanueva del Rosario y Vill. ^a del Trabuco	Teresita.....	Espato Islandia..	20	D. Mariano Manau Chinchilla
Idem.....	Cuevas de San Marcos.	Divina Pastora	Hierro	20	» Antonio Pozo Luque.
Idem.....	Estepona.....	Nueva Arkansas.....	Indeterminado..	89	» Julián García San Miguel.
Idem.....	Archidona.....	San Antonio.....	Lignito....	20	» Pedro Avila Salazar.
Idem.....	Mijas.....	España Nueva.....	Plomo....	15	» Fernando Loring Martínez
Idem.....	Mijas y Albaurín de la Torre....	España Grande.....	Idem.....	34	Idem.
Navarra....	Goizueta.....	Dominica.....	Blenda ...	20	D. Domingo García Chueca.
Santander..	Pielagos	Demasia a Chefa	Hulla	9,1311	Sdad. de Cristalería Española
Idem.....	Idem.....	Demasia a Manolita	Idem.....	7,1880	Idem.
Idem.....	Alfoz de Lloredo	Demasia a Amelita	Cinc.....	5,3772	S. A. Minas de Cartes.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Carmelina..	Idem.....	0,0308	Idem.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Eloísa.....	Idem.....	0,5146	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a Demasia a Carmelina	Idem.....	0,5146	Idem.
Idem.....	Reocín.....	Demasia a Ampliación a Puede ser.	Idem.....	12,0916	Idem.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Ampliación a Marvelo..	Idem.....	10,5908	Idem.
Vizcaya....	Berango.....	Jorge.....	Hierro....	4	D. Juan Zavala Arellano.
Zamora....	Pino de Oro, Carbajosa en Cerejal de Alliste y Villardepera.....	Adela.....	Hierro ...	275	D. Enrique González Fuentes

326

327

Catastro minero de España.

Se ha rectificado el catastro de las provincias de Almería, Burgos, Córdoba, Granada, León, Lugo, Málaga, Navarra, Santander, Vizcaya y Zamora.

Se ha practicado la rectificación anual del catastro minero de los distritos de Badajoz (Badajoz Cáceres), León, Oviedo y Almería.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto que modifica la redacción de los artículos 150 a 153, inclusivos, del capítulo XVIII del vigente Reglamento de Policía Minera, referente a minas con polvo de carbón. ("Gaceta" del 6.)

EXPOSICIÓN

Señor: Las observaciones verificadas en las minas con motivo de los accidentes de trabajo ocasionados por la explosión del polvo de carbón producido en ellas, así como las numerosas experiencias realizadas a fin de determinar las causas de dichas explosiones, bien en el caso en que éstas sean exclusivamente debidas al polvo de carbón, bien en el de que contribuya éste, agrandándolas, a las originadas por el grisú, y la manera de evitar su producción o, en caso contrario, su propagación, han dado lugar a diversas conclusiones que ya han incorporado a su legislación varios países.

Y si bien en el capítulo 18, artículos 150 a 153, inclusivos, de nuestro Reglamento de Policía Minera, y bajo el título «Minas con polvo de carbón», se consignan prescripciones referentes al caso, es procedente, en atención a la seguridad de los obreros y de las labores mineras, la modificación de los citados artículos, a fin de ponerlos en consonancia con lo que la ciencia y la experiencia han consagrado.

A tal fin se ha encaminado el notable estudio y propuesta de modificación de los citados artículos del Reglamento de Policía Minera, así como las instrucciones para su aplicación, encomendados a la «Comisión del Grisú, de los Ex-

plosivos y Accidentes mineros», que han sido informados unánime y favorablemente por el Consejo de Minería.

De conformidad con lo expuesto, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la firma de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Madrid, 5 de abril de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Rafael Benjumea y Burín.

REAL DECRETO

Núm. 1.019.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda modificada la redacción de los artículos 150, 151, 152 y 153 del capítulo 18 del vigente Reglamento de Policía Minera, referentes a «Minas con polvo de carbón», en la forma siguiente, con las instrucciones para su aplicación, que a continuación se detallan:

«150. Las prescripciones de este capítulo se refieren a las minas de carbón que contengan más de 12 por 100 de materias volátiles, excluidos humedad, anhídrido carbónico y cenizas, al menos que el polvo de las mismas se halle en forma de barro. Estas minas serán consideradas para los efectos de la ventilación como las minas con poco grisú. Los explotadores de las minas cuyo carbón contenga más de 12 por 100 de materias volátiles y cuyo polvo no se halle en forma de barro, que consideren que éste no es capaz de producir, por su unión con el aire, una mezcla explosiva, podrán eximirse de las prescripciones de este capítulo del Reglamento, si demuestran experimentalmente ante el Ingeniero Jefe de Minas, asesorado, en su caso, por la Comisión del Grisú, que dicho polvo de carbón reúne las condiciones que pretenden.

151. En las referidas minas con polvo de carbón se

adoptarán, para combatir las explosiones, medidas encaminadas: unas, a evitar que las explosiones se produzcan en los tajos de arranque, y otras, a impedir o detener su propagación, caso de que llegaran a producirse.

Los explotadores de las minas podrán elegir entre los medios antes expresados el que, con arreglo a las prescripciones siguientes, crean más adecuado a las condiciones del carbón y su método de explotación, pero no estarán eximidos de emplear alguno, y el Ingeniero Jefe del Distrito podrá exigir, si no considerarse aquéllos suficientes y en el orden numérico creciente, con arreglo a las prescripciones que a continuación se indican, los medios de seguridad que juzgue pertinentes, oyendo a la Comisión del Grisú en los casos en que exista divergencia entre la Jefatura de Minas y el explotador, así como cuando dicho Jefe crea conveniente asesorarse de la misma.

Contra las resoluciones del Ingeniero Jefe de Minas cabrán los recursos admitidos por las disposiciones reglamentarias.

En consonancia con lo que procede, se dispone:

1.º Con objeto de evitar la producción de las explosiones de polvo de carbón, además de lo prescrito respecto a explosivos en el capítulo 27 de este Reglamento, utilizará el minero uno de los siguientes procedimientos:

- a) Riego del frente de arranque hasta que el polvo de carbón contenga al menos 30 por 100 de agua.
- b) Colocación delante de la boca del barrenado de un depósito o montón de polvos completamente incombustibles, cuyo peso sea igual, al menos, a cinco veces el de la carga de explosivos, sin ser inferior a un kilogramo.
- c) Recubrimiento de los cartuchos de explosivos con una envolvente de seguridad de un tipo aprobado por la Superioridad.
- d) Otro cualquier procedimiento, equivalente a los anteriores, previamente autorizado de Real orden.

2.º Cuando el explotador y, en su caso, el Ingeniero Jefe de Minas, consideren que las labores de la mina no se prestan con facilidad al empleo de los procedimientos del número anterior, para impedir la producción, por explosivos, de las explosiones de polvo de carbón o de grisú, se utilizará, para evitar la transmisión de las mismas entre las labores o de éstas a las galerías, la neutralización parcial o preventiva de la mina con polvo estéril, mediante barreras transversales, que estarán situadas:

a) En las entradas y salidas de cada zona o cuartel que constituya un campo de explotación separado de los demás.

b) En las entradas y salidas de las labores de exploración y preparación que no formen un cuartel separado de las de explotación.

c) En la entrada y salida de cada taller de arranque, o sea el conjunto de tajos de un mismo grupo, así como entre los tajos de este último, cuando el macizo de carbón que los separe exceda de 15 metros.

Las barreras necesitan estar dispuestas dentro de la sección transversal libre de las galerías, y estarán colocadas en el tercio superior de la misma, pero bastante separadas del techo, para que entre el montón de polvo almacenado y el borde inferior del cabezal del cuadro de entibación quede al menos un espacio de 10 centímetros.

La cantidad de polvo que por metro cuadrado de sección de galería contendrán estas barreras será de 400 kilogramos para las empleadas en proteger los circuitos de ventilación, las labores de arranque y planos, así como las labores de exploración y preparación, y de 80 kilogramos para las barreras utilizadas para separar los tajos de arranque entre sí.

La situación de estas barreras se indicará convenientemente en el plano de ventilación.

3.º Si por el explotador, y en su caso por el Ingeniero Jefe de Minas, se considerara insuficiente la neutralización parcial a que se refiere el párrafo 2.º de este artículo, se am-



pliarse con la neutralización general o efectiva, cubriendo el polvo de carbón de las labores, galerías de transporte, circulación y ventilación, con polvo estéril en la proporción y forma que se indican a continuación:

La neutralización general de las galerías y labores deberá hacerse de manera que el polvo de piedra, reuniendo las condiciones que luego se indican, cubra todos aquellos sitios de las galerías donde exista polvo de carbón, exceptuando las labores de arranque propiamente dichas.

Los depósitos de polvo de carbón de más de dos milímetros de espesor sobre los hastiales, las excavaciones y las fortificaciones, deberán quitarse antes de la neutralización.

El espolvoreo, con excepción del que se practique junto a un frente de arranque, deberá realizarse, en general, durante la jornada en que haya menos obreros. El espolvoreo mecánico solamente se hará cuando no haya gente en las labores y servicios en los cuales el viento pueda arrastrar el polvo. En caso necesario se suspenderá el trabajo en estos servicios o labores.

El espolvoreo deberá ser bastante intenso y frecuente, para que sobre toda la extensión de las labores mineras neutralizadas, la mezcla de polvo depositada contenga, al menos, 55 por 100 de materia incombustible.

En todos los pisos de una mina deberá haber reserva de polvo estéril en cantidad suficiente para una semana.

Las labores empolvadas se inspeccionarán periódicamente, al menos una vez al mes, a fin de comprobar el contenido en cenizas y la flotabilidad del polvo.

Las acumulaciones de polvo de carbón en las galerías de transporte o circulación deberán quitarse periódicamente.

4.º En toda mina se llevará un libro registro de las operaciones de espolvoreo y desempolvado que se hayan ejecutado en el interior de la misma.

152. El polvo estéril empleado en las barreras y en la

neutralización en general se ajustará a las características siguientes:

a) Que pase completamente a través de la tela de una red de lámpara de seguridad (144 mallas por centímetro cuadrado).

b) Que pase al menos el 50 por 100 de su peso a través de una tela de alambre de 80 mallas por centímetro lineal (6.400 mallas por centímetro cuadrado).

c) Que no contenga más de 10 por 100 de su peso de materias combustibles ni sea capaz de absorber la humedad del aire, de tal manera que se endurezca destruyendo su efectividad como polvo seco.

d) Que se mantenga flotante en el aire de la mina; y

e) Que por la Jefatura de Minas, de acuerdo con las Autoridades sanitarias, no sea considerado como perjudicial para la salud del personal minero, entendiéndose como tal, entre otros, el que contenga más de 25 por 100 de cuarzo o sílice libres.

153. Cuando el carbón de una mina sea propenso a formar polvo (con más de 12 por 100 de materias volátiles), las vagonetas cargadas con carbón deberán ser de paredes fijas, en buen estado, o de tal modo dispuestas que impidan la diseminación del carbón; éste deberá mojarse suficientemente para retener el polvo antes de entrar en la galería general de transporte.

Disposición transitoria.

La transformación de los vagones existentes para ponerlos en las condiciones expresadas en el artículo 153, se hará paulatinamente, al ir reparándolos o renovándolos; pero, en todo caso, dentro de seis meses, a contar de la publicación de esta disposición; plazo que sólo podrá ser prorrogado hasta el doble, como máximo, por razones justificadas, a juicio de la Jefatura de Minas y con la aprobación previa del Inspector general de la Región.

INSTRUCCIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES REGLAMENTARIAS REFERENTES A LAS MINAS CON POLVO DE CARBÓN

Determinación de la materia combustible en el polvo de carbón y sus mezclas.

Por materia combustible se entiende la diferencia entre el peso del carbón y sus cenizas, aumentadas éstas en su caso con la humedad, agua de combinación y anhídrido carbónico que la muestra contenga.

La humedad en general se determinará por la pérdida de peso de la muestra calentada hasta 105° c., o mejor, desecada en el vacío sobre ácido sulfúrico.

En las muestras que contengan yeso se determinarán la humedad y agua de combinación juntamente, calentando la muestra en el aire seco hasta una temperatura que no exceda de 135° c. La pérdida de peso de la muestra calcinada desde esta temperatura hasta el rojo vivo se estimará como materia combustible.

En las muestras que contengan carbonatos, la calcinación para cenizas deberá hacerse hasta la temperatura del rojo blanco.

El anhídrido carbónico se determinará tratando una muestra especial por ácido diluido, en un aparato apropiado, deduciendo su porcentaje por la pérdida de peso.

Ensayos sobre flotabilidad del polvo estéril en el aire.

En el laboratorio: La muestra de polvo se colocará en una cápsula abierta, dispuesta sobre agua y dentro de una vasija herméticamente cerrada. Al cabo de siete días, el polvo contenido en la cápsula deberá encontrarse en condiciones de formar una nube de polvo al ser soplado con la boca.

En la mina: Iguales condiciones que en el laboratorio de-

berá llenar el polvo estéril que exista almacenado en el interior de la mina, operando sobre una muestra colocada en una cápsula.

Toma de muestras.

La toma de muestras, representativa de la composición del polvo, se hará en el techo, suelo y paredes, respectivamente, sobre distintos puntos, en una extensión de galería que no será menor de 50 metros de longitud. Cada muestra recogida se mezclará bien, y una porción de ésta se cribará a través de una tela metálica de 144 mallas por centímetro cuadrado.

Los resultados de los ensayos referidos en estas instrucciones se consignarán en el libro-registro.

INSTRUCCIONES REFERENTES AL EMPLEO DE ENVOLVENTES
DE SEGURIDAD PARA LOS CARTUCHOS DE EXPLOSIVOS

1.^a La envolvente que recubra los cartuchos consistirá en un tubo formado de sustancias extintoras, aglomeradas por medio de 25 por 100 de tierra plástica.

2.^a Como sustancias extintoras sólo podrán emplearse fluoruro de sodio o una mezcla de cloruro sódico o potásico conteniendo al menos 35 por 100 de fluoruro sódico.

3.^a Las envolventes no deberán ser secadas a una temperatura superior a 100° c.

4.^a Las envolventes no podrán tener un diámetro interior mayor de 30 milímetros ni un espesor menor de 3,5 milímetros; su peso será al menos igual al del explosivo.

5.^a El explosivo se colocará en las envolventes o vainas directamente, sin interposición de papel.

6.^a Las envolventes se recubrirán de una hoja de papel silicatado. Los fondos estarán formados de un casquillo de papel silicatado que ajusten sobre la envolvente y pegados con silicato a ésta o a su cubierta de papel silicatado.

El empleo de la parafina está prohibido.

Artículo 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias o complementarias que sean precisas para el cumplimiento de lo preceptuado en el presente Decreto.

Dado en Palacio a cinco de abril de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta y adjudicándose mediante concurso, la contrata de ejecución de investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña. ("Gaceta" del 6.)

EXPOSICIÓN

Señor: Las investigaciones realizadas por el Estado, hace algunos años, en la cuenca potásica de Cataluña pusieron de manifiesto la continuidad del yacimiento cuya concentración máxima está en la región central del terreno oligoceno; descubrieron que en la zona reservada al Estado se encuentra aquél normal y con gran riqueza en Balsareny, y demostraron que el criadero se prolonga al Oeste, hallándose en Castellfullit, dentro de dicha zona, con bastante riqueza, aunque algo dislocado.

Los estudios recientemente practicados por el Instituto Geológico y Minero de España aconsejan la ejecución de nuevas exploraciones que conduzcan a reconocer mayores extensiones de la cuenca y a determinar y concretar mejor la riqueza y extensión del criadero en aquellas partes de la zona reservada, en las que ya se ha descubierto la existencia de yacimientos potásicos, intentando aclarar los términos de un problema que ofrece el más alto interés para la economía nacional.

La índole característica de esta clase de exploraciones, que han de hacerse por sondeos, exige una especialización de personal y material mecánico que no puede improvisar-

se, y por ello ni es procedente realizarlas por administración ni es conveniente prescindir para adjudicarlas de conocer las ofertas de las Casas extranjeras capacitadas, cuya competencia en estos asuntos pueda ser una garantía. En consecuencia, está indicada la aplicación del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública, realizando estos sondeos por contrata, mediante concurso, y no por subasta.

Fundado en las precedentes consideraciones, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Madrid, 5 de abril de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Rafael Benjumea y Burín.

REAL DECRETO

Núm. 1.020.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con arreglo a lo que preceptúa el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911, queda exceptuada de las formalidades de subasta y se adjudicará mediante concurso, la contrata de ejecución del plan de investigaciones, en la cuenca potásica de Cataluña y dentro de la zona reservada al Estado, propuesto por el Instituto Geológico y Minero de España en 5 de marzo último, que consiste en realizar un sondeo de exploración en Bellmunt, otro de reconocimiento en Aviñó y un tercer mixto al Norte de Cardona, en el límite de las provincias de Barcelona y Lérida.

Artículo 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias y complementarias de este Real decreto.

Dado en Palacio a cinco de abril de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín.*

Real orden que abre concurso entre Ingenieros de Minas para la presentación de proyectos relativos a los temas que se indican, de industrias mineras y metalúrgicas. (“Gaceta” del 7.)

Núm. 135.

Ilmo. Sr.: Consignada en el capítulo VIII, artículo único, concepto 4.º del Presupuesto vigente la cantidad de 10.000 pesetas para premiar proyectos relativos a las industrias mineras y metalúrgicas con temas aprobados por el Gobierno e informados por el Consejo de Minería y cuyos autores sean Ingenieros de Minas con título expedido en la Escuela especial de Ingenieros de Minas, y habiendo sido aprobados por el Gobierno en 2 del actual los temas propuestos por la Sección de Minas e informados favorablemente por el Consejo de Minería,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer que para la debida publicidad de este concurso sea anunciado en la *Gaceta de Madrid* y en el BOLETÍN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA, debiendo celebrarse con sujeción a las siguientes bases:

1.ª Se abre concurso para la presentación de proyectos relativos a cada uno de los temas siguientes:

Tema primero.—«Las explosiones de polvo en las minas de carbón».

Estudio teórico-experimental de las causas que las originan, de las condiciones de su propagación y de los medios propuestos para impedir su iniciación o su propagación o producir la extinción en su caso.

Aplicación de estos medios a casos concretos de minas españolas y organización de los servicios correspondien-

tes. Reglamentación, inspección y vigilancia de los mismos. Precio de coste de la instalación y entretenimiento de dicho servicio.

Tema segundo.—«Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena».

Además de cuanto se crea conveniente exponer para la más fácil y económica resolución del problema, la Memoria deberá comprender:

1.º Descripción de las distintas clases de mena de esa naturaleza en la Sierra de Cartagena.

2.º Posibilidad y conveniencia industrial del empleo de estos métodos, bien sea aplicándolos a la mena bruta, o bien como complemento del método por gravedad, a los mixtos o al producto de una concentración parcial, que en la actualidad se viene sometiendo a la calcinación y que llaman blendas pobres.

3.º Determinación de los aparatos más apropiados para esas clases de menas y productos.

4.º Determinación de la naturaleza de los aceites y de los agentes y proporción de las mezclas.

5.º Ventajas e inconvenientes de una instalación central o de dos o más y lugares de emplazamiento.

6.º Costo aproximado de las instalaciones.

7.º Costo y pérdida del tratamiento.

8.º Resultados económicos.

2.ª Cada uno de los estudios que opten a los premios deberá componerse de Memoria, planos y los anejos necesarios.

3.ª Se otorgarán dos premios, uno de 4.000 pesetas, correspondientes al tema primero, y otro, de 6.000 pesetas, al tema segundo. Los estudios premiados deberán merecer el favorable informe del Consejo de Minería con las dos terceras partes de sus Vocales, por lo menos, y ser aprobados por el Gobierno a propuesta del Ministerio de Fomento. El

concurso podrá declararse desierto si ninguno de los trabajos mereciera premio, o adjudicarse éste a uno solo.

4.ª Los proyectos, escritos a máquina, deberán presentarse en la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas del Ministerio de Fomento antes del día 1.º de noviembre de 1929.

Cada proyecto llevará un lema y deberá ir acompañado de un sobre cerrado y lacrado que contenga bajo el mismo lema el nombre del autor.

Una vez adjudicados los premios se abrirán los sobres correspondientes a los trabajos premiados. Los sobres correspondientes a estudios no premiados se devolverán con éstos sin abrir.

El Estado se reserva el derecho de publicar los estudios que hayan merecido premio.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I. muchos. Madrid, 6 de abril de 1929.

Rafael Benjumea.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que fija los precios que han de regir durante el mes de mayo para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. ("Gaceta" del 30.)

Núm. 163.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo de 1928, y a propuesta del Consejo de Administración del expresado Consorcio,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de mayo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plo-

mo viejo, los mismos precios que han regido para el presente mes, que se fijaron por Real orden de 27 de marzo próximo pasado, publicada en la *Gaceta de Madrid* de 28 del mismo mes.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 27 de abril de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

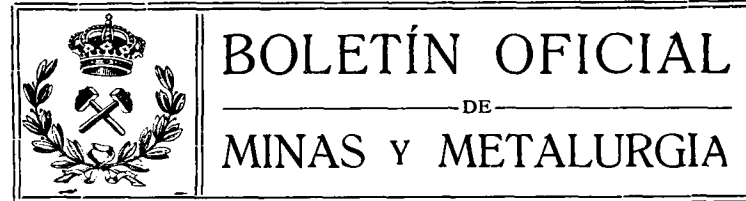
INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refinado de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....	257
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de marzo de 1929.....	318
Producción de combustibles durante los meses de enero a marzo de 1929.....	321
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a marzo de 1929.....	321
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de marzo de 1929.....	322
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	325
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de abril de 1929.....	326
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.— Real decreto que modifica la redacción de los artículos 150 a 153, inclusivos, del capítulo XVIII del vigente Reglamento de Policía Minera, referente a minas con polvo de carbón.....	329
Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta y adjudicándose mediante concurso, la contratación de ejecución de investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña.....	337

Páginas

Real orden que abre concurso entre Ingenieros de Minas para la presentación de proyectos relativos a los temas que se se indican, de industrias mineras y metalúrgicas.....	339
Real orden que fija los precios que han de regir durante el mes de mayo para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo	341

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

III.—Destilación con arrastre de vapores de gasolina, gases inertes, etc.—Ya hemos indicado al tratar de la destilación con ayuda del vapor de agua, la manera de actuar de este gas, disminuyendo la temperatura de ebullición de los petróleos y favoreciendo el arrastre de vapores de hidrocarburos. Ragosin ha patentado el procedimiento de destilación con auxilio de vapores de gasolina en vez de vapor de agua, como ya veremos al describir el método; puede hacerse asimismo empleando gases inertes, puesto que el efecto producido sobre el petróleo a temperatura de ebullición debe ser el mismo.

Ahora bien, si tenemos en cuenta la teoría de Stefan, que indica que debe considerarse todo espacio que se encuentra sobre un líquido como saturado y el líquido es susceptible de producir tantos vapores como pueden difundirse en el mismo tiempo fuera de este espacio, la velocidad de vaporización de un líquido no dependerá sino de la posibilidad de difusión de su vapor.

Por otra parte, la velocidad de difusión de los vapores decrece con su peso molecular, a igualdad de los demás elementos, y la difusión de vapores de un mismo líquido se efectúa tanto más rápidamente cuanto que el espacio en que han de difundirse está ocupado por un gas más ligero, según prueban las experiencias de Win-Kelmann.

De estas consideraciones parece deducirse que en la ebullición de petróleos auxiliada por arrastre de gases o vapor de agua, la evaporización será tanto mayor cuanto el gas empleado tenga un peso molecular más pequeño; así, pues, el hidrógeno sería el que vaporizara en mejores condiciones los petróleos, puesto que es el gas más ligero; el metano sería un gas conveniente, y por esa razón se emplea, conforme al procedimiento de Wells-Wells, en América del Norte, donde hay yacimientos de este gas, y por el contrario, gases como el ácido carbónico no deben emplearse, aunque serían muy económicos, por existir en todos los humos de los hogares, etc.

Ragosin emplea análogamente los vapores de gasolina fundamentado en que no sólo actuará como vapor de agua o cualquier gas inerte, sino que además arrastrará mayor cantidad de hidrocarburos, puesto que los disuelve y dejará los asfaltos y productos análogos a los que no disuelve.

Claro es que si esto es cierto y los vapores de gasolina absorben una mayor cantidad de vapores de hidrocarburos, ésta será una excepción a la ley de Dalton, que indica que todo gas no puede arrastrar más vapores que los que corresponden a la tensión de su vapor a la temperatura que se opera, y también será una excepción a las consecuencias de la teoría cinética de los gases y a los ensayos verificados por Win Kelmann y Stefan, porque siendo un gas de peso molecular mayor que el vapor de agua, la difusión en los vapores de gasolina debía ser menor que en aquél.

Realmente se han encontrado bastantes excepciones a

la hipótesis de Stefan, y no es nada extraño que en este caso ocurra lo propio.

Procedimiento de Ragosin.—La construcción del aparato destilatorio de Ragosin se posa sobre la hipótesis de la transformación del aceite mineral primario (del cual el petróleo de Bakú sería el derivado más próximo) en hidrocarburos más ligeros, susceptibles de llegar a producir la parafina como el petróleo de Pensilvania. Si esta transformación se verifica según esta hipótesis, se produce con ayuda del calor en condiciones favorables, cuando los vapores de aceite primario han sido dirigidos por las fallas o fisuras del suelo en otra bolsada donde la influencia sostenida de una temperatura elevada provoca un nuevo agrupamiento molecular modificando las propiedades de los hidrocarburos.

Lo esencial era imitar a la naturaleza en lo que ella ha verificado en su laboratorio cósmico sin dejar carbono fijo en los yacimientos de petróleo.

Se sabe que por la destilación seca de los aceites minerales pesados se pueden obtener aceites ligeros, así como aceites pesados descomponiendo la parafina, pero sin formación de coque. Este depósito de carbono fijo reproduce también agua en pequeña cantidad cuando se destilan los aceites con ayuda del vapor de agua; sin embargo, la acción de éste resulta insuficiente para la destilación de los alquitranes de aceites de engrase. Ragosin empleó en su aparato la acción de los vapores de bencina en lugar del vapor de agua, a fin de evitar la descomposición elemental de los hidrocarburos contenidos en los alquitranes de aceite de engrases sometidos a la destilación.

El aparato se compone de dos calderas elípticas, o mejor dicho, cilíndricas con bases elípticas superpuestas (fig. 85) y acostadas una sobre otra en la forma que indica el esquema, de modo que los ejes mayores de sus bases formen un ángulo agudo, como en la sección se indica. Las calderas

están unidas por un tubo *m-m* de desprendimiento de vapores, colocado en el punto más alto de la caldera A, y que penetra en la caldera B hasta pasar por encima del nivel del líquido que en ella ha de depositarse. Otro tubo *n-n* próximo también al anterior sirve para el reflujó del líquido hacia la caldera inferior para estar de nuevo vaporizado o para ser evacuado al exterior. La comunicación entre las dos calderas puede ser obstruída a voluntad por unas llaves de paso, para cuando se quiere destilar sin disociar los hidrocarburos; en este caso se dirigen los vapores de aceite en una columna vertical ascendente semejante a la del procedimiento de Schuchow.

Los gases de la combustión producidos en el hogar C contornean la caldera A más baja y pueden ser dirigidos por los canales E a calentar también la superior B, o enviados directamente a la chimenea, accionando un registro de mariposa que obstruye el paso a los canales E.

Un tubo de alimentación J suministra constantemente aceite a la caldera A para que la operación sea continua, y pueda regularse por una válvula de entrada, manteniéndose el nivel constante con el tubo de escape *h*. Los vapores de bencina se suministran por el conducto I a la caldera inferior A.

Los vapores de petróleo formados en la caldera A penetran en la superior B, donde se disocian bajo la influencia de la temperatura, que trata menos por su intensidad que por la duración de su acción sobre los vapores. Aquellos hidrocarburos cuya tensión es suficiente para desprenderse, son dirigidos por la tubería Q a la torre refrigerante; los otros se condensan en la caldera B. Este condensado tiene cantidades iguales de aceite y de protoparafina y algo de hollín.

En razón de la gran tensión comunicada a la masa por la inyección de los vapores de bencina, la destilación de los alquitranes de aceite de engrase se prosigue hasta el fin con ayuda de una temperatura relativamente poco elevada.

Como en el caso del vapor de agua, los vapores de bencina se introducen por una tubería acodada paralela y próxima a la generatriz inferior del cilindro A.

La alimentación de bencina está reglada, una vez para todas, para cada calidad de materia prima tratada; la cantidad de bencina ligera consumida ordinariamente es de 60 por 100 calculada sobre el peso de aceite destilado, pero se encuentra en parte en los aparatos condensadores. Sin embargo, los aceites viscosos retienen una cierta cantidad de la que hay que separarlos inyectando vapor seco.

Los productos ligeros obtenidos en la torre refrigerantes se extraen por los conductos *r, s, t* y *u*, como en el procedimiento anterior de M. Schuchow.

El procedimiento de Ragosin tiene varias ventajas sobre el procedimiento general de arrastre de vapores de hidrocarburos por el vapor de agua.

En primer lugar, es más económico en vapores de arrastre, pues mientras con el vapor de agua precisa una cantidad de vapor igual al destilado total, en el tratamiento de los aceites de engrase con vapores de gasolina se reduce el consumo al 60 por 100 del destilado total.

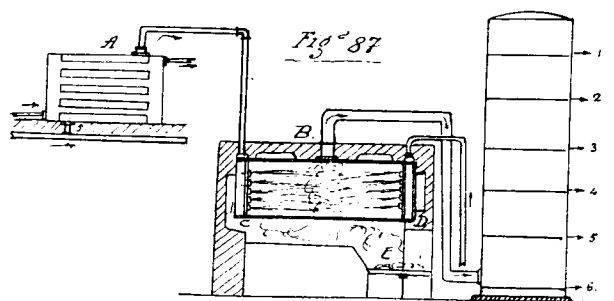
En segundo lugar, no se introduce ningún cuerpo extraño a las fracciones de petróleo, pues éste, si no se separase completamente de los destilados (que es operación sencilla y eficiente) no dañaría a los productos, mientras que el agua no es fácil de separar si se emulsiona y modifica algo las propiedades de los destilados.

Procedimiento de Scheidenschnur.

El fundamento de este método es realizar la vaporización simultánea de todas las fracciones de petróleo, lo mismo las ligeras que las densas, con auxilio del vapor de agua y con el objeto de que las fracciones ligeras unidas en su vapor al de agua constituyan una atmósfera de gases que arrastren las fracciones densas.

Es evidente que como la vaporización de los éteres y gasolinas se realiza inmediatamente, aunque la llamemos simultánea con la de las demás fracciones, la atmósfera que envuelve a las moléculas de líquidos más densos está reformada por una mezcla de vapores de agua y de fracciones ligeras, y según los experimentos de Ragosin tendrá una mayor aptitud para el arrastre de vapores de hidrocarburos que el vapor de agua.

Para llegar a realizar su método hace uso de un dispositivo especial. El petróleo bruto está calentado primeramente en un recipiente de caldeo indirecto a una temperatura



de 80 a 100 grados, y pasa a una cámara de vaporización que está fuertemente calentada a 300-400 grados (fig. 87).

En esta cámara existe un dispositivo C que divide al petróleo en delgados chorritos y los expone a una corriente D de vapor recalentado a 450 ó 500 grados centígrados.

La vaporización se produce inmediatamente de todas las sustancias volátiles, y los productos con el vapor de agua se hacen salir por la tubería de destilado, llevándolos en seguida a los aparatos de condensación donde se fraccionan por enfriamiento y se separan.

Scheidenschnur admite como base de su método que al vaporizar en conjunto los petróleos brutos se reduce la temperatura de vaporización de las fracciones más densas y de mayor punto de ebullición porque la acción de los vapores

de las sustancias volátiles ejerce una influencia en mayor acción que el vapor de agua recalentado.

Esto que puede ser muy cierto porque es la base del procedimiento de Ragosin, da un gran interés a este método, que al mismo tiempo presenta la ventaja de no necesitar instalaciones costosas y poderse realizar con poco gasto.

El consumo de vapor sería menor que en método corriente de arrastre por vapor de agua, y la temperatura de ebullición también podría ser menor, que es otra ventaja para el tratamiento de productos de engrase y petróleos nafténicos.

Empleo del gas inerte.

Las instalaciones de la fábrica, tanto en Bakú como en Grozny, están ya en mal estado. El aumento de producción exige, no solamente que se verifiquen separaciones, sino que sean construídas nuevas instalaciones más apropiadas. Grozny deberá refinar grandes cantidades de petróleos parafínicos y debe preocuparse de la instalación de nuevas baterías construídas según el principio de un mínimo consumo de combustibles. El empleo del vapor recalentado exige una gran cantidad de combustible, tan solamente para calentar el vapor. Por eso se verifica que sobre el 10 por 100 de los gastos que representa el combustible, 6 por 100 son imputables a la caldera que dan el vapor a las baterías y un 4 por 100 solamente al caldeo de destilación. Se imponen, pues, nuevos métodos de trabajo.

Han sido hechas experiencias que tienen por objeto reemplazar el vapor recalentado actualmente utilizado para la destilación de la nafta, por el gas *desbenzolado* que proviene de los pozos. Estas experiencias se inspiran en ensayos intentados en Bakú en la primavera de 1924 para el refinado del mazout con ayuda del gas de alumbrado, operación que permite obtener destilados de calidad plenamente satisfactoria, aun más claros y viscosos y presentando un mayor

grado de inflamabilidad que los del refino con ayuda del vapor recalentado.

Han sido efectuados dos ensayos de afino de nafta parafinica de densidad 0,840 0,845, con introducción de gas, bajo presión de 1/20 de atmósfera por medio de un tubo de 1/4 pulgada de diámetro. En el primer ensayo, el gas no fué recalentado, mientras que en el segundo se le llevó a temperatura de 200 grados. Los resultados obtenidos fueron los más interesantes. Los destilados son de buena calidad y la economía del combustible es sensible. El consumo de combustible se reduce a 2 1/2 por 100 en lugar del 3 1/2 a 4 por 100, que es empleando el vapor recalentado. Tiene este procedimiento sus inconvenientes: el mazout y el keroseno mezclados con el gas, tienen un punto de inflamabilidad muy bajo, el cual puede siempre ser llevado a la normal por insuflación de aire; por consiguiente presenta el gas empleado un peligro de incendio. Convendría utilizar a este fin gas ininflamable tal como, por ejemplo, el que proviene de las chimeneas, desenlazado del oxígeno.

Nuevos ensayos van a ser realizados por el laboratorio Central de Grozny en mayor escala. Si se muestran concluyentes se construirán nuevas baterías, permitiendo el empleo del gas para el refino. Existe en estudio un proyecto de batería, sirviendo igualmente para la utilización del gas o del vapor recalentado.

IV. Destilación en el vacío.—Otro medio de aligerar la destilación es efectuarla en el vacío, o más exactamente, bajo presión débil. Como la ebullición de un líquido comienza cuando su tensión de vapor sobrepasa una cantidad infinitamente pequeña, la presión reinante sobre su superficie, es evidente que la temperatura de ebullición será tanto más baja cuanto que la presión sobre su superficie sea más débil, o lo que es lo mismo, cuando más grande sea el vacío.

Pero la disminución del punto de ebullición para una dis-

minución determinada de la presión exterior no es constante para un líquido dado, cualquiera que sea la presión de partida; crece fuertemente cuando esta presión disminuye. La explicación se deduce inmediatamente de la marcha de la curva de las tensiones de vapor. En efecto, se lleva sobre las abscisas las temperaturas y sobre ordenadas las tensiones de los vapores correspondientes de un líquido, se obtienen para diferentes líquidos, curvas muy diferentes y que se entrecruzan frecuentemente, pero que presentan todos los caracteres de ser siempre convexas hacia las ordenadas positivas, lo que muestra que, a débiles presiones, el crecimiento de la tensión de vapor es muy débil cuando la temperatura crece, y que es, al contrario, muy elevado a las altas presiones. Recíprocamente, la disminución de la temperatura de ebullición para la misma disminución de la presión exterior será más débil para una presión elevada que para una presión débil, y esta disminución puede ser grande a muy débiles presiones.

Krafft, por ejemplo, ha encontrado para el Eptadecano los valores siguientes de la temperatura de ebullición correspondientes a diferentes presiones:

PRESION	Tempe. ebullición
760 m/m merc.....	303°
100	223
50	201,5
30	187,5
20	177.--
10	161.--
Vacío catódico.....	81°--

La simple disminución de 10 milímetros mercurio, a partir del vacío más adelantado, ha disminuído la temperatura de ebullición tanto como la disminución de 670 milímetros de mercurio, a partir de la presión atmosférica; ha causado, pues, un efecto de 66 veces mayor. En el vacío Krafft ha llegado a destilar, no solamente un gran número de cuerpos

orgánicos de punto de ebullición elevado, sino también ciertos metales como el cobre.

Como decíamos antes, las curvas de tensión de vapor son, en general, muy diferentes para los diversos líquidos y no pueden estar reunidas en una sola ley. Pero si se comparan cuerpos químicamente próximos, que es el caso para los carburos de hidrógeno de los petróleos minerales, se puede emplear con una aproximación suficiente la fórmula siguiente debida a Dühring:

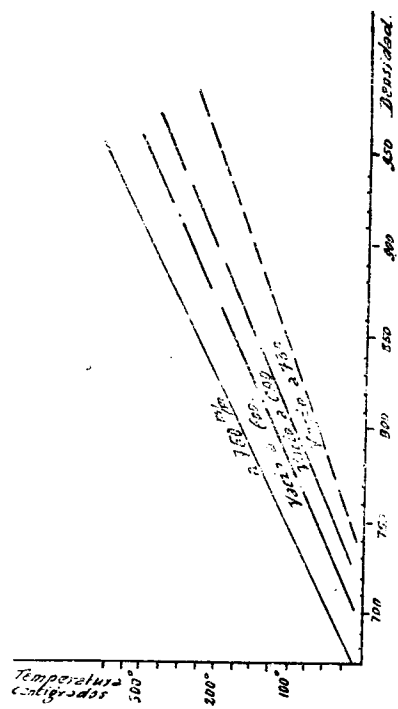
$$\frac{t'_a - t_a}{t'_b - t_b} = K$$

donde t_a y t'_a de una parte, y t_b y t'_b de otra, son los puntos de ebullición de dos líquidos, bajo presiones p y p' , y donde K es una constante. Si se toman para temperaturas, las temperaturas absolutas, la ley de Dühring puede escribirse como Ramsay y Young lo han hecho:

$$\frac{T'_a - T_a}{T'_b - T_b} = \frac{T_a}{T_b}$$

Esta fórmula permite calcular la temperatura de ebullición de un líquido para una presión arbitraria, si se la conoce para una presión bien determinada, y así se dispone de la curva de tensiones de vapor de un compuesto cualquiera químicamente próximo.

Para los carburos de hidrógeno y, por consiguiente, para el aceite mineral y sus derivados, se puede utilizar, por ejemplo, la curva de tensión del octano normal dada por



Young y Thomas, de la que se dan a continuación algunos valores.

Tensiones.....	760 — 100 — 50 — 30 — 20 — 10 — 5 — m/m. mercurio.
Temperat. hielo....	125,8 — 65,5 — 50,2 — 39,3 — 31,3 — 19,1 — 7,7 grados centígrados.
P. ebul., disminuc..	— 60,2 — 75,2 — 86,5 — 96,5 — 106,7 — 118,1 grados centígrados.

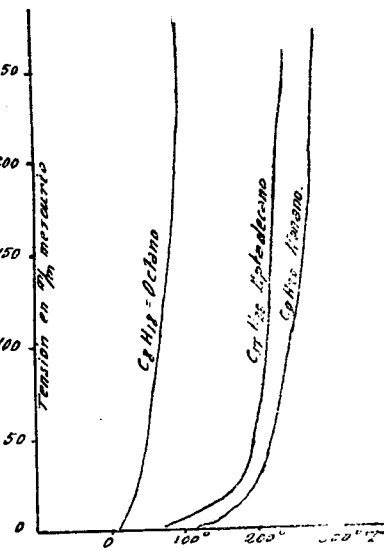
Como aplicación de la fórmula de Ramsay y Young se indica a continuación para diversas presiones la temperatura de ebullición del nodecano normal. Esta temperatura es igual para 760 milímetros a 330 grados o a 603 grados absolutos. Su relación a la temperatura absoluta de ebullición para el octano es, pues, alrededor de 1,5, de donde los valores siguientes para la temperatura de ebullición del nonodecano:

Presión.....	760 — 100 — 50 — 30 — 20 — 10 — m/m. mercurio.
Temperat. calculada...	240 — 216 — 200 — 188 — 170 — grados centígrados.
Temperat. medida.....	300 — 248 — 226 — 212 — 200 — 178 — grados centígrados.

Los resultados del cálculo son bastante aproximados de los que ha encontrado directamente Krafft.

Se pueden obtener con carburos de otras series resultados lo mismo de satisfactorios y, por tanto, en el siguiente cuadro se hallan, calculados de una manera aproximada, la influencia de los diversos grados de vacío sobre la temperatura de ebullición de diversas fracciones de petróleos.

El cuadro siguiente



muestra que, con un vacío suficiente, se puede disminuir la temperatura de ebullición de una manera enorme, sobre todo para los aceites de alto punto de ebullición, y el gráfico de la página núm. 356, lo demuestra muy claramente.

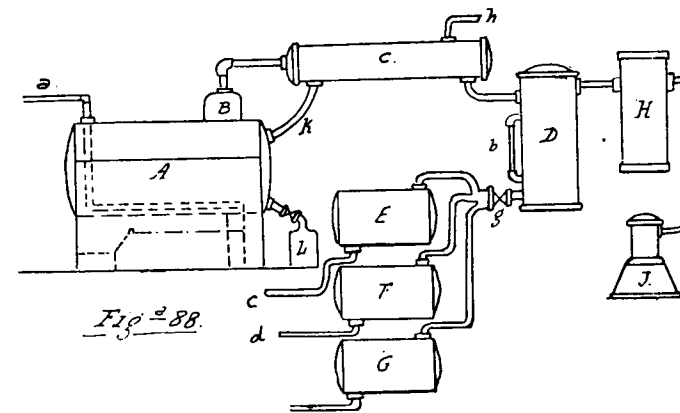
Disminución de temperatura, ebullición para presiones de:	Temperatura, ebullición, fracción a la presión atmosférica.						
	200	250	300	350	400	450	500
100 m/m mercurio...	71	78,9	86,4	93,9	101,4	108,9	116,4
50.....	89,1	98,6	108	117,3	126,5	136,7	144,9
30.....	102,5	113,4	124,2	135	145,8	156,6	167,4
20.....	112	123,9	135,7	147,5	159,3	171,1	182,9
10.....	126,4	139,8	153,2	166,6	180	193,4	206,8
5.....	139,9	154,8	169,6	184,4	199,2	214	228,8

No obstante en la práctica la destilación por el vacío sin auxilio del vapor no ha sido introducida en la industria de los petróleos. Diversas razones lo explican. Existen, desde luego, las dificultades de construcción, pues no es fácil mantener un vacío elevado en grandes calderas con sus sistemas de deflegmadores y de refrigerantes y un vacío poco elevado no da gran resultado práctico; por otra parte, hay que temer la descomposición del petróleo sobre las paredes calientes, peligro que previene la agitación enérgica de la destilación por arrastre de vapor, pero que necesitaría precauciones especiales en la destilación por el vacío sólo. En fin, hace falta contar con las dificultades que provienen de las particularidades físicas del vapor de petróleo. ante todo, los frotamientos internos de los vapores de carburos de peso molecular elevado y, también, con su mala conductibilidad calorífica. La primera de estas particularidades hace difícil la evacuación de los vapores de la caldera y amengua fuertemente la destilación; la segunda paraliza la condensación y necesita un aumento de superficie de los refrigerantes.

Aunque el procedimiento de destilación auxiliado por el vacío es antiguo, industrialmente no había sido puesto en

práctica en gran escala más que para los aceites de engrase; pero Schukze ha demostrado que este método, operando con un vacío parcial pequeño, es muy eficiente. Se han hecho instalaciones aplicando los procedimientos de soldadura para las uniones y se ha conseguido empleando bombas de vacío, perfeccionadas, realizar el método, bajo una presión absoluta de tres milímetros de mercurio.

En estas condiciones es posible obtener destilado de engrase de todas viscosidades, hasta la correspondiente a 175 segundos en 99 grados centígrados y se ha convertido, por



tanto, en un procedimiento que ha de tener una aplicación enorme en la práctica industrial futura.

El esquema de una instalación de destilación con auxilio del vacío está dibujado en la figura 88. La caldera A, siguiendo el sistema general, comunica directamente con el deflegmador y con el condensador C, enfriado por agua o por petróleos frescos, que es el caso indicado en la figura, los petróleos penetran por la tubería h en el condensador y pasan por la k a la caldera. Los vapores de hidrocarburos pasan al condensador y a una columna D, donde se depositan primeramente, y por el tubo de nivel b se puede observar su color y, en seguida, pasan por la llave de varios pasos a uno de los depósitos E, F o G.

Estos depósitos son de unos 200 litros y sirven para verificar la clase de productos y la cantidad que produce la instalación. Mientras uno se llena los otros comunican con los depósitos generales de los productos destilados por las tuberías *c*, *d* y *e*, y se vacían en ellos.

El vacío se hace por la bomba de vacío J en el recipiente H y la depresión verificada se transmite a la columna D y de allí al condensador y caldera.

Los residuos no destilables se hacen salir al recipiente L, de tiempo en tiempo.

La instalación puede marchar con auxilio del vapor o sin él. Generalmente también se emplea el vapor combinado con el vacío y en ese caso el vapor recalentado entra en la caldera por la tubería A, y luego de recorrer con los vapores de hidrocarburos, los condensadores y deflegmadores va al recipiente de vacío H y es aspirado por la bomba y sale al exterior. Muchas veces en vez de bomba se emplea un inyector Giffart, sobre todo en caso de que se trabaje con vapor, pero consumen mucho vapor de agua.

El vacío necesario no tiene que ser muy grande, tan sólo una pequeña depresión origina el principio de la destilación y sólo necesita que se sostenga para absorber la corriente de vapores destilados y de vapor de agua. Trabajando sin vapor de agua el vacío, hay que llevarlo algo más adelante, pero la depresión producida nunca es grande, pues sólo tiene que vencer a las viscosidades de la materia sometida a tratamiento para que se desprendan los vapores que el petróleo denso tiende a retener en su masa.

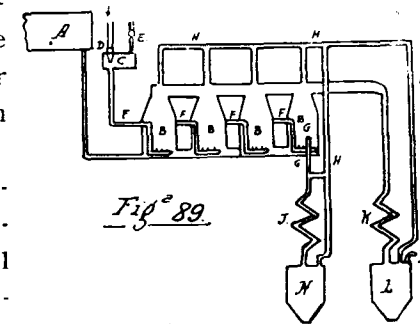
Destilación en el vacío.—Procedimiento de Wecker.

El aparato de destilación en el vacío concebido para los ácidos grasos contenidos en las grasas y aceites comestibles, conviene igualmente a la separación de las materias volátiles retenidas por los petróleos densos y los alquitranes, aceites pesados y los aceites de engrase.

Estos diversos líquidos calentados en el vacío, son tratados por líquidos finamente pulverizados, tales como el agua, el alcohol, el tolueno, etc. ., o mejor por estos mismos líquidos puestos en suspensión en una fase gaseosa, tal como el vapor saturante o sobrecalentado, el gas carbónico, el nitrógeno, etc.

Los líquidos que tienen que purificarse, procedentes del recipiente A, penetran en una sucesión de cámaras B, B, donde se mantienen a nivel constante por la tubería G (figura 89).

El líquido activo está puesto en suspensión en los gases que entran por E, por medio de un atomizador D, y salen ya mezclados de la cámara C y por la tubería F se reparten para entrar por las tuberías que están en el fondo de la caja B.



Los vapores que vienen de los productos tratados se condensan en el serpentín K y en el condensador L y los productos

pasan por E y se condensan en J y en el recipiente N.

El vacío necesario se hace en todos los aparatos por las tuberías H que los comunican, y por M.

La parte inferior de las cámaras B, de purificación, construida en metal, puede presentar tabiques o acanaladuras en laberinto para forzar a los líquidos a recorrer un camino más considerable antes de salir del aparato. Por otra parte, puede preverse también de un lavado metódico de los vapores, haciendo que las diversas cámaras funcionen en cascada.

Los productos antes de penetrar en el aparato pueden ser recalentados por los que salen, este caldeo teniendo lugar en el vacío por recuperación de los vapores que se des-

prenden durante la operación. Los líquidos activos son distribuidos en las cámaras a través de tuberías perforadas o mejor a través de agitadores giratorios, cuya rotación está ocasionada por la salida de los mismos líquidos.

Si estos líquidos no están emulsionados en un gas, será preferible hacerlos atravesar por un tabique poroso.

Finalmente, las materias sólidas, líquidas o gaseosas pueden estar introducidas en el aparato para auxiliar a la purificación por vía química. Se puede asimismo emplear catalizadores hidrogenantes. los gases que penetran por la tubería E. estando reemplazados por el hidrógeno o por un gas reductor.

Destilación combinada por vacío y vapor de agua.

Para evitar los inconvenientes que presenta la destilación en el vacío sin empleo de vapor, entre los cuales uno de los más importantes es que de no existir agitación mecánica, puede descomponerse el petróleo al contacto con las paredes calentadas, y otro es el necesitar aparatos especiales para que el vacío pueda mantenerse en toda la instalación, impulsándolo hasta donde sea necesario, se ha buscado el procedimiento que ha dado buenos resultados en la práctica, de reunir el vacío con el empleo del vapor de agua para arrastre de vapores y agitación de los líquidos.

Con esta combinación, como la temperatura de ebullición está disminuída, tanto por el empleo del vapor de agua, cuanto por el empleo del vacío, la operación resulta eficientemente realizada, con mucho menor gasto de vapor de agua que sin el empleo del vacío.

En efecto, ya hemos visto que en el arrastre de vapor de agua para una parte de petróleo, se emplean, trabajando a la presión atmosférica, tantas partes de agua como la fórmula expresa:

$$\frac{(760 - p) \times 18}{p \cdot M}$$

Si en vez de la presión atmosférica se trabaja a una presión P inferior a ella, la fórmula se convertirá en:

$$\frac{(P - p) \times 18}{p \cdot M}$$

El consumo de vapor habrá disminuído en la diferencia entre ambas fracciones.

$$D = \left(\frac{(760 - p) \times 18}{pM} \right) - \left(\frac{(P - p) 18}{pM} \right) = \frac{18 (760 - P)}{pM}$$

Ahora bien, para tensión del vapor de petróleo a esa temperatura y M, peso molecular del petróleo, constantes, la diferencia D, o ahorro de vapor de agua será tanto mayor, cuanto mayor sea el término 760 — P, o sea cuanto menor sea P.

Luego el consumo de vapor es tanto menor cuanto mayor sea el vacío, pero si consideramos que cuanto mayor sea el vacío, menor es la temperatura de ebullición del petróleo, menor será también p tensión propia del vapor de petróleo y mayor la fracción de ahorro del vapor.

Si consideramos constante el consumo de vapor de agua cuanto mayor sea el vacío menor será la temperatura de destilación. Si recordamos que la tensión de los vapores de petróleo en el caso de la destilación por el vapor a la presión atmosférica está dada por la fórmula

$$(760 \times \frac{1}{M}) : (\frac{1}{M} + \frac{a}{18}) = 760 \frac{18}{18 + aM} \quad (1)$$

y la tensión del vapor de agua por la

$$(760 \times \frac{a}{18}) : (\frac{1}{M} + \frac{a}{18}) = 760 \frac{aM}{18 + aM}$$

y variamos la presión a la P inferior a ella, para la misma cantidad a de vapor de agua se habrá transformado la tensión del aceite en

$$(P \cdot \frac{1}{M}) : (\frac{1}{M} + \frac{a}{18}) = P \frac{18}{18 + aM} \quad (2)$$

Como P menor 760 la tensión (2) será menor que la (1) y tanto más pequeña será cuanto menor sea P , o cuanto mayor sea el vacío. Ahora bien, a menor tensión de vapores de petróleo, menor temperatura de ebullición; luego para una cantidad a constante, gastada por una parte de petróleo, la temperatura será menor en la ebullición.

El empleo del vacío con el vapor es muy interesante para petróleos densos, como vamos a demostrar para el siguiente caso práctico.

Un petróleo que necesita para destilar una temperatura de 300 grados a la presión atmosférica se trata por el vacío, además de por el vapor, con una depresión de unos 50 milímetros de mercurio y la tensión del vapor de petróleo disminuye hasta 0,4 milímetros de mercurio que indica que el petróleo puede destilar a 210/220 grados. Hemos conseguido para el mismo gasto de vapor de cinco partes rebajar la temperatura de destilación en 80 a 90 grados, cifra muy importante que evita descomposiciones en aceites de peso molecular elevado y de alta temperatura de ebullición. Si hubiésemos querido realizar el mismo descenso de temperaturas sin emplear el vacío y sólo con el vapor el consumo de vapor hubiese ascendido a 85 partes de vapor por una de petróleo.

Con este procedimiento se pueden conseguir resultados muy enérgicos, empleando agua de refrigeración muy fría y se evitarán todos los inconvenientes del método del vacío, sólo que ya hemos indicado cuáles eran al tratar de ese procedimiento.

Con un vacío de 30-50 milímetros de mercurio es suficiente para la operación.

Se emplea mucho este método para fracciones elevadas utilizando un vacío débil, por ejemplo, una presión de 700 a 740 milímetros de mercurio; con un vacío débil se ha observado que no existe tendencia a acelerar el paso por los refrigerantes de la corriente de vapores de petróleo y agua.

Disposición de tratamiento en Pechelbroon.

Como la aplicación del vacío, además de facilitar las operaciones, mejora la calidad de los productos obtenidos, que son más claros, tienen punto de ebullición más elevado y son más fáciles de refinar, se emplea el procedimiento, sobre todo para las destilaciones de productos densos que han de ser empleados en el engrase de máquinas y motores.

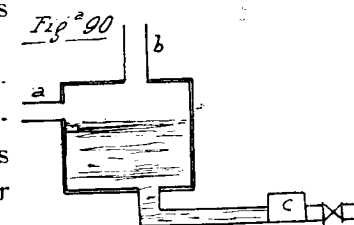
No debe olvidarse que todo procedimiento que tienda a facilitar la marcha de la destilación, aumentando la velocidad de salida de los productos destilados, dificulta el buen funcionamiento y precisa el empleo de aparatos más complicados y de instalaciones más perfeccionadas.

En los productos muy parafinosos que deben ser empleados más tarde para extraer las parafinas el procedimiento por el vacío no es conveniente,

porque no favorece la cristalización ulterior de la parafina.

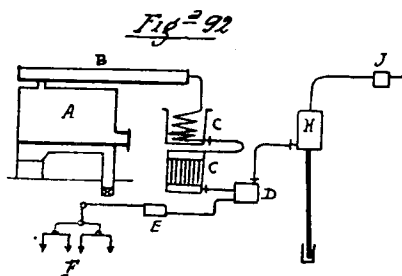
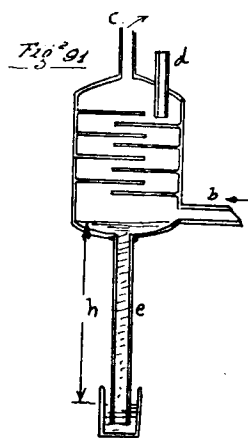
El grado necesario de vacío se obtiene con bombas de vacío o con inyectores de vapor, que funcionan como inyectores de aire, y que se colocan a la salida de los últimos condensadores, por intermedio de una caja a vacío que tiene la disposición que indica la figura 90, en el que el líquido, que viene de los condensadores, descarga por a , y la bomba de vacío ab sobre los gases por b , quedando las fracciones de petróleo en el fondo de la caja para ser extraídas por la bomba de aceites c que las conduce a las probetas y al clavero general.

Para acabar de condensar los vapores de hidrocarburos que van con los gases, antes que la bomba de vacío los absorba, se suele emplear un condensador. llamado «condensador barométrico», representado en la figura 91 en esque-



ma, que consiste en un enfriador de chorro de agua que cae sobre los tabiques en zigzag colocados dentro de la caja A.

Los gases entran por *b* y salen por *c*, ya limpios de productos condensables, y el agua fría entra por *d* y sale por la tubería vertical *e* a la que se le da la altura equivalente a la depresión creada por la bomba de vacío que está aspirando los gases por *c*, de ese modo el agua única puede pasar a la bomba de vacío, y la contrapresión exterior tampoco impide salir al agua del condensador como podría ocu-



rrir si no se usase este dispositivo.

En la figura 92 damos el esquema de la instalación funcionando con vacío, en la que la caldera A envía los vapores por el desflector horizontal

B a los condensadores *c*, de los que pasan los productos y gases a la caja de vacío D, que manda los líquidos por la bomba de aceites E al clavero o caja de distribución F. Los gases, en cambio, van por la tubería G al condensador barométrico H y de allí a la bomba de vacío J.

Esta disposición es la que tienen establecida para la destilación de petróleos en las minas de Pechelbroon, de Alsacia.

Emplean varias calderas que trabajan en destilación continua, y cada una tiene una serie de aparatos condensadores y anejos en la forma indicada anteriormente.

Funcionan con un vacío de 600 milímetros, y la cantidad

de vapor inyectado va creciendo desde la primera caldera a la última, a fin de facilitar el paso de los aceites pesados.

Por ejemplo, si en la primera caldera se trabaja a cuatro kilogramos de petróleo por kilogramo de vapor, en la segunda sólo corresponderán dos kilogramos de petróleo por kilogramo de vapor. La temperatura de la primera caldera es de 170 grados aproximadamente, y la de la última de menos de 370 grados.

CAPITULO III

RECTIFICACION O SEGUNDA DESTILACION

Dada la complejidad de los petróleos brutos sometidos a la destilación, se comprende que su vaporización viene acompañada de diversos fenómenos de evaporización y de arrastre que se oponen a la obtención de productos puros que puedan ser vendidos inmediatamente, porque no reúnen las condiciones requeridas por los mercados.

Se hace, pues, necesaria una rectificación para cada una de las fracciones que en la primera destilación han sido obtenidas, y tan sólo algunos productos volátiles y gasolinas ligeras producidas en primera vaporización (primer chorro, como dicen los americanos) se escapan a veces de la rectificación.

Como es natural, esta segunda destilación es la que, aun más que la primera, tiene que someterse a las exigencias del mercado, porque ya de ella han de salir los productos de las clases demandadas por el consumo. Hace algunos años, como el producto que tenía más salida en el mercado mundial era el petróleo de alumbrado, la rectificación tendía a producir más fracciones de lampante que de ningún otro producto, mezclando con él la mayor cantidad posible de gasolinas; hoy, con el desarrollo de la industria de los mo-

tores de explosión, las que imperan son las gasolinas, y se busca por todos los medios posibles aumentar el rendimiento en esas fracciones a costa de las demás. Los procedimientos de rectificación van, pues, acoplándose, como es lógico, a las necesidades de la demanda.

La rectificación, desde el momento que es una segunda destilación, desde el punto de vista teórico, es exactamente análoga a la primera destilación, y son aplicables a ella todas las consideraciones que en el estudio de la destilación hemos hecho.

Prácticamente se distingue de la primera destilación en que hay que operar sobre productos más semejantes, cuyos puntos de ebullición son más próximos, y por tanto, las dificultades han de ser mayores y la operación es más delicada.

Estas dificultades han conducido a la adopción casi general de los aparatos de rectificación llamados columnas, en vez de los alambiques en que antiguamente se hacían las segundas destilaciones, porque se ha visto que para obtener productos bien seleccionados es casi indispensable el empleo de las columnas.

Esta orientación actual de la rectificación ha nacido de los tratamientos especiales que hubo que verificar durante la guerra mundial, de gasolinas para aviación, de los bencenos extraídos de los petróleos de Borneo, que tienen gran proporción de tolueno, y otros semejantes, para lo cual se comenzaron a aplicar los métodos que en la obtención de los alcoholes se habían generalizado, con gran éxito encontrando que daban un resultado satisfactorio modificando los métodos de caldeo, que como es natural, no conviene hacerlo por burbujeo ni por ningún otro método de contacto directo con el vapor de agua, sino por superficie, para no mezclar los hidrocarburos con el vapor de agua, que tiene el inconveniente de impedir y modificar los fraccionamientos regulares de los hidrocarburos.

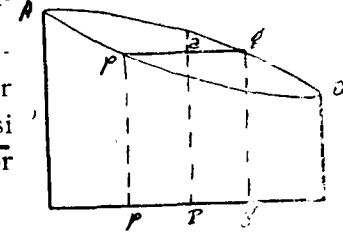
En este capítulo no hemos de tratar más que de los procedimientos de destilación de refino propiamente dicho, es decir, sin empleo de otros agentes y substancias que obran químicamente sobre los destilados para modificar su composición y para separarles más fácilmente de las impurezas. Esos procedimientos, que deben agruparse entre los físicoquímicos, los estudiaremos en lugar aparte, y por tanto, dividiremos la destilación de refino en dos grandes grupos. El primero de rectificación o segunda destilación, que estudiamos a continuación, y la destilación de refino auxiliada por agentes químicos, que pasa al capítulo XIV.

1.º **Representación gráfica.** — Con objeto de poder precisar mejor la forma de actuación de una columna de rectificación vamos a explicar el procedimiento gráfico como hicimos anteriormente para la destilación sencilla y fraccionada.

Sean dos cuerpos A y B, que coexisten en la mezcla, y supongamos que en la figura siguiente tenemos representadas las curvas de la fase líquida y fase de vapor que sean A, C, D y A, D y B, respectivamente. Si la composición de la fase líquida la llamamos p y g la de fase de vapor. Si la masa de la mezcla la denominamos M y representamos por m la masa de la fase líquida y n la de la fase de vapor, P la composición de la mezcla, supuesta a una sola fase, tendremos que

$$M = m + n \quad \text{y} \quad M P = m p + n g$$

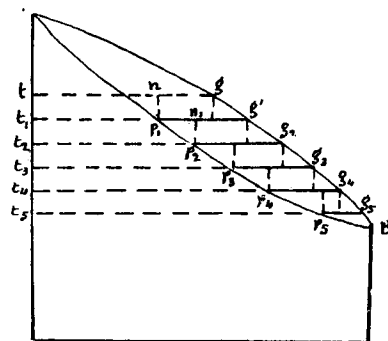
de donde $\frac{m}{n} = \frac{g - P}{P - p}$ y gráficamente las cantidades relativas de las fases líquidas y vapor pueden estar representadas, si se les compara con su suma, por $\frac{a g}{g p}$ y $\frac{p a}{p g}$ respectivamente.



Sea ahora la mezcla binaria de A y B como anteriormente que la vamos a hacer pasar por la columna de rectificación.

Supongamos que la columna no contenga más que cinco platillos, y para fijar las ideas supongamos que el vapor a la salida de la caldera tiene la temperatura t , figura siguiente, y la composición g determinada por la paralela a la abcisa partiendo de t y la curva de vapores A, g, B.

Si la columna ha de rectificar en los cinco platillos el vapor a la salida del último, el componente A ha debido



ser completamente separado y los vapores deben tener la composición del cuerpo B puro.

Esto supuesto en el último platillo, la temperatura debe ser muy próxima a la de ebullición del cuerpo B, porque los vapores son casi compuestos por el cuerpo B

puro, sea sobre el gráfico, la temperatura t_5 , próxima a la de B, la del quinto platillo.

Los otros platillos eliminan vapores de composición comprendida entre g y g_5 y sus temperaturas deben estar también comprendidas entre t y t_5 podemos, pues, para fijar las ideas considerar dividido el espacio $t - t_5$ en cinco partes, y más serán las temperaturas correspondientemente, trazando las paralelas a $t - g$ los puntos $g_1 - g_2 \dots g_3$ y g_4 las composiciones de los vapores en cada platillo, y p_1 a p_4 las de los líquidos correspondientes.

La marcha de la rectificación estará representada por las rectas $g_1 m_1 - g_2 m_2$, etc..., y $p_1 n_1; p_2 n_2 \dots p_5 n_5$.

La operación se verificará en la forma siguiente: Los vapores de la caldera que entran con la composición g se dividirán en el primer platillo en un vapor de composi-

ción g_1 y un líquido p ; la proporción en que el líquido y el vapor se forman, es igual a la relación de $p_1 m_1$ a $m_1 g_1$, o sea la cantidad de vapor g_1 es igual a

$$M \frac{p_1 m_1}{p_1 g_1} \text{ y el líquido } p_1 = M \frac{n_1 g_1}{p_1 g_1}$$

como anteriormente dijimos.

Continuando la operación, el vapor g_1 pasa al segundo platillo y se divide en un líquido p_2 y un vapor g_2 , cuyas cantidades son:

$$g_2 = g_1 \frac{p_2 m_2}{p_2 g_2} \quad p_2 = p_1 \frac{p_2 n_2}{p_2 g_2}$$

y substituyendo en vez de g_1 y p_1 sus valores.

$$g^2 = M \cdot \frac{p_1 m_1}{p_1 g_1} \times \frac{p_2 m_2}{p_2 g_2}; \quad p_2 = M \frac{g_1 n_1}{p_1 g_1} \times \frac{g_2 n_2}{p_2 g_2}$$

y la misma forma en el

$$p_5 = M \frac{g_1 n_1}{p_1 g_1} \times \frac{g_2 n_2}{p_2 g_2} \times \frac{g_3 n_3}{p_3 g_3} \times \frac{g_4 n_4}{p_4 g_4} \times \frac{g_5 n_5}{p_5 g_5}$$

y el vapor

$$g_5 = M \frac{p_1 m_1}{p_1 g_1} \times \frac{p_2 m_2}{p_2 g_2} \times \frac{p_3 m_3}{p_3 g_3} \times \frac{p_4 m_4}{p_4 g_4} \times \frac{p_5 m_5}{p_5 g_5} M'$$

que sale del aparato para ir al condensador y tiene la composición B.

Los líquidos van cayendo de un platillo a al anterior, de éste al precedente, y, finalmente, vuelven a la caldera, hirviendo en cada uno de los platillos en virtud del calor que le comunican los vapores de hidrocarburos que van encontrándose marchando en sentido opuesto, y cuyas cantidades se obtienen por las fórmulas antes indicadas.

Observando la fórmula que da el vapor M' llegamos al conocimiento de que está compuesta de factores que van disminuyendo conforme se acercan al punto B (puesto que las curvas van acercándose hasta reunir en el punto B, y las distancias $m_1 p_1 \dots m_5 p_5$ son cada vez menores). Esto

nos dice que la producción de vapor rectificado va decreciendo en los últimos platos, y, por lo tanto, el rendimiento de la columna es débil.

Esto puede corregirse dividiendo la columna en platos no simétricamente en distancias iguales, sino al principio mayores que al fin, y entonces podremos llegar a un rendimiento mayor que el M' . Así, pues, cuando se distribuyen los platos de una columna de un modo conveniente con relación a las temperaturas y se aísla bien la columna, de forma que las diferencias de temperatura entre los platos de la parte superior sean las menores posible, el rendimiento aumenta.

Asimismo el rendimiento de la columna rectificadora aumenta con el número de platos de la misma y, por otra parte, el consumo de combustible disminuye.

Esto queda comprobado si suponemos que se disminuye un plato en la columna, cuyo diagrama representa la figura página 370. Sea el plato $p_1 g_1$ el suprimido, la masa de vapor en el segundo plato sería

$$M \frac{p_1 m_1 \times p_2 m_2 \cdot}{p_1 g_1 \times p_2 g_2 \cdot}$$

y quitando el plato $p_1 g_1$ la masa será

$$M \frac{p_2 m'}{p_2 g_2}$$

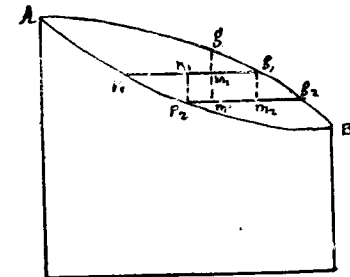
Ahora la primera cantidad es mayor que la segunda, luego con el empleo de los dos platos hay más vapor que con uno solo, por consiguiente, más rendimiento, y menos combustible empleado, porque cuanto menos vapor más líquido de retrogradación a la caldera que debe ser nuevamente evaporado y necesita más calorías para el mismo trabajo.

Fundándose en esta condición se han dispuesto columnas formadas por divisiones llenas de capas de espiras, anillos, bolas, etc., con objeto de que cada pieza obre como un centro de condensación y fuera esto lo mismo que ele-

var el número de platos de la columna a un número muy grande, pero esto no es rigurosamente cierto y se ha observado que las columnas de platos rinden más vapores que las de relleno de anillos, bolas, etc., que tienen el inconveniente de que no pueden repartir la temperatura en forma regular y muchas veces ocasionan una caída muy grande de temperatura en la parte alta de la columna.

También se ha discutido mucho sobre la conveniencia de aumentar el número de platos, haciendo descender al líquido varios escalones, en vez de uno sólo que al fin se ha resuelto negativamente, encontrando que es mejor que no descienda sino un escalón como habíamos indicado en el comienzo.

Otro de los inconvenientes que se ha tratado de achacar a las columnas era el poner en contacto el vapor con el líquido más pobre, en el constituyente más volátil, porque el líquido tomaría siempre algo de este constituyente. Esto

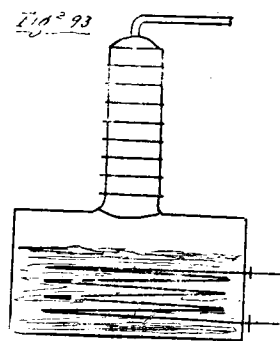


no es cierto. Si en el gráfico de la figura anterior observamos que el vapor g_1 que sale del primer plato, se divide en el segundo, a la temperatura de éste, en dos, líquido y vapor que están en equilibrio, sobre este vapor y líquido cae el líquido P_2 del plato superior, más rico en cuerpo volátil que el líquido p_2 , por tanto, estando el líquido p_2 y el vapor g_2 en equilibrio y siendo p_2 más rico en volátil que g_2 , no puede enriquecerse más a expensas del vapor g_2 , sino que, por el contrario, cede a g_2 parte de su proporción en cuerpo volátil y le enriquece. Así, pues, es conveniente el contacto entre líquido y vapor y en él se funda parte del enriquecimiento.

2.º Aparatos para la rectificación de las fracciones.—
Calderas.—Los recipientes en que se calientan los líquidos

ligeros que han de rectificarse, difieren de los que se han estudiado en la destilación en que generalmente no se emplean aparatos de caldeo directo por hogar y sólo se usan calderas calentadas por serpentines de vapor o por doblefondos, también con empleo de vapor de agua.

La forma que se da a las calderas también es algo diferente, y se asemeja más a las de destilación de alcoholes, que son calderines verticales cilíndricos con base circular, o de ser horizontales de corta generatriz, porque sobre ellos se pueda colocar la columna de destilación. No obstante, puede emplearse cualquier caldera de las descritas en aquella reseña.



En la figura 93 se da un esquema de una caldera corriente de rectificación A, calentada por el serpentín de vapor de agua B, y colocada bajo la columna de destilación.

Cuando se trata de fracciones más densas, ya se emplean las calderas con caldeo por hogares, porque precisa elevar la temperatura para llegar a la ebullición de los productos a destilar, y no es extraño ver que se verifica la rectificación en baterías de calderas de marcha continua semejantes a las descritas en la primera destilación, en las que se va tratando cada fracción general de las en que se había dividido el petróleo bruto, a su vez en otras fracciones que se llevan a la concentración y rectificación separadamente en las columnas y condensadores dispuestos en serie para cada producto que ha de destilarse.

El consumo de combustible depende de las condiciones de la caldera y de su aislamiento, y se calcula como para la destilación.

Hornos tubulares.—Modernamente se emplean en Sur América, unos hornos para destilación primera, y para re-

fino, que son una serie de tubos colocados horizontalmente, formando haces en macizos de ladrillos refractarios.

En la figura 170 damos el corte de un horno tubular Foster; consta de una cámara de caldeo A, donde se queman los gases que provienen de los mecheros B. Entre la cámara de caldeo y los haces principales de tubos hay un muro de material refractario C, para que el calor del hogar no dé directamente a los tubos de entrada y sí solamente a los anteriores en la parte inferior del horno.

El petróleo bruto o las fracciones de una primera destilación entran por la tubería H en el haz inferior D, pasan por los tubos en zigzag y siguen al serpentín E y después al F, pasando por fin al G por el tubo de unión I para salir a las torres de condensación por la tubería J.

La temperatura va aumentando conforme el petróleo avanza marchando por los serpentines de tubos, hasta ser máxima en el serpentín de salida G.

El horno dibujado en la figura 170 es para una capacidad de destilación de 3.000 barriles de petróleo por día, trabajando a temperatura de 200 a 400 grados centígrados. Los tubos son de 4" de diámetro, y están montados en los haces D, E y F, y revestidos de anillos o camisas de hierro fundido de calidad especial para evitar la corrosión debida a los gases del hogar sobre el hierro forjado ordinario. Los gruesos de los anillos son diferentes y aumentan desde el haz F en el que son de cinco y media pulgadas, hasta D, en que se elevan a 7 ⁵/₈ de diámetro exterior. (Véase fotografía número 7, pág. 312.)

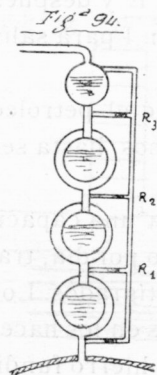
De estos hornos tubulares pasan los vapores de destilados directamente a las columnas analizadoras.

Columnas.—Nada nuevo hay que decir respecto a estos aparatos que ya hemos tratado en detalle en la primera destilación; van colocados directamente a la salida de la caldera para poder reintegrar a la misma todos los líquidos que tienen que ser nuevamente vaporizados y nuevamente tratados.

Las más empleadas son las columnas a chapoteo o burbujeo estudiadas en las figuras 41 a 44, y las de chorreo o lluvia formadas por rellenos de anillos, espiras y bolas de cristal o metálicas.

Deben tenerse en cuenta todas las condiciones que al hablar de ellas se hicieran constar para su construcción y forma de trabajo.

Columna de Hinze.—Difiere de las estudiadas solamente en el sistema de caldeo que aplica a los platillos para elevar la temperatura sobre las de ebullición de los líquidos. Los platillos están formados por un doble fondo, entre el que circula vapor de agua recalentado. En lo demás no difiere la disposición de los platillos de los ya indicados en la destilación.

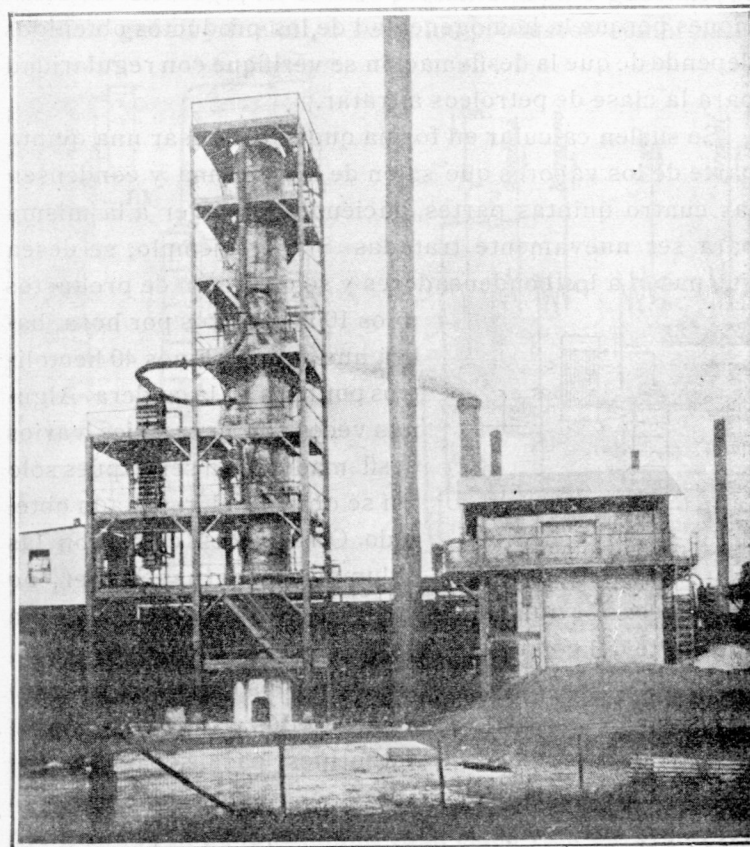


Aparato Singer.—Es una disposición especial fundada en los condensadores esféricos de Egrot, en que el autor ha substituido a la columna por una serie de condensadores esféricos, formados por dos superficies esféricas una envolvente y otra envuelta (figura 94), que colocados uno sobre otro substituyen a los platillos, condensando cada esfera una fracción diferente del petróleo a tratar, fracciones que se extraen por las llaves $R_1 \dots R_5$ a voluntad. Este aparato está fijado directamente sobre la caldera. La temperatura en cada esfera está mantenida por el calor latente de los condensadores, y los gastos de caldeo son reducidos.

Las grandes columnas de rectificación modernas son aparatos verdaderamente atrevidos por sus dimensiones y están cuidadosamente construidos. En la fotografía adjunta damos una vista completa de una instalación Foster de rectificación para una producción de 2.500 barriles de petróleo tratado por día (fotografía núm. 10).

La torre de rectificación tiene 21 metros de altura y

1,925 milímetros de diámetro; funciona entre 190 y 260 grados de temperatura. En la fotografía se ve perfectamente la tubería de salida de los productos de cabeza que comunica con el primer condensador de petróleos ligeros colocado

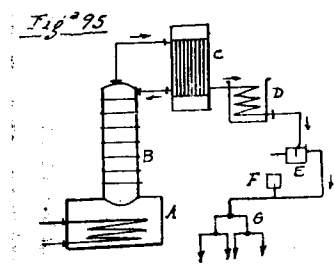


Fot. 10.—Instalación de refinación de petróleos, sistema Foster, para 2.500 barriles de petróleo crudo de Pensilvania. El horno tubular está calentado con carbón pulverizado.

a la izquierda de la columna (izquierda del observador). A la derecha de la columna está un horno tubular Foster, que ya se ha descrito en este estudio, calentado por carbón pulverizado.

Condensación.—Nada tenemos que decir de los aparatos que nos son muy conocidos, y tan sólo indicar algunas características. Los desflemadores se emplean mucho a la salida de las columnas para separar los productos pesados y devolverlos a la rectificación. Deben calcular sus condiciones porque la homogeneidad de los productos obtenidos depende de que la desflemación se verifique con regularidad para la clase de petróleos a tratar.

Se suelen calcular en forma que dejen pasar una quinta parte de los vapores que salen de la columna y condensen las cuatro quintas partes, haciéndolas volver a la misma para ser nuevamente tratadas. Si, por ejemplo, se desea que pasen a los condensadores y se obtengan de productos



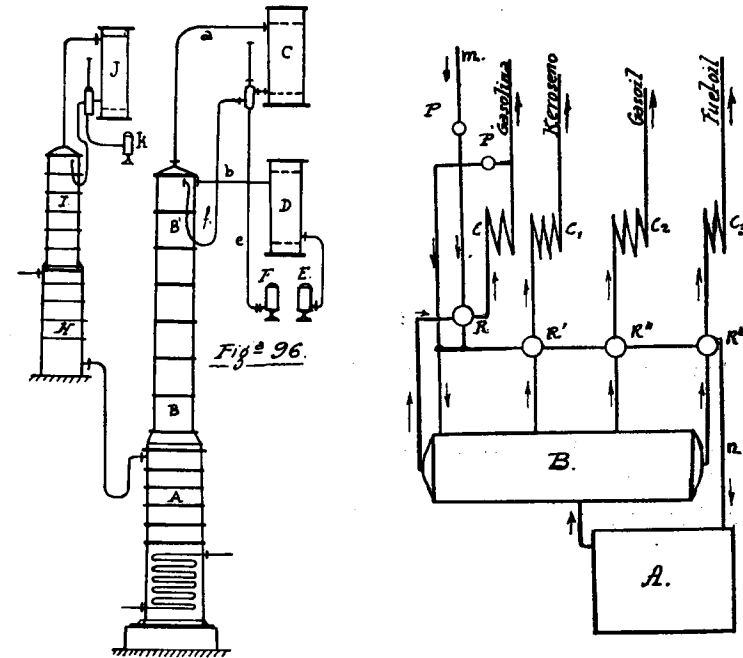
unos 10 hectolitros por hora, habrá que destilar unos 40 hectolitros por hora en la caldera. Algunas veces son necesarios varios desflemadores en serie, pues sólo así se obtiene el resultado obtenido. Otras veces, como con las columnas modernas Foster, no

son necesarios ninguno, dándose la corriente de reflujo con una parte del condensado ligero.

Los condensadores son iguales a los usados en destilación, y nada tenemos que decir de ellos. Los líquidos condensados se llevan a los florentines, para separarlos del agua que contengan, si es preciso, y sino a las probetas. Cerca de éstas se suele colocar siempre una probeta con densímetro constante, como la representada en la figura 66, para vigilar en cualquier momento la densidad del destilado producido.

La disposición general de un aparato de rectificación la indicamos en la figura 95, y la que indica el aparato de la figura 96 ha sido muy empleada durante la guerra en la rectificación de las gasolinas de aviación en Francia y Bélgica.

En la figura adjunta damos un esquema de la instalación de rectificación Foster, en que A es el horno de serpentín, donde se vaporizan los petróleos; la torre de rectificación B produce directamente el número de fracciones de petróleo que convenga; en el caso presente, separa gasolina, keroseno, gasoil y fueloil, o sean los productos comerciales,



por lo que no puede pedirse más de un aparato de fraccionamiento.

A la salida de la columna cada clase va a parar a un refrigerador economizador R, que calienta la primera materia, y más tarde al condensador de cada fracción C. La primera materia entra por la tubería m, pasa por la bomba P que la inyecta a los recalentadores R y llega al horno por n. El reflujo para la columna puede hacerse, bien con gasolina inyectada por la bomba P' y tomada a la salida del condensador, bien con primera materia. En estos aparatos

se puede tratar directamente petróleo bruto, obteniendo productos que no necesitan rectificación y pasan a tratamiento por refino en caso que no quieran a su vez fraccionarse las distintas clases producidas, lo que no suele ocurrir más que en las gasolinas, porque da ya productos comerciales, y en éstas si se quieren separar los tipos de aviación, pues de otro modo tampoco necesita fraccionamiento.

3.º Pasteurización.—Se llama así una operación especial descubierta por Barbet en 1888, merced a la cual se pueden obtener en una columna de análisis productos tomados directamente de los platillos superiores de la misma, con una pureza mayor que la de los productos de cabeza que son los más concentrados de la operación.

Al estudiar Barbet la rectificación de los alcoholes observó que en las columnas de alto grado, donde se producen alcoholes concentrados de alta graduación, en los platillos superiores la retrogradación conserva una composición casi idéntica a la de los vapores no condensados que van hacia los refrigerantes.

La parte que va a la refrigeración está formada por productos concentrados al grado de la columna y de todos los productos volátiles que no se condensan y que muchas veces no son tampoco de la fracción que estamos concentrando. El líquido que está en los últimos platillos procedentes de la retrogradación, está exento de esos productos volátiles y, sin embargo, tiene una composición casi igual al concentrado; luego separando estos líquidos de alto grado habremos llegado a obtener productos más puros que los de cabeza, y esa separación de fracciones que han sido condensadas y de nuevo hervidas en la retrogradación de la columna es lo que se llama pasteurización y se emplea para dar al mercado productos más seleccionados.

Como ejemplo, podemos considerar que se rectifican gasolinas en la columna, los platillos superiores producen gasolinas ligeras, de densidad 0,702 a 0,710, que hierven en-

tre 38 y 110 grados; los productos de cabeza y de retrogradación de los últimos platillos están formados por esas gasolinas, pero también por los éteres de petróleo que tienen densidad de 0,655 y que hierven entre 31 y 70 grados. Es evidente que los líquidos de retrogradación que caen en los últimos platillos, al entrar de nuevo en ebullición pierden antes que nada los productos más volátiles. en este caso los éteres, y, por tanto, esos líquidos son más puros que los productos de cabeza y tienen la misma concentración, pues están compuestos solamente de gasolinas, de densidad 0,702 a 0,710. Luego estos líquidos de los últimos platillos (de cabeza) de las columnas son productos escogidos que debemos emplear separadamente.

Esto demuestra que la acción de epuración se verifica en la columna analizadora y no en los condensadores, como estiman muchos autores, pues los condensadores no tienen otro papel que liquidar aquellos vapores que les entrega la columna de rectificación. Luego tomándolos de la columna obtendremos más rápidamente las clases de productos con la riqueza requerida.

Para aplicar este método hace falta encontrar una disposición que permita extraer tanto en la parte de cabezas como en pasteurización la proporción más conveniente para la epuración buscada, y esto se obtiene con la disposición del aparato de Barbet, representado en la figura 96.

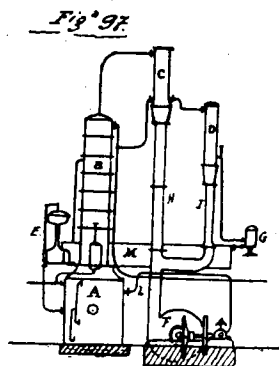
En la parte alta de la columna de rectificación hay dos tomas de destilados: una, la general de líquidos de cabeza que van a los condensadores C por la tubería *a*, y otra, la de pasteurización, que se hace por la tubería *b* que pasan al condensador enfriador D, y más tarde a la probeta E.

Los líquidos no pasteurizados (se llaman así los de cabeza que salen por *a*), pasan al condensador C y por la botella *a*, separadora, y el tubo *e*, pasan al mediador —probeta F. Si no se desea extraer líquido pasteurizado, se cerrará la llave de la probeta E, y si, por el contrario, sólo se

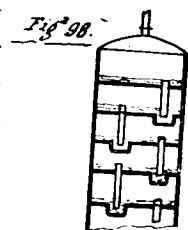
desea líquido pasteurizado se cierra la llave de la probeta F, y el líquido que viene del condensador llenará primeramente la tubería e y más tarde llenará la f y pasará de nuevo a la columna para ser vaporizado.

Para la sencillez del esquema no hemos supuesto más que un condensador para cada salida; pero en la práctica existen los desflemadores y condensadores necesarios.

4.º **Rectificación de las gasolinas.**—*Procedimiento americano.*—Se opera en aparatos semejantes a los de rectificación de alcohol, que varía poco de los de Savalle, figura 97, que constan de una caldera A, calentada por un serpentín a vapor, y una columna de análisis B, dividida en platillos de burbujeo en la forma indicada en la figura 98. De la columna pasan los productos de cabeza al condensador analizador C, que devuelve a la



columna los destilados que no tienen el grado que se desea. Los que deben ser condensados pasan al refrigerador D que los enfría. El regulador de presión E es automático y muy exacto, pues tiene una precisión de una milésima de atmósfera. El aparato representado en la figura 97 es para sitios donde exista poca agua refrigerando con el viento producido por el ventilador F, el condensador C y el refrigerador D. Donde haya suficiente agua estos aparatos pueden ser enfriados con ese líquido. Al principio de la operación se va admitiendo gradualmente el vapor en el serpentín de calefacción y se van destilando las gasolinas ligeras de las características siguientes:



Eter de petróleo.....	35 a 70º	Densidad: 0,650 - 0,660
Gasolina.....	70 a 80º	Idem: 0,660 - 0,670
Bencina ligera.....	80 a 100º	Idem: 0,670 - 0,707
Ligroina.....	100 a 120º	Idem: 0,707 - 0,722
Aceite a desengrasar.....	120 a 150º	Idem: 0,722 - 0,750

A partir del momento en que se llega a un producto de densidad 0,730 se inyecta vapor de agua seco y se arregla la corriente de aire o de agua del condensador, de modo que la temperatura no llegue a 100 grados hasta el fin de la operación. El residuo que se obtiene es el aceite de desengrasar.

Las gasolinas de aviación deben ser rectificadas con todo cuidado; son las fracciones más ligeras, de peso específico 0,680 a 0,700, que destilan a 80-83 grados, según las características francesas, y a ese fin, durante la guerra, se utilizó mucho en Francia el procedimiento Barbet.

5.º **Procedimiento Barbet.**—Emplea el mismo aparato que hemos esquematizado en la figura 96, para explicar la pasteurización, y con él se consiguió obtener gasolinas homogéneas en condiciones inmejorables.

Los vapores fraccionados en la columna B, se rectificaban en la B' y se podía obtener una gasolina muy ligera a la salida del refrigerante C en 1) y sucesivamente en las tomas 2, 3, 4 y 5 se obtenían otras gasolinas más pesadas. Para la aviación lograron de este modo producir lotes homogéneos con puntos de ebullición comprendidos entre 60 y 120 grados.

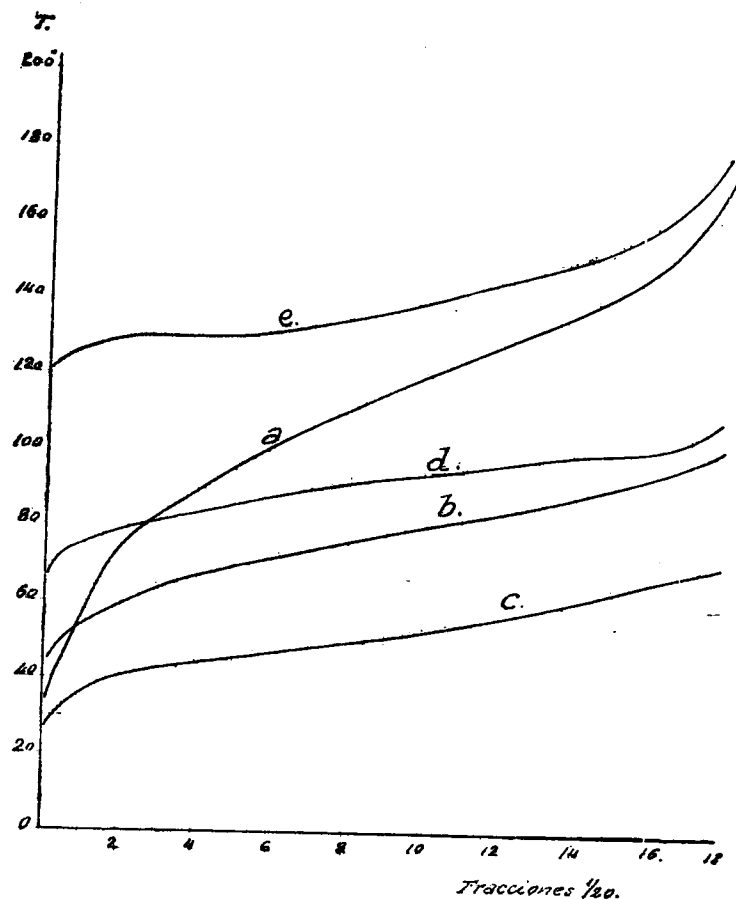
En el gráfico que acompaña se indican las curvas correspondientes a las gasolinas de aviación producidas.

El aparato trataba gasolina bruta, de 0,730 de densidad, cuya curva era la a, que pasa de 38 a 180 grados. Se obtenían los productos siguientes:

- a) En cabeza... Gasolina ligera. Densidad: 0,665; hierve de 31 a 73º
- b) Por pasteurización, para aviación.... Idem..... Idem 0,702; idem de 38 a 106º
- c) Idem..... Idem media.... Idem 0,718; idem de 50 a 112º
- d) Residuo..... Idem 0,762; idem de 115 a 186º

Los puntos de ebullición de los diferentes pisos de la columna eran para las cuatro clases de productos:

- a) En cabeza, salida de gasolina ligera..... 55°
- b) Piso aviación ídem..... 83°
- c) Piso gasolina media..... 92°
- d) Base de la columna..... 140°



El reflujo no excedía de 1,5 por 1 de producción. Con una recuperación perfecta se puede gastar un máximo de 16 a 17 kilogramos de vapor por 100 kilogramos de gasolina bruta rectificada. extrayendo los 2/3 de gasolina rectificada y quedando 1/3 en el residuo pesado.

En las columnas se puede fijar como reglas que el punto de ebullición de un líquido sobre un platillo determinado es la media de la volatilidad de los constituyentes y suele corresponder con el punto de paso en el laboratorio, en la retorta de destilación del 50 por 100 del producto. Es decir, que si en un platillo determinado se observa que la temperatura de ebullición es de 98° 5, destilando en el laboratorio hubiésemos tenido: Primera gota, a los 40 grados; el 50 por 100, a 98,5, y el 95 por 100, a 139 grados, que nos representa el punto de paso del 50 por 100, como demuestra el cuadro siguiente debido a Mariller:

Densidad.	Peso del 50 por 100.	Temperatura sobre platillo.	Media de las temperaturas inicial y final.
0,649	49°	48°	52°
0,655	54°,3	55°	65°
0,704	84°	86°	74°
0,723	95°	93°	83°
0,762	139°	143°	152°

6.º **Rectificación de los bencoles.**—La mayor parte de los aceites ligeros producidos en la destilación de los alquitranes y una gran parte de los aceites medios contienen benzol. El benzol es un cuerpo que se emplea en el comercio en muchos usos, y cuyo tratamiento tiene importancia, y es un combustible líquido que ha sido muy empleado y lo seguirá siendo, como substitutivo de la gasolina, por cuya razón nos hemos de detener un momento en su rectificación.

Los aceites ligeros vienen a contener los siguientes cuerpos según Kraemer y Spilker:

Fenoles o aceites ácidos.....	5 a 13,0	por 100
Bases.....	1 a 3,0	—
Compuestos sulfurados.....	0,1 a 0,2	—
Nitrilos.....	0,2 a 0,3	—
Cuerpos neutro oxigenados (acetona).....	1 a 1,5	—
Olefinas.....	3,0 a 3,5	—
Parafinas.....	0,5 a 1,0	—
Compuestos no saturados y saturados cíclicos.....	1,0 a 1,5	—
Hidrocarburos aromáticos.....	76,0 a 88,0	—

y de esos hidrocarburos aromáticos que componen el 75 al 85 por 100 de los aceites ligeros, son, a su vez, los benzoles, un 60 a 65 por 100, estando el resto compuesto de un 12 a 13 por 100 de naftalina, un 8 a 10 de fenoles y de 1 a 3 de bases pirídicas. Es, pues, el tratamiento de los benzoles el más importante de los de todos los componentes de los aceites ligeros de alquitranes.

Entre los procedimientos para extraer los benzoles y rectificarlos, hay dos grupos, según se opera la epuración química antes de la rectificación o después; para nuestro estudio esto no tiene gran importancia, porque la epuración química no hemos de desarrollarla en este capítulo, y aquí sólo hablaremos de la rectificación.

Procedimiento de Mieres. — Después de obtenidos los benzoles brutos por destilación de los aceites ligeros y medios de alquitrán, y separados en tres grupos, de benzol bruto I, o ligero, benzol pesado II y benzol denso de aceites medios III. Son tratados los benzoles II y III en el aparato de rectificación de Mallet, que está indicado en la figura 109, que consta de una caldera y una columna de platillos provista de un desflemador. La caldera *a* puede estar calentada por vapor y por serpentín para los benzoles de bajo punto de ebullición o a fuego desnudo para los más densos. Tratado el benzol II, produce una primera fracción llamada I bruto, de todos aquellos benzoles que destilan un 95 por 100 antes de los 100 grados, que sirve para enriquecimiento del gas del alumbrado; una segunda fracción de todo el benzol que pasa en proporción de 98 por 100 antes de 140 grados, que es el benzol II rectificado, y un benzol III rectificado, que es el resto, hasta pasar un 90 por 100 a los 160 grados. Si trata el benzol III, las fracciones son un benzol II rectificado, pasando 98 por 100 hasta 140 grados, y un benzol III rectificado, pasando 90 por 100 hasta 160 grados. Los residuos salen por la tubería *m*. Los vapores de benzol bruto pasan al rectificador por la tubería *c*, y los condensados del des-

flemador vuelven a la caldera por *d*. La tubería *e* es la de productos rectificadas, de la cual se toman aceites para el rectificador, si precisan, por la tubería *f*.

Procedimiento de Still. — Este rectificador representado en la figura 112, tiene una caldera de vaporización A, calentada por un serpentín a vapor, para caldeo indirecto, en la que también puede trabajarse destilando con ayuda de vapor de agua, porque tiene un tubo de entrada de vapor a ese fin. La columna B, colocada sobre la caldera, es de burbujeo y sirve como desflemador, y sobre ella hay un condensador de enfriamiento con agua C. El resto del aparato lo componen un condensador tubular D y un refrigerador a serpentín E; el separador S, para que el benzol se separe del agua, y los tubos de salida *c* *d* del benzol y *f* *e* del agua amoniaca.

El desflemador sirve de analizador, porque los vapores más volátiles ascienden y pasan al condensador donde se regula la temperatura, de modo que sea la de vaporización del cuerpo más volátil; de ese modo todos los menos volátiles vuelven a la caldera, y solamente los vapores del más volátil pasan el primer condensador y en el segundo se condensan. Cuando se desea fraccionar otra porción algo más densa se disminuye la temperatura en el condensador C, regulándola en la forma indicada, y sólo pasará al condensador esa fracción, cuyo punto de ebullición coincide con la temperatura de C.

Aparato de Coupier. — Consta, como indica el esquema 101, de una caldera calentada por un serpentín de vapor de agua, y donde se introducen los aceites ligeros o los benzoles brutos para fraccionar, después de un tratamiento ácido de refinado y otro neutralizante alcalino. Sobre la caldera está la columna analizadora B, en la que los líquidos se toman directamente de los diferentes platillos por pasteurización.

Las fracciones salen por las tuberías *a*, *b*, *c*, *d*, y pasan

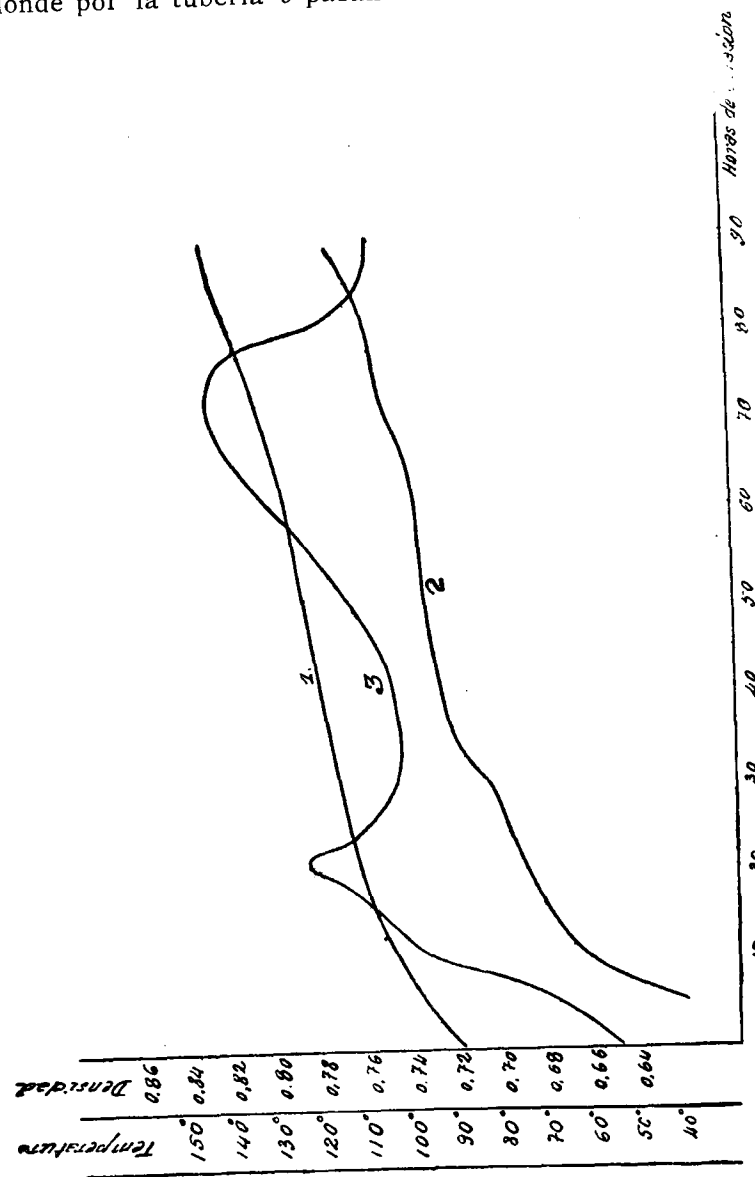
a condensadores esféricos que están dentro de la caja de agua refrigerante C, obteniéndose las diferentes fracciones 1, 2, 3 y 4. Los productos de cabeza salen por la tubería superior al condensador de serpentín E, donde se condensan separadamente. El condensador C se refrigera con una disolución de cloruro cálcico en agua. La operación se realiza de la siguiente manera: se calienta hasta 80 grados y se sostiene la temperatura hasta que pase el benzol; hecho esto, se eleva a 110 grados para que hiervan las fracciones de toluol; para destilar las mezclas de xiloles se emplea un baño de parafina calentada por vapor a 140 grados. Con 100 litros de aceites ligeros de punto de ebullición de 80 a 150 grados se han obtenido en este aparato los siguientes hidrocarburos:

6 litros de benzol impuro	62 a 80°
44 id. de benzol	80 a 82°
6 id. de mezcla	82 a 110°
17 id. de toluol ..	110 a 112°
5 id. de mezcla	112 a 137°
9 id. de xilol	137 a 140°
5 id. de mezcla	140 a 148°
8 id. de trimetilbenzol	148 a 150°

Los benzoles, arrastrados con los gases de los hornos cok, que se recuperan disolviéndolos en aceites ligeros de alquitrán, tienen que separarse del disolvente por una segunda destilación o rectificación, que se realiza en aparatos como los que pasamos a describir.

Aparato Mallet.—Son aparatos que se llaman para desgasolinar, puesto que su objeto es solamente destilar los vapores ligeros, separándoles de los aceites que han servido para arrastrarlos. Este aparato, representado en la figura 110, consta de una cámara de caldeo A, con su columna rectificadora C colocada encima; de un recalentador tubular D y de un separador E, con las tuberías *h*, que se lleva a un refrigerador, y otra *i*, que termina en un cilindro de hierro F, con salidas a diferentes niveles por las tuberías *k* y *j*.

Los aceites cargados de benzol vienen de un depósito elevado, por la tubería *g* a entrar en el recalentador D, de donde por la tubería *e* pasan a la columna C. Después



de atravesarla y ceder los bencoles, salen por la tubería *d* para volver a emplearse como disolventes. Los vapores de benzol, de agua y otros cuerpos, como naftalina, salen de la columna y pasan al refrigerador por la tubería *f*, donde se separan del agua y productos de naftalina y quedan los bencoles al estado volátil. En el separador quedan los bencoles que marchan por la tubería *h* hacia el refrigerador y los productos condensados que salen por la tubería *i*. En el cilindro se separa el agua de los productos aceitosos y se decantan uno y otros por las respectivas llaves.

Aparato de Still.—Como explica la figura 111, los aceites fríos llegan al calentador economizador A por la tubería *d*, y se calientan hasta 95 grados a expensas de los vapores de benzol calientes, pasando al recalentador B, y finalmente al recalentador G, donde se calientan a la temperatura requerida con auxilio del serpentín de vapor, llegando a 125 grados de temperatura. El vapor entra por el tubo *a*. Los aceites calientes salen por N y entran en la columna C a mitad de su altura, descendiendo por los platillos hasta su parte inferior, en la que se les inyecta en burbujeo una corriente de vapor de agua a presión de 1,3 atmósferas. Los vapores que hayan podido desprender los aceites en el recalentador pasan a la columna por la comunicación S. La temperatura en la base de la columna es de 120 grados. Aunque el aceite tiende a ascender con el vapor de agua y los de hidrocarburos, no llega a los platillos superiores y vuelve a la parte inferior, de donde sale por medio de un sifón y pasa en seguida a enfriarse. Los vapores que salen de la columna pasan por T al calentador A, donde se enfrían y se condensan más tarde en D, pasando al separador E, donde el benzol y el agua siguen sus distintos caminos.

7.º **Extracción de los bencoles de los petróleos de Borneo.**—Este es un caso particular que tuvo que ser resuelto durante la guerra, y que no puede verificarse en los aparatos indicados para la rectificación de las gasolinas y

de los bencoles, y tuvo que ser practicado en grandes calderas de hasta 100 y 150 metros cúbicos, completadas por columnas de rectificación, a la manera de la figura 93, y con un condensador y un refrigerante, caldeado con vapor de agua por medio de serpentín.

En este caso el fraccionamiento era difícil, porque los carburos cíclicos se encontraban en presencia de hidrocarburos de otras series, y se producían mezclas azeotrópicas, por lo que es preciso, para obtener la concentración máxima de la eutéctica, que la retrogradación sea muy importante, y a ese fin se emplean los aparatos arriba indicados. Las curvas obtenidas durante el tratamiento están representadas en el adjunto gráfico, en el que la número 1 es la temperatura de la caldera; la número 2 la temperatura de la salida de vapores de la columna rectificadora, y la número 3 la densidad de las fracciones que iban saliendo del rectificador. Esta curva de densidades es realmente curiosa, porque pasa para cada serie de carburos por un mínimum y un máximum. Esto se explica porque la mezcla de punto de fusión más bajo de carburos cíclicos es la más densa, pues los carburos saturados tienen a igual volatilidad una menor densidad, y en la operación se pasa por mezclas concentradas en carburos cíclicos, y otras concentradas en diferentes carburos, y la densidad tiene que experimentar oscilaciones como las indicadas en la curva. Estas mezclas eutécticas suelen ser tenaces, y difícilmente se les rompe por rectificación, y algunas veces tiene que conseguirse por adición de un tercer cuerpo que las destruye.

El consumo de vapor viene a ser de unos 150 a 180 kilogramos para 100 kilogramos de destilado, con vapor a ocho atmósferas, que corresponde a una retrogradación considerable, casi el doble de la que se obtiene en los aparatos para alcoholes.

8.º Rectificación de residuos y destilación de alquitranes.—*Aparatos empleados para la rectificación de residuos.*—Pueden emplearse las mismas calderas y recipientes que se describieron en la primera destilación, porque todos ellos son aptos para la destilación de residuos, con tal que pueda elevarse la temperatura tanto como es necesario para la ebullición de estos hidrocarburos densos.

Generalmente se han empleado tipos de calderas como el que presenta la figura 99, de chapa gruesa y adaptado a la densidad de los productos a tratar; son calderas de base

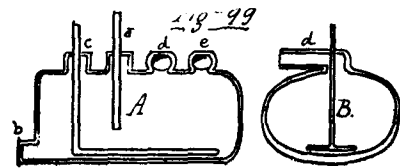


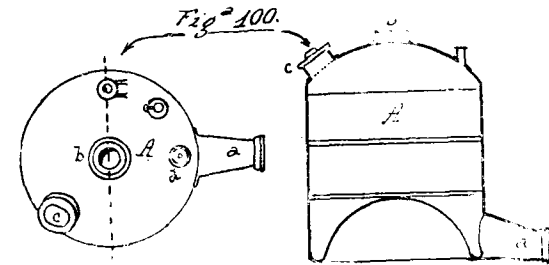
Fig. 99.

oval o elíptica, de poca altura, colocadas con la generatriz del cilindro horizontalmente. Están provistas de un orificio de admisión, *a*, y otro de salida de residuos, *b*. El vapor se hace pasar por la tubería *c*, y lleva dos salidas para los productos vaporizados, *d* y *e*, en forma de cuello de cisne, muy cortas, que se unen en una tubería general. Tienen esa forma pegada a la caldera para evitar condensaciones, y frecuentemente hay que cubrirlas con material mal conductor del calor, para evitar enfriamientos que condensan productos densos.

Suelen estar construídas de chapa de hierro muy gruesa, de 12 a 18 milímetros, y llevan canales de humos alrededor de la caldera para tener una mayor superficie de calefacción, y que ésta sea más intensa, como indica la figura 99.

Las retortas verticales son calderas de gran cabida, figura 100, formadas por cilindros verticales de chapas de palastro grueso, cubiertas por una bóveda, con un orificio

tubular en la clave para salida de los vapores *b*, y otro orificio para agujero de hombre, *c*, y otros tubos más pequeños para las válvulas de presión, entradas de tubos de



vapor si son necesarios, etc., todos cerrados con compuertas estancas o con llaves de paso, que comunican con las tuberías correspondientes.

El fondo de estas retortas es hemisférico, con la concavidad hacia abajo, para resistir el peso de los productos a destilar. Estas retortas tienen diferentes cabidas, de seis toneladas, pero pueden llegar hasta 60 toneladas. Como

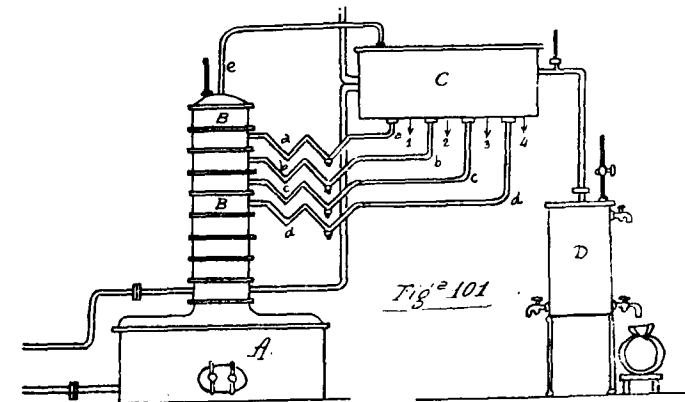


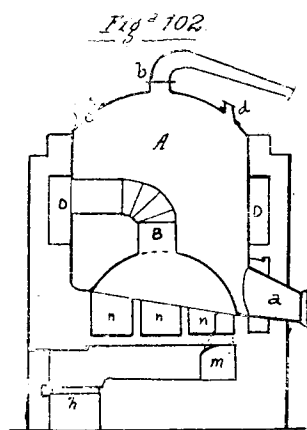
Fig. 101

término medio, se emplean en Alemania las de 10 a 20 toneladas. La altura suele ser, en general, igual al diámetro, y tienen una tubuladura inferior para la salida de los residuos

y breas, *a*. Los palastros del fondo y una mitad inferior de la caldera son gruesos hasta 13 milímetros, y si tienen mucha cabida se suelen envolver en una segunda capa de palastros hasta media altura, comprendido el fondo.

A veces estas retortas tienen para aumentar la superficie de caldeo un tubo *B*, figura 102, que penetra por la retorta y sale a uno de los canales de humos laterales.

Estas retortas, como demuestra la figura 102, están colocadas sobre macizos de ladrillos refractarios, y rodeadas



de canales de humos. El hogar se procura, lo mismo en el tipo vertical de retortas que en el de calderas horizontales (figura 99), que no vaya a enviar directamente los productos de la combustión a la caldera, para lo cual se aboveda el hogar, y esta bóveda, que sirve en parte como almacenador de calor, evita que los productos de la combustión vengan a herir la chapa de la caldera.

Según indican en América, las retortas horizontales consumen unos 100 kilogramos de carbón por tonelada de residuo o alquitrán y las verticales consumen solamente 75 a 80 kilogramos.

Para poco consumo de combustible ha sido prevista la caldera (figura 102), en que los productos del hogar que pasan por el canal *m* a los *n* bajo el fondo de la caldera, calientan muy uniformemente la retorta y facilitan la marcha de la destilación.

Las retortas destinadas a trabajar con auxilio del vacío deben estar protegidas interiormente con anillos de hierro angular para reforzar la superficie de la caldera.

Cuando tienen mucha cabida, es conveniente que vayan provistas de agitadores y de rasquetas, los primeros para remover el líquido, que tiene siempre muy poca fluidez y necesita de esa agitación para dejar atravesar por su masa los gases y vapores de hidrocarburos más ligeros que contienen, y las rasquetas para evitar depósitos contra los palastros de carbón.

(Continuará.)

MINISTERIO DE FOMENTO

COMISIÓN DEL GRISÚ

INFORME

sobre los

Procedimientos H. & E. Kruskopf

**para el atacado de barrenos y la seguridad en las
minas con grisú o polvo inflamable de carbón.**



Mayo de 1929.

INFORME

sobre los "Procedimientos H. & E. Kruskopf" para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón.

Ilmo. Sr.:

En cumplimiento de la comunicación de V. I. del 24 de abril de 1926, tengo el honor de elevar a V. I. el informe emitido por esta Comisión.

Antes de estudiar los procedimientos que motivan este informe vamos a resumir el estado actual de la cuestión hasta la fecha, exponiendo la evolución de los distintos procedimientos ideados para conseguir el objeto que se persigue.

Como consecuencia de la catástrofe de Courrieres, ocurrida en 1906 y motivada por una explosión de polvo de carbón que se extendió en un radio bastante extenso, se originó un recrudecimiento de la experimentación sobre la causa de las explosiones de polvo de carbón y la manera de evitarlas en su producción o en su propagación. Pasando por alto varios experimentos aislados, señalaremos, desde luego, los de Altofts (Inglaterra), realizados bajo la dirección de Garforth en 1908 y en los cuales se ensayó por primera vez el empleo de zonas de polvos incombustibles para impedir la propagación de la explosión. Estos experimentos tuvieron bastante importancia para que dos años más tarde, en el Congreso de Dusseldorf, se estudiara detenidamente el empleo de estos polvos incombustibles, a cuyo procedimiento, por emplearse entonces de preferencia la pizarra pulverizada, se dió el nombre de esquistificación, método con el que se trataba de reemplazar el de riego del carbón, que hasta entonces era el más generalizado.

La manera de colocar el polvo incombustible para hacerle

más eficaz, fué el primer paso dado en este sentido, y después de las barreras longitudinales de polvo, empleadas en las minas de Altofts para perfeccionar los efectos de los polvos incombustibles, el Gobierno francés hizo emprender una serie de estudios en la estación experimental de Lievin, bajo la dirección del Ingeniero Taffanel, quien estudiando el problema de la esquistificación llegó a realizar unas barreras de agua y otras de polvos incombustibles, colocados, respectivamente, aquélla en unos canales, y los polvos directamente sobre unas tablas fijadas transversalmente a la galería, próximas al techo de la misma y de manera que en caso de explosión el agua o el polvo vertieran a través de la corriente gaseosa provocada por la explosión. Estos procedimientos tenían el inconveniente de ser poco sensibles en muchos casos y que una explosión iniciada con poca violencia no consiguiera ponerlos en funcionamiento. Ello ha sido la causa de que se hayan ideado muchos dispositivos para mejorarlos, y por aquella época (1911) los Sres. Kruskopf, de Dortmund, inspirados, sin duda, en los procedimientos antes citados, idearon un aparato que se describe en los *Annales des Mines de Belgique*, 1911, troisième liv., págs. 695-97, y en el cual se puede emplear indistintamente agua o polvo incombustibles, aunque dichos inventores recomendaban un líquido especial, a base de sales higroscópicas. llamado *hermanita*, que además de su propiedad de no evaporarse, lo que vendría a suprimir uno de los inconvenientes de los canales de agua, tenía la de ser extintor.

En los métodos que acabamos de describir se trata principalmente de impedir la propagación de una explosión de polvo de carbón, y esto ha estimulado a su vez el ingenio de los inventores para realizar, partiendo de esta propiedad de los polvos incombustibles, unos dispositivos para evitar la producción, en su origen, de estas explosiones causadas por los barrenos.

A este fin, en Bélgica, los Sres. Watteyne y E. Lemaire, en 1911, idean un procedimiento que llamaron de atacado exterior y que consiste, en su esencia, en colocar delante de la boca del barreno una cierta cantidad de polvos incombustibles, que al mezclarse con los gases de la explosión los entría, impidiendo la inflamación de los gases combustibles y del polvo de la atmósfera de la mina. Estos inventores experimentaron con el esquist,

la creta y la arena, para los que admitiendo un calor específico de 0,20, en números redondos, y partiendo de que la temperatura precisa para inflamar los gases sea de 600 grados, calcularon la cantidad de polvo, P, necesaria a colocar delante del barreno por la fórmula $P = Q/120$, en la cual Q es la cantidad de calor, expresada en grandes calorías, desprendida por la detonación de la carga explosiva. En la cuarta entrega de 1911 de los *Annales des Mines de Belgique* fueron publicados los resultados de estos ensayos.

En 1913, en el mismo periódico, fué publicada la continuación de los trabajos comenzados por dichos experimentadores en 1911, señalando una fórmula simplificada de la anterior, como sigue:

$$P = 1 + 5 p,$$

en la cual P es el peso de polvos incombustibles expresado en kilos y p el peso de la carga de explosivo expresado de la misma manera.

En este último trabajo se hace referencia a un procedimiento de la firma H. y E. Kruskopf, de Dortmund, que había propuesto una disposición que calificaba de forma particular del atacado exterior, ideada por los Sres. Watteyne y Lemaire. A este fin introducían en el barreno un cilindro de cartón lleno de polvos incombustibles, fijando además en la boca del barreno un saco abierto de papel conteniendo también polvos incombustibles.

Como final del mismo trabajo los Sres. Watteyne y Lemaire citan otro procedimiento empleado por ellos y que designaron bajo el nombre de esquistificación interior, en el cual substituyen la envolvente de agua para el cartucho, ensayada por otros anteriormente con el mismo fin, por una envolvente de polvos o materias fáciles de pulverizar, tales como cemento deleznable, barro poco cocido, arcilla seca, etc., y publican algunos resultados obtenidos por este procedimiento.

Por último, como complemento a estos trabajos, Mr. E. Lemaire publicó en 1914 (*Annales des Mines de Belgique*, 3^{me} liv.) un estudio sobre un cartucho de seguridad, en el cual substituye las materias deleznales indicadas anteriormente por una mezcla de fluoruro de calcio y cloruro de sodio, o por fluoruro de sodio solamente, aglomerados por 25 por 100 de tierra plás-

tica, que constituyen la envolvente de seguridad autorizada por el Reglamento belga de Policía minera, hoy vigente.

Los antecedentes que preceden han servido de base a la modificación de los artículos 150 a 153, inclusivos, del vigente Reglamento español de Policía minera, acordada por Real decreto de 5 de abril de 1929.

Vamos a estudiar ahora la relación que con los procedimientos antes expuestos tienen los de los Sres. H. y E. Kruskopf, a fin de ver si puede concederse la autorización necesaria que, en nombre de los interesados, solicita D. Pablo Latorre y Gutiérrez, vecino de El Pedroso (Sevilla), «para que tal procedimiento pueda ser usado en el territorio español, su zona de Protectorado y colonias». A dicho fin, dicho señor remite, con una Memoria relativa al procedimiento, varios impresos explicativos, dos muestras del polvo empleado contra las explosiones, así como del cartucho de papel incombustible con que se usa dicho material para los barrenos.

Posteriormente a la solicitud, y a petición de esta Comisión, remitió el interesado, con fecha 26 de julio de 1926, traducción de las tres patentes alemanas que forman la base del citado procedimiento, aclarando al mismo tiempo que dichas patentes no habían sido «sacadas en España».

Entremos desde luego a hacer el estudio de la Memoria, sobre las patentes H. & E. Kruskopf, remitida por el interesado.

En esta Memoria se estudia desde luego el procedimiento para evitar la inflamación del grisú por los explosivos de los barrenos, introduciendo para ello, lleno de polvo esquistoso especial, un cartucho o funda cilíndrica cuya longitud alcanza los tres cuartos de la del barreno, y de diámetro de 3 a 10 milímetros menor que éste, en el interior del mismo, sin atacar, y hasta que su extremo toque el último cartucho de explosivos. Según el inventor, por ser menor el diámetro de este taco que el barreno, queda entre ambas una delgada capa de aire que funcionará en el acto de la explosión como una especie de muelle elástico, contribuyendo éste por su parte, también, a conseguir el efecto deseado.

En estas condiciones, la longitud total del barreno puede considerarse, según los inventores, dividida en tres secciones como sigue:

1.º «Cámara de explosión», análoga a la que se tiene en el sistema ordinario, pero $\frac{1}{3}$ más corta, por la razón que después se dirá. (El mayor rendimiento de la carga.)

2.º Una «cámara de presión», constituida por la sección posterior del «taco» de polvo esquistoso, que en el momento de la explosión es impulsado por la fuerza expansiva de los gases hacia la base del barreno, en cuyo movimiento produce, merced a la resistencia creciente que le opone el polvo y la capa de aire que rodea el taco, una considerable presión lateral, perpendicular en todos sentidos a la dirección del barreno y que causa un efecto rompedor sobre una extensión de la mitad próximamente de la longitud del tajadro.

3.º Una sección anterior de unos 20 a 50 centímetros, en la cual el taco de polvo comprimido, según el efecto explicado, taponera herméticamente el barreno, impidiendo toda salida de llamas o gases a altas temperaturas capaces de producir accidentes en las galerías con grisú, pues el polvo seco y comprimido por la fuerza de la explosión funciona a manera de una pantalla que no solamente aísla, sino que apaga la llamarada de la explosión.

Sin perjuicio de volver luego nosotros sobre las explicaciones dadas acerca de la formación de la tercera cámara y su influencia, diremos que, según los inventores, se consiguen por dicho procedimiento las siguientes ventajas:

- 1.ª Ahorro de explosivos.
- 2.ª Menor proporción de menudo.
- 3.ª Mayor seguridad durante la carga de los barrenos y para retirar aquéllos que hayan fallado.
- 4.ª Ausencia de llamas exteriores y mínima cantidad de vapores nocivos en la atmósfera de las galerías.
- 5.ª Economía en los gastos de entretenimiento y entibación de las galerías.

En apoyo de las dos primeras conclusiones citan los autores resultados obtenidos por la Gewerkschaft Gottessegen, en Lugaú, en los meses de enero, febrero y marzo de 1923, según los cuales «en rocas con barrenos cortos el ahorro de explosivos fué de un 25 por 100; con barrenos largos, de más de dos metros, alcanzó el 30 por 100. En carbón, con barrenos cortos, el ahorro de

explosivos fué del 15 por 100; con barrenos largos, de 2 a 3 y 1/2 metros, 35 por 100». En ambos casos el aumento de la proporción de grueso llegó al 30 por 100, según indican los mismos interesados.

Como complemento para las minas con grisú o con polvo de carbón, proponen en la Memoria los citados señores otro dispositivo, que consiste en cerrar la boca del barreno cargado, según el sistema descrito, con un taponcito cónico de metal, al que va unido un alambre, con el cual se sostiene un cucurucho del mismo papel incombustible, que se emplea para el taco interior de que antes hablamos y que contiene unos dos kilogramos del polvo ignífugo.

Y añaden los autores: «Si por circunstancias imprevistas resulta se insuficiente el efecto del «taco» interior, el polvo contenido en el cucurucho, al recibir el choque de la explosión, se rompe, y por enfrente de la boca del barreno se forma una nube de polvo, que interponiéndose entre ella y la atmósfera de la galería, evita todo peligro de inflamación del grisú o polvos inflamables, aun en el caso de que existan en proporción más alta que la de inflamación.»

Estos dos dispositivos se hallan explicados con más detalle en la patente alemana núm. 401.316, solicitada por Hermann Kruskopf, de Dortmund, en 2 de julio de 1920, y concedida en 13 de septiembre de 1924, según traducción remitida por los interesados, y en la cual reemplaza el cucurucho o bolsa abiertos antes referidos por un saco cerrado de papel ignífugado, que va sostenido por una espiga o clavija que se inserta en la boca del barreno. A nuestro entender, esta patente no encierra novedad importante sobre el procedimiento ideado por los Sres. Watteyne & Lemaire en 1911 y modificado por los Sres. H. & E. Kruskopf en 1913. Respecto a la utilidad que tenga este procedimiento, diremos que el empleo del polvo incombustible delante de la boca del barreno es ya de uso corriente en Bélgica, condicionándose su empleo por el párrafo segundo del artículo 21 de la Sección 3.^a, capítulo 2.^o del Reglamento belga vigente.

Por lo que se refiere al empleo del taco interior sin cierre del barreno, debemos decir que si, como reconocen los autores de la Memoria, para el caso de circunstancias imprevistas, completan

el efecto del taco interior mediante un taco exterior, no hay duda que el sistema de atacado normal a que se refiere el artículo 123 del Reglamento español vigente no puede ser reemplazado en su totalidad por ningún otro, aunque estos sistemas sirvieran para mejorarlo, y creemos que del espacio disponible para el taco, un mínimo del 25 por 100 de su longitud debe ser macizo.

En cuanto a las ventajas que pueda tener la provisión de un espacio intermedio entre la carga del barreno y el taco en la boca del mismo, sobre el desmenuzamiento del carbón arrancado, debemos citar un artículo del Consejero de Minas Beyling, publicado en *Gluckauf* el 29 de octubre de 1921, y en el que se expresa en el mismo sentido que los autores, pero admitiendo que este sistema de barreno sólo puede tener utilidad en el caso de aquellos explosivos bastante vivos que no necesiten, para detonar en buenas condiciones de trabajo, colocar un taco macizo delante de ellos.

El otro punto a que se refiere esta Memoria es el de la calidad de los polvos incombustibles empleados. Ya hemos dicho que los que idearon este procedimiento experimentaron con esquistos, creta y arena y, por lo tanto, no creemos que haya razón para invocar novedad después de haber sido utilizado antes por otros el empleo de dichas materias. Al efecto, el Sr. H. Kruskopf solicitó patente en Alemania en 27 de julio de 1921 (número 345.475), que le fué concedida en 12 de diciembre de 1921, por un procedimiento para impedir o extinguir explosiones en las minas por medio de arena de cuarzo natural; en esta Memoria dicen: «Se observó que la arena de cuarzo natural, como se presenta en la naturaleza, no tiene el inconveniente de aglomerarse cuando está limpia, es decir, cuando no está mezclada con barro o arcilla.» Sin duda el Sr. Kruskopf no estaría satisfecho con los resultados obtenidos por la aplicación de dicha patente, cuando en 28 de noviembre de 1920 solicitó otra en Alemania (número 369.509) por «un procedimiento para la fabricación de polvo extintor para evitar las explosiones en las minas», en la que reivindica el empleo de un polvo preparado con tierras (arcilla o barro) naturalmente lavadas, que no son duras por sí mismas ni se han endurecido por procedimientos naturales ni artificiales y libres de mezclas higroscópicas después de secas a temperaturas moderadas se machacan

y muelen en molinos apropiados». Esta última patente no parece haber sido concedida, al menos hasta la fecha en que se nos ha remitido copia de su Memoria (28 julio 1926).

Nosotros creemos que son muchos los materiales incombustibles que pueden alcanzar el efecto propuesto de ser poco higroscópicos y no aglomerarse por la humedad, siendo de gran importancia su estado de finura para mantenerse fácilmente en suspensión en el aire, y ateniéndose a estas condiciones generales, esta Comisión no cree que puede, por lo tanto, recomendar un material determinado, sino atenerse a las condiciones exigidas para el mismo por el Reglamento de Policía minera, modificado por Real decreto de 5 de abril de 1929. A los explotadores de minas toca el buscar los materiales y los medios de prepararlos que mejor permitan ajustarse a esas condiciones generales y a las particulares de sus minas.

La otra parte de la Memoria se refiere a las cortinas o barreras de polvo, citando en su apoyo experimentos hechos en Alemania. Sin embargo, al leer la Memoria pudiera creerse que estos experimentos se han realizado en Inglaterra, porque dice: «Mining Royal Inspection VIII Neukirchen, febrero 12-1913»; y más adelante, en el Informe de la «Experimental Galleries of the Association of Miners'Co», las medidas dadas en los cuadros que se citan se hallan en onzas, pies, pulgadas inglesas y grados Fahrenheit. Esto proviene de haber sido traducidos al español los prospectos en inglés en donde se citan los experimentos realizados en Alemania. Además, en el primer cuadro de la Memoria se ha puesto «barrenos o barrenas», en vez de «barreras», a las que se refiere esta parte del estudio.

Respecto a estas barreras transversales para la neutralización parcial, debemos decir que los Sres. Kruskopf hacen referencia a dos clases de ellas, unas del tipo fijo, formadas por un canalón metálico que se llena de polvo incombustible y va abierto por los extremos que quedan en la dirección de la corriente de aire, estando suspendido por los otros dos bordes al cabezal de un cuadro. El otro sistema de barreras pertenece al tipo basculante, y según el dibujo que remiten, están formadas por un cajón abierto con dos paredes móviles en el sentido de la corriente, que ha de llenarse de polvo incombustible, y el cual va suspendido convenien-

temente de los cabezales de dos cuadros vecinos. En caso de explosión, este cajón debe volcar dejando caer el polvo.

A continuación transcribimos literalmente la descripción que hace la Memoria de estas barreras:

«Para hacer frente a estas contingencias más o menos extraordinarias, se añaden, en el sistema que proponemos, las llamadas «cortinas o barreras móviles», así como un sistema especial de «extintores» o apagafuegos, ambos fundados en el mismo empleo del mismo polvo ignífugo.

Las primeras consisten en colocar depósitos del polvo en sencillos soportes que se cuelgan de los cabezales de la entibación, de manera que la misma «onda vibratoria» o conmoción que produce en el aire la fuerza de la explosión del barreno sea suficiente para hacer volar el polvo, que forma una verdadera cortina aisladora o barrera, que cierra por completo el paso al fuego de la explosión que, por accidente imprevisto, puede haberse propagado a la atmósfera de la galería, y lo apaga, realmente, en un espacio muy corto, evitando así todo peligro ulterior.»

Como se ve, la descripción que hacen sus autores del primer sistema de barreras es confusa, y del segundo no da ninguna, por lo cual nuestras descripciones han tenido que deducirse de los grabados de los prospectos que remiten. Respecto al sistema de barreras transversales basculantes, por el que se trata de disponer en un momento determinado de mayor cantidad de polvo que en las barreras fijas, debemos decir que además del ideado por los Sres. Kruskopf, existen otros varios, pudiendo citarse entre ellos principalmente el del Ingeniero Sr. Taffanel, ensayado con éxito en la estación experimental de Lievin; el sistema de G. S. Rice, experimentado por el Bureau of Mines en los Estados Unidos; el sistema Rheinelbe-Alma, ensayado en Alemania, y otros. Todos estos sistemas, que han dado buenos resultados en condiciones determinadas, no se prestan a ser siempre efectivos en todos los casos, algunos muy complejos, de explosión en una mina, por cuya razón esta Comisión, si bien cree que puede autorizarse su uso como complemento al de barreras fijas indicado en el Reglamento de Policía minera, modificado por Real decreto de 5 de abril de 1929 (art. 151, Disposición 2.^a), opina que no debe dár-

sele preferencia, pues su mayor complicación puede hacerlos ineficaces en el momento necesario.

Por último, al final de la Memoria presentada por los señores H. y E. Kruskopf, se dice: «El sistema que proponemos ha sido objeto de numerosas patentes en su país de origen (Alemania) y de una especial «Autorización por decisión ministerial belga »N. 13/D/4603, del 10 de diciembre de 1925, Dirección general de »Minas.» Respecto a este punto debemos decir que en esto de la Autorización ministerial debe haber un error de interpretación, pues sólo se trata de una comunicación o carta oficial (*dépêche*), en la cual, como consecuencia de los ensayos verificados a instancia de los interesados por el Instituto Nacional de Minas de Frameries (Bélgica), se definen las condiciones en las cuales estos procedimientos pueden ser empleados en las minas belgas grisuosas y polvorientas. Estas condiciones son para el taco interior:

1.^a El papel del tubo para polvo estará ignifugado.

2.^a El taco de polvo tendrá al menos la longitud prevista en el párrafo segundo del artículo 17 de la Real orden de 24 de abril de 1920—Reglamento belga sobre el empleo de los explosivos en las minas—(20 centímetros para los primeros 100 gramos de carga, con aumento de 25 milímetros por cada 100 gramos más, sin que sea necesario exceder de 40 centímetros).

3.^a El taco de polvo estará completado hacia el exterior por un taco compacto de arcilla de al menos 10 centímetros de longitud.

Como consecuencia del estudio que precede, entendemos que los procedimientos Kruskopf, que motivan este informe, no pueden ser considerados como nuevos ni preferibles a los indicados en el Real decreto de 5 de abril de 1929, que modifica el Reglamento de Policía minera, si bien creemos que su empleo puede ser autorizado sin carácter obligatorio y ateniéndose para su aplicación a las condiciones siguientes:

A.—Taco exterior.

1.^a El empleo de una bolsa o saco de polvo incombustible suspendido de la boca del barreno o montado sobre una espiga o clavija inserta en la misma, requiere una cantidad de polvo en la

cantidad indicada en el apartado b) de la disposición 1.^a del artículo 151 del Reglamento de Policía minera, modificado por Real decreto de 5 de abril de 1929.

2.^a El papel empleado en estas bolsas o sacos estará ignifugado.

B.—Taco interior.

1.^a El taco de polvo incombustible tendrá al menos una longitud de 20 centímetros para los 100 primeros gramos de carga, con aumento de 25 milímetros por cada 100 gramos más, sin que sea necesario exceder de 40 centímetros.

2.^a El taco de polvo estará completado hacia el exterior por un taco compacto de arcilla de un tercio de la longitud de aquél y de al menos 10 centímetros.

C.—Barreras transversales.

1.^a Las barreras de seguridad formadas por un canalón metálico que va suspendido del cabezal del cuadro y destinado a contener el polvo incombustible, pueden considerarse equivalentes a las referidas en el artículo 151, disposición 2.^a del Reglamento, siempre que contengan la cantidad prescrita de polvo estéril.

2.^a Las barreras basculantes pueden servir de complemento, pero no substituir a las que se refiere el párrafo anterior.

D.—Polvo estéril.

El polvo empleado en los tacos y barreras antes referidos reunirá las condiciones prescritas en el artículo 152 del Reglamento.

Con lo que precede queda expuesto el parecer de esta Comisión sobre los procedimientos que han sido sometidos a su estudio.

Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 22 de mayo de 1929.
El Presidente, *E. Hauser*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles
durante el mes de abril de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	404.467
Antracita.....	926
TOTAL.....	405.393

Coque..... 7.234 toneladas.
Aglomerados..... 12.425 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.618

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.733
Lignito.....	17.678
TOTAL.....	20.411

Producción de coque: » toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	32.934

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.487
Antracita.....	11.587
TOTAL.....	31.074

Coque..... 3.772 toneladas.
Briquetas..... 3.476 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.386

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	66.430
Antracita.....	18.333
TOTAL.....	84.763

Aglomerados..... 3.057 toneladas.
Coque..... 7.323 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	18.726
Antracita.....	11.908
TOTAL.....	30.634

Aglomerados..... 11.144 toneladas.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.847
Coque de gas.....	350 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	12.900
Aglomerados de hulla.....	7.451 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	7.587

Valencia

Coque metalúrgico..... 8.081 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 410 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.229 toneladas.
 Aglomerados..... 3.324 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	4.049
Aglomerados.....	475
Coque de gas.....	267

Producción de combustibles durante los meses de enero a abril de 1929

	Meses anteriores	Abril	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	136.493	42.752	179.245
Hulla.....	1.510.545	557.667	2.068.212
Lignito.....	105.121	35.165	140.286
TOTAL.....	1.752.159	635.584	2.387.743
Coque metalúrgico.....	108.628	58.236	166.864
Aglomerados.....	94.510	41.762	136.272

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a abril de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Abril	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	1.063.174	365.964	1.429.138
Benzol 50 por 100 (medio)...	49.663	19.317	68.980
Solvent-nafta (pesado).....	101.551	54.430	155.981
Otros tipos.....	152.640	50.051	202.691
TOTAL.....	1.367.028	489.762	1.856.790
Aceites crudos (alquitranes)	9.129.321	3.113.761	12.242.082

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	1.299.825	456.279	1.756.104
Gasolinas y similares.....	116.012	42.069	158.081

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de abril de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	79.012
Coruña (Galicia)	14.966
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.341
Granada-Málaga	38.422
Huelva	26.700
Jaén	»
Murcia	9.732
Oviedo	1.269
Santander	61.590
Sevilla	9.025
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	72.462
Vizcaya	215.737
Zaragoza	4.091
TOTAL	535.347
Meses anteriores	881.139
TOTAL A LA FECHA	1.416.486

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	»	143	»	»	»
Coruña	»	»	31.756	»	»
Guipúzcoa	1.032	2.463	»	»	»
Oviedo	3.481	6.139	»	»	»
Santander	4.792	4.083	»	»	»
Sevilla	12	»	»	»	»
Valencia	8.534	13.907	»	»	»
Vizcaya	37.803	44.022	»	»	»
TOTAL	55.654	70.757	31.756	»	»
Meses anteriores	175.719	225.590	1.168.030	»	»
T. A LA FECHA	231.373	296.347	1.199.786	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	»	»
Badajoz	»	»
Barcelona-Lérida	250	»
Ciudad Real	173	»
Córdoba	»	»
Guipúzcoa	405	»
Murcia	947	650
Oviedo	»	»
Santander	6.842	»
TOTAL	8.017	650
Meses anteriores	19.326	1.285
TOTAL A LA FECHA	27.943	1.935

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			Cáscara de cobre Kgrs.
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	
Córdoba	»	»	»	»	»
Huelva	367.835	1.660.107	»	»	»
Murcia	»	»	»	»	»
Oviedo	»	»	57.541	40.856	»
Sevilla	687	»	»	»	28.000
TOTAL	368.522	1.660.107	57.541	40.856	28.000
Meses anteriores	591.302	3.163.484	98.476	1.581.025	53.000
T. FECHA	959.824	4.823.591	156.017	1.981.881	81.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.599
Oviedo	39
TOTAL	1.638
Meses anteriores	1.952
TOTAL A LA FECHA	3.590

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	46	»
Badajoz.....	242	»
Barcelona-Tarragona.....	355	175
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	802	»
Córdoba.....	»	»
Granada-Málaga.....	63	1.180
Guipúzcoa.....	99	284
Jaén.....	10.190	1.116
Murcia.....	2.604	4.473
Santander.....	432	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	14.832	7.228
Meses anteriores.....	23.564	17.904
TOTAL A LA FECHA.....	38.396	25.132

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido nombrado Ingeniero Jefe del Distrito minero de Ciudad Real D. Juan de la Escosura.

Ha sido nombrado Secretario de Sección del Consejo de Minería D. Melchor de Aubaredé.

Ha sido destinado al Negociado segundo de la Sección de Minas el Ingeniero D. José Lacal Planells.

Ha sido destinado el Ingeniero D. Juan Rubio de la Torre a la Escuela de Capataces facultativos de Minas de Cartagena.

El Ingeniero D. Luis Hernández Manet ha sido destinado al Distrito minero de León.

El Ingeniero Jefe de segunda clase D. Constantino Alonso ha sido destinado a la Escuela de Capataces facultativos de Minas de Mieres.

Ha sido destinado a la Escuela de Capataces facultativos de Minas de Bilbao el Ingeniero D. Ignacio Gortazar.

D. José Gea Campos, Ayudante 1.º, ha sido destinado a la Escuela práctica de Maestros mineros, Fundidores y Maquinistas de Bélmez.

Ha sido destinado al Distrito minero de Barcelona el Ingeniero D. Pedro Guasch y Juan.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de mayo de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de mayo de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Gerona....	Palau y Pau.....	Virgen del Carmen ...	Hierro	96	Industrias Mineras, S. A.
Idem.....	Montagut.....	Ampliación Mercedes	Petróleo...	52	D. Anselmo de Riu.
Idem.....	Montagut y Oix.....	2.ª idem id.....	Idem.....	199	Idem.
Idem.....	Oix.....	Jaime.....	Idem.....	6	D. Jaime Barradas.
Idem.....	San Lorenzode la Muga	San Román.....	Idem.....	238	C.ª Española de Estudios Geofísicos, S. A.
Idem.....	Idem.....	San Joaquín.....	Idem.....	16	Idem.
Murcia....	Alhama.....	Casualidad.....	Hierro	24	D. Pedro Albarracín Segura.
Idem.....	Idem.....	Agueda.....	Idem.....	15	» Andrés López Méndez.
Idem.....	Cartagena.....	Febrero.....	Idem.....	18	» Pedro Muñoz Gallardo.
Navarra....	Larraun.....	Emiliano Corral.....	Hierro	200	D. Jacinto Corral.
Idem.....	Idem.....	Idem id. 2.º.....	Idem.....	20	Idem.
Orense....	Irijo.....	Mi Consuelo.....	Estaño	32	D. Jesús Cano Romero.
Idem.....	La Gudiña.....	Ampliación a San Juan	Idem.....	56	» Eduardo Bath.
Idem.....	Idem.....	Complemento.....	Idem.....	78	Idem.
Idem.....	Villar de Ciervo.....	Julián.....	Hierro	100	» Teófilo Fernández.
Idem.....	El Payo.....	Salamantina.....	Idem.....	83	» Trinidad Fuentes.
Idem.....	Navasfrías.....	Mercedes.....	Idem.....	116	» Teófilo Fernández.
Idem.....	Idem.....	Lucía.....	Idem.....	62	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Villar de Peralonso...	Esperanza.....	Idem.....	21	D. José Luis Errazquin.
Idem.....	Colmenar.....	Amalia.....	Topacio...	21	Idem.
Idem.....	Saldeana.....	María.....	Idem.....	24	Idem.
Sta. Cruz Tenerife.	Arico.....	Chinquejo.....	Hierro	30	D. Martín Rodríguez Díaz.
Idem.....	Idem.....	Jarosa.....	Idem.....	30	Idem.
Idem.....	La Orotava.....	Leticia.....	Idem.....	30	D. Manuel Benítez Méndez.

— 420 —

— 421 —

Catastro minero de España.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro en las provincias de Gerona, Murcia, Navarra, Orense, Oviedo, Salamanca y Santa Cruz de Tenerife.

Se ha verificado la rectificación anual del catastro minero de los distritos siguientes: Baleares, Barcelona (Barcelona, Gerona, Lérida y Tarragona), Ciudad Real, Jaén, Madrid (Madrid, Cuenca, Guadalajara, Toledo y Segovia), Palencia (Palencia y Burgos), Salamanca (Salamanca, Avila, Valladolid y Zamora), Santander, Sevilla (Sevilla y Cádiz), Vizcaya, Zaragoza (Zaragoza, Huesca, Logroño y Soria).

Legislación

Dirección general de Minas y Combustibles.

Se anuncia la constitución de las Juntas calificadoras de ascensos y destinos en el Cuerpo de Ingenieros de Minas en la forma que se indica. ("Gaceta" del 9.)

PERSONAL

Vista la propuesta del Consejo de Minería y el resultado del recuento de votos para la elección de los cargos vacantes en las Juntas calificadoras de ascensos y destinos en el Cuerpo de Ingenieros de Minas, quedan constituidas las citadas Juntas en la forma siguiente:

Junta calificadora de ascensos.

D. Antonio Marín Lanzos, Inspector general, Presidente de Sección.

Señor Presidente de la Asociación de Ingenieros de Minas.

D. Pablo Fábrega Coello, Vocal del Consejo de Minería.

D. Manuel Abbad y Boned.

D. Anselmo Cifuentes y Pérez de la Sala.

D. Manuel Sancho Gala.

D. Emilio Jiménez González.

Junta calificadora de destinos.

D. Mauro Díaz Caneja, Inspector general del Cuerpo, Presidente.

D. Vicente Kindelán y de la Torre, Inspector general del Cuerpo, suplente.

- D. Francisco Gómez Rojas.
- D. Hilario Hervada González.
- D. José Ruiz Valiente, suplente.
- D. Manuel Querejeta y Goena.
- D. Enrique Dupuy de Lome y Vidiella.
- D. Luis Forrat Soldevilla, suplente.

Vocales que actuarán en lugar de los subalternos cuando se trate de destinos de Jefes.

- D. Manuel Abbad y Boned.
 - D. Emilio Jiménez González.
 - D. Anselmo Cifuentes y Pérez de la Sala, suplente.
- Madrid, 1.º de mayo de 1929. — El Director general,
S. Fuentes Pila.
Señor Presidente del Consejo de Minería y señores Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....	345
<i>Informe</i> sobre los «Procedimientos de H. & E. Kruskopf» para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón.....	397
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de abril de 1929.....	412
Producción de combustibles durante los meses de enero a abril de 1929.....	415
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a abril de 1929.....	415
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de abril de 1929.....	416
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	419
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de mayo de 1929.....	420
LEGISLACIÓN:	
Dirección general de Minas y Combustibles. — Anunciando la constitución de las Juntas calificadoras de ascensos y destinos en el Cuerpo de Ingenieros de Minas en la forma que se indica.....	423

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

Mallet ha construído una retorta especial para estos trabajos que está representada en la figura 103, que se compone de una caldera cilíndrica de 3,700 milímetros de altura y 3,100 milímetros de diámetro, con capacidad de unas 25 toneladas de carga útil. Está construída en palastro de 15 milímetros de espesor.

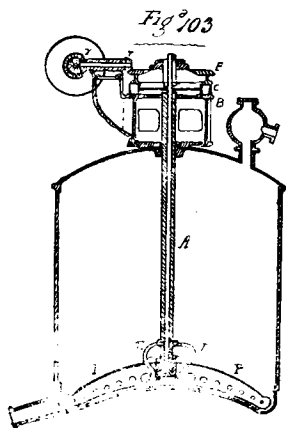
Tiene una disposición de agitación mecánica, compuesta por un eje A que pasa por el eje de la retorta; este eje está hueco para que por su interior pueda inyectarse el vapor que ha de auxiliar a la destilación. En la parte baja del eje lleva las paletas P y los tubos T para que el vapor salga al interior de la retorta.

En el fondo está el tubo para descarga de los residuos de la destilación. No se producen depósitos de cok, y la destilación puede hacerse de un modo continuo.

También puede trabajarse de un modo continuo con baterías de calderas, conforme se ha indicado en la primera destilación.

Toda destilería, aunque trabaje de un modo discontinuo, tiene tres o cuatro retortas en batería que unas están en marcha y las otras enfriándose para recibir nueva carga, y todas comunican con las mismas series de aparatos de condensación para que la producción sea continua.

El trabajo con el vacío disminuye mucho el depósito de carbón y da mejores resultados.



Desfleadores.—Los más utilizados para estas clases de productos densos son los desfleadores horizontales indicados en la figura 58, al hablar de la primera destilación, que sirven al mismo tiempo de primeros condensadores y separan las fracciones precisas sin necesidad de recurrir a otros medios. A estos condensadores tubulares se les da algunas veces una

ligera inclinación para favorecer la marcha de los productos hacia los últimos condensadores y hacia las salidas.

Para una caldera de 200 hectolitros se suelen dar las siguientes dimensiones, al condensador según Courau:

Diámetro del primer elemento	200 milímetros.
Idem del segundo ídem	150 »
Idem del tercero ídem	100 »
Longitud de un elemento	6 metros.

Es indispensable que el condensador se haya regulado para la clase de productos que se quiere producir, lo que se hace al principio de las operaciones, y de una vez para todas, determinando la refrigeración necesaria. Para ello, si la acción del enfriamiento era demasiado activa, se puede cubrir el primer tubo con una envolvente aisladora que disminuya la radiación, y si es preciso también el segundo tubo C, en todo o en parte; si por el contrario, se desea una

mayor transmisión de calor se coloca en el eje del tubo otro abierto para dejar pasar el aire.

Generalmente, para completar la acción de este condensador se coloca un tubo vertical, de pequeña altura E, que sirve para que los gases cedan los hidrocarburos que lleven aún arrastrados, antes de pasar a los aspiradores, bombas de vacío, etc., que deben activar la operación.

También conviene, para que los líquidos no lleven entre su masa viscosa gases arrastrados, colocar cerca de los condensadores el dispositivo indicado en la figura 55, letra R, que los separa.

Como condensadores corrientes no deben emplearse los de serpentín propiamente dicho, porque son muy difíciles de limpiar, y se recomiendan los de haz tubular, en que los tubos pueden separarse y limpiarse con toda comodidad. Rispler recomienda que sean de hierro forjado, que tienen las paredes más finas que las de los tubos de hierro colado y transmiten más calor.

Hasta temperaturas de 280 grados centígrados el hierro resiste bastante bien la corrosión, pero por encima de esta temperatura, y si se destilan alquitranes que tengan vapores ácidos, procedentes de la disociación del cloruro amónico, el hierro se ataca fácilmente. En estos casos se emplea el hierro colado, que aguanta más tiempo.

Para condensar los vapores que no suelen condensarse en los condensadores ordinarios, se emplean condensadores especiales representados en la figura 105; se compone de elementos iguales en hierro fundido que tienen forma de anillos, que en su parte central tienen un embudo o tronco de cono con su vértice hacia abajo y bajo el tronco del cono hay sujeto por cuatro hierros planos un casquete esférico. Estos elementos se reúnen en el número necesario para formar una columna condensadora de la magnitud que convenga. En la parte superior se coloca el anillo de tapa, con el conducto de salida D, para las corrientes de gases

incondensables y el tubo de entrada de agua fría A, y por su parte inferior otro anillo de cierre con la salida de líquidos por B y la entrada de la corriente de vapores y gases por C.

Todos los demás aparatos son análogos a los de la primera destilación.

Generalmente, en el procedimiento moderno de rectificación no se destilan petróleos pesados sin emplear economizadores y recalentadores que vayan recuperando calores perdidos y al mismo tiempo llevando a los primeros productos a temperaturas lo más próximas posible a la que han de sufrir en la caldera de destilación.

8.º Rectificación del mazout para producir aceites de engrase.—Método ruso antiguo.—El mazout, que procede de las primeras destilaciones de petróleos lampantes, después de dejado enfriar en recipientes se lleva a destilación en una caldera corriente, a la que se puede aplicar el vacío, y se comienza la inyección de vapor de agua, seco, después de haber encendido la caldera y de ir elevando la temperatura hasta que llegue a 150 grados. Se va recogiendo el destilado que está compuesto por aceite intermedio de una densidad de 0,872 a 79 y después de haber terminado esta destilación se eleva la temperatura del vapor hasta llegar a 180 grados, para recoger, sosteniendo esa temperatura el aceite para taladros, hasta 0,9 de densidad; terminado éste, se vuelve a calentar el vapor hasta 200 grados y se destila el aceite de máquinas y más tarde con vapor de 280 a 300 grados se obtiene el aceite de cilindros.

De este modo se obtienen los siguientes aceites en las proporciones que se mencionan:

Aceites intermedios. . .	de 30 a 35 por 100.	Densidad: 0,872 a 0,877
Idem para taladros. . .	de 6 a 4 por 100.	» 0,897 a 0,900
Idem para máquinas. . .	de 19 a 20 por 100.	» 0,907 a 0,917
Idem para cilindros . .	de 1 a 2 por 100.	» 0,914 a 0,917
Residuos	34 a 36 por 100.	» 0,930 a 0,938

fracciones que pasan más tarde al refino.



El auxilio del vacío hay que emplearlo desde el momento en que comienzan a destilar los aceites para máquinas y debe elevarse la depresión a 100 milímetros aproximadamente.

Como la operación no necesita mucho cuidado, debe, sobre todo, vigilarse el color y las características de los aceites del tipo que se quieran producir, de los cuales hay que tomar constantemente ejemplares y medir su densidad y propiedades organolépticas, cantidad producida, etc., sirviéndose para ello de la probeta.

Cuando por cualquier causa se vea que la densidad no continúa aumentando con la temperatura, es señal de que existen descomposiciones pirogenadas, que también se conocen por el olor característico de los productos. Si el desflemador funciona mal, debe enfriarse un poco haciendo entrar algo de aire por un registro que suele tener a ese fin.

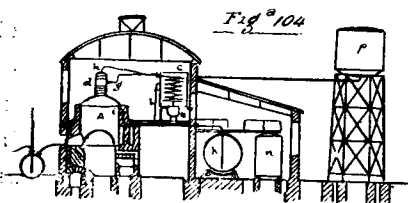
Si hay un exceso de calor en el condensador, se notará en que la fracción condensada no corresponde en densidad a la que debía estarse produciendo y que el color del aceite es rojizo y huele mucho más que el normal. El producto queda turbio aunque se filtre, su punto de congelación es más elevado y su viscosidad no está en relación con la densidad. Se corrige, haciendo entrar más agua fría o más aire, según sea el condensador de una o de otra clase, y con auxilio de la bomba, haciendo pasar más petróleo frío por el economizador, si se condensa en aparatos de intercambio de calor entre los productos destilados y las primeras materias.

Por el contrario, si los condensadores marchan demasiado fríos se nota primeramente en el desflemador que no rinde lo debido y deja pasar más hidrocarburos ligeros a la caldera que los normales, lo que puede corregirse, antes que el mal llegue a los condensadores, cubriendo el desflemador con materias que eviten la radiación hasta que se normalice.

Aunque el color es algo variable porque depende del petróleo bruto y de la marcha de la operación, debe servir de norma, para el conocimiento de los aceites rusos, que el color amarillo de limón es característico de los destilados de 0,900 de densidad; el anaranjado, hasta 0,910 y rojo anaranjado, y más tarde rojo cereza para los más densos.

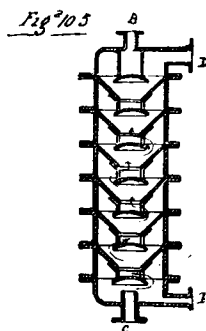
Cuando se ve en el aceite un tinte sombra o un color verdoso fluorescente, en vez del reflejo metálico azulado que tienen los aceites rusos, es señal de que hubo algo de descomposición pirogenada, porque la destilación fué muy cargada de vapor o a elevada temperatura.

Como datos prácticos para conocer en el producto del condensador si la operación marcha en debida forma, puede darse como regla que la admisión de vapor debe ser tal, que produzca un condensado que dejándole reposar deposite un 30 por 100 de agua en la primera fase



de la operación. El baño del condensador debe tener una temperatura de 40 grados al comienzo de la operación, y de 60 a 65 grados centígrados cuando pasan los hidrocarburos densos al final de la misma.

9.º **Aparatos y procedimientos para destilación de alquitranes.** — La destilación discontinua de los alquitranes se realiza en los mismos aparatos que hemos descrito anteriormente para los petróleos pesados y residuos, y en una forma análoga. Una instalación para tratar alquitranes está representada en la figura 104, que consta de cuatro retortas de 18 toneladas de capacidad, de las que una sirve para la



deshidratación del alquitrán y tres para la destilación. La figura es un corte dado precisamente por la retorta de deshidratación. Esta, está provista de una columna de rectificación *d*) colocada sobre la retorta *A*, que consta de cinco platillos a burbujeo, dos colocados en la parte *h* superior de la columna y tres en la parte inferior *g*. La retorta *A* está llena de alquitrán bruto seco, que se calienta hasta 200 grados; entonces se hace llegar alquitrán bruto por el tubo *g* desde el depósito elevado *p*, y este alquitrán se reparte entre los cinco platillos de la columna de deshidratación, y se deshidrata al contacto con los vapores a 200 grados que salen del alquitrán de que está llena la retorta *A*. Con el agua se vaporizan también las fracciones que tienen punto de ebullición inferior a 200 grados, y todos estos vapores se hacen pasar a los condensadores correspondientes *c*.

La retorta *A* suministra alquitrán deshidratado suficiente para tres retortas de la misma cabida que ella, que funcionan destilando los productos de mayor punto de ebullición que 200 grados, o sean los aceites medios, pesados y de antraceno, los cuales pasan a los depósitos correspondientes *n*. El depósito de alquitrán deshidratado es *k*, a donde pasa el alquitrán tratado en la retorta *A* y de donde lo reciben las otras retortas.

La destilación de alquitrán seco es rápida, hecha a presión reducida. El alquitrán seco se introduce bajo presión en una retorta cualquiera, y a las tres horas destila el aceite medio, a las cuatro y media horas está destilando el aceite pesado, a las seis el aceite de antraceno, y a las siete y media horas ha podido darse por terminada la operación de caldeo, y mientras termina el combustible de pasarse se terminan de destilar por el vacío los últimos productos. Tarda en enfriarse lo suficiente para poder emplearse de nuevo unas dos horas y media a tres, que se aprovechan en limpiar el hogar, sacar la brea y estar la caldera dis-

puesta para otra operación. Tarda en llenarse de alquitrán media hora. En conjunto, una operación completa, desde llenar la caldera a limpiarla, son de diez horas y media a once.

Claro es que la marcha depende de la clase de alquitrán que se trata y que deben estar todos ellos separados lo más posible de las aguas amoniacaes, para que la operación se realice en este tiempo, pues la deshidratación indicada es solamente para el 2 ó 4 por 100 de aguas que siempre contienen, por muy bien que se realice la operación de separación de alquitranes.

Hoy, antes de hacer pasar a las calderas los alquitranes, se recalientan para no gastar tanto combustible, y no es precisa la caldera de deshidratación. La instalación sería la misma que la descrita en la figura 104, con la sola diferencia de suprimir completamente la columna deshidratadora *d* y hacer pasar los alquitranes brutos como refrigerantes al condensador *c*. La operación es sencilla, pues sólo precisa comenzar a calentar la caldera llena de alquitrán seco, y cuando comiencen a destilar los aceites medios (a las cinco horas aproximadamente) se da entrada al alquitrán bruto a refrigerar al condensador *c* y a pasar ya caliente al recipiente de alquitrán seco. El alquitrán bruto destila en los recalentadores todas las substancias volátiles que pasan con la humedad a los aparatos correspondientes de refrigeración y condensación. La destilación dura en esta forma unas catorce horas.

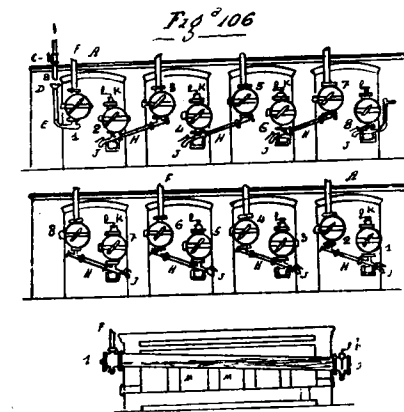
En Mieres y La Felguera, donde no se deshidrata completamente el alquitrán, la operación se conduce en dos partes, aunque sin interrupción del caldeo. Primero se comienza a caldear débilmente para que se evaporen los benzoles y las aguas amoniacaes, hacia 90 grados, y una vez terminada esta destilación se pasa por un período donde no destila ningún producto y se va elevando la temperatura hasta llegar a 250 grados, que dura de seis a siete horas;

a esta temperatura comienza la destilación del aceite de naftalina, que dura de cinco a seis horas, y en seguida se introduce el vapor recalentado para que continúe la destilación de los hidrocarburos pesados y elevándose la temperatura pueda comenzar a pasar el aceite de antraceno, tiempo que depende de la calidad de la brea que se desee obtener.

En general, cuando se trabaja con vapor de agua, la presión oscila entre tres y cinco atmósferas, y el vapor debe estar a 275 grados si se quiere emplear al fin de la destilación. El vapor no suele inyectarse desde que el aceite de antraceno ha terminado de destilar.

Trabajando con el vacío, a unos 100 milímetros de mercurio, se mejora la calidad de los productos y se facilita la operación porque se disminuye en 80 grados aproximadamente el punto de ebullición de los destilados.

Para la destilación continua de alquitranes hay muchos procedimientos, entre los que citaremos los más empleados. *Método de E. Ray.*—Está representado en las figuras 106,



y consta de una batería de retortas formadas por tubos fijos ligeramente inclinados y colocados por pares, en macizos de ladrillos refractarios rodeados de canales de hu-

mos, conforme indica el corte que acompaña a las dos vistas del grupo de retortas dibujadas en la figura 106, una de frente y otra por la espalda. Con un solo hogar se calientan, por tanto, todas las retortas de la serie. El alquitrán llega por el tubo *a* y entra por el embudo y tubo D-E a la retorta 1 del grupo A. De ésta pasa a la 2 por el tubo H (vista de espalda), ascendiendo por él, y de la misma forma a cada una de las demás retortas. Las llaves de compuerta K sirven para evitar el paso del alquitrán de una retorta a otra y para regularlo en la forma necesaria. Las llaves J, que tienen todos los tubos de paso H, son para limpiar los tubos de las obstrucciones y para hacer salir el alquitrán contenido en las retortas sin pasar por otra, si eso fuese preciso.

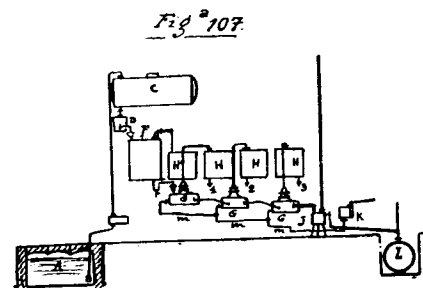
Los productos evaporados en cada retorta se hacen salir por los tubos F y se llevan a los colectores y condensadores que se hayan dispuesto para las distintas clases de destilados.

El procedimiento Ray se emplea en Italia, Austria y Alemania con buenos resultados. En la fábrica Ruchat Cie, en Libourne, un horno de siete retortas viene a dar una producción de unas ocho toneladas diarias.

Procedimiento de Hirscl.—Tiene la gran ventaja de que todos los destilados se obtienen a temperaturas mucho más bajas que en los demás procedimientos. Los productos que en las retortas ordinarias destilan hasta 300 grados, en este procedimiento se obtienen de 155 a 160 grados, y el aceite de antraceno, que debe calentarse hasta cerca de 400 grados, se puede obtener a unos 250 grados.

El alquitrán pasa desde la cisterna A, figura 107, por medio de la bomba B al recipiente C, y entra regulado por el aparato D, que efectúa la operación automáticamente, al deshidratador E, donde se separan las aguas amoniacales y benzoles brutos, que pasan a condensarse al refrigerante H. El aparato de deshidratación se caldea por agua caliente.

Una serie de retortas están dispuestas para recibir el alquitrán a la salida del aparato de deshidratación y que vaya sucesivamente pasando de una otra de las retortas G.



y en cada una destilando una fracción diferente, fracción que va pasando al condensador H correspondiente, y así se van obteniendo las fracciones 1, 2, 3, según el número de retortas que componen el aparato. El aceite de antraceno sale de la última retorta que está sometida a un caldeo más pronunciado que las demás, y el residuo se retira en forma de brea dura que va a un recipiente I, y de aquí al L. El vapor necesario se toma de una caldera no indicada en el dibujo, pasa por el recalentador K y se reparte por las retortas por las tuberías *m*.

Procedimiento Lenhard.—Es un aparato de caldeo en forma de serpentín, colocado en un horno A, calentado por mecheros de gas de gasógeno. Al horno suele llegar ya caliente el alquitrán para darle la mayor fluidez posible. La longitud del serpentín, para aparatos de 60 a 80 toneladas en veinticuatro horas, llega hasta 800 metros.

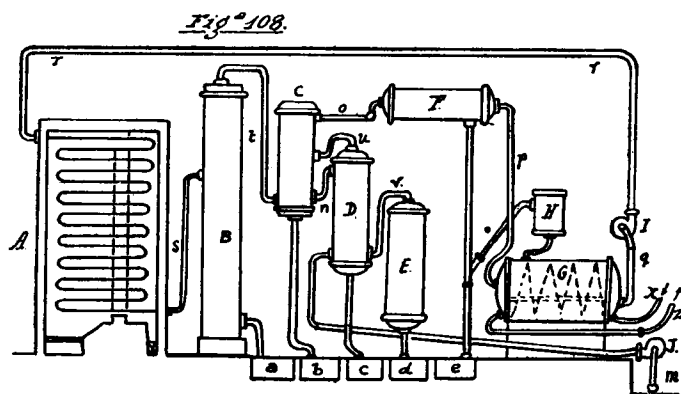
Los vapores de alquitrán llegan al separador B, donde la brea se deposita y puede sacarse a la fosa *a*. Figura 108.

Los aparatos de condensación reciben los vapores, ya separados de la brea, que entran por la tubería *t* en el primer condensador C, donde se condensan los vapores de antraceno; en el condensador D se separan los aceites de nafta-

lina y aceites pesados, y en el E se condensan, refrigerados por agua, los últimos vapores con aceites ligeros.

El alquitrán bruto fresco entra por la bomba J, que lo toma del depósito m y pasa refrigerando los condensadores D y C, donde se calienta hasta cerca de 100 grados y desprende vapores, de los que debe separarse, para lo cual se le hace pasar por el separador F, que separa los alquitranes deshidratados que pasan por r al calentador G, y de allí son inyectados por la bomba I en el horno de serpentín A. Los vapores de hidrocarburos ligeros y aguas amoniacales pasan del separador F a los aparatos de separación H y a los recipientes correspondientes.

La base del buen funcionamiento del aparato es que la



temperatura del horno y la velocidad del alquitrán en el serpentín caliente se encuentren en relación, en forma que pasen totalmente al estado de vapores los aceites para poder separarse completamente de la brea. La temperatura llega a la salida del serpentín a unos 350 grados, y el alquitrán entra en el mismo a unos cuatro metros por segundo de velocidad. En caso que no estén concordantes estas dos cantidades, pueden originarse fenómenos de pirogenación y depósitos de cok en los tubos.

El rendimiento de la destilación varía mucho según la calidad de los alquitranes que se trate, y para fijar las ideas vamos a indicar algunas cifras interesantes.

Destilación de alquitranes de gas de hulla.

Los siguientes números indican los productos obtenidos por la destilación de alquitranes de carbones ingleses, producidos en fábricas de gas:

	1	2
Densidad del alquitrán.....	1,10	1,20
Agua amoniacal.....	2,17	3,50
Aceite ligero.....	5,85	3,10
Aceite medio.....	12,32	7,68
Aceite pesado.....	11,95	10,15
Aceite de antraceno...	15,96	11,54
Brea.....	49,75	62,—
Pérdidas.....	2,—	2,03

En el cuadro anterior la columna 1 representa alquitrán obtenido en retortas verticales, y el 2, obtenido en retortas horizontales.

El alquitrán obtenido en retortas verticales tiene más potencia calorífica, según los datos de Grahl, que el producido en retortas horizontales.

Destilación de alquitrán de cok.

Las proporciones de destilados producidos por alquitranes de la fabricación del cok metalúrgico son las siguientes:

	1	2	3
Densidad del alquitrán.....	1,15	1,2	1,25
Aceites ligeros.....	2,5	1,65	6,14
Aceites medios.....	2,5	10,66	5,03
Aceites pesados.....	25,—	8,18	7,50
Aceites de antraceno.....	10,—	14,05	11,71
Brea.....	60,—	61,16	68,25
Pérdidas.....	—	2,48	1,37

La columna 1 es de carbones alemanes; las 2 y 3 de carbones americanos, el primero de buena clase y el segundo de mala clase.

Destilación de alquitranes de gas de aceite.

Destiladas dos muestras de alquitranes de gas de aceite, según Schmitz, se han obtenido los siguientes resultados:

	1	2
Aceite ligero.....	18 %	6 %
Aceite medio.....	10	11
Aceite pesado.....	14	16
Aceite de antraceno....	10	10
Brea.....	48	57

Estos análisis de destilación corresponden a carbones de la cuenca del Rhur, en Alemania.

Destilación de alquitranes de gas de agua.

Los resultados dados por alquitranes producidos en la fabricación del gas de agua, son, según L. Schmitz, extraídos de su obra *Die Flussingen Brennstoffe* (1912):

	1	2	3	4
Aceite ligero.....	3,5	6,5	—	1,39
Aceite medio.....	30,5	9,0	5,8	15,45
Aceite pesado.....	20,0	18,5	9,1	—
Aceite de antraceno.....	25,5	42,0	31,34	42,39
Brea.....	19,0	23,0	34,91	18,23

Destilación de alquitranes de lignitos.

Los alquitranes de lignitos dan en la destilación muchas parafinas y algún cok; por eso no suelen emplearse más que en la producción de parafina y de aceites lubricantes.

Los resultados medios son los siguientes:

Aceite bruto, ligero y medio.....	30 a 32 %
Parafina.....	62 a 64 %
Productos brutos.....	2 a 3 %
Cok.....	1 a 2 %
Gas.....	2 a 3 %

Como hemos visto por todos los análisis y resultados de las destilaciones de diversas clases de alquitranes, los productos de la destilación son diversos y sus proporciones también. Depende, pues, en primer lugar, el rendimiento de la destilación, de la primera materia que se trate, y en segundo, de la forma de realizar la operación, debiendo, para aumentar sus resultados, trabajar con auxilio del vapor, que siempre acrece el rendimiento en hidrocarburos.

La rectificación y depuración de los hidrocarburos y aceites destilados por los alquitranes se hace de la manera general, ya indicada para las fracciones de petróleos en los diferentes capítulos de este estudio.

CAPÍTULO IV

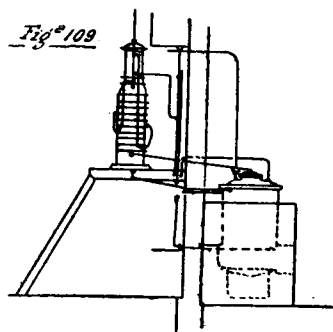
TRATAMIENTO DE LOS PETRÓLEOS POR DISOLUCIÓN

Entre los procedimientos más antiguos para tratamiento de los petróleos y para refino de los mismos están los de disolución, que si no han tenido una gran aceptación en la industria, ha sido debido al precio que tenían las sustancias que había que emplear como reactivos, que muchas veces hacían imposible el método económicamente.

Están fundados todos estos procedimientos en la diferencia de solubilidad de los diversos constituyentes del petróleo en otros cuerpos que se toman como solutivos y que obran ya como disolventes propiamente dichos, ya como precipitantes, en virtud de lo cual podemos dividir el estudio de este tratamiento en dos grupos:

1.º *Tratamiento por disolución.*—Llamaremos así a todos aquellos métodos que estén fundados en un fraccionamiento de los petróleos por un solutivo que separa del compuesto primitivo diversas fracciones solubles, dejando las restantes que son insolubles en él.

2.º *Tratamiento por precipitación.*—Encerraremos dentro de este grupo aquellos procedimientos en que empleemos un disolvente general que disuelva a todo el petróleo, y



otro cuerpo que sirva de precipitante de una o varias fracciones de la anterior disolución.

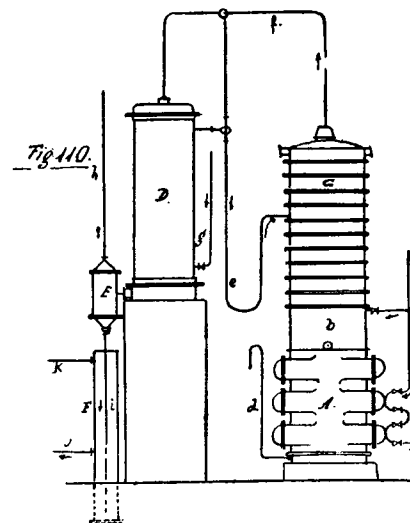
Leyes de la disolución.

Las bases generales sobre que se funda la disolución son: Que existe una relación constante entre las concentraciones a que se encontraba el cuerpo en la primera solución y la en que se halla en la segunda, suponiendo que el peso molecular del cuerpo soluble es el mismo en las dos fases de disolución. Tendremos, pues, que $\frac{C_1}{C_2} = \text{constante}$. Por tanto, al tratar de precipitar un cuerpo de una disolución por otro segundo solutivo, la repartición en que ese cuerpo esté en el primero y en el segundo disolvente será constante. Llamemos, pues, m el volumen del solutivo segundo que ha de estar en relación con el del primer disolvente; p la proporción por ciento de la solución y c la constante entre las

reparticiones o concentraciones; la fórmula que nos dará la cantidad extraída de la primera solución por el segundo disolvente es

$$Q = \frac{p \cdot m \cdot c}{1 + m c}$$

y si no se utilizase en una sola vez toda la cantidad de disolvente, sino que se repartiese en varias partes iguales en



número n , y se tratase la primera disolución n veces por el segundo solutivo, la cantidad disuelta sería

$$Q' = \left(1 - \left(\frac{n}{n + c m}\right)^n\right) \cdot p$$

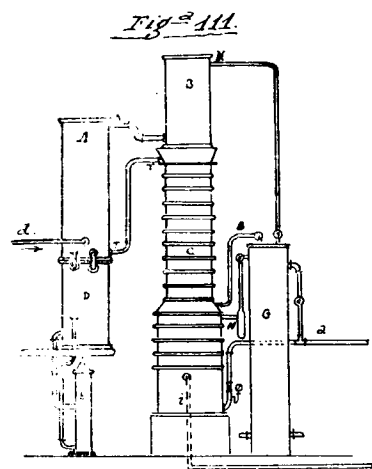
de la cual se deduce que Q' es tanto más grande que Q cuanto mayor sea n , o sea, cuanto más número de veces se trate la primera disolución por el segundo disolvente.

Por consiguiente, el tratamiento debe hacerse atacando la disolución con el segundo solutivo en pequeñas partes y de un modo continuo cuantas más veces sea posible.

También se deduce de esas fórmulas que por el procedimiento de disolución o de precipitación, pues ahora exponemos leyes en sentido general, sin fijarnos en las dos divi-

siones en que hemos separado a los métodos que en el tratamiento por fraccionamiento por disolución se agrupan, no será posible nunca extraer un cuerpo de una disolución por un segundo disolvente, pues siempre tiene que quedar una concentración o proporción de él en la primera disolución c_p que esté en relación constante con la concentración c_n del cuerpo extraída en el n tratamiento para que la ley se verifique.

Esto es completamente cierto, y por el procedimiento de disolución sólo, sin auxilio de otros medios, no se puede



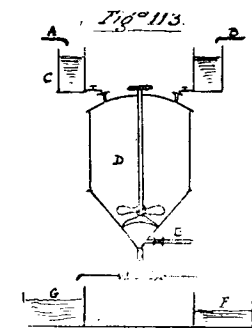
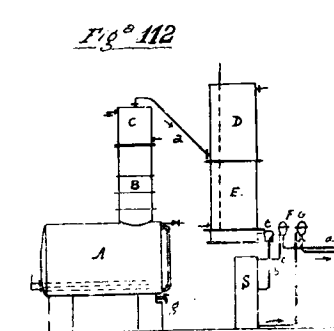
extraer completamente un cuerpo de otra disolución sin transformarle químicamente.

Por otra parte, suele ocurrir en el tratamiento de los petróleos que, dada su complejidad, los solutivos que empleamos para las fracciones siempre son, a su vez, algo solubles en los petróleos, por lo que hay una acción bastante más complicada de lo que parece ser, y, en general, al fin de las operaciones, aunque hayamos obtenido un resultado apreciable en la separación de la mayor parte de una fracción, siempre tendremos, para lo que a la recuperación del disolvente se refiere, que tratar de rescatar, por así decirlo,

la parte de él que ha quedado en la primera disolución, y esto complica bastante los tratamientos.

1.º Tratamiento por disolución.—La propiedad de disolverse en los alcoholes los diversos fraccionamientos de los petróleos brutos dió origen a que Aisinmann estudiase prácticamente en el laboratorio un procedimiento de fraccionamiento en frío de los petróleos, fundándose en que son más solubles las fracciones cuando más ligeras son y menos solubles cuanto más densas.

Verificada esta experiencia sobre un mazout de 0,915 de peso específico, llegó, tratándole por diez veces su volumen de alcohol etílico, a separar un petróleo más ligero, de 0,905



de densidad y que tenía una viscosidad a 10 grados, Engler, de 12,18 grados, constituyendo un 35 por 100 de la cantidad de mazout que había tratado. Como residuo quedó otro mazout más denso y viscoso que el primitivo.

Este petróleo, separado del mazout, demuestra que puede fraccionarse por disolución, pero de una manera muy basta, porque ese producto es muy poco homogéneo y contiene varias fracciones de las obtenidas por destilación. La cantidad de alcohol es elevada y aumenta considerablemente conforme se trata de separar petróleos más densos y de punto de ebullición más elevado.

Así, pues, los ensayos de Aisinmann no dieron un resul-

tado muy satisfactorio en lo que se refiere a tratamiento de petróleos brutos, porque el método no se encuentra industrialmente aceptable.

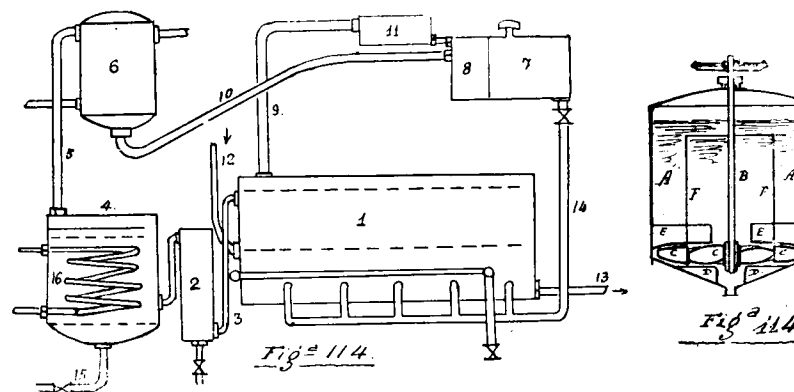
Modernamente se han presentado algunas patentes sobre fraccionamiento de los petróleos brutos por el alcohol, de las que no vamos a ocuparnos más que de la adoptada por la The Solar Refining Company, que es la única que ha efectuado pruebas industriales en América del Norte, que difiere del primitivo método de Aisinmann en que ya se hace el tratamiento acompañado del calor, aunque en grado ligero, pero ya no es fraccionamiento en frío, como trataba de efectuarlo Aisinmann.

Se efectúa sobre petróleos densos, de los que se llevan al cracking en América, ya separados de la gasolina y de los petróleos ligeros. El gasto de combustibles es solamente el necesario para mantener el petróleo primitivo y los productos intermedios a una temperatura comprendida entre 65 y 70 grados y para evaporar el alcohol con objeto de recuperar el solutivo.

El aparato comprende varias series de instalaciones análogas a la que vamos a describir, según el número de fracciones de petróleo que hayan de tratarse. En la figura 114 se detalla la unidad correspondiente a la primera fracción o petróleo de cracking.

El petróleo bruto denso se introduce con una bomba en la cámara de extracción 1), que es un cilindro colocado horizontalmente y dividido por tabiques verticales en compartimientos en zigzag, entre los que tiene que pasar el líquido. El alcohol se introduce en el mismo aparato por una serie de llaves que comunican con unas espirales de tubos, agujereadas para que la salida sea mucho más repartida dentro de la masa del petróleo líquido que rodea las espirales, colocadas entre los tabiques en zigzag. El alcohol disuelve la fracción más ligera del aceite denso, o sea la que por un procedimiento de cracking se obtendría, que equivale a un

35 por 100 del total. Este alcohol, con la fracción de petróleo más ligera, pasa a un decantador 2 para que la parte de petróleo que haya sido arrastrada mecánicamente se deposite, y sigue su ciclo entrando en la columna destiladora 4, donde se extrae el alcohol y pasa al condensador 6 y de allí, ya condensado, a la cuba de almacenamiento 7, no sin haber sido deshidratado en el compartimiento 8 que precede al recipiente de almacenamiento. El petróleo bruto que entra en la cámara de extracción por la tubería 12, sale por la 13, que es un conducto de entrada a la segunda unidad de



extracción análoga a la que describimos, donde ha de ser extraída la segunda fracción.

Un condensador de seguridad 11 está unido con la cámara de reacción y con el deshidratador de alcohol y sirve para condensar cualquier vapor de alcohol que salga de la cámara. El alcohol, una vez regenerado, vuelve a la cámara para seguir el ciclo de tratamiento por las tuberías 14, provistas de sus llaves de paso.

La fracción de petróleo disuelta por el alcohol se separa de éste en la columna de destilación 4 y sale por la tubería 15. El serpentín de vapor 16 es el medio de caldeo del destilador vaporizador 4.

Con cuatro unidades de aparatos análogos se han conse-

guido fraccionar los petróleos en los siguientes destilados:

Petróleo ligero, con densidad de 23 a 25 grados Baumé; viscosidad, 85 a 100 segundos; Saybolt, a 37,7 grados. Punto de inflamación, 290 grados.

Aceite ligero, con densidad de 25 a 25,5 grados Baumé; viscosidad, 180 a 215 segundos; Saybolt, a 37,7 grados. Punto de inflamación, 199 grados.

Aceite medio, con densidad de 26 a 26,8 grados Baumé; viscosidad, de 290 a 350 segundos; Saybolt, a 37,7 grados. Punto de inflamación, 250 grados.

Aceite denso, con peso específico, 26 grados Baumé; viscosidad, 450 a 500 segundos; Saybolt y punto de inflamación, 268 grados. La proporción de este aceite es pequeña: del 8 al 10 por 100.

La mayor proporción es la de aceite medio, que es el producto más importante entre los aceites.

La deshidratación del alcohol se efectúa con cal, seguida de un tratamiento por el sulfato de cobre deshidratado. El tratamiento por el calor deja en la columna de destilación agua y sulfato de cobre que se puede hacer cristalizar en las cubas. Para mantener el grado de sequedad del alcohol se tienen en el recipiente de almacenamiento de éste saquitos de tela llenos de sulfato de cobre anhidro, que se retira de vez en cuando. El sulfato de cobre tiene un poder absorbente para el agua, cuatro veces mayor que el de la cal, y puede recuperarse económicamente.

Este procedimiento no ha sido aún muy empleado, pero es interesantísimo, porque es el primero que nos señala un tratamiento del petróleo bruto por disolventes, que hasta la fecha no se había conseguido sino en fracciones muy poco homogéneas.

Procedimiento de Edeleanu.

Otro de los procedimientos de disolución que se emplea hoy en muchas fábricas de tratamiento para refinación de petróleos es el que emplea el anhídrido sulfuroso líquido como disolvente de los carburos aromáticos y de los hidrocarburos no saturados ricos en carbono.

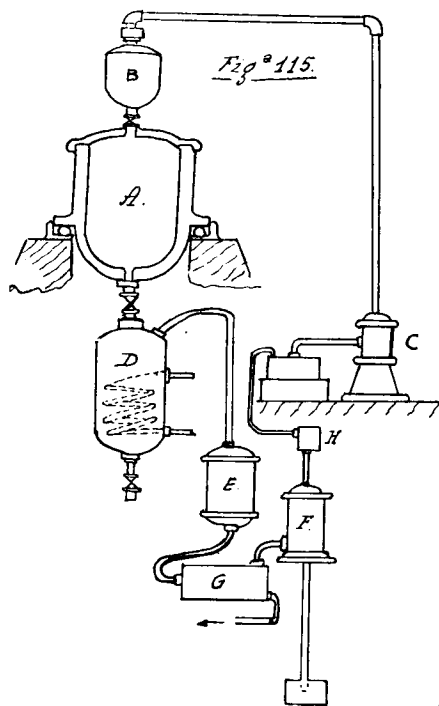
El anhídrido sulfuroso tiene la propiedad de disolver en todas proporciones a los hidrocarburos aromáticos, aun a una temperatura inferior a 20 grados bajo cero. Como ocurre frecuentemente con los disolventes, la solubilidad de los hidrocarburos decrece con el peso molecular, según las experiencias hechas por Zerner con el SO_2 , y lo mismo disuelve a los carburos no saturados ricos en carbono; pero no disuelve a los naftenos y disuelve muy mal, aunque no deba considerarse como totalmente negativa su acción en presencia de hidrocarburos aromáticos no saturados a los hidrocarburos de la serie del metano.

Recíprocamente, el anhídrido sulfuroso líquido es también soluble en pequeña cantidad en los hidrocarburos, y según Morrell y Egloff, a temperatura de 10 grados bajo cero se disuelve en la gasolina hasta 1,8 por 100 y en el keroseno hasta 3,6 por 100.

Tratando los hidrocarburos del petróleo por el anhídrido sulfuroso conseguiremos formar las dos capas características de los tratamientos por disolución, en que en la parte inferior tendremos la capa de anhídrido con los carburos aromáticos disueltos, y sobre ella la capa de los naftenos y carburos saturados, en que también habrá una pequeña cantidad de SO_2 disuelta.

Como el procedimiento de refinación por el ácido sulfúrico es caro y no es todo lo eficiente que debería ser en caso en que los petróleos son algo impuros, como los de Persia, Ohio, etc., que contienen azufre en mayor cantidad, porque necesitan proporciones de ácido sulfúrico que han lle-

gado a ser hasta 40 veces mayores que las que se emplean para los petróleos del resto de América, en cuanto el procedimiento de Edeleanu ha entrado en la industria, ha sido recibido inmejorablemente y va tomando carta de naturaleza en California, donde se le va adoptando en la mayor parte de las destilerías para refinar los kerosenos. Otra



ventaja del anhídrido sulfuroso es que tiene tendencia a absorber los compuestos sulfurados.

El procedimiento se aplica en la siguiente forma:

Una retorta de reacción A, con cierre estanco, para que pueda actuar el anhídrido bajo presión y, por tanto, pueda conservarse durante toda la operación al estado líquido (figura 115) es el epurador. Esta retorta está formada por una doble envolvente de hierro para poder calentar por vapor,

circulando por ese doble fondo cuando sea preciso. El recipiente tiene movimiento de rotación para que sirva de agitación mecánica, en vez de estar provisto de aletas o tornillos interiores, cuyas uniones serían siempre fatales para una buena conservación de la presión dentro del recipiente.

Sobre el epurador está colocado un depósito donde está el anhídrido sulfuroso líquido que viene de un compresor, donde termina el ciclo de la reacción C.

El petróleo a refinar se introduce en la retorta y se comienza a añadir el anhídrido sulfuroso en pequeñas porciones y a verificar la agitación por rotación del epurador. Según la naturaleza del petróleo, convendrá calentar más o menos, y a ese fin se hace pasar una corriente de vapor por el doble fondo del epurador y se tiene, después de añadir todo el SO_2 , que debe reaccionar, en agitación durante unos veinte a treinta minutos. Se dejan en reposo y quedan bastante rápidamente formadas las dos capas de anhídrido y de petróleos nafténicos dentro del aparato. Se procede, pues, a decantar el anhídrido sulfuroso en el apartado D, que es una retorta de destilación donde se separa el SO_2 , que pasa al depósito correspondiente y de allí, de nuevo, al compresor, para ser liquidado y volver al depósito B. El aparato D de destilación funciona bajo el vacío, y en el condensador E se separan los hidrocarburos aromáticos y los saturados que se llevan a los recipientes respectivos.

Los naftenos y carburos no saturados quedan en el agitador-epurador y son extraídos al terminar la operación.

El aparato está dispuesto para funcionar bajo una presión de hasta cinco atmósferas, y debe procurarse con todo cuidado que el petróleo esté bien seco para evitar la formación de ácido sulfúrico que corroería muy pronto la retorta y todas las conducciones anejas.

A ese fin, los petróleos pasan antes de entrar en el epurador por filtros de cloruro de cal H que deshidratan perfectamente los hidrocarburos componentes del petróleo.

Las fracciones de petróleos que no han sido disueltas por el anhídrido sulfuroso deben lavarse con agua caliente a la salida del epurador para quitar todas las trazas de SO_2 , y eso se efectúa en el recipiente J, que tiene sus paredes recubiertas de una capa de plomo.

El tratamiento de Edeleanu ha sido también empleado para epurar los petróleos densos para producción de acei-

tes de engrase, y para los muy densos, que se usan para los transformadores, turbinas, etc. En este caso se emplea una serie de tres epuradores o agitadores escalonados, lo que permite tres tratamientos sucesivos, y, finalmente, se tratan los petróleos por el ácido sulfúrico en pequeña cantidad para eliminar el SO₂, que pudiera existir por arrastre o disolución en los aceites.

Presenta además la ventaja este procedimiento de que la regeneración del anhídrido sulfuroso que exista en exceso es siempre posible con sólo disminuir la presión o aumentar la temperatura, en correspondencia.

Para no tener que enfriar la gasolina y el petróleo sometido a tratamiento, puede mezclarse el anhídrido sulfuroso con una pequeña cantidad de alcohol de madera.

La cantidad en que se emplea el anhídrido sulfuroso es de 75 por 100 del petróleo a refinar y seguido de dos lavados de un 25 por 100 de SO₂. Por este procedimiento han tratado Engler y Ubbelohde un keroseno de Galitzia de 0,815 de peso específico, obteniendo las siguientes fracciones:

Primera extracción ...	11 por 100...	0,9683	densidad.
Segunda ídem	4,8 por 100...	0,8932	»
Tercera ídem	2,9 por 100...	0,8803	»
Keroseno purificado..	—	0,804	»

La proporción de azufre, que era de 0,6 en un petróleo mejicano después de un tratamiento análogo, quedó reducida a 0,08 por 100.

La temperatura a que hay que operar es tanto menor cuanto mayor cantidad de hidrocarburos aromáticos tiene el petróleo a tratar, y también se gasta más cantidad de SO₂, en disolverlos, como es racional. Tratando un keroseno de Borneo, de 40 por 100 de ley en carburos aromáticos, la operación viene a comenzar a 10 grados bajo cero. En cambio, con petróleos mejicanos que tengan solamente 17 por

100 de carburos aromáticos comienza ya la operación a 10 grados sobre cero.

El procedimiento de Edeleanu tiene ventajas positivas si se tiene en cuenta lo barato a que se puede producir el anhídrido sulfuroso, que hacen de ese cuerpo un magnífico reactivo para tratamientos industriales.

Su facilidad de separación de los destilados de petróleo es otra de las grandes ventajas, pues se ha visto que puede reducirse hasta 0,16 por 100 en el producto refinado y 0,36 por 100 en el separado por disolución la proporción de SO₂, sin otro tratamiento que el normal.

Claro es que los aparatos para aplicación del anhídrido sulfuroso son mucho más complicados que los de epuración ácida y alcalina, pues tanto el recipiente de reacción como el tener que trabajar a temperaturas tan bajas y a presión, hace que sea preciso un cuidado más grande que en el tratamiento sulfúrico. Por otra parte, también hay que contar con instalaciones de compresión para liquidar el gas y con aparatos de destilación a vacío para su separación del producto extraído; pero todas esas complicaciones pueden darse por bien empleadas ante las ventajas que trae el procedimiento y la economía de su coste, que da los gastos suficientes para pagar esas dificultades,

Procedimiento de Landsberg.

Este método, que fué patentado por Landsberg para disolver las fracciones asfálticas y materias densas impuras de los aceites de engrase por medio de la acetona, es muy interesante, porque ha dado lugar más tarde a una serie de métodos de refino de los aceites de engrase de los automóviles, porque se ha observado que las fracciones pesadas y no saturadas de los aceites son las que queman incompletamente en los motores y dan ese olor desagradable a los gases de escape.

Los trabajos de Predit y Jagubow sobre el procedimien-

to de Landsberg han mostrado que los aceites de engrase se disuelven muy difícilmente en la acetona y sólo son solubles las partes densas y poco saturadas.

Más tarde, Schwarz y Schlüter dieron el procedimiento para refinar los aceites de engrase para motores de automóvil, y probaron que los tratados con acetona no desprenden olor desagradable y desprenden vapor blanco agrisado, mientras que los refinados con ácido sulfúrico dan vapor gris sucio.

Siemens Schuckert también ha hecho observar que el tratamiento por la acetona de los aceites que han de emplearse en los transformadores nuevamente, después de varios meses de uso, es muy eficaz, porque separa todos los productos de polimerización y de oxidación y regenera los aceites.

Sin embargo, el procedimiento de Landsberg tiene el inconveniente más grave que puede tener cualquier procedimiento industrial, que es el precio de la acetona que no permite el empleo, a no ser en productos especiales que puedan venderse a un precio elevado.

Procedimiento de Doeschner.

Consiste en arrastrar, puede decirse porque no es verdadera disolución, las materias asfálticas de los petróleos densos por una lejía de sosa alcohólica, compuesta de unos tres volúmenes de alcohol a 70 grados y un volumen de sosa, diluida en agua de una concentración de 38 grados Baumé.

Se calientan las materias mezcladas con los petróleos a unos 70 grados y se obtiene un líquido oscuro, formado por la lejía de sosa y toda la parte densa de los petróleos, en la parte inferior, y encima una capa con el petróleo libre de impurezas.

Las materias asfálticas se separan de la lejía de sosa tan pronto como se evapora el alcohol.

Este método no es verdaderamente un procedimiento completamente físico, porque hay acciones más complicadas, probablemente de polimerización de hidrocarburos, que no han sido aún bien estudiadas y que harán quizá que tenga que catalogarse entre los métodos químicos. Tampoco ha tenido una gran aceptación industrial, porque el alcohol no es barato para emplearlo en estos refinados.

Procedimiento de la Aktien Gesellschaft für Kohlensäureindustrie.

Comienza actualmente a ser empleado este procedimiento patentado, que es semejante al de Edeleanu, en todo su tratamiento, pero que utiliza el ácido carbónico líquido como disolvente de los hidrocarburos del petróleo y no de las impurezas del mismo.

La cantidad en que debe emplearse es, mezclado con el petróleo en proporción de cinco a uno, agitando cuidadosamente la mezcla en un recipiente cerrado y a presión.

Se disuelve el petróleo y puede ser separado de los residuos y regenerado inmediatamente el ácido carbónico que por evaporación vuelve al compresor, donde de nuevo es liquidado para someterlo a un nuevo tratamiento como disolvente.

No se ha estudiado aún bien este nuevo método, y por esa razón no podemos dar datos sobre los resultados obtenidos industrialmente; pero es un procedimiento de porvenir, porque reúne las condiciones que demanda un procedimiento comercial.

2.º **Tratamiento por precipitación.**—Los trabajos de disolución intentados por Aisinmann sobre los petróleos fueron origen de que varios químicos, y entre ellos Charitschow, procurasen realizar la separación o fraccionamiento de los hidrocarburos por medios análogos. Transformando el método de Aisinmann, Charitschow disolvió totalmente los destilados en el alcohol amílico y usó el al-

cohol etílico para precipitar de esa disolución total las fracciones deseadas.

Ensayado en los petróleos de Grosny, se ha llegado a conseguir el fraccionamiento de un mazout de 0,925 de densidad en una serie de grupos cuyas densidades estaban comprendidas entre 0,908 y 0,930, resolviendo el problema; pero de todos modos no se intentó llevar el ensayo a procedimiento industrial hasta la fecha.

Otros procedimientos de precipitación son los empleados por Daeschner para los petróleos densos de Hannover. Este químico empleaba el alcohol amílico para precipitar de la disolución que forma el petróleo bruto los asfaltos y petróleos densos resinosos. Tiene el inconveniente este método que con los asfaltenos se precipitan fracciones densas de las que producen aceites superiores de engrase, que tampoco son del todo solubles en el alcohol amílico, necesitando, si se quiere llegar a una verdadera separación, emplear una gran cantidad de alcohol amílico para tratar repetidamente los asfaltos y fracciones densas separadas de los petróleos brutos, con objeto de ir disolviendo estas fracciones densas y separándolas de los asfaltenos. Le ocurre a este procedimiento como a todos los análogos: que el precio del alcohol amílico impide una aceptación de este método como industrial.

Más tarde, Diamand perfeccionó este procedimiento en primer lugar substituyendo el alcohol amílico por una mezcla de gasolina y fusol, que tampoco ha dado buen resultado, porque hacían falta cantidades de fusol muy grandes para la disolución y precipitación. Fundándose en éste, reformó de nuevo su método aplicando la centrifugación mecánica para separar la mayor cantidad posible de asfaltos, y una vez que se habían separado precipitaba los que restaban en la solución por el fusol, con lo cual reducía el gasto a una tercera parte. La acción de la fuerza centrífuga es auxiliar al precipitante que se mezcla

ba en parte antes y en parte después del tratamiento mecánico.

Holde ha preconizado el empleo de gasolina y éteres alcohólicos para disolver los petróleos y precipitar los asfaltos y resinas, porque ha probado que las materias asfálticas son tanto más solubles en la gasolina cuanto menor es su punto de ebullición. También tiene el mismo inconveniente que el método de Diamand, pues la cantidad de gasolina que hay que emplear para el tratamiento es seis veces la del aceite a separar o fraccionar, y, por consiguiente, no presenta ventaja alguna. En cuanto a los éteres alcohólicos, la precipitación es más completa que con la gasolina, porque no separan más que los asfaltenos y no precipitan los petróleos densos, lo que ha dado origen a una nueva patente de Koettnitz, que tampoco ha tenido éxito completo. Algunas veces se emplea para esta precipitación el acetato de etilo, que tiene la ventaja de poderse emplear en cantidades más pequeñas para la operación, y, además, la de tener un punto de ebullición muy bajo y ser muy homogéneo.

Para mencionar ya todos los procedimientos que han sido patentados, más que nada por el interés químico que presentan, daremos cuenta del método de Tanne y Oberländer para disolver los petróleos y los asfaltos y precipitar la parafina por medio del tetracloruro de carbono; con el mismo fin emplean los éteres alcohólicos Landsberg y Wolter, y Gurwitsch usa el ácido acético.

Recuperación de los petróleos arrastrados por los residuos.

Los alquitranes que quedan de residuos de las destilaciones suelen retener cantidades bastante considerables de petróleos y de fracciones más ligeras de las que se han venido destilando. Estos hidrocarburos son difíciles de separar de los alquitranes y resinas, porque la viscosidad impi-

de el libre desprendimiento de los gases; de modo es que cuanto más viscosos sean los residuos de las destilaciones, podemos tener la seguridad de que retienen mayor cantidad de productos hidrocarbonados.

La recuperación se hace siempre por procedimientos de disolución o de precipitación, de los que citaremos algunos.

Por el alcohol.—Se mezclan los residuos de la destilación con el alcohol amílico, en el cual se disuelven los hidrocarburos más ligeros, y los alquitranes que no son en absoluto miscibles se adhieren a las paredes del epurador donde se está verificando la mezcla. Después de haber verificado bien la mezcla con el alcohol, se eleva la temperatura a unos 50 grados en una caldera destilatoria, se deja depositar el alquitrán y se elimina el alcohol con una inyección de vapor de agua sobrecalentado a 200 grados, después de haber separado la mayor parte del alcohol con el aceite mineral mezclado con él. Para un petróleo que tenga una proporción de un 18 por 100 de alquitrán puede emplearse para cada 100 kilogramos de petróleo 85 kilogramos de alcohol amílico.

Por la acetona.—Análogamente, se mezcla el residuo con la acetona que disuelve el petróleo y forma las dos capas separándose en su mayor parte con los petróleos, se decanta y se tratan las acetonas con petróleo por la destilación, para eliminar la acetona, así como los alquitranes, para que se desprenda el exceso de acetona que hubiese podido quedar retenida por el alquitrán. Hay que hacer constar que los petróleos americanos no se disuelven en la acetona y que los rusos son poco solubles, pero la mezcla es lo suficientemente estable para permitir esta separación. Landsberg indica como homólogo de la acetona la metiletilacetona.

Por el eter de petróleo.—Según el método de Holde, aunque hay muchos petróleos que no se disuelven en la benci-

na de petróleo de 0,700 de densidad, lava el residuo de la destilación con seis volúmenes de bencina que disuelven o arrastran los hidrocarburos y los alquitranes blandos, que se llaman así los que son menos densos, haciendo este lavado en caliente. Se deja enfriar la solución y depositar los alquitranes, y se separan las dos capas por decantación, acudiendo, como siempre, a la destilación para la recuperación del disolvente.

Por el bicromato de potasa y el ácido sulfúrico.—Se mezcla con el residuo de la destilación 95 partes de ácido sulfúrico y cinco de bicromato potásico. Se lava en seguida con una disolución acuosa compuesta de partes iguales de sosa cáustica y carbonato sódico, después de haber separado las dos capas por depósito y decantación subsiguiente.

Por una lejía alcohólica.—Se forma una lejía con tres volúmenes de alcohol a 70 grados y un volumen de lejía de sosa a 38 grados B., y de esta mezcla se toma una parte para mezclarla con tres a cuatro partes de residuo. Se calienta la mezcla total a 70 grados, hasta que la lejía se haya depositado bajo la forma de líquido consistente de color obscuro. Se extrae este depósito y se eleva la temperatura del petróleo restante hasta 100 grados, y se le somete a la acción de una corriente de aire caliente comprimido para eliminar el alcohol. Sometiendo la lejía a igual tratamiento, se desprende el alcohol y se recupera la lejía, porque se separa del petróleo y del alquitrán, pero queda siempre en forma que no sirve sino para este tratamiento algunas veces consecutivas.

CAPITULO V A D S O R C I Ó N

Consideraciones generales y estudio del fenómeno.

Se define en física como adsorción la formación de una capa tenue especial de líquido en la superficie de ciertos sólidos o la condensación de gas en esa misma superficie, según el sólido esté en contacto con un líquido o con un gas. Se diferencia, pues, de la absorción, en que ésta es la penetración íntima y sucesiva de un cuerpo en otro, y la adsorción no es penetración; el cuerpo adsorbido no penetra, sino que envuelve la molécula del cuerpo adsorbente, o por mejor decir, envuelve la masa del cuerpo adsorbente.

Esta propiedad se conoce desde hace mucho tiempo y se aplica para la decoloración de las sustancias, para la adsorción de los gases por el carbón; pero en la actualidad, ante la enorme impulsión sufrida por la industria petrolífera, en la que ha sido preciso adoptar toda clase de procedimientos para acrecer la producción cada vez más demandada por el mercado, ha tomado carta de naturaleza para la decoloración y el refinado de las fracciones y la recuperación de productos ligeros y de gases, dando lugar a numerosos métodos de tratamiento.

Los fenómenos de adsorción son, pues, fenómenos de una sustancia líquida o gaseosa sobre otra sólida, y sin que entre ambos cuerpos exista reacción química alguna. Si aceptamos la definición dada por Freundlich, llamaremos adsorción a todo cambio de concentración de una disolución en su superficie límite, ya se trate de la superficie de contacto con la atmósfera, o de cualquier otra superficie de contacto con una fase sólida. Así, pues, en resumen, es una acción de superficie, y como tal, depende, en primer lugar, de la extensión de la superficie de contacto, puesto que el espesor, o sea la capa de fijación sobre esa superficie,

tiene un límite que depende de los cuerpos que intervienen. Ya volveremos más adelante sobre las condiciones que regulan la adsorción, que son las más interesantes para nuestro estudio; pero antes tenemos que repasar las opiniones de varios eminentes físicos que han escrito sobre este fenómeno para fijar una teoría sobre la explicación del mismo que nos permita llegar a deducir esas conclusiones.

Gibbs ha llegado a establecer una ley sobre estas acciones relativas a mezclas o disoluciones, que dice que cuando la sustancia disuelta modifica la tensión superficial inicial del disolvente puro, su concentración en la superficie límite y, por tanto, en la delgada capa que se encuentra tocando a esa superficie, tiene diferente valor que en el resto de la masa. Si la sustancia disuelta tiende a disminuir la tensión del disolvente, la concentración aumenta en las proximidades de la superficie límite del disolvente y viceversa.

Fundándonos en esta ley, si tenemos una disolución y en ella introducimos un cuerpo sólido que tenga tendencia a disminuir la tensión superficial entre las dos fases, cuando aumente la concentración, en la superficie límite de ese cuerpo y de la disolución habrá fenómeno de aumento de concentración, y, por tanto, en el resto del líquido existirá disminución real de la concentración, tanto más marcada cuanto mayor sea la superficie límite del cuerpo sólido y de la disolución.

Así, pues, si llamamos x la cantidad absorbida de sustancia disuelta; m , la masa del adsorbente; c , la concentración de la disolución en equilibrio con el adsorbente, estas cantidades están ligadas por la fórmula de Freundlich:

$$\frac{x}{m} = K \cdot c^p$$

en que K y p son dos constantes, que para una misma temperatura dependen sólo de los cuerpos disueltos, del disolvente y del adsorbente. Esa fórmula se conoce con el nombre de isoterma de adsorción.

Ahora, consideremos con Gurwitsch la cuestión desde el punto de vista mecánico, y la adsorción será tan sólo una manifestación de la atracción molecular. Supone que cuando el adsorbente se pone en contacto con una solución cualquiera, atrae sobre su superficie límite lo mismo las moléculas de la substancia disuelta que las del disolvente, que quedan formando alrededor de sus granos unas envolventes, cuyas dimensiones dependen del radio de acción del adsorbente. En estas envolventes la relación entre el número de moléculas del cuerpo disuelto y del disolvente dependerá, en primer lugar, de la relación en que estuviesen en la disolución primitiva, y en segundo, de la fuerza con que unas y otras son atraídas por el adsorbente.

Según esto, a igualdad de disolvente e igualdad de concentración, siendo diferentes los cuerpos disueltos el adsorbente obrará desigualmente sobre todos ellos y adsorberá mayor cantidad de aquel cuerpo sobre el cual ejerza una fuerza de atracción mayor.

Por el contrario, si se trata de un mismo cuerpo disuelto en diferentes solutivos con concentraciones iguales, el adsorbente obrará más sobre el cuerpo disuelto en aquella solución donde su fuerza de atracción por el disolvente sea menor.

Estas dos conclusiones pueden servirnos de reglas sobre la adsorción.

Ahora bien; considerando prácticamente el caso de atracción de líquidos por cuerpos porosos sólidos, esa fuerza de atracción puede suponerse medida por el calor de impregnación. Ha sido ensayado por Gurwitsch esa acción y medido ese calor de impregnación para tres cuerpos sólidos de los que más se emplean en la adsorción, que son la tierra de Florida (floridina S), carbón animal y alúmina activada, y publicadas sus observaciones en *Kolloid Zeitschrift*, 1923, encontrando que el calor es máximo con los líquidos, que desde el punto de vista químico se consideran

como los más activos, o sean combinaciones no saturadas, cuerpos que contienen O y S, y los más pequeños valores se han encontrado para los cuerpos hidrocarbonados saturados y combinaciones saturadas y simétricamente construídas, como CCl_4 , y los naftenos. Los carburos aromáticos ocupan una posición intermedia. Ahora, dentro de estos cuerpos, como el calor de impregnación tiende a aumentar con el peso molecular, será mayor para los cuerpos más densos de la serie homóloga, pudiendo ocurrir que un nafteno denso tenga más calor de impregnación que un carburo aromático ligero, como el benceno.

Blitz ha demostrado que si se aumenta progresivamente el grado de concentración del líquido, la disolución adsorbida aumenta en concentración rápidamente al principio y con más lentitud después.

Volviendo sobre lo que indicamos al principio de este capítulo, se comprende que la acción de adsorción, al depender de la superficie de contacto entre el cuerpo sólido y el líquido, se hará aumentar multiplicando la superficie del sólido, por cuya razón se suelen emplear los adsorbentes pulverizados o finamente divididos.

En los coloides las acciones de adsorción tienen gran importancia, observándose en ellos concentraciones de moléculas rodeadas de una envoltura de agua, llamadas micelas. Naegeli indica que cuando se tienen emulsiones de arcilla o caolín y se añade al líquido un electrólito, se verá deshacerse a la emulsión, precipitándose las partículas que contienen, adsorbida una parte del catión del electrólito, parte que no puede hacerse desaparecer mediante un lavado. Los coloides sufren un fenómeno análogo de adsorción uniéndose las substancias positivas a los aniones y las negativas adsorbiendo a los cationes.

Operando sobre carbón pulverizado y soluciones acuosas, Lagergren ha llegado al convencimiento de que la capa adsorbida se halla a una presión grande, presión originada

por acciones moleculares. También ha observado que se desprende calor cuando se riegan sustancias pulverizadas e insolubles en el líquido que riega; si se agregan al agua diversas sustancias, la solubilidad de éstas en el agua absorbida aumenta o decrece cuando dicha solubilidad crece o disminuye con la presión. En el primer caso la adsorción se llama positiva, y negativa, en el segundo.

En resumen: la adsorción depende de las siguientes causas: de la superficie, de la cohesión de las moléculas, de la temperatura, de la concentración de las disoluciones, de la presión y de las acciones eléctricas.

Puede servirnos de norma que de dos cuerpos sometidos a la adsorción de una materia sólida, será más adsorbido aquel que presente, en relación con las paredes sólidas del adsorbente, una menor tensión superficial.

Si se somete, pues, una disolución de ácido acético en agua a la adsorción, el ácido acético no será adsorbido. En cambio, si la disolución en vez de ser acuosa, es en benzol, será fácilmente adsorbido el ácido acético.

Cuanto menos soluble sea un cuerpo líquido en otro, más fácilmente será adsorbido de esa disolución. Por consiguiente, la adsorción será muy sensible en las mezclas a temperatura crítica de disolución elevada.

De aquí se deduce que el ácido butírico será más adsorbido de la mezcla con gasolina de petróleo que en mezcla con tolueno.

También, dada la influencia que ejerce la densidad, podrá decirse, sin gran riesgo, que cuanto menor es la diferencia de densidad más grande será la adsorción.

En caso de gases será adsorbido aquel que tenga el punto de ebullición más elevado.

Para medir la adsorción de una materia y poder comparar dos adsorbentes, es imposible compararlos por la medida de la superficie de contacto, y con objeto de operar con alguna seguridad, se ha convenido medir la acción de ad-

sorción por la cantidad de agua que adsorben en condiciones determinadas.

Se supone que ha de operarse a una temperatura fija de 30 grados centígrados, y bajo una presión de vapor de agua también fija que se estima en 22 milímetros de mercurio.

En esas condiciones no se considera como apto para el tratamiento de refino de hidrocarburos y gases y vapores de refino de petróleos mas que aquél cuerpo que adsorbe más de un 10 por 100 de su peso de agua.

Un cuerpo que adsorba un 20 por 100 de su peso en agua, es ya un buen y eficaz adsorbente, y hay algunos que llegan a más del 40 por 100 de su peso.

The Oil Refining Improvements ha hecho ejecutar numerosos ensayos sobre la actividad de las tierras de batán y sobre la influencia de la naturaleza de los petróleos, y de esos trabajos resulta que en el caso de las tierras de batán intervienen otros factores que no habíamos tenido en cuenta hasta ahora, que son las constantes dieléctricas del medio y de la impureza. Si la constante dieléctrica de las impurezas que acompañan al petróleo es la misma o es inferior a la de estos petróleos, no podrán eliminarse por adsorción con las tierras de batán. Cuanto mayor sea la diferencia entre estas constantes dieléctricas, la eliminación será más fácil.

Por otro lado, el cuerpo adsorbente, cuanto más eficaz es, tiene más fuerza de adsorción, y por consiguiente, una tierra muy eficaz podrá adsorber rápidamente no sólo las impurezas, sino parte de los petróleos o fracciones de los mismos que tengan constantes dieléctricas más aproximadas a las de las impurezas, mientras que si no es muy eficaz sólo tendrá fuerza de fijación para aquellos cuerpos de mayor constante dieléctrica. Si, pues, no existe gran diferencia entre las constantes dieléctricas de impurezas y petróleos convendrá más emplear tierras poco activas para no arrastrar muchas fracciones con las impurezas.

En el caso de adsorción de los petróleos con cuerpos sólidos, dada la poca homogeneidad de las mezclas que los forman, no debe extrañar que los fenómenos no se realicen siempre con sujeción estricta a las leyes y resultados que hemos sentado como conclusiones, por lo cual a veces se obtienen resultados algo paradójicos, lo que aumenta las dificultades que ya existen para regular técnicamente un fenómeno tan complicado y poco conocido como el presente.

En caso de absorción de gases por sustancias sólidas, pueden servir de reglas las siguientes conclusiones:

La condensación del gas es tanto mayor cuanto menor sea la presión a que el gas se liquida a la temperatura de la adsorción.

Para una temperatura, dada la cantidad adsorbida, parece ser proporcional a la presión del gas. Si la temperatura crece, la adsorción disminuye.

Acción de los adsorbentes sobre los petróleos.

Desde el principio de la industria del petróleo se emplea el poder adsorbente de las tierras aluminosas para decolorar los destilados. La decoloración de los petróleos no es otra cosa que un refinado, porque las materias densas, las resinas y los asfaltos son las que dan ese color obscuro a la nafta; por consiguiente, al decolorar, no hacemos otra cosa que separar los hidrocarburos que forman las fracciones comerciales de esos cuerpos pesados o impurezas.

La mayor parte de estas impurezas son combinaciones no saturadas y contienen oxígeno y poseen densidad elevada, y como hemos dicho en el capítulo anterior, el calor de impregnación es máximo con ellos, lo cual demuestra que la adsorción debe ser fuerte. Dentro de las clases homólogas, por ejemplo, de las resinas, la adsorción será más fuerte cuanto más densas sean; luego será mayor en las de fracciones de aceite de cilindros que en las de aceite de brocas.

Como también depende el grado de adsorción del disol-

vente, cuanto mayor sea la fuerza de atracción de éste y del adsorbente, menor será la cantidad adsorbida de impurezas, por lo que las resinas serán menos adsorbidas cuando estén disueltas en benceno que en gasolina; también adsorberán más resinas disueltas en gasolina que en keroseno. Inversamente, si un adsorbente retiene una cantidad de resinas, se separarán mejor del adsorbente con benceno que con gasolina y serán más retenidas aquellas de peso molecular más elevado.

Lo mismo que las resinas, los ácidos nafténicos se someten perfectamente a todo cuanto acabamos de indicar; nada nuevo hay, pues, que reseñar en cuanto a ellos.

Las demás impurezas, oxigenadas, combinaciones nitrogenadas y sulfuradas, aunque con menos facilidad se dejan adsorber, y con este tratamiento se puede disminuir la proporción en estas materias.

En lo que respecta a las fracciones de petróleo, se pueden adsorber bien los hidrocarburos no saturados, por cuya razón las fracciones normales de aceites de engrase que tienen pocos carburos no saturados sufren poca adsorción. Los productos de cracking, que tienen productos más ligeros no saturados, se podrán tratar mejor por la adsorción y sufrirán una polimerización más fuerte, según se ha podido comprobar en la práctica.

Son más difícilmente adsorbibles los carburos aromáticos, después los naftenos, y finalmente, muy difíciles de adsorber, los carburos saturados. Ahora bien: en estas fracciones tiene mucha influencia el peso molecular, como ya hemos dicho, en tal forma, que son más fácilmente adsorbibles los polinaftenos que los bencenos.

En las parafinas serán más adsorbibles las de peso molecular elevado, que es una desventaja para la separación de las parafinas y las resinas, porque hay que prolongar el tratamiento y exige mucho adsorbente cuando la parafina es de punto de fusión más alto.

Esta última consecuencia de la teoría desarrollada anteriormente no coincide con las apreciaciones de Rakusin y de Burstin, que aseguran que son más adsorbibles las parafinas blandas; pero Gurwitsch hace notar que no ha podido comprobar lo dicho por Rakusin, y que, por consiguiente, sostiene su opinión y su teoría y consecuencias que de ella se deducen.

Para el estudio de los diferentes adsorbentes, así como para el estudio de los diferentes métodos de tratamiento, vamos a dividir esta reseña de dos grandes grupos, según que se trate de tierras aluminosas o de carbones; y dentro de esos grupos daremos cuenta de los procedimientos y aparatos empleados y del tratamiento, según sea de refinado o de recuperación de productos.

1.º Adsorción por tierras aluminosas.—Como cuerpos absorbentes comprendidos en el grupo de tierras aluminosas, se catalogan las tierras de batán o hidrosilicato de alúmina, la floridina, la franconita, la bauxita, las arcillas con poco hierro, etc. Entre todas ellas las más empleadas han sido la floridina y la bauxita.

La floridina o tierra de la Florida es un hidrosilicato de alúmina y magnesia, que puede suponerse, como término medio, compuesto por los siguientes cuerpos, según Porter:

SiO ₂	44,— a 72,—	por 100
Al ₂ O ₃	5,— a 33,—	—
Fe ₂ O ₃	1,2 a 15,—	—
Ca O.....	0,3 a 7,4	—
MgO.....	0,4 a 4,3	—
K ₂ O y Na ₂ O.....	0,4 a 8,3	—
H ₂ O ..	4,3 a 25,—	—
SO ₃	trazas.	

que vienen a formar una composición media de

Acido silícico.....	56,53
Alúmina.....	11,57
Magnesia.....	6,29
Oxido de hierro.....	3,32
Oxido de calcio.....	3,06
Agua.....	17,95
Alcalis y residuo.....	1,28
	100,00

Se encuentra en los terrenos aluviales de La Florida y es verdosa recién extraída. Se la limpia de la arena y de la greda que contiene y se la pone a secar en capas delgadas antes de transportarla. Por desecación pierde un 50 por 100 aproximadamente de su peso, y se convierte en una masa blancuzca, que todavía contiene una humedad del 15 a 16 por 100.

Cortada en forma de bloques se muele para obtener granos, y se tamiza en diferentes tamaños, que es la forma en que se expende en el comercio; en polvo es gris, blancuzca o amarillenta, y muy hidrófila.

Como es natural, para servirse de ella hay que deshidratarla completamente, a cuyo fin se la calcina a temperatura de 300 hasta 500° en hornos de mufla semejantes a los que se usan para tostar el café en América y en los que se remueve la tierra conforme se la tuesta, hasta que toma un tinte azulado. En muchos casos no es necesario llevar tan lejos la calcinación y se llega a obtener resultado satisfactorio, eliminando el agua por desecación a 120 ó 150°; pero puede comprenderse que esta tierra no posee el grado de deshidratación necesaria para hacer una perfecta decoloración de los petróleos que sean densos y viscosos.

En América se encuentra la floridina en muchos puntos: en el Estado de New-York, en Connellsville; en South Dakota, en Fairburn; en California, en Bakerfield; en el Colorado, en Alabama, etc.

Según Porter, la floridina procede de la descomposición

de hornblendas y augitas, y no como las arcillas, de la descomposición de los feldespatos.

La franconita tiene una composición parecida a la floridina y deben tener un origen semejante.

La bauxita es una mezcla de hidratos de alúmina y de hierro, y para este caso conviene se emplee la bauxita blanca con poca ley en hierro, que puede comprenderse en el siguiente análisis:

SiO ₂	9,30 a 11,20	por 100
TiO ₂	0,90 a 3,8	—
Fe ₂ O ₃	7,00 a 10,0	—
Al ₂ O ₃	60,30 a 68,0	—
CaO.....	0,4 a 0,8	—
OMg.....	0,1 a 0,2	—

También deben calcinarse para deshidratarse, y molerse para que la superficie de absorción sea la mayor posible. Estas bauxitas se extraen de la India y de América.

La facultad de adsorción de las tierras aluminosas difiere mucho si se han deshidratado bien, y también depende de la cantidad de calor a que se han sometido, que no debe ser excesivo, para que no comience un principio de fusión de algunos pequeños granos, con lo cual se disminuiría mucho la facultad de adsorción.

Esta facultad se supone debida a la parte amorfa que forma los granos de floridina o de bauxita, que Gurwitsch supone atravesados por gran número de canales microscópicos que aumentan la superficie de adsorción. Se ha realizado una experiencia curiosa a este respecto con la tierra de La Florida, empleando una finamente pulverizada y otra groseramente, y de ambas las mismas cantidades, y se ha podido comprobar la misma cantidad de destilados. Como a peso igual la superficie exterior de la floridina finamente pulverizada era mayor que la de la groseramente pulverizada, la potencia de adsorción no puede ser la misma más que si los destilados han penetrado hasta dentro en todos

los granos; luego la floridina obra de este modo porque es absolutamente porosa.

Respecto a la deshidratación, Porter ha observado que el poder absorbente crece en razón inversa de la cantidad de agua contenida, pero tiene un límite, a partir del cual la absorción decrece también, como se ve en el siguiente cuadro, que transcribimos por el interés que puede tener esta circunstancia:

Proporción en agua de la floridina por 100	Acido benzoico absorbido en por 1000	Color del aceite tratado con la tierra
16,7	4,86	33°
13,0	8,73	35°
11,0	9,45	41°
9,8	8,64	39°
8,7	7,20	38°
8,3	7,47	38°
5,3	5,94	36°
3,3	5,40	34°
0	1,21	25°

También hacemos observar que la disminución de la potencia de adsorción producida por una deshidratación demasiado prolongada, puede manifestarse también si la calcinación o deshidratación no se ha llevado a una temperatura muy elevada, sino demasiado prolongada.

La facultad de adsorción no es solamente la que debemos tener en cuenta al escoger una tierra aluminosa como decolorante; hay también que fijar la facultad de conservar entre sus poros el producto adsorbido, porque si la tierra no posee esta segunda cualidad, las pérdidas durante el tratamiento serán grandes, y por el contrario, serán tanto menores cuanto más conserve los cuerpos adsorbidos.

Duclox, en su tratado sobre los coloides, explica esta

propiedad de adsorción de las tierras aluminosas y bauxitas suponiéndoles coloides y achacando a una acción coloidal la fijación de los cuerpos a la superficie de contacto de las tierras.

Dana opina que la eficacia de las tierras es debida a la cantidad de agua combinada que poseen, a lo cual se opone Riés negando la acción del agua combinada en relación con la eficacia de estos minerales, y Porter es de la opinión de Riés, pero aquél atribuye el poder decolorante a la presencia de hidrosilicato de alúmina coloidal.

En resumen: no ha podido explicarse la acción de decoloración o de epuración, por mejor decirlo, pues unos la atribuyen a acción mecánica y otros a fenómeno químico. En el mundo petrolífero estos métodos se llaman procedimientos fisico-químicos, para no quitar la razón a unos y a otros.

La eficacia de las tierras de alúmina puede aumentarse o disminuirse tratándolas por ciertos cuerpos. Por ejemplo, si tratamos una bauxita por nitrato de aluminio y efectuamos después una calcinación, obtendremos una bauxita con propiedades más eficaces que la primitiva. Por el contrario, si tratamos esa bauxita por adiciones sucesivas de sulfato de hierro y calcinamos más tarde, habremos restado propiedades a la bauxita primitiva.

Tratada una floridina de Owl y C^o por ácido clorhídrico concentrado se hace aumentar la eficiencia; por el contrario, otra más pura en óxido de cal de la Casa Eimer y Amend, tratada por ácido clorhídrico concentrado también, ha variado en sentido contrario su poder absorbente.

Lo que sí puede decirse es que el poder decolorante de las tierras se funda sobre su adsorción, y ésta es una propiedad absolutamente específica; por consiguiente, debemos escoger una tierra para una clase de aceite determinado y medir su poder absorbente y hallar su valor como tierra decolorante para ese tipo de aceite y no para otro cualquiera,

pues con otra clase de petróleo dará resultados completamente distintos, y por esa razón es por lo que no se ha podido fijar el valor decolorante de una materia por su capacidad de adsorción de sustancias orgánicas, como lo han propuesto varios químicos.

Modernamente han comenzado a emplearse para la decoloración de las gasolinas otros cuerpos, preparados convenientemente por operaciones químicas para hacer el papel de adsorbentes; estos cuerpos son, bien, hidrosilicatos de alúmina tratados químicamente para purificarlos, de los que vamos a ocuparnos, o sílice pura, que describiremos su tratamiento una vez terminado el estudio de la adsorción por tierras aluminosas.

Para preparar el silicato de alúmina pura se parte de la haloisita, la bentonita y pirofilita, de Wyoming, de Texas, etc., y se la trata por un lavado primeramente para separar otras materias inertes; se seca y se trata por ácido sulfúrico concentrado a razón de 40 por 100 de su peso. La mezcla de arcilla y de ácido se calienta a una temperatura de 250 grados Fahrenheit (122 grados C), para desembarazarle de la humedad en exceso.

Esta arcilla preparada se puede usar sola o sometida a la acción de sales de plomo y de cobre; en este último caso no sólo decolora, sino desodoriza el destilado.

Otras veces se emplea esta arcilla o las bauxitas mezcladas con polvo decolorante de prusiato de potasa, del que ya hablaremos, para activar el poder de absorción.

Tratamiento por las tierras aluminosas.

Pueden verificarse dos tratamientos distintos, según se trate solamente de la purificación de los petróleos o destilados y de los aceites, o que se trate de su fraccionamiento unido a la purificación. En el primer caso, se opera por mezcla; en el segundo, por filtrado.

a) *Tratamiento por mezcla.*—El procedimiento general de decoloración de petróleos, destilados o aceites por las tierras aluminosas consiste en mezclar los aceites o petróleos con la cantidad de tierras, que varía según los petróleos a tratar entre 3 a 5 por 100 cuando son fracciones poco impuras, y puede llegar a 15 y 20 por 100 cuando se trate de petróleos densos y sucios.

El aparato es un epurador que pueda agitarse mecánicamente y semejante a los descritos para el tratamiento ácido, que tenga un serpentín para vapor de agua que permita elevar la temperatura o un doble fondo con el mismo objeto, siendo preferible el empleo del serpentín, que aprovecha más el calor que el doble fondo; se eleva la temperatura y se procede a la agitación durante veinte o treinta minutos y la operación de absorción puede darse por terminada.

No resta, pues, más que la separación de las tierras aluminosas de los petróleos, que se hace por una primera decantación, dejando posarse las tierras al cesar la agitación, con lo cual puede decantarse una gran parte del petróleo completamente depurado, y las tierras con el petróleo que en exceso las envuelve puede pasar bien a un filtro-prensa corriente, que se describen en el capítulo de filtración, bien a una cuba lavadora donde se trata la mezcla por un disolvente del petróleo que separa la parte depurada que aun está en contacto con las tierras y parte de la substancia adsorbida.

El resto de substancia adsorbida se separa por los procedimientos que indicaremos al tratar de la recuperación de substancias adsorbidas y regeneración de los adsorbentes, el final del tratamiento.

La arcilla pura que se emplea para la decoloración de la gasolina se mezcla generalmente en proporción de una libra por barril, que equivale a 0,35 por 100 en peso. Por esa razón, aunque los gastos de preparación de la arcilla pura sean más elevados, se encuentran amortizados en exceso con la diferencia de peso empleado en el tratamiento.

La tierra de batán y las decolorantes suelen, cuando no están purificadas, dejar un pequeño olor terroso a los petróleos o fracciones purificadas por ellas; ese olor puede suprimirse si se mezcla el petróleo con un 1 por 100 de bicarbonato sódico bien seco y pulverizado o se lavan con una disolución de sal marina al 10 por 100 en cantidad de un 10 por 100 del producto que haya que desodorificar.

La bauxita se emplea en la misma forma y en proporción de un kilogramo de bauxita por litro de bencina.

El procedimiento de Duncan no difiere del método general sino en que emplea la tierra de batán o las bauxitas frescas y recientemente calcinadas que pasen todavía calientes del tratamiento de deshidratación a la cuba del epurador.

Modernamente se emplean unos aparatos mezcladores que se les da el nombre de aparatos a circulación metódica, que son tan solamente series de aparatos dispuestos para un tratamiento más continuo.

En la figura 116 damos un esquema de la disposición. Cada mezclador, provisto de su agitador mecánico para poner en suspensión los líquidos, tiene la entrada de petróleo por la parte inferior del aparato, y la entrada de la materia adsorbente por la parte superior; se reúnen de esta manera en sentido contrario en el epurador, y la hélice de movimiento mecánico hace que esté constantemente en suspensión la tierra adsorbente en el líquido. Del mezclador A pasa la mezcla de tierra y petróleo a una cuba B de reposo, donde se queda depositada rápidamente la tierra adsorbente en la base del reposador, y el petróleo, ya decantado y refinado una primera vez, pasa a otro aparato de tratamiento análogo C, donde de nuevo es tratado por una tierra fresca completamente, que verifica una segunda adsorción de impurezas, y en igual forma pasa al segundo decantador o reposador.

Se puede, pues, formar una serie de aparatos de esta cla-

se; cada epurador con su reposador correspondiente y la cantidad de los que hay que colocar para un tratamiento dado depende de la clase de petróleo y de sus impurezas, pero siempre puede determinarse, y se tiene una instalación metódica.

Como el adsorbente es regenerado al retirarlo de las cubas reposadoras, se le coloca en condiciones de volver a tratar sobre los petróleos como si estuviese completamente fresco, puesto que por la regeneración se han avivado sus facultades de adsorción.

Esta regeneración se hace en cubas donde se somete la mezcla de tierra y de petróleo en exceso a una corriente de vapor de agua, que hace que se deposite la tierra adsorbente y el agua y quede libre el petróleo. Lo mismo puede tratarse por agua, ya en frío ya caliente, siendo preferible este último medio para los petróleos densos, pues con el vapor sobrevendrían depósitos de alquitrán en la tierra de adsorción muy difíciles de separar de ella y que aumentarían el consumo de adsorbente, con el agua fría o caliente sin exceso puede regenerarse bien cualquiera de las tierras aluminosas, y luego debe ser deshidratada para estar dispuesta a nuevo tratamiento.

b) *Tratamiento por filtración.*—El método por filtración a través de materias aluminosas se verifica cuando deseamos no solamente refinar los petróleos, sino fraccionarlos o dividirlos. Poco hemos de decir aquí de este método, porque en el capítulo correspondiente a la filtración está indicado cuanto se refiere al fraccionamiento de petróleos y los refinados por ese método físico.

Nos limitaremos a indicar que para el refinado de sustancias el procedimiento a seguir es siempre el de mezcla, porque es más rápido y efectúa mejor la decoloración, puesto que se utiliza sustancia más finamente pulverizada, lo que da mayor superficie de adsorción que el filtrado en que la materia tiene que estar en grano más grueso.

Por otra parte, la decoloración se verifica por igual en todo el petróleo tratado, mientras que por filtración salen las primeras fracciones más limpias y poco a poco va adquiriendo color el petróleo, hasta que el adsorbente pierde su efecto.

El procedimiento por filtración se verifica haciendo pasar el líquido a través de una capa de sustancia adsorbente y recogiendo los refinados a la salida del filtro. El filtro se calienta por doble envolvente o por serpentín hasta la temperatura deseada, que depende de la viscosidad del petróleo a tratar. La alimentación se hace de manera que sea lo más constante posible.

Tratamiento de los petróleos por la sílice gelatinosa.

Los inventores de este procedimiento fueron Patrick y Miller, que consiguieron en 6 de diciembre de 1919 una patente de purificación de los petróleos y cedieron sus derechos a la The Silica Gel Corporation de Baltimore.

Se conoce en química que cuando se vierte en una disolución de silicato de sodio, ácido clorhídrico, por ejemplo, se produce un precipitado de ácido silícico bajo la forma gelatinosa. Este ácido no tiene poder alguno adsorbente. Pero se ha observado que si se escoge cuidadosamente la disolución y el ácido y se tiene la precaución de agitar la solución con constancia mientras se añade el ácido precipitante, se consigue un precipitado de ácido silícico al cabo de cuatro o cinco horas, que recogido, pulverizado, lavado y seco, da una sustancia transparente, de aspecto vítreo y muy porosa, que encierra multitud de poros ultramicroscópicos y que tiene, por tanto, gran poder adsorbente.

Mezclando a volúmenes iguales una solución de ácido clorhídrico al 10 por 100 y una de silicato sódico de densidad de 1,15 a 1,22, y calentando durante la mezcla los reactivos a temperaturas comprendidas entre 45 y 55 grados,

que se ha observado son las mejores para esta preparación, al cabo de treinta minutos, a una hora, se obtiene el precipitado de ácido silícico conveniente.

Los lavados del precipitado deben hacerse con cuidado, y al secarlo, conviene se efectúe lentamente la operación. El mejor medio es en una corriente de aire caliente a 75 grados y aumentando su temperatura hasta 120 grados C. Así se obtiene una substancia que puede ser calentada sin peligro hasta 700 grados C. Después del primer secado se puede emplear el vacío y después calentar hacia 75 a 120 grados de nuevo.

Una de las características de la sílica gel es que sea dura para que no haya que temer obstrucciones. No debe perder su dureza ni su transparencia, ni sufrir cambios químicos por la presencia del aire, y debe ser muy estable y conservar la característica de adsorción de los gases y vapores.

Características de adsorción.—La sílica gel se ha visto que a 30 grados bajo una presión de vapor de agua de 22 milímetros de mercurio adsorbe 41 por 100 de su peso en agua; es decir, que presenta un volumen interior cada gramo de sílica gel de 0,41 centímetros cúbicos, que corresponde a una superficie de 450 metros cuadrados. Este valor enorme representa un gran poder de adsorción y explica sus notables propiedades para el refinado.

La sílica gel puede emplearse con mayor rendimiento que el kieselguhr y el negro animal. Ahora no es tan eficaz como los carbones activos. Se puede considerar como un buen rendimiento de la sílica cuando se absorbe desde un 21 por 100 en adelante de su peso en agua, en las condiciones de temperatura y presión indicadas anteriormente.

Como ya hemos dicho cuando se ha hablado de la adsorción, la sílica gel, aplicada a los petróleos, podrá purificarlos rápidamente si las impurezas tienen, con respecto a la pared de la materia adsorbente, una tensión superficial menor que la del disolvente, o sea la de los petróleos.

El refinado por la Sílica Gel tiene como ventaja que los productos refinados no adquieren con el tiempo esas malas cualidades de tomar un color más oscuro y un olor más picante, dar reacción positiva al ensayo de azufre, etc., que otros petróleos purificados químicamente adquieren pasado cierto tiempo de su refinado. Ensayados productos tratados con la sílice y en depósito, hace tiempo se ha visto que encerraban más de un 10 por 100 de hidrocarburos no saturados, y de azufre no pasaba su proporción de 0,02 por 100, color blanco o incoloros, y que podían considerarse como productos nuevos. Por esa razón se ha abierto camino el método en el refinado de gasolinas y petróleos lampantes.

Pero la ventaja principal del procedimiento es la casi total eliminación de los compuestos sulfurados de los petróleos, que son tan nefastos para la larga vida de los motores de explosión, en que han de ser quemados los combustibles líquidos por la influencia que tienen sobre los depósitos de carbono en los cilindros.

Como en las gasolinas producidas por cracking, que suelen tener alguna más cantidad de azufre, pueden eliminar prácticamente la totalidad del azufre, el procedimiento ha sido admitido y desarrollado en poco tiempo.

Marcha de la operación.

El procedimiento no requiere aparatos distintos de los empleados en la adsorción por el tratamiento de mezcla, ya estudiado para las tierras aluminosas. En un aparato cualquiera de circulación metódica se mezclan el petróleo y la sílica, cuidando de que lleven sentido contrario las corrientes de uno y otro. La mezcla es íntima por la acción de los agitadores. Cada cilindro (figura 114) está seguido de un recipiente donde se separan los petróleos y la sílica. El petróleo ya tratado por la sílice una primera vez encuentra en un segundo mezclador otra nueva cantidad de sílice fresca

y queda perfectamente epurado, y si preciso fuese, se hace pasar a un tercero.

La sílice es recogida y se lleva a los aparatos de regeneración, quedando de nuevo fresca y en estado de empezar el ciclo de la operación, por lo que las pérdidas son pequeñas.

Las instalaciones son poco costosas y restringidas, porque para refinar 3.500 barriles diarios sólo se necesitan instalaciones que caben en 27 por 8,5 metros cuadrados.

Se ha visto que con este procedimiento se puede economizar por barril de gasolina 0,448 de dólar, comparado el tratamiento con la purificación por ácidos y álcalis.

Regeneración de la sílica gel.

Para regenerar la sílica, basta ponerla en presencia de un líquido que tenga una tensión superficial inferior a la de la impureza que ha adsorbido, pues inmediatamente adsorbe el nuevo líquido y deja libre la impureza.

Cuando se han refinado petróleos ligeros, gasolinas, kerosenos y zoles, puede muy bien regenerarse con una corriente de vapor de agua. Pero cuando se han refinado petróleos más densos en que entre las impurezas, hay materias alquitranosas cuando se calienta, pueden depositarse en la sílice estas materias o carbono y es muy difícil separarlas. Lo mismo ocurre con las ceras y resinas.

En estos casos es preferible emplear el agua como regenerador, porque el petróleo cede el sitio al agua, y aún más si se ayuda con un pequeño aumento de temperatura.

Cuando la sílice ha adsorbido una cantidad de hidrocarburos y se aplica el agua, la gasolina es la primera que se desprende y puede recogerse en el aparato, y si se emplea agua caliente se separan también los hidrocarburos superiores y contienen generalmente una gran proporción en azufre y en hidrocarburos no saturados. Estos productos pueden servir para caldeo.

La Sílica Gel considera como producto nuevo de adsorción todo producto que contenga más de 25 por 100 de hidrocarburos no saturados retirado de los poros de la materia adsorbente, y estos productos pueden contener hasta 75 por 100 de azufre. Se emplean para tratamiento de minerales por flotación.

Una vez tratada la sílica por el agua, hay que deshidratarla llevando a una proporción de 6 a 8 por 100 en agua para que se utilice de nuevo.

Ventajas del método.—Como ya hemos dicho, sirve para tratar los petróleos sulfurados, y como no adsorbe todos los hidrocarburos no saturados, sino que los conserva en parte en el petróleo, por eso es mejor método que el sulfúrico para refinar petróleos de cracking que tienen muchos productos no saturados y que, tratados por ácido sulfúrico, alcanzan pérdidas de hasta 20 por 100 de la gasolina tratada por la polimerización de los carburos no saturados.

2.º **Adsorción por carbones.**—Las propiedades decolorantes de los carbones vegetales eran conocidas desde hace siglos, y no es necesario recordar la experiencia clásica de De Saussure sobre la adsorción de gas amoníaco por un pedazo de carbón de horno de panadero. Aunque realizó sus estudios en 1801, no pudieron ser publicados hasta 1812, demostrando la adsorción de gases por cuerpos porosos, y ya habían señalado esa característica de los carbones, desde 1777, Fontana, y más tarde Scheele.

De Saussure da el siguiente cuadro de volúmenes de gases adsorbidos por un volumen de carbón de haya a temperatura comprendida entre 11 y 13 grados:

90	volúmenes de amoníaco.
85	ídem de ácido clorhídrico.
65	ídem de ácido sulfuroso.
40	ídem de óxido nitroso.
35	ídem de ácido sulfhídrico.
35	ídem de ácido carbónico.
35	ídem de etileno.

- 9 volúmenes de óxido de carbono.
- 9 ídem de oxígeno.
- 7,5 ídem de nitrógeno.
- 1,75 ídem de hidrógeno.

Según la procedencia de los carbones y su método de fabricación varía el poder absorbente.

Violette, en los ensayos que hizo sobre la adsorción de carbones de leña, demuestra que toman más agua de la atmósfera cuanto menor es la temperatura a que han sido preparados, y que cuando están carbonizados tan sólo a 150 grados pueden adsorber un 20 por 100 de agua, no siendo más que de un 4 a 5 por 100 esta adsorción cuando han sido carbonizados desde 350 a 1.250 grados. En general, se suele calcular que adsorben vapor de agua de la atmósfera en cantidad de 7 a 12 por 100.

Muy pronto se advirtió que el carbón animal, de huesos, adsorbía una mayor cantidad de gases y materias colorantes, y Figuiet, en 1811, dió a conocer que su acción era más rápida y segura que la del carbón vegetal. Se comenzó a tratar con ese carbón el azúcar para su refinamiento, y al principio se empleó en forma pulverulenta; pero más tarde se vió que se obtenían mejores resultados haciendo el tratamiento con carbón granular, y se descubrió la manera de regenerarlo para devolverle sus propiedades adsorbentes.

Todas las especies de carbón se vió que no poseían la misma fuerza decolorante; los carbones duros y compactos, como la hulla, el grafito, así como los carbones orgánicos calcinados a una temperatura alta, el cok, etc., son impropios para la decoloración, mientras que los esponjosos y ligeros tienen un poder decolorante en relación con su porosidad; pero también se observó que muchos de ellos presentaban el inconveniente de retener hasta un 25 por 100 de la cantidad adsorbida. Por esa razón se concluyó que para la decoloración de los petróleos no debían usarse más car-

bones que el de hueso y el procedente de la fabricación del prusiato de potasa.

Modernamente, al sobrevenir la guerra y ser precisa una materia de adsorción de gases que pudiese llevarse en las mascarillas que las tropas usaban para librarse de los gases nocivos que el enemigo empleaba en sus ataques, se comenzaron trabajos para activar el poder adsorbente de los carbones de madera, y se consiguió resolver un problema que ha venido a resultar en provecho de la industria.

Hoy, la mayor cantidad de carbones empleados en la decoloración son activos o activados y en cuanto a la recuperación de vapores arrastrados por los gases, puede decirse que ya no se emplean más procedimientos que los de adsorción por carbones activos, que son los más económicos.

No obstante, vamos a ocuparnos algo de las otras clases de decolorantes carbonosos, porque es justo que rindamos algo de tributo a los que hasta hoy han sido los elementos de refinamiento por carbones de los petróleos, y al propio tiempo porque aún se utilizan en muchas refineries, y ha de pasar algún tiempo antes de que desaparezcan totalmente del tratamiento de los petróleos.

a). Carbón de huesos.

Los huesos, al calcinarse fuera del contacto del aire pierden la mayor parte de sus componentes combustibles en forma de anhídrido carbónico, amoníaco, sulfuro amónico, cianógeno, agua y bases orgánicas, y dejan un residuo que queda con la misma forma de los huesos calcinados y que es en extremo poroso, que contiene tan sólo de un 6 a un 12 por 100 de carbono. A continuación damos varios análisis de carbones de huesos realizados por Stammer y Renner:

	1	2	3		4	5
Aguas.....	3,66	0,87	1,33	Carbono.....	9,6	9,7
Carbono.....	10,08	5,27	5,75	Sulfato cálcico..	0,2	0,3
Arena.....	1,95	1,89	2,17	Carbonato ídem ..	8,6	7,8
Oxido férrico...	0,19	0,64	0,64	Fosfato ídem ..	78,3	77,9
Magnesia.....	0,13	0,14	0,12	Fosfato magné-		
				sico.....	1,3	1,3
Cal.....	44,91	50,75	48,78	Cloruro sódico..	0,5	0,5
Metales alcali-						
nos.....	0,39	0,36	0,14	Silicatos, arena	0,8	0,8
Cloro.....	0,38	0,06		Oxido férrico..	0,2	0,3
Acido sulfúrico..	0,21	0,52	0,52	Alcalis, azufre..		
Ídem carbónico..	3,12	3,77	5,02	Restos orgáni-	0,5	0,4
				cos.....		
Ídem fosfórico..	33,63	35,49	33,51			

Los 1, 4 y 5 son de carbones de huesos, nuevos, sin haber servido ninguna vez para la decoloración, y los 2 y 3 ya usados en la decoloración. Se cree que todos los carbones de huesos contienen sulfuro cálcico procedente de la reducción de parte del sulfato cálcico por la acción del carbón; sin embargo, Smith opina que el azufre no está combinado con el calcio, sino con el hierro.

El estado de división del carbón influye mucho en la adsorción, como podemos deducir del cuadro siguiente, que indica los volúmenes de solución de añil decolorada por 100 volúmenes de carbón de cada clase:

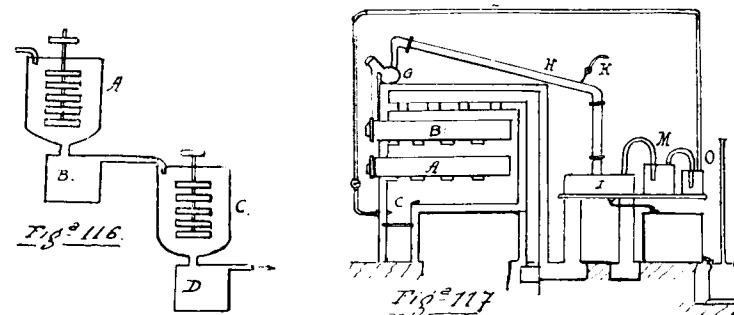
Carbón finamente pulverizado.....	170 volúmenes de añil.
Ídem en granos pequeños.....	150 ídem íd.
Ídem en granos como lentejas.....	130 ídem íd.
Ídem en granos como café.....	110 ídem íd.

La densidad también influye mucho, y se comprueba que el más activo es el menos denso. La densidad de este carbón suele oscilar entre 69 y 81 kilogramos el hectolitro en los nuevos y de 90 a 117 kilogramos en los usados.

El carbón de huesos se prepara de huesos duros y densos que no hayan perdido materia orgánica y que ni hayan estado mucho tiempo al aire ni hayan servido para prepa-

rar colas o gelatinas. Deben primeramente desgrasarse mediante disolventes, como la bencina, que dejan intactas las materias orgánicas no solubles; el lavado con agua caliente y la ebullición tienen la ventaja de que desgrasan perfectamente, pero el inconveniente de que pierden mucha materia gelatinosa.

Una vez terminada la operación de desengrasado, deben partirse los huesos y someterlos a la calcinación en retortas u ollas de hierro si el tratamiento ha de ser continuo, o en pequeñas vasijas del mismo metal, si ha de ser intermitente. Las primeras están instaladas en forma de mufas, comunicando con condensadores. Cuando los huesos están calcinados se sacan rápidamente, introduciéndolos en vasi-



jas cerradas, donde se enfrían, cargando nuevamente la retorta que está siempre a alta temperatura. Por el procedimiento intermitente no hay más que cargar las ollas pequeñas y efectuar la calcinación, retirando, una vez terminada, la vasija del fuego y dejándola enfriar sin abrir. En la calcinación discontinua se pierden los productos volátiles y se gasta más en la combustión.

En la figura 117 damos una idea de una retorta tipo Lunge para la calcinación de huesos y fabricación de carbón. Consta de tres retortas de hierro, dos inferiores A y una superior B, calentadas por el hogar C. Los condensadores están formados por un primer recipiente G, donde se con-

densan en parte las sustancias volátiles, y por los tubos H que van al depósito de materias condensadas líquidas I. Para evitar la obstrucción del tubo H se hace pasar por él una corriente de vapor de agua por la entrada y llave de paso K. Los gases amoniacales se condensan en O y M por el ácido sulfúrico. El hogar se alimenta con los gases combustibles que salen del último condensador O, que se conducen por la tubería L.

Una vez tratados los petróleos por el carbón de huesos debe regenerarse éste para que pueda servir en otras sucesivas operaciones; esto se consigue por lavados con agua que arrastran las sustancias viscosas, desplazándolas de la acción de la adsorción, y si pueden existir sales cálcicas a excepción del yeso, disolviéndolas por el ácido sulfúrico.

Si existiese sulfato cálcico adsorbido entre las impurezas sería preciso tratar el carbón por una lejía alcalina, primero, y por ácido clorhídrico, después, para disolver el carbonato cálcico.

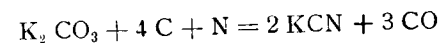
b) Carbón procedente de la preparación del prusiato de potasa.

Es uno de los que más se han empleado para el blanqueo de aceites minerales y parafinas de Rusia. Desde 1864 en que en una fábrica de productos químicos de Edimburgo se observaron las cualidades decolorantes y desodoríferas de este producto y se comenzaron a tratar los petróleos refinados por él, dándole el nombre de procedimiento escocés de refino, industrializado por Taylor, como procedimiento secreto, que más tarde ha sido hecho público y adoptado en muchos puntos, se hubo de ver que su poder adsorbente era mucho mayor que el del carbón de huesos y las tierras de batán empleadas hasta esa fecha para los petróleos.

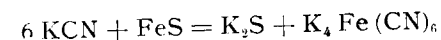
Este carbón es un residuo de la fabricación de prusiato potásico, pero por el procedimiento antiguo, que consiste en

calcinar toda una serie de restos de animales, cuernos, pezuñas, restos de cuero, etc., con carbonato potásico y desperdicios de hierro, para la obtención del cianógeno. Todos los nuevos procedimientos que obtienen el cianógeno del gas del alumbrado no dejan como residuo este carbón.

En la operación de preparación del prusiato potásico se calcina toda esta materia orgánica, y a las dos horas y media de calcinación se hace pasar a moldes, en los que se cuece y toma la forma de panes, por enfriamiento. Los panes tienen aspecto poroso, color verde negruzco, y deben someterse a una trituración previa para proceder a los lavados que han de separar el ferroprusiato potásico, que se hacen con agua caliente. El cianuro potásico, que es el principal componente de la masa fundida y que se ha formado por la acción del carbonato potásico sobre el carbón nitrogenado



reacciona por esa lixiviación con el sulfuro de hierro, que se ha formado por la acción simultánea del carbón y del hierro sobre los sulfatos que acompañan al carbonato potásico y las combinaciones sulfuradas existentes, dando el ferrocianuro potásico.



que se disuelve en el agua, se la decanta, y concentrando el líquido, se abandona a la cristalización

El residuo carbonoso de esa lixiviación es la materia que necesitamos para decoloración, que tenemos que preparar purificándola todo lo posible. Se lava, pues, primeramente, para desembarazarla de todos los cuerpos solubles. Luego se le trata por un volumen igual al suyo de ácido clorhídrico concentrado y se deja en reacción durante dos días. Se lava cuidadosamente y se le extiende sobre una tela de filtro para que se seque.

Después de este tratamiento ácido se le hace sufrir un tratamiento alcalino mezclándole con su peso de una disolución de sosa al 20 por 100, y dejándole reposar durante varias horas se le lava varias veces y se deja secar de nuevo.

El resultado de este tratamiento es el polvo decolorante, que ha quedado reducido a un 50 ó 60 por 100, de la que constituía el residuo de la operación de tratamiento de prusiato amarillo de potasa, y que puede emplearse con toda confianza porque está cuidadosamente depurado.

Ese producto se muele si se ha de emplear por el procedimiento de mezcla, porque está todavía en trozos o granos pequeños.

La fuerza de adsorción es tan grande, que algunos gramos son suficientes para decolorar un litro de petróleo hasta el blanqueo total.

La decoloración se realiza de la misma manera que con las materias aluminosas, por mezcla, en la cual se agita durante treinta a cincuenta minutos, y por decantación subsiguiente, o llevando toda la mezcla a un filtro de presión, que es el medio más rápido de separación del petróleo de la materia decolorante.

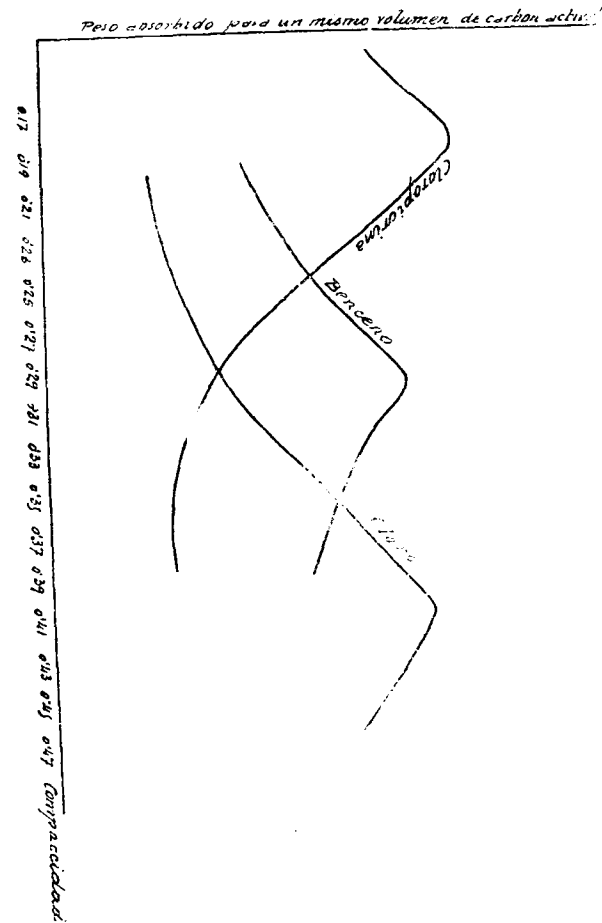
También puede operarse por filtrado, empleando como materia porosa el carbón antes descrito en los aparatos que en el capítulo de filtración se describen.

Este carbón se regenera por lavados con agua para separar la porción adsorbida de materias densas desalojadas por el agua, y si éstas no se desprendiesen bien, por agua caliente. También se trata por vapor de agua cuando no se hayan decolorado substancias muy densas que puedan dejar resinas en el absorbente.

c) Carbones activados.

El primero que indicó el procedimiento para activar la energía de adsorción de los carbones vegetales fué Berzelius en 1856, por procedimientos químicos; pero esta idea no

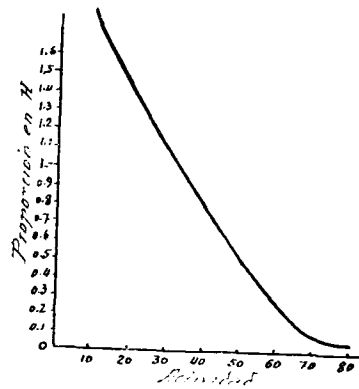
ha tenido resonancia en la industria hasta que las necesidades creadas por la guerra de gases en la conflagración Europea hicieron preciso el empleo de carbones activados. Entonces comenzaron multitud de procedimientos por



agentes químicos, por vapor de agua, etc., patentados por Zelniczek, Bayer, Meister Lucius, Chaney, Edouard Urbain, etc., de los que hoy todos se aplican a la recuperación de materias arrastradas por los gases y a la decoloración, porque han llegado a fabricar carbones de características

de adsorción notabilísimas, sobre todo para gases y vapores.

La densidad del carbón juega un papel importantísimo en la adsorción, o mejor dicho, la compacidad, que está representada por la relación entre el volumen realmente ocupado por el carbón y el volumen total del carbón y de los poros; para que pueda darse una idea exacta de esta importancia, acompañamos un gráfico (página anterior) en que puede verse, para diversas compacidades de carbones, la gran diferencia que existe entre los pesos adsorbidos de cloro, de benceno y de cloropicrina por un mismo volumen de carbón activo. De ese gráfico se desprende que, en general, crece la adsorción con la compacidad hasta un límite máximo, que debe determinarse para cada cuerpo, para evitar una disminución del fenómeno que precisamente queremos activar.



Otro factor de la energía adsorbente ha sido la temperatura de calcinación. También se ha observado que existe otro máximo para cada clase de carbón, que está fijado por Lesmon en 850 grados para el carbón de nuez de coco. Hempel, supone que la mejor temperatura para calcinación de carbones activados es de 600 grados C.

El carbón puede activarse, o por simple calcinación, por acción de los gases, o por procedimientos químicos.

1.º *Por simple calcinación.*—La acción de activar la energía adsorbente del carbón está fundada en efectuar un tratamiento oxidante con el fin de destruir las combinaciones orgánicas y obtener un carbón que encierre la menor cantidad posible de hidrógeno combinado.

La figura adjunta nos da el aumento de actividad reali-

zado en carbones de una compacidad de 0,30 por la disminución de la proporción de hidrógeno combinado.

El carbón vegetal ordinario adsorbe durante su formación una gran cantidad de los compuestos orgánicos alquitranosos que se forman en la calcinación ordinaria, y estos compuestos, ocluyendo los poros y células microscópicas del carbón, disminuyen su actividad adsorbente. Desde luego, se comprende que si por cualquier procedimiento consiguiésemos extraer esas materias orgánicas viscosas, nos quedaría un carbón activado, cuyas propiedades adsorbentes serían muy elevadas.

Es indudable que entre los procedimientos de oxidación, el primero en que se han fijado los químicos ha sido en una segunda calcinación a alta temperatura que actúe sobre los alquitranes y sobre el hidrógeno. Debemos tener en cuenta, no obstante, que aunque la calcinación parezca la solución más sencilla, no lo es así en realidad, en primer lugar porque el carbón tiene un poder adsorbente tan elevado por las materias alquitranosas que a la presión ordinaria, y lo mismo si operamos con el vacío, ni siquiera al rojo, se logra que disminuya la adsorción, y se consigue muchas veces disociar los hidrocarburos densos que forman los alquitranes y queda depositado el cok producto de esta disociación dentro de las oquedades microscópicas de los carbones; por otra parte, la calcinación tendrá que verificarse en tal forma que no oxide también a los carbones y nos resulte una operación en pura pérdida.

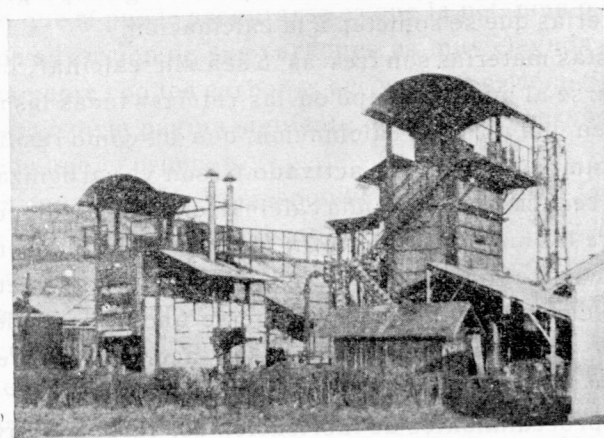
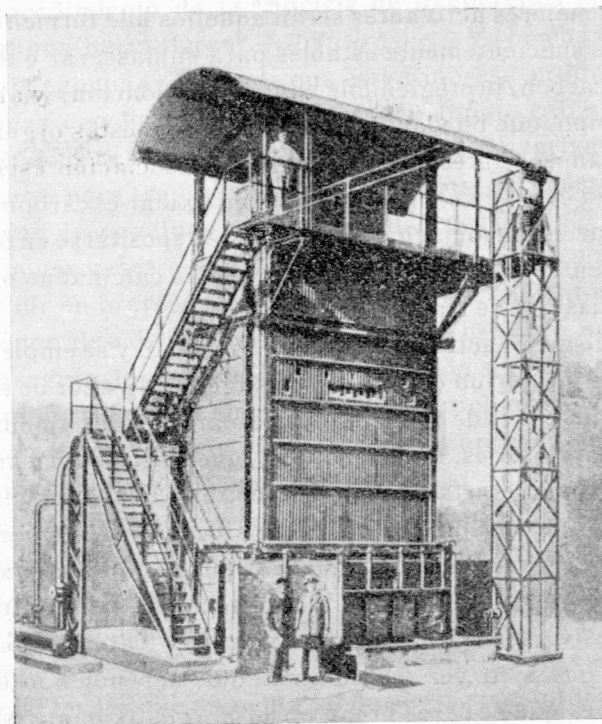
Tenemos, por tanto, que efectuar la operación de calcinación protegiendo el carbón contra la acción del oxígeno, y, sin embargo, reaccionando contra las materias orgánicas encerradas en él, operación llena de dificultades y que no puede darnos nunca productos tan activados como otros procedimientos cualquiera, porque siempre quedará alguna cantidad de materias alquitranosas en los carbones, dada su gran afinidad de adsorción por ellas.

La operación se puede realizar colocando el carbón de madera en unos recipientes o retortas, porosos y muy bien tapados, que se introducen en hornos calentados a 850°C durante varias horas. En esta atmósfera, que no es completamente oxidante, se observa que los gases del horno incandescentes atraviesan por endósmosis las paredes de la retorta y penetran en el interior. Se verifica un cambio gaseoso a través de la pared porosa, regido por la ley de Graham, y ese cambio, efectuándose muy lentamente, consigue separar parte de la materia orgánica, formándose en el interior de la retorta una atmósfera de gases combustibles cuya presión ligeramente superior a la del horno permite que éstos salgan a través de la pared porosa. De ese modo el combustible queda protegido en parte por los gases combustibles, y no se verifica su oxidación, pero la materia orgánica por la acción del calor y de gases de los de combustión del horno se oxida lentamente y se separa en gran parte.

Conseguimos, por tanto obtener un carbón activado, poco rico en hidrógeno, y, por tanto, con propiedades adsorbentes, muy superiores a las del carbón de madera ordinario.

Por este método la Société de Recherches et d'Exploitation petrolifères ha establecido en Vaux una fábrica de carbones activos, y fabrica las calidades llamadas «decolorantes acticarboné», por calcinación sencilla en hornos tipo especial, cuyo alzado se dibuja en la fotografía adjunta, y de cuyas secciones daremos cuenta en los párrafos siguientes, puesto que lo emplean también para producir carbones activados por acción de los gases. (Fotografías números 11 y 12.)

2.º *Activación por gases.*—Consiste este procedimiento en hacer pasar durante la calcinación una corriente de gases o vapores de cuerpos que puedan realizar una acción activante con los carbones o materias sometidas a la calcinación.



Fots. 11 y 12.—Hornos de fabricación del carbón activado, «Acticarboné», que posee en Ainales-Vaux la Société de Recherches et d'Exploitations petrolifères.

Los mejores activantes serán aquellos que formen compuestos suficientemente estables para enmascarar o envolver el carbón, protegiéndole contra la oxidación, y al mismo tiempo, que puedan destruir los compuestos orgánicos alquitranosos antes que lleguen a su disociación espontánea, y si ésta se verifica, que puedan oxidar el carbono naciente de esa disociación no dejándole depositarse en forma de cok entre los poros de las sustancias calcinadas o carbonizadas que se tratan de activar.

Como gases activantes se han propuesto y se emplean el cloro, el anhídrido carbónico, el oxígeno, el vapor de agua, el aire, los gases de combustión ordinaria, el gas amoníaco, los gases clorados, la clorina, etc., que se hacen pasar por los hornos o retortas de calcinación, bien en la misma dirección que los productos calcinables, bien en sentido opuesto, y ya solos, ya arrastrados por vapor de agua.

Estos gases activantes se hacen pasar ya en conjunto, ya sucesivamente, cuando se verifica el tratamiento por varios gases en vez de por uno solo, dependiendo de la atmósfera que se desee crear en el horno, oxidante, semi-oxidante, normal, etc. También depende el gas escogido de las materias que se someten a la calcinación.

Si estas materias son frescas, o sea sin calcinar, deben verificarse al mismo tiempo en las retortas todas las reacciones en una primera calcinación, que da como resultado del tratamiento el carbón activado. Si son ya carbonizadas, todo se reduce a una segunda calcinación que descomponga y separe las materias alquitranosas y el hidrógeno que el carbón vegetal posea. Según sean esas materias sometidas a la calcinación habrán de escogerse unos u otros de los gases y vapores y combinarse sus acciones si preciso fuere.

Los procedimientos de fabricación del carbón activado varían, y asimismo los aparatos y retortas para la carbonización, y vamos a describir algunos de ellos.

Procedimiento de la "Société de Recherches et d'Exploitations petrolifères".— Acticarbon.— Ya hemos indicado en la calcinación simple que esta Empresa produce sus carbones decolorantes activados por simple calcinación, partiendo del carbón vegetal ordinario. Los carbones adsorbentes para tratamientos de adsorción de gases, recuperación de gasolinas, etc., los produce por calcinación auxiliada por gases activantes en las retortas que vamos a describir en breve, y algunos de sus procedimientos parecen tener algo de procedimientos químicos; pero no podemos asegurarlo, porque las patentes son secretas y no indica ni los gases que emplea en las operaciones ni los cuerpos con los que mezcla algunos de los carbonos vegetales que producen sus adsorbentes activados.

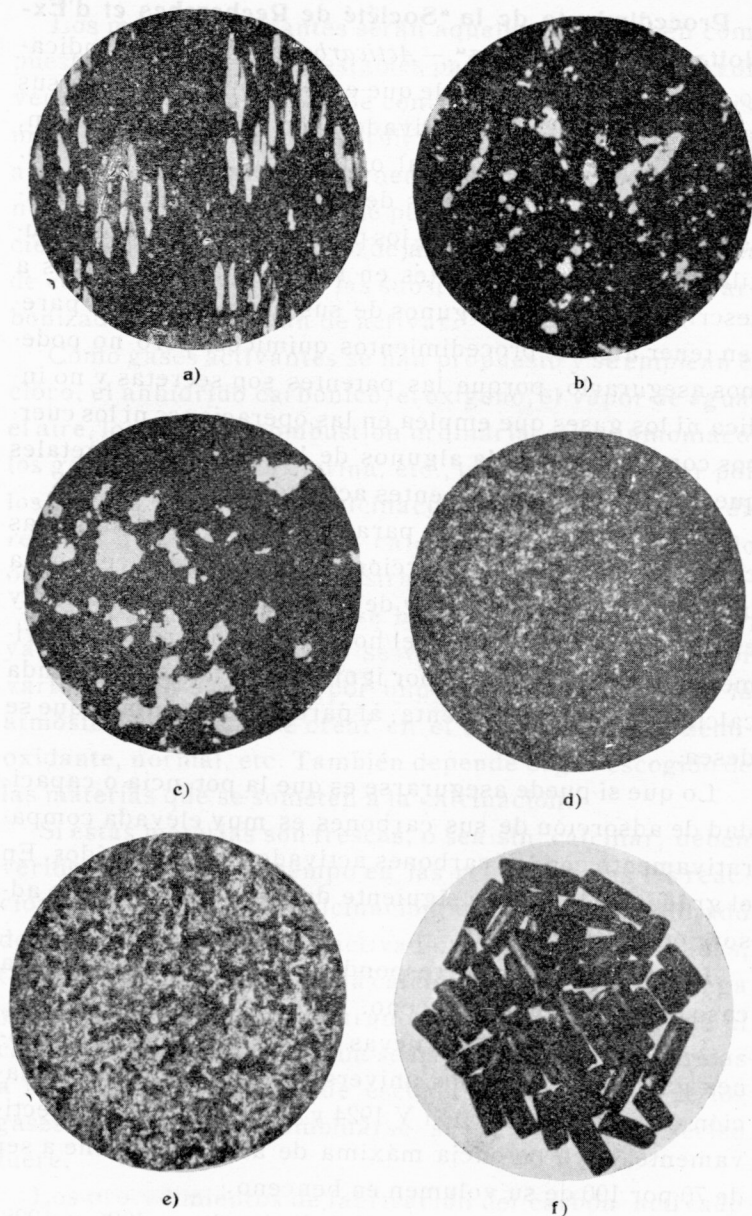
Sólo podemos decir que para la producción de algunas clases de carbones de adsorción de los que produce, forma unas briquetas del carbón y de los productos patentados, y esas son las que entran en el horno, y para otros trata primeramente los carbones por ignifugos antes de la segunda calcinación, lo que aumenta, al parecer, el resultado que se desea.

Lo que sí puede asegurarse es que la potencia o capacidad de adsorción de sus carbones es muy elevada comparativamente con los carbones activados más conocidos. En el gráfico de la página siguiente damos unas curvas de adsorción que lo prueban.

La curva A es la correspondiente a la Silica Gel para caso de adsorción de benceno.

Las B, C y D son las curvas de adsorción de los carbones activados, conocidos universalmente con la denominación de carbón X, carbón Y 1924 y carbon Y 1926, respectivamente, cuya potencia máxima de adsorción viene a ser de 70 por 100 de su volumen en benceno.

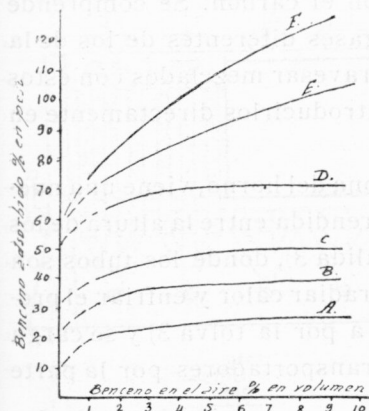
Las curvas E y F son las del Acticarbon 1926 y 1928, respectivamente, que, como puede observarse, han llegado



Micrografías de carbones activados, y de carbón de madera para poner de manifiesto la textura de unos y otros adsorbentes.

a una característica de absorción de 100 por 100 de benceno el primero y de 120 por 100 de benceno el segundo, cifras a las cuales no se había llegado hasta la fecha.

Comparando distintas láminas delgadas, en carbones activados y corrientes que reproducimos en la lámina 1 vemos, en la microfotografía *a*), el aspecto de un carbón de madera ordinario, que nos demuestra que los elementos se hallan al parecer orientados en una dirección que debe coincidir con las fibras de la madera, y vista al microscopio, pueden muy bien observarse partes o zonas de color pardo rojizo que son debidas a las impregnaciones alquitranosas que ocluyen los poros de los carbones y que no se observan en ninguna de las preparaciones microscópicas hechas con carbones activados, como es lógico.



La microfotografía *b* nos da una sección de lámina delgada de acticarbono adsorbente, granulado, y la *e* una de acticarbono decolorante en polvo.

La fotografía *c* es de un carbón activado por ácido fosfórico, y la *d*, de otro carbón decolorante activado por cloruro de cinc.

Comparados, vemos que el carbón *b* es compacto y más homogéneo que el carbón *c*, y a esa homogeneidad y compacidad de la textura corresponde un mayor grado de adsorción.

Vistos los dos carbones *d* y *e*, desde el primer momento puede observarse que el segundo tiene textura más fibrosa, los granos están más igualmente repartidos por toda la masa que en el carbón *d*, que presenta granos redondeados y muy desigualmente repartidos.

Los hornos empleados por esta Sociedad están representados en esquema en las figuras 118 y 119. Son de dos tipos. El de la figura 119 es el más empleado para calcinación sencilla, aunque también puede ser usado con gases; consta de una serie de retortas o tubos porosos 1) introducidos verticalmente en un horno calentado con gas que penetra por los quemadores 2). El carbón de madera se introduce desde las tolvas 5) en los tubos porosos, y rodeados como están de gases de la combustión penetran éstos en los tubos porosos y reaccionan con el carbón. Se comprende que si se desea trabajar con gases diferentes de los de la combustión pueden hacerse atravesar mezclados con éstos alrededor de las retortas, o introducirlos directamente en ellas por la parte inferior.

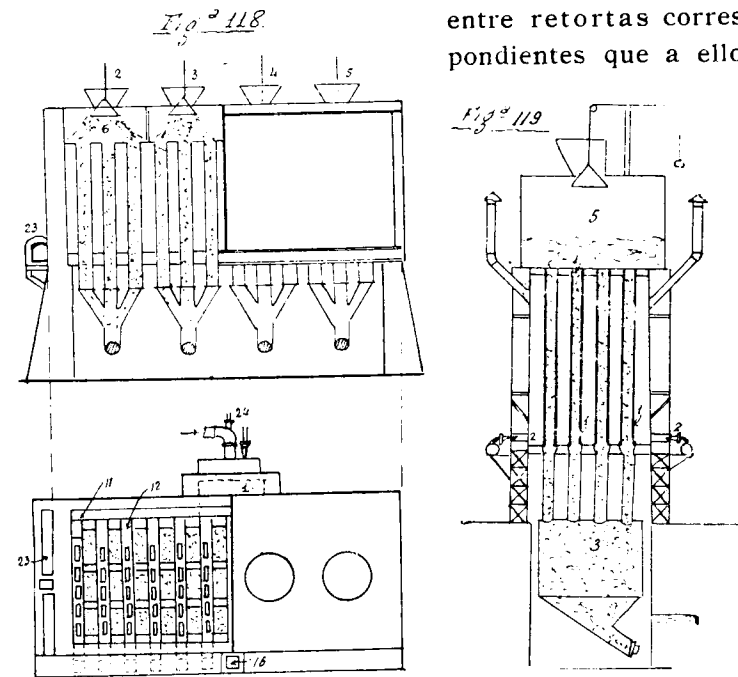
Activado el carbón, en la zona del horno, viene una nueva zona de enfriamiento comprendida entre la altura de los mecheros y la de la tolva de salida 3), donde los tubos son metálicos y están al aire para radiar calor y enfriar el producto. El carbón activado pasa por la tolva 3) y se carga directamente en vagonetas o transportadores por la parte inferior de la misma.

El otro modelo de horno está representado en la figura 118. Las retortas estrechas y largas dividen la cámara de combustión en compartimientos múltiples de tres, pues para su descarga están agrupados de tres en tres por la parte inferior del horno. Estos compartimientos están formados por tabiques de ladrillo poroso hueco, que vienen a formar otros compartimientos estrechos alternando con los anteriores y comunicados entre sí por canales normales a la dirección de las retortas que van por la base del horno a salir al canal general 23). Estos compartimientos estrechos están divididos también normalmente a su dirección de modo que vienen a formar canales verticales, separados unos de otros y alternantes, en forma, que los que están unidos con el canal general 23) alternan con los que están

unidos con el hogar 1) y con los canales que de él parten 11 y 12.

Los carbones entran por las tolvas superiores 2, 3 y 4, y pasan a las retortas 6, 7 y 8. Como se ve, en una batería hay diferentes agrupaciones de retortas para poder tratar distintos productos en la misma batería y en la misma operación. Los gases del hogar pasan por los canales 11 y 12

y suben por los espacios entre retortas correspondientes que a ellos.



están unidos, yendo después a la chimenea 16). Los gases activantes pasan bien mezclados con los gases de la combustión, y a través de los ladrillos porosos penetran en las retortas o pueden ser directamente introducidos en ellas por la parte inferior del macizo del horno. Los gases de la operación de activación que tienen una presión ligeramente superior a la de los gases de la combustión se recogen por los canales alternantes con los de caldeo y salen por el

canal general 23) para aprovecharse en la combustión más tarde. Si no tienen suficiente presión, se puede ésta activar por un chorro de vapor que penetra por donde los gases activantes 24).

Las tolvas de salida tienen cierre hermético para evitar la entrada de aire aun en casos de descarga, y una disposición especial permite medir el carbón extraído.

La operación se regula haciendo variar la velocidad de activación, lo que se consigue en los modelos de la figura 119 haciendo variar la velocidad de descenso del carbón, dentro de las retortas, y en los de modelos de la figura 118, haciendo variar la presión de extracción de los gases producidos por la activación o haciendo variar la porosidad de los ladrillos. La porosidad de los ladrillos se consigue hacerla variar mezclando con la arcilla partículas de mayores dimensiones en mayor o menor cantidad o mezclando serrín o corcho antes de la cocción. Se pueden emplear ladrillos de carborundum, de sílice o de otras materias porosas o recipientes finamente perforados.

Los gases de caldeo pueden regularse; quemando gas al agua se obtienen gases ricos en vapor de agua o introduciendo vapor con el gas o calentando el aire de combustión. Los gases de la activación son buenos para caldeo porque tienen gran proporción de óxido de carbono y de hidrógeno.

Las paredes porosas obran en parte como un filtro y los gases que las atraviesan salen sin nitrógeno y los hidrocarburos se descomponen y se queman al atravesarlas.

En estos hornos se pueden tratar también madera, lignito o turba, para producir directamente el carbón activado en una sola operación. La temperatura de calcinación está comprendida entre 800 y 850 grados, y se aplica también la operación en la misma forma para la recuperación de carbones ya usados, que los activa de nuevo.

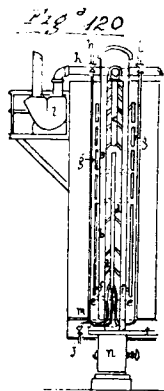
Procedimiento de la Naamlouze Vennootsschap Algemeene Norit Maextschappij.—Esta Sociedad ha patentado varios hornos para el tratamiento por gases de los carbones y de las materias leñosas. Pueden ser empleados para materias sin carbonizar.

En la figura 120 tenemos una sección de un horno continuo que carboniza y activa la substancia en la misma operación. Es una retorta anular *a* de paredes de productos refractarios que en su parte superior *a* sirve de retorta de calcinación y en la parte baja *b* de retorta de activación. El eje de la retorta está formado por un macizo cilíndrico de material refractario que lleva en su parte alta el canal *c*, y en la parte inferior otro canal *d*, que comunica por orificios con la cámara de activación. La envolvente exterior de la retorta tiene también por su parte inferior una envolvente en forma de canal *e*, que comunica por aberturas *f* con el fondo de la retorta de activación, y por la parte alta unos canales de humos que comunican con la cámara de calcinación por orificios *g*. El aire y los gases de activación entran por las tuberías *h* e *i*, que se calientan al atravesar de arriba-abajo la mampostería del horno y comunican por canales interiores con la parte central *d*. Las materias se introducen por el tragante, y conforme van descendiendo por la retorta *a* se calientan primeramente por estar rodeadas de gases calientes que llenan las canales de humos *g*. La calcinación va avanzando y al llegar a la zona de activación ya se ha verificado la primera carbonización. Los gases combustibles entran por la tubería *j*. Los gases activantes, después de calentarse a su paso por las tuberías *h* e *i*, pasan a la cámara de activación, tanto por la parte central *d* como por el canal periférico *f*. Los gases de la activación pasan a la parte central alta *c* y de allí a las tuberías *k*, que les conducen a la recuperación de amoníacos *l*, y más tarde a los gases para servir de combustibles. El carbón activado se

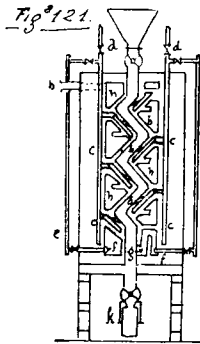
enfria en el espacio *m* de la retorta y se extrae por la tolva de cierre hermético central *n*.

Cuando las materias tratadas tienen algunos constituyentes minerales de los que conviene desembarazarlas, se deben emplear como gases el gas sulfuroso o el ácido clorhídrico durante la primera calcinación para que ataque a las sustancias minerales y no se formen depósitos de adsorción en la masa de los carbones.

Otro tipo de horno de la misma entidad es el representado en la figura 121, que se compone de una retorta formada por planos en zigzag para que la materia vaya res-



balando y presentándose a la acción de los gases activantes que entran por las aberturas *b*, que comunican con los canales de entrada *c* y con las tuberías *d*. Los gases combustibles vienen por las tuberías *e* y llegan a los mecheros *f*, penetrando los productos de



la combustión en la retorta por la abertura *g*, y calentándola, además, alrededor por los canales de humos *h*.

Los gases de la activación pueden estar captados por el ciclo contrario a su entrada en la retorta, o sea por los canales *b* a las tuberías *d*, que como comunican con las *e* se hacen pasar a las cámaras de combustión, puesto que pueden admitirse durante la primera fase de la activación y evacuarse durante la segunda.

Los carbones activados salen por la tolva de cierre hermético *k*. La temperatura de activación es de 800 grados.

Este horno se emplea también para activar carbones de leña, en polvo o en grado fino de molido, no para materias sin carbonizar como el anterior se empleaba.

Procedimiento de la National Carbon C^o.—Esta Sociedad norteamericana procede a la activación de los carbones por el empleo del vapor de agua, sometiéndolos a una calcinación a una temperatura más elevada que las anteriores, pues se eleva de 900 a 1.000 grados centígrados.

El carbón en trozos menudos del tamaño de un guisante se somete a la calcinación en retortas verticales cilíndricas de doble envolvente, calentadas exteriormente por los gases de combustión del gas.

El vapor de agua penetra por orificios circulares situados en la parte baja de la retorta, con una presión muy débil sobre la atmosférica; la suficiente para que cree un movimiento ascensional de arrastre hacia el tragante por donde tienen salida por tubería especial los gases de la activación. Esta presión es regulable y puede aumentarse y disminuir a voluntad, según las necesidades de trabajo.

3.º **Procedimientos químicos de activación.**—En estos métodos no se trata sobre carbones, sino sobre materias crudas que antes de la carbonización se mezclan con diferentes productos químicos, con el fin de que se formen combinaciones que actuando en el momento de la carbonización sobre las materias hidrocarbурadas densas y sobre el hidrógeno, las descompongan y separen de la parte que se está carbonizando.

Como los productos químicos pueden ser mezclados íntimamente con la materia a tratar, la reacción puede verificarse más rápidamente que por los procedimientos de gases, en que las acciones se hacen sentir preferentemente sobre la periferia del carbón y producen, si el procedimiento no está estudiado con cuidado, carbones menos homogéneos.

Procedimiento Edouard Urbain.—Efectúa el tratamiento de las materias a carbonizar por el ácido fosfórico. Da la preferencia a este agente de activación, porque es poco volátil, bastante fluido a todas las temperaturas, ya sea bajo

la forma de ácido ortofosfórico, ya bajo las de meta o pirofosfórico. La reacción sobre los productos orgánicos, que se suele verificar a unos 600 grados de temperatura, es enérgica con formación de hidrógeno fosforado. A unos 800 grados comienzan a aparecer los vapores de fósforo en gran cantidad y continúan hasta 1.200 grados, en las experiencias de laboratorio, porque industrialmente nunca suele pasar la temperatura de unos 1.000 grados.

La primera materia que se emplea es la turba, porque el carbón de madera no daba buenos resultados. Esta materia carbonosa, después de seca, se muele finamente. Debe procurarse turba buena y con la menor cantidad posible de cenizas. Después de molida se mezcla y agita con ácido fosfórico, con un tratamiento prolongado para que se forme una pasta íntima. Esta pasta se pasa por una hilera para producir unos pequeños cilindros compactos y a presión que se meten en un tonel giratorio alrededor de su eje para que se rompan los hilos y queden en trozos pequeños.

La compacidad de la materia obtenida depende de la dilución del ácido y de la presión con que se le haga pasar por la hilera, y puede variarse, por consiguiente, actuando sobre estos dos factores.

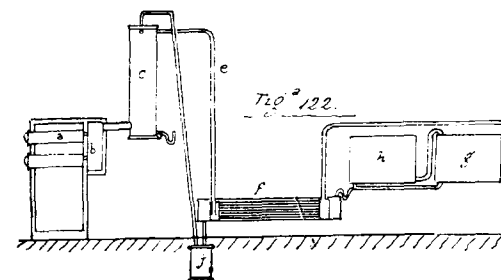
Los trozos de hilo o pequeños cilindros de pasta obtenidos en el tambor giratorio, se endurecen por la reacción entre el ácido fosfórico y la materia vegetal, y ya puede procederse al secado haciendo pasar sobre ellos una corriente de aire o gases calientes.

La calcinación se efectúa en retortas como las que se indican en la figura 122, que son muflas tubulares de hierro sometidas a la acción de los gases del hogar *a*, que tienen una comunicación con la cámara *b* de combustión, donde todo el fósforo se convierte en ácido puro, que es recuperado.

La duración de la calcinación es de ocho a diez horas a unos 1.000 grados centígrados de temperatura final. El car-

bón, una vez fuera del horno, debe lavarse cuidadosamente con ácido clorhídrico para disolver todas las substancias minerales y después se seca a 300 grados.

El ácido fosfórico se hace pasar de la cámara de combustión a una torre de Gaillard *c*, donde se concentra la disolución de ácido recuperada a expensas del calor de combustión del fósforo desarrollado en la cámara de combustión próxima y se da salida al ácido fosfórico concentrado por *d*; los productos de la combustión que han calentado la torre pasan por la tubería *e* al refrigerante *f*, donde se disuelve una parte de ácido, y el resto de vapores pasa a las cajas de cok, donde se recupera completamente el ácido fosfórico. De esas cajas de cok *g* y *h* pasan las aguas fosfóricas, con las que había producido el refrigerante *f* a un



elevador *j*, que es el que sube la disolución diluida de ácido fosfórico a la torre Gaillard para su concentración.

El análisis del carbón activado Urbain, no da más que proporciones de 0,1 a 0,2 por 100 de hidrógeno, por lo que su actividad de absorción es grande. Se emplea en trozos cilíndricos de dos a tres milímetros de diámetro y de 5 a 10 de longitud. Como se ve en la figura *f*, página 499.

Método de la Carbo Union.

Estos carbones se activan con una preparación química de clorito de cinc, sometiendo las materias que han de carbonizarse a una mezcla con una disolución de clorito de cinc hasta imbibición completa, dejando secar después los

trozos de carbón de madera que han sido tratados y que anteriormente son reducidos a un tamaño de cinco a seis milímetros.

Después de esta operación se les coquiza en retortas corrientes de gas y se lavan cuidadosamente para separar el cloruro de cinc que quede. La coquización se hace 500-700 grados centígrados.

Otros procedimientos.

El Estado francés tiene la patente de activación del carbón por el ácido sulfúrico.

El método de Meister Lucius consiste en el procedimiento químico de reacción por el ácido fosfórico, pero a baja temperatura.

Chaney opera en América con vapor de agua, semejante a la National Carbon C°, y como Bayer en Alemania.

Métodos de decoloración de los petróleos por el carbón.

El refinado de los petróleos y derivados por los carbones puede efectuarse en fase líquida o en fase vapor. De los procedimientos de adsorción de gases y vapores hemos de ocuparnos más tarde, cuando describamos la recuperación de vapores de hidrocarburos vamos, pues, a dedicarnos al refinado en fase líquida.

Puede efectuarse por dos procedimientos: por mezcla o por capa, que se semeja a la filtración.

Refinado por mezcla.—Se mezcla el petróleo que se quiere refinar con la cantidad de carbón, generalmente en polvo, no en grano, que sea necesaria para el tratamiento. Si se emplean buenos carbones decolorantes la proporción oscila entre 0,02 y 2 por 100.

Se suele trabajar en recipientes mezcladores agitados mecánicamente y provistos de serpentines de caldeo, o en aparatos a vacío. La operación se puede dar por terminada en unos diez a cuarenta y cinco minutos, según las impure-

zas que contenga el petróleo en menor o mayor cantidad. La mezcla, al salir del epurador debe pasarse por un filtro prensa, para separar el petróleo del carbón.

Generalmente estos carbones no se regeneran porque son baratos, y como se emplean en pequeña cantidad, no presenta economía el regenerarlos, una vez que tiene necesariamente que activarse de nuevo, después de tratarlo por agua, o por el vapor y secarlo, y la operación de activación es cara, resultando más económico tratar por carbón nuevo.

Refinado por capa.—Se diluye el carbón en el líquido o en agua hasta tomar una consistencia de mortero claro, y se introduce en los filtros prensas, para formar la capa necesaria para pasar una cantidad de petróleo determinada. Cuando esta capa o torta de carbón filtrante ya no deja pasar el petróleo completamente claro, debe cargarse de nuevo de carbón fresco, dejando esta capa ya un poco agotada para que trate otros petróleos más impuros o para una primera pasada de filtro que luego se complete con una segunda en filtros más activos.

Debe procurarse que el carbón y el petróleo marchen en el filtro en sentido contrario, o sea que el carbón más fresco refine el petróleo más puro y los más agotados queden para las primeras pasadas.

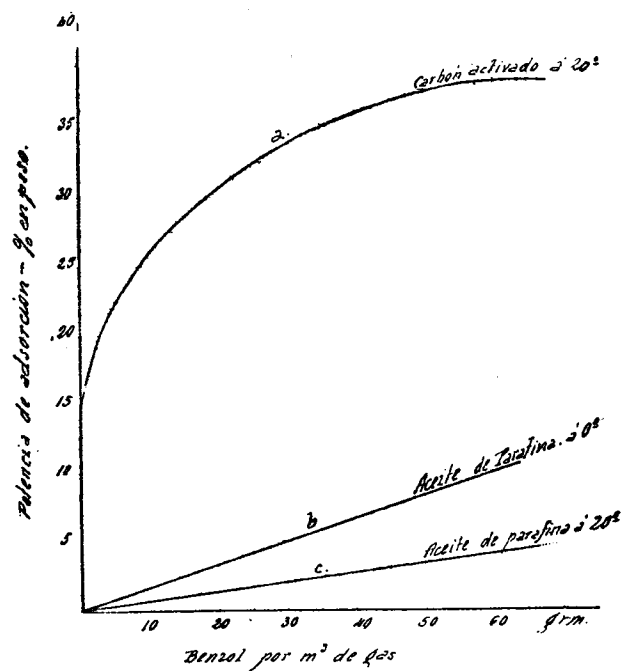
Puede también trabajarse por filtración sencilla a través de una capa de carbón por la acción de la gravedad, y en ese caso se emplea carbón en grano más grueso, y se presta bien a la regeneración de la bencina, por ejemplo.

Las diferentes fábricas hacen clases distintas de carbones activos para los distintos petróleos y fracciones de los mismos que hay que decolorar, con objeto de que se verifique la purificación en las mejores condiciones posibles y con el menor número de operaciones.

Los carbones tienen la ventaja sobre las tierras aluminosas de no comunicar mal gusto a los productos tratados,

además de sus propiedades activas mucho más desarrolladas, siendo de un empleo más económico.

En este respecto también hay algo de ventaja de los carbones activados por los gases o por sencilla calcinación sobre los activados por procedimientos químicos, porque éstos



siempre tienen algunas cantidades de agentes químicos que pueden ser ácidos o nocivos, mientras que los primeros no pueden tenerlos. Hay carbones químicos que no están fabricados con cuidado, que llegan hasta el 25 por 100 de cenizas que atacan los aparatos de mezcla, o los filtros, porque siempre son ácidas.

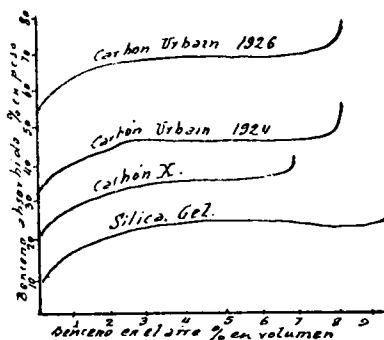
Absorción de los gases por el carbón activado. Recuperación.

Los efectos verdaderamente notables que se han observado en la adsorción de gases por los carbones vegetales, dieron ocasión a Hunter de establecer las cifras consignadas en el cuadro que acompaña, donde condensó el resultado de las experiencias verificadas con carbones vegetales que activaba llevándolos al rojo y a esa temperatura los introducía en probetas llenas de gases puros para ver la cantidad adsorbida a diferentes temperaturas. Operaba a la presión ordinaria, teniendo los gases a la temperatura ordinaria y los líquidos llevándolos a la ebullición para ver la capacidad de adsorción del carbón para sus vapores:

	Temperatura.	Absorción en volumen.
Amoniaco.....	0°C.	171,7
Sulfuro de carbono.....	91°	157
Alcohol metílico.....	100°	150
Cianógeno.....	0°	107,50
Sulfuro de carbono.....	117°	100
Acetato de metilo.....	100°	95
Alcohol metílico.....	156°	87
Bióxido de nitrógeno.....	0°	86,3
Sulfuro de carbono.....	192°	82
Naftalina.....	230°	80
Cloruro de metilo.....	0°	76,4
Eter metílico.....	0°	76,2
Etileno.....	0°	74,7
Alcohol etílico.....	192°	72
Fosforo de hidrógeno.....	0°	69,1
Acido carbónico.....	0°	67,7
Eter oxálico.....	194,5	56
Agua.....	128°	44
Trietilamina.....	182°	34
Agua.....	158°	24
Oxido de carbono.....	0°	21,2
Oxígeno.....	0°	17,9

Nota.—Esta operación, en que concurren la adsorción y la absorción o condensación capilar, puede llamarse verdaderamente *absorción*.

Ante semejantes cifras se continuaron los estudios comparativos entre los carbones activados y los cuerpos líquidos que hasta la fecha se habían considerado como buenos absorbentes para los gases, encontrando diferencias enormes a favor de los carbones activados, como demuestra el gráfico que se dibuja en la página presente, donde se pone de manifiesto la capacidad absorbente de un carbón activo ordinario, que no puede compararse con los que actualmente se producen en la industria a 20 grados centígrados y las isoterma de absorción para el benzol, correspondientes a la parafina a 0 grado y a 20 grados centígrados



para las concentraciones de vapor de benzol, expresadas en gramos por metro cúbico de gas.

De los ensayos verificados se han establecido las siguientes reglas para los gases: a) La absorción que sufre un gas es tanto mayor cuanto éste se halla más próximo a su punto de li-

cuefacción. b) Los gases más absorbibles son aquellos más fácilmente liquidables. c) Los gases absorbidos conservan su individualidad química.

Cuando se trata de una mezcla de gases sometida a la adsorción, entonces el fenómeno es algo más complejo; pero puede guiarnos siempre saber que son más fácilmente adsorbibles aquellos gases a vapores que desprendan mayor calor en el fenómeno de adsorción y, consiguientemente, un gas adsorbido será desplazado por otro que goce de la propiedad de desprender mayor calor en la adsorción.

Si tenemos, pues, una mezcla compuesta de varios gases diferentemente adsorbibles y se hace pasar sobre car-

bón activado, al cabo de cierto tiempo las primeras capas de carbón habrán adsorbido los gases más fácilmente adsorbibles, y los contendrán en proporción más elevada que las últimas capas, que ya habrán absorbido elementos más difícilmente adsorbibles. Esto no es absolutamente cierto, porque aquí, lo mismo que ocurría en la destilación, las mezclas si contienen elementos solubles unos en otros, varían bastante las leyes de la adsorción, pues se comprende que el calor desprendido por la adsorción de la mezcla ya no es el mismo que el que corresponde al cuerpo más adsorbible; luego habrá disminuído la facilidad de adsorción si el otro disolvente es un cuerpo que no goza de esa afinidad.

Por otra parte, ocurre en general, en los problemas que han de presentársenos en la práctica, que los gases o vapores que queremos recuperar (que son fácilmente adsorbibles) están muy diluídos en otros que tienen que ser poco adsorbibles, porque de otro modo la separación no podríamos intentarla por este procedimiento. Esto dificulta también la operación.

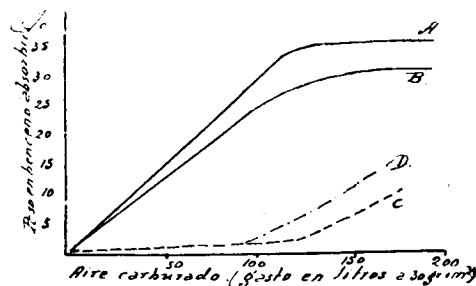
Se ha observado que como el vehículo gaseoso juega un papel importantísimo, la adsorción es más difícil en el hidrógeno que en el aire, y es mejor en el aire seco que en el húmedo; luego tenemos otro medio de modificar la atmósfera en que ha de verificarse la adsorción en condiciones que sean más favorables para realizarla.

Se llama capacidad de adsorción de un carbón la cantidad del elemento a tratar que puede adsorber hasta llegar a una saturación. Como es natural, esa capacidad teórica no cuenta en absoluto en la práctica, porque la operación no puede prolongarse indefinidamente para que el carbón llegue a saturarse; como la velocidad de adsorción es grande al principio y llega un momento en que la isoterma de adsorción se hace sensiblemente paralela al eje de abscisas, se denomina punto de ruptura el de inflexión de la

curva y se detiene la operación de adsorción en las proximidades de dicho punto.

En el diagrama que acompaña indicamos los puntos de ruptura de un carbón activado por el ácido fosfórico y otro activado por gases; al primero corresponde la curva A y la B al segundo. En puntos se encuentran marcadas las curvas C y D, que son las correspondientes a los tubos testigos que marcan en la operación industrial el momento de ruptura correspondiente para que pueda suspenderse la operación con ese carbón que ya no podría dar resultados económicos.

Se ha visto prácticamente que el único medio para modificar los caracte-



res de adsorción de un carbón es aumentar o disminuir su compacidad según la naturaleza de los productos que han de adsorberse, y a ese fin las

fábricas de carbones activados producen diferentes tipos según han de emplearse en recuperar gases y vapores de materias volátiles a la temperatura ordinaria o a temperatura elevada y conforme el gas que como vehículo se haya de emplear.

Los carbones para adsorción de gases se emplean siempre en forma granulada, de dimensiones de cuatro a seis milímetros, o en pequeños cilindros de hasta dos milímetros de diámetro y seis de altura.

Con ellos se pueden verificar las aplicaciones siguientes:

Extracción de la gasolina del gas natural.

Extracción de la bencina del gas de hulla.

Recuperación de los vapores de hidrocarburos, arrastrados por un gas o vapor, de los que se emplean en la destilación y en el cracking.

Recuperación de los disolventes volátiles, como son la bencina, tolueno, acetato de etilo, acetona, éter, alcohol, etcétera, empleados en las diferentes industrias.

Purificación del hidrógeno en la fabricación del amoníaco y en los procedimientos de hidrogenación de petróleos o hidrocarburos.

Producción de frío industrial.

Como agente catalizador para la oxidación del gas sulfhídrico, del hidrógeno fosforado, del cloruro de metilo.

Como soporte de catalizador, y, como despolarizante, en pilas eléctricas, etc.

Como absorbedor de gases asfixiantes y comparados con la cloropicrina, se ha visto que llegaban a un poder adsorbente a la ruptura de más de 320 miligramos por centímetro cúbico, pudiendo estar en servicio durante ciento veinte minutos, cifras que ningún otro adsorbente que no sea un carbón activado puede alcanzar.

Estos resultados son debidos a la enorme superficie de contacto que tienen los carbones activos que se ha medido, que puede exceder de 1.000 metros cuadrados por cada gramo de carbón activado.

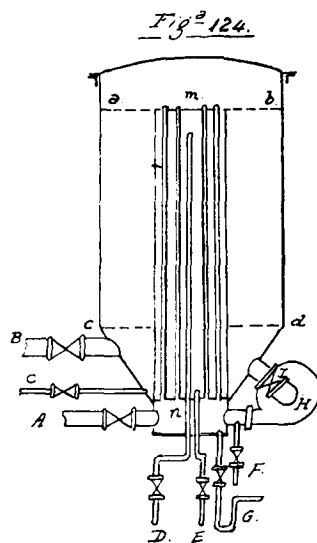
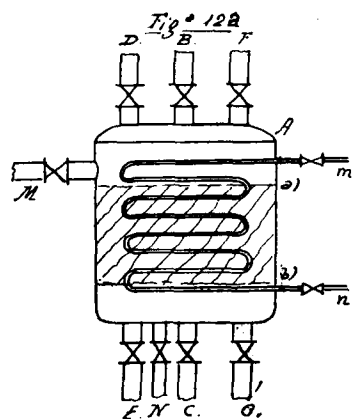
En los carbones el fenómeno de adsorción de gases se ve aumentado por el de absorción o condensación capilar, y por ese motivo se llega con la reunión de ambos a esas cifras tan enormes de absorción total.

Aparatos que se emplean en la absorción de gases por el carbón.

Los carbones activados se exponen a la acción de la corriente de gases que se quieren tratar en aparatos llamados absorbedores, que aunque varían de tipo y de construcción, en primer lugar, según a la aplicación a que estén destinados, y en segundo, según las fábricas que los han instalado, todos se someten a reglas generales, de las cuales vamos a ocuparnos.

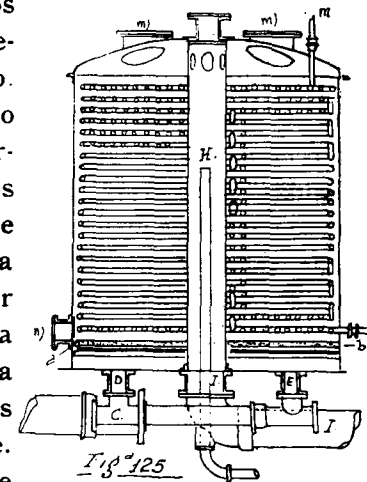
Absorbedores.—Son unos recipientes generalmente cilíndricos, ya verticales, ya horizontales, en los que se colocan los carbones activados formando capas, más o menos gruesas, en forma de masa filtrante para que a través de ellos pase la corriente gaseosa y vaya eliminando los elementos que han de ser adsorbidos.

El esquema de un absorbedor está indicado en la figura 123. En el recipiente A, de palastro de forma cilíndrica vertical, se introduce el carbón activado en una capa *a b*, que llena casi toda la altura del absorbedor y está comprendida entre parrillas o chapas perforadas; para hacer



entrar en el aparato los gases que hay que epurar o tratar se tiene una tubería B provista de su correspondiente llave de paso y otra de salida C. Cuando el carbón ha llegado a su punto de ruptura hay que detener la operación, cerrando las llaves de paso, y proceder a separar de carbón el producto absorbido, operación que se suele hacer por empleo de vapor de agua que se inyecta por el tubo M y que sale por el tubo N, acompañado de los productos que habían sido absorbidos. Algunas casas constructoras preconizan

el empleo de serpentines de vapor en vez de la entrada de vapor directo; el caldeo indirecto tiene la ventaja de que no mezcla los productos absorbidos con el vapor de agua, pero tiene el inconveniente de que no es un caldeo tan intenso como el directo, porque como el carbón es poco conductor del calor, ese medio de calefacción es poco enérgico, por mucho que se difundan los serpentines dentro de la masa de carbón activado. En cambio, se ha observado que el vapor de caldeo directo obra con mayor intensidad si se ha calentado anteriormente el carbón por un caldeo indirecto, por lo que en otros tipos de absorbedores se ve que tienen ambas clases de caldeo. Separado el carbón del cuerpo absorbido precisa secar el carbón. A este fin existen varios procedimientos. Uno consiste en insuflar aire caliente por la tubería D y hacerle salir por la E; una vez verificada esta operación, se hace pasar una corriente de aire frío por las tuberías F y G análogamente. Otro, hacer pasar la corriente de vapor un buen espacio de tiempo después de haber terminado el arrastre de los cuerpos absorbidos. Otro consiste en comenzar con caldeo indirecto y terminar con vapor directamente introducido, y luego hacer pasar agua fría en enfriamiento indirecto. Finalmente, hay constructores que no hacen secado sino con los nuevos productos gaseosos que tiene que absorber el carbón, que son admitidos al terminar la fase de arrastre de los productos absorbidos.



Como es natural, todos los procedimientos tienen ventajas e inconvenientes, de los que señalaremos los principales.

El comienzo de la absorción debe ser en frío, porque en caliente el rendimiento de los carbones es siempre menor; por tanto, debe secarse y enfriarse el carbón de una a otra de las operaciones, y no conviene admitir los gases a tratar sin ese secado y enfriamiento del carbón activado.

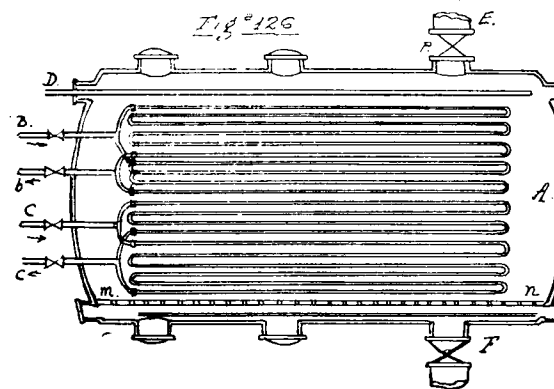
Por la misma razón conviene que el carbón se halle bien seco, porque la humedad absorbida disminuye el rendimiento.

No obstante el paso de vapor para separar el producto absorbido, los carbones a alta temperatura tienen la facultad de retener gran parte de los hidrocarburos absorbidos. A 130 grados se ha observado que pueden retener hasta un 40 por 100 de la materia que había sido absorbida. Debe, pues, secarse el carbón con un fluido que permita recogerse y recuperar estas materias arrastradas que habían sido retenidas. Si se trata, pues, directamente el carbón con nuevos gases, los primeros que pasen por el absorbedor en vez de ceder hidrocarburos absorberán y arrastrarán los retenidos y habrá pérdidas importantes que pueden llegar a 20 por 100 de la substancia absorbida en el tratamiento anterior. Es, pues, mejor secar con vapor, prolongando el paso del mismo por el aparato; pero tiene, en cambio, el inconveniente de que se gasta más vapor en la operación y de que si la temperatura de recalentamiento del vapor pasa de ciertos límites puede haber explosión en el aparato de absorción o incendio.

El modo de trabajo de los absorbedores tiene que ser, por tanto, intermitente, y en consecuencia, para no paralizar la operación de absorción en los talleres de tratamiento, hay que contar con series de aparatos que vayan poniéndose en circuito conforme otros que ya han llegado al límite de su capacidad se van separando del ciclo general para proceder a arrastrar la materia absorbida y a secar y regenerar el carbón activado.

Pasemos a describir algunos tipos de absorbedores.

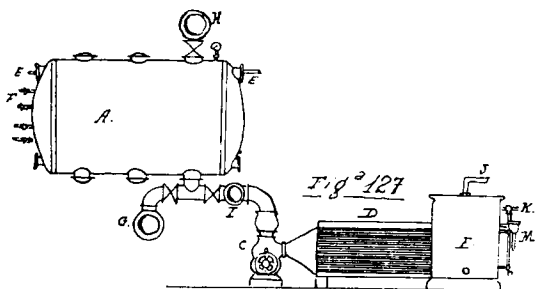
Absorbedor de la Cie Edouard Urbain.—Este aparato está reproducido en esquema en la figura 126 y consta de una caldera (es el tipo horizontal) A, provista de una rejilla *m-n* para soportar la capa de carbón activado. Los serpentines para vapor B-C efectúan un caldeo indirecto cuando es preciso, y la tubería D es la de entrada del vapor de agua para el caldeo directo. Los gases que han de tratarse vienen por un colector general que une todos los absorbedores E, con su llave de paso para poner el aparato fuera de circuito *p*. La salida de todos los productos se efectúa por la tubería F, que comunica bien con el colector



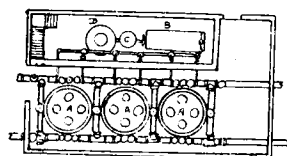
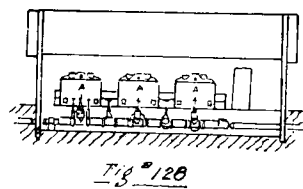
neral G para que salga el gas después del tratamiento, bien con el colector general I, que recoge todos los vapores de caldeo directo y los productos absorbidos arrastrados por ellos para llevarlos a la condensación. Este aparato puede efectuar el secado con caldeo indirecto con el serpentín de vapor y con el caldeo directo con chorro de vapor inyectado en el carbón. Está dispuesto para funcionar con el vacío, como puede verse en la instalación general de recuperación de bencol del gas del alumbrado que se esquematiza en la figura 127.

El absorbedor vertical de la misma casa constructora está diseñado en la figura 125, y se diferencia del anterior

en que los serpentines de caldeo indirecto son complicados y vienen a formar una serie de anillos de tubos, concéntricos, unidos por colectores radiales, y estas series se hallan unas dispuestas sobre las otras hasta llenar el absor-



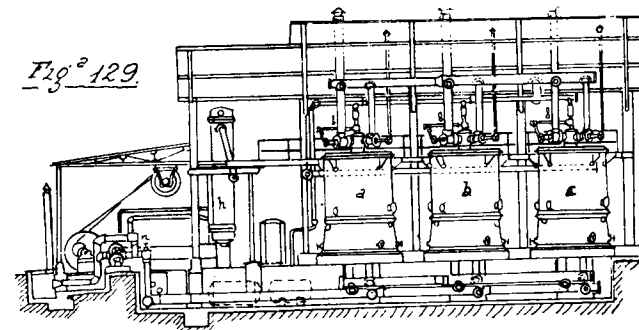
bedor, y unidas por tubos verticales, de modo que queda una verdadera red de tubos por los que circula el vapor y entre los cuales están los granos de carbón llenando los huecos. Esta disposición es para que el caldeo se haga más regularmente en todos sentidos, salvando el inconveniente de la pequeña conductibilidad del carbón. Este se halla dispuesto sobre la parrilla *a b*. Las tuberías *m* son para entrada de vapor en los serpentines



y *n* para la salida. Los gases entran por el colector general *C*, que comunica con los orificios *D* y *E* de la base del aparato; ascienden los gases por entre el carbón activado y se recogen todos en la cúpula del absorbedor, saliendo por el tubo central *H* a reunirse con el colector general *I*.

Los orificios *m* son para cargar el carbón activo cuando debe ser renovado, y *n* para extraerlo. Aunque en estos aparatos no se suele efectuar el secado por vapor directo, sino sólo por el caldeo a serpentin, está la llave y tubería *J* para entrar vapor, que efectua-

rá el ciclo en sentido contrario al que efectúan los gases, puesto que los vapores y productos absorbidos tienen que salir por las tuberías *D* y *E*, que las llevan al colector general que va a los condensadores. Una instalación completa para extracción de la gasolina de los gases naturales está diseñada en la figura 128. Esta instalación puede también trabajar con el vacío, y en general, en las instalaciones donde la capa de carbón activado es muy espesa, que en el modelo vertical puede llegar hasta unos tres metros de al-



tura, hay mucha pérdida de carga entre la base y la cabeza del absorbedor, y conviene crear una depresión con el vacío para que el movimiento de gases se efectúe con regularidad, de no introducir los gases con presión en el aparato, que tiene más inconvenientes.

Absorbedor de la Carbo-Union. — Es muy semejante al de tipo vertical descrito anteriormente, como puede verse por el dibujo 129. Consta de un recipiente cilíndrico en su parte superior y troncocónico en la inferior, lleno de carbón activado, y en el que existe una red de serpentines en forma espiral unidos por tubos verticales análogos a los del aparato de Urbain, pero menos multiplicados, dejando más sitios a la capa de carbón activado. Por la parte superior del absorbedor penetra una gran tubería central, que sirve para la entrada del gas a tratar. Los gases, una vez filtrados, salen por la parte inferior, para ir a los gasómetros

correspondientes; por la parte baja penetra otra tubería que comunica con un compresor de aire. La entrada de vapor también se verifica por la parte superior del aparato, y por una llave de compuerta doble puede comunicar el absorbedor con la atmósfera por una pequeña chimenea.

Una vez absorbidos los productos hidrocarburos, y habiendo llegado a saturación el carbón activado, se suspende la entrada de gas y se calienta por los serpentines; pasado un corto tiempo, en el cual se han separado muy pocas materias absorbidas, porque el calor no es demasiado elevado. se deja pasar vapor de agua no recalentado. Se separa la materia absorbida que sale por la tubería inferior hacia la condensación, y se procede a sacar y refrigerar el absorbedor por medio de aire, que pasa a pequeña presión suministrado por unos ventiladores y que penetra por la tubería inferior del aparato y sale por la superior que se hace comunicar con la atmósfera, y que se admite en el absorbedor, después de haberlo calentado algo con el serpentín de vapor para el primer secado. Terminado el paso del aire se refresca el carbón con agua fría que pase por el serpentín.

La figura 129 representa una instalación completa de tratamiento de gas del petróleo, que se describe en su lugar correspondiente.

Absorbedor de la Société de Recherches et d'Exploitations petrolifères.—Difiere de los anteriores en las siguientes características: El absorbedor está provisto de un haz tubular central *m-n*, alrededor del cual se encuentra colocado el carbón activado entre las parrillas *c-d* y *a-b*, figura 124. El gas a tratar penetra en el aparato por la tubería A, y atravesando por el espacio entre tubos, sube a la parte alta del aparato y vuelve a descender a través del carbón hasta salir por la tubería B, situada en el cono inferior del absorbedor.

Al pasar por el haz tubular pierde calor el gas y lo cede

a los tubos, por los que puede circular una corriente de agua fría, si es preciso, para absorber ese calor. Cuando se ha saturado el carbón, se interrumpe el paso del gas y se comienza el calentamiento introduciendo vapor saturante a 175°, aproximadamente, y unas ocho atmósferas de presión en el haz tubular, con lo cual se obtiene un caldeo indirecto del carbón, que se reparte por toda la masa, poniendo en marcha el ventilador H y abriendo la llave I, con lo cual se establece una corriente de aire que pasa por el haz tubular entre los tubos de vapor y se calienta y pasa a través del carbón cediéndole calor, y volviendo de nuevo a ser absorbida por el ventilador para que no haya arrastre de hidrocarburos a la atmósfera. Como los gases al calentarse se dilatan, en todo este ciclo conviene tener abierta la llave C para que los gases sobrantes vayan a la condensación. Por la sola acción del aire y gas caliente se verifica la destilación de los hidrocarburos retenidos en el carbón y pasan a los condensadores por la tubería C. Pasada media hora se activa la destilación inyectando vapor por la llave F, que se recalienta al pasar por el haz tubular y efectúa un gran número de ciclos antes de ser evacuado, enriqueciéndose y economizándose vapor. Terminada la destilación de los cuerpos absorbidos se cierran las llaves C, F, D y E y se hace pasar agua fría al haz tubular, continuando el circuito cerrado de gases y aire con el ventilador H, con lo cual se consigue enfriar el carbón y condensar algo de agua evaporada del carbón, que se hace salir por el sifón G. El carbón queda perfectamente seco y fresco para poder comenzar el tratamiento de otra cantidad de gases.

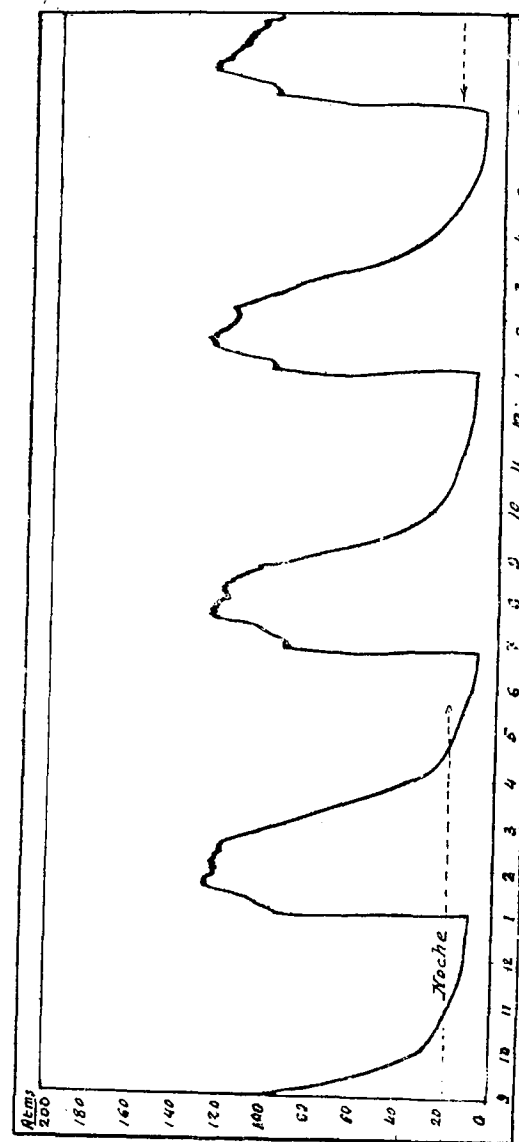
Características del tratamiento.—Los carbones activados, aunque se producen generalmente a presión, haciéndoles pasar por prensas hidráulicas para darles una compacidad elevada y suficiente dureza, por las sucesivas acciones de calentamiento y enfriamiento, dilataciones y compresiones, suelen reducirse a polvo, al menos en una

proporción sensible del lecho de filtración. Es una de las razones por las que se suele colocar sobre las parrillas de los absorbedores una capa de piedra porosa, que forma un lecho filtrante para que no vaya cayendo el carbón reducido a grano más pequeño sobre el fondo del absorbedor, donde tienen que condensarse algunos hidrocarburos, vapor de agua, etc., lo que ocluiría las tuberías por la masa que habría de formarse.

Hay que tener en cuenta que, como ya hemos dicho, todos los gases al ser absorbidos desprenden calor; así, pues, si observamos un diagrama de las variaciones de temperatura que ocurren durante el curso de la operación, y de las sucesivas, tendremos el gráfico de la figura adjunta. El tratamiento comienza por una elevación rápida de temperatura, que generalmente llega a 60 ó 70°, y puede ascender más de 90° si no se procura enfriar el aparato admitiendo agua fría en el serpentín o en el haz tubular, según sea el aparato de que se trate. La segunda elevación brusca de temperatura, desde la cifra anteriormente citada hasta 160°, es debida al recalentamiento para que destilen las substancias absorbidas y puedan separarse de los carbones activados, que una vez terminado, hay que secar el aparato y enfriarlo, de donde sobreviene ese descenso de la curva hasta 10 ó 12°. Ese gráfico es para caso de enfriamiento lento, porque vemos que tarda la operación, según el diagrama, unas seis horas, que es muy excesivo si se refresca por agua y por gases en ciclo en absorbedor.

La duración media en las buenas instalaciones suele ser, de absorción, unas dos horas; una hora de calentamiento, que a veces se prolonga a hora y media, haciendo entrar vapor directo esta última media hora, y una hora para enfriamiento, o sea en total cuatro horas y media.

Se observa que aunque la capa de carbón activado sea gruesa, la capa de absorción viene a tener unos 50 a 70 centímetros; es decir, que en esa altura el gas queda agotado y



esa capa se va desplazando en el mismo sentido de marcha de los gases hasta que llega a toda la altura del absorbedor, que es cuando todo el carbón ha quedado saturado.

Con estas alternativas de calentamiento y enfriamiento, los serpentines tienen movimientos de dilatación y contracción que se suelen traducir en quebrantamientos de los trozos de carbón que están próximos, y en grandes reparaciones de los aparatos si no han sido construidos con mucho cuidado y eficiencia.

El consumo de vapor viene a ser muy diferente, según el tipo de absorbedor; cuando toda la destilación se hace a fuerza de vapor vienen a emplearse de cinco a seis kilogramos de vapor por kilogramo de producto recuperado. En los aparatos de la Carbo Union, que recuperan parte del calor perdido, puede suponerse un gasto de tres a cuatro kilogramos, y los aparatos de la Sociéte de Recherches aseguran un gasto de 2,5 kilogramos de vapor tan solamente, debido a la disposición de ciclo constante creado por el ventilador.

El consumo de carbón activado varía también, pero puede calcularse en uno a dos kilogramos, como máximo, por tonelada, de producto recuperado, si se trabaja en buenas condiciones y los productos no son muy densos y poco extraíbles por el vapor, porque en ese caso inutilizan el carbón por relleno de sus poros.

El rendimiento de las instalaciones se calcula del 77 a 85 por 100, y las fábricas hoy se comprometen a un rendimiento hasta 90 por 100 de recuperación del producto contenido en los gases.

En resumen, el gasto total puede suponerse oscilando entre 15 y 30 céntimos por kilogramo de producto recuperado, conservándose la mayor parte de las veces entre 15 y 20 céntimos.

Las pérdidas más importantes de la operación de absorción son debidas al arrastre por los gases del resto de producto absorbido en la operación anterior, que ha sido retenido por los carbones, y es indispensable, si se desea realizar la operación con eficiencia, que se apure todo lo posible.

la destilación del producto absorbido y que se trabaje en circuito cerrado, porque en cuanto se envían al aire los gases producto del secado del carbón, éstos arrastrarán siempre algunos hidrocarburos, y si por falta de secado se hacen pasar los gases de tratamiento, éstos también arrastrarán producto absorbido y la pérdida se elevará, que son los casos en que el rendimiento desciende a 77 y 80 por 100, puesto que debería conservarse siempre entre 90 y 95 por 100, si las operaciones se realizan en buenas condiciones, pues no hay motivo de mayores pérdidas.

CAPÍTULO VI

FILTRACION

CONSIDERACIONES GENERALES

Filtración se llama la acción de atravesar un líquido por penetración la masa de un sólido, y en física y química tiene por objeto esta operación separar de una mezcla la materia que está en suspensión, o lo que es lo mismo, separar de los líquidos los cuerpos insolubles en ellos, siempre que estos cuerpos insolubles sean sólidos.

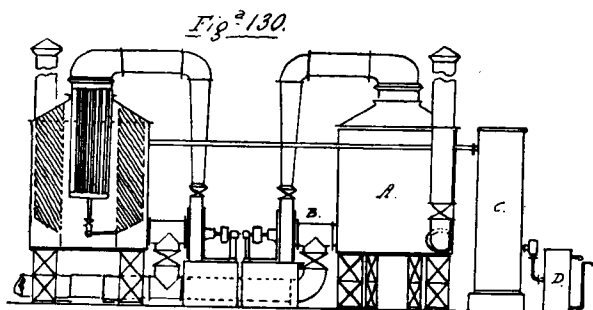
También la filtración puede ser de un gas, y en ese caso tiene por objeto separar todas las partículas sólidas o líquidas que están en suspensión en ese gas o vapor.

En nuestro estudio se aplica la filtración a los petróleos o a sus fracciones constitutivas como operación complementaria del refino en ciertos casos para separar las impurezas que pueden tener en suspensión o para separarlos de la materia que ha servido para verificar el refino. Puede aplicarse también como operación de fraccionamiento y refino al propio tiempo, y finalmente puede ser la operación principal del tratamiento cuando se trate de aprovechar la

parte sólida que está mezclada con líquidos, que en este caso son las impurezas.

El primero y el tercer caso son operaciones de filtración propiamente dichas que no tienen otro objeto que separación de cuerpos sólidos de los líquidos que en ellos están en suspensión, ya sea el líquido el aprovechable, bien sea el sólido o sean ambos. El segundo caso es el de filtración a través de materias porosas, y por estar unidas las dos acciones de filtración y de absorción es diferente de los anteriores.

También hemos de reseñar la filtración de gases y vapores a través de sustancias porosas para retener todas las partículas líquidas arrastradas por los mismos.



Dividiremos, pues, este estudio en dos grandes partes: 1.º Filtración propiamente dicha, y 2.º Filtración a través de sustancias porosas y absorbentes.

1.º **Filtración propiamente dicha.**—Se aplica a los petróleos siempre que es preciso separar de la masa general una sustancia sólida cualquiera que no puede separarse por decantación. Ya hemos dicho al hablar de la separación de los petróleos brutos de las arenas y del lodo que les acompaña a su salida de los taladros de las sondas, que por decantación se separaba de estas sustancias; en este caso no es precisa filtración ninguna, pero no ocurre así en todos los casos y en algunos precisa recurrir a la filtración.

La filtración sencilla no suele aplicarse a los petróleos porque es una operación que se verifica tan lentamente para todas las sustancias viscosas que hay que precipitarla por todos los medios posibles.

Se utiliza la filtración con auxilio del vacío o más preferentemente por presión.

También suele filtrarse con auxilio del calor, porque de otro modo los petróleos densos no circularían a través de los filtros. Hay que elevar la temperatura para que disminuya la viscosidad y gane el petróleo la necesaria fluidez para atravesar las telas de los filtros.

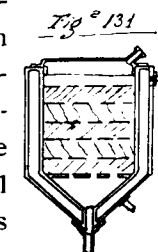
La materia filtrante suele ser papel o telas, generalmente éstas últimas cuando se emplea la presión o el vacío.

Filtrado con auxilio del vacío.—Para tratar cantidades importantes hay que emplear dispositivos especiales; en casos de petróleos ligeros da buen resultado un tambor cilíndrico, cuya superficie está formada por la tela del filtro y las bases son de palastro. Este tambor tiene su eje hueco y comunica por varios orificios con el interior del tambor, y por uno de los extremos con la tubería de la bomba de vacío. El otro extremo está cerrado. El tambor se introduce en el recipiente cuyo petróleo se desea filtrar y se hace girar el tambor a una velocidad de una vuelta por minuto, mientras se produce una depresión de hasta 25 ó 30 centímetros de mercurio. El líquido filtrado pasa al interior del tambor y puede hacerse salir de él con auxilio de una bomba.

Las materias sólidas quedan adheridas a la tela por la parte exterior del tambor y se pueden limpiar con facilidad.

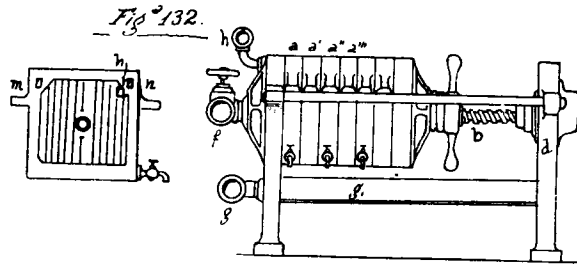
Filtración a presión.—Los más empleados en el tratamiento del petróleo son los filtros-prensas, que son los únicos que aumentan la superficie de filtración y consiguen gran superficie con pequeño espacio.

El filtro-prensa consiste en una serie de cámaras de fil-



El filtro-prensa consiste en una serie de cámaras de fil-

tración, de pequeña altura, adosadas unas a otras, formando secciones rectas de un prisma, cuyas dimensiones dependen de la cantidad de materia que ha de filtrarse. Tienen la ventaja de que la operación puede efectuarse en condiciones variadas respecto a la presión. Las cámaras están formadas por placas de hierro colado, acanaladas, sobre las cuales se colocan las telas filtrantes que quedan sostenidas por los rebordes de las acanaladuras. Todos los canales van a parar a un canal general horizontal por placa que va a parar a un grifo de salida, que cuando una tela se desgarró o filtra mal, puede cerrarse y queda el elemento separado e



inutilizado. Los huecos que quedan entre una y otra placa dependen de la altura del reborde de la placa.

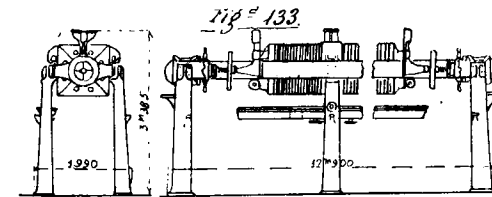
En el esquema número 132 se representa un filtro-prensa corriente. Las cámaras o placas *a, a', a''*... están íntimamente unidas una con otra por la presión del tornillo *b*, montado en el bastidor *c, d*. El líquido que ha de filtrarse entra por el colector general *f*, y todas las placas están agujereadas en su centro para el paso del líquido. La salida se hace por los grifos que descargan en dos canales laterales que se reúnen en la tubería general *g*.

Para la entrada de agua para el lavado se tiene otra llave *h* en uno de los ángulos superiores de la placa del bastidor, y correspondientemente todas las cámaras tienen un orificio en el mismo ángulo para que pueda circular ésta cuando se han de lavar los depósitos de materias que quedan en el filtro.

Para calentar el filtro existen canales trazados en los ángulos superiores que no tienen comunicación con la parte interior de las cámaras, sino que quedan embutidos en el reborde, como indican los orificios *m n* de la placa, figura 132; haciendo pasar por esos canales agua caliente o vapor se lleva el filtro a la temperatura conveniente.

Para los petróleos que se producen en cantidades grandes y que precisa que los aparatos tengan una producción elevada, se han creado tipos de prensas que podríamos llamar gigantes.

La figura 133 indica la prensa filtro Philippe, de gran potencia, que tiene 12,900 milímetros de longitud y 3,385 milímetros de altura, con dos metros de anchura de soportes. Las placas tienen 1,15 en cuadro y pueden colocarse hasta



500 platillos o placas en las armaduras de la prensa. Estos filtros son hidráulicos y la presión que mantiene unidos los platillos se realiza con ayuda de la presión hidráulica ejercida sobre el cilindro A que soporta una de las placas soportes.

Otra prensa-filtro hidráulica es la Craig, que está representada en el grabado adjunto, capaz para 500 platillos o placas, que aquí son circulares y están mantenidos entre un platillo soporte fijo y otro móvil que actúa en el extremo de un émbolo movido por la presión hidráulica ejercida en el cilindro que está en primer término del grabado. Los platillos tienen un diámetro de 48 pulgadas, que equivale a 1,20 metros. (Fotografías números 13 y 14.)

La capacidad de estas prensas modernas varía entre 10

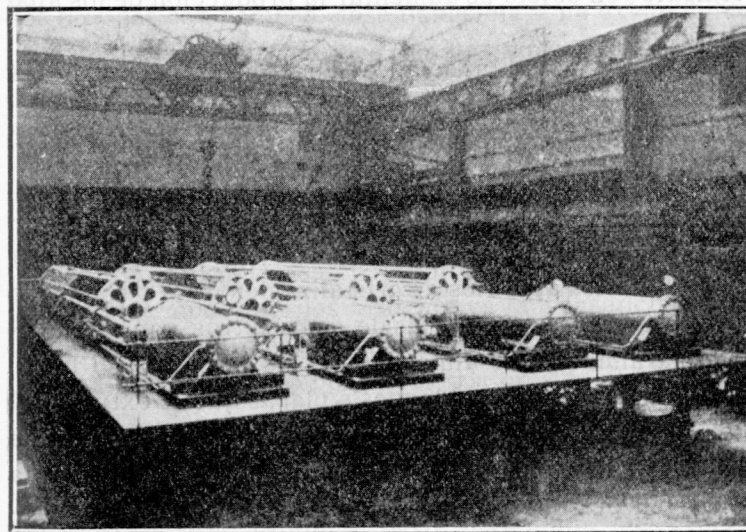
y 50 hectolitros. La presión del filtro, o mejor dicho, del líquido a filtrar, varía mucho; generalmente no pasa de tres a cuatro kilogramos por centímetro cuadrado, pero en los modernos aparatos asciende hasta 10 15 atmósferas. En Europa y en América se han adoptado grandes presiones de hasta 30 kilogramos por centímetro cuadrado. Dependen de la naturaleza y de la temperatura de los productos tratados.

Los filtros-prensas de gran dimensión dan mejor resultado que los pequeños y tienen menos mano de obra. La operación viene a durar unas veinticuatro a treinta horas. Con los pequeños filtros que se emplean en algunas fábricas hay que efectuar la carga y descarga varias veces al día, y el rendimiento disminuye mucho, así como el precio de costo aumenta.

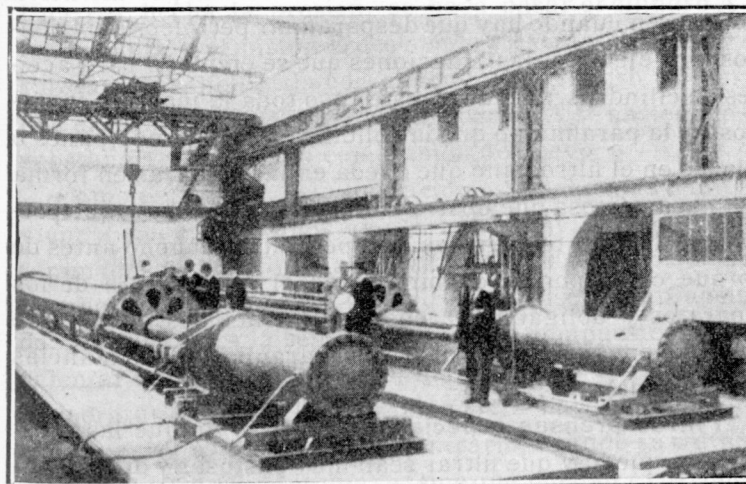
Las materias filtrantes son tejidos fuertes por lo común de algodón; el papel cuando se emplea debe procurarse que se adapte muy bien a las placas soportes, porque de otro modo se desgarrará fácilmente; también se usa pasta de celuloide en láminas del grueso que conviene.

Para los casos en que se trata de separar líquidos de sólidos fácilmente extraíbles, como es cuando se tiene que separar el petróleo de las tierras de batán y la sílice, etcétera, pueden emplearse cámaras o platillos más gruesos, de hasta 75 milímetros de separación. Esta dimensión se reduce conforme la materia a separar es menos sólida. Para materia pastosa o viscosa la anchura no debe exceder de 18 a 20 milímetros, como ocurre para la separación de la parafina de los petróleos densos.

La presión hasta ahora estaba en razón directa al espesor de las cámaras y se empleaban de seis a siete atmósferas cuando se filtraban materias sólidas fácilmente separables y solamente una o dos atmósferas para el caso de parafinas y otros cuerpos pastosos. Hoy la técnica ha cambiado mucho y las presiones se han aumentado considera-



Fot. 13.—Cuatro filtros-prensas para petróleos parafinosos, tipo Craig, para carga máxima de 500 platillos de 1,20 metros de diámetro exterior.



Fot. 14.—Dos filtros-prensa análogos a los anteriores.

blemente con objeto de aumentar la producción de los aparatos.

Las materias se inyectan a las prensas por medio de bombas, que deben estar provistas de depósitos de suficiente capacidad para que puedan sostener las presiones de inyección con la regularidad requerida.

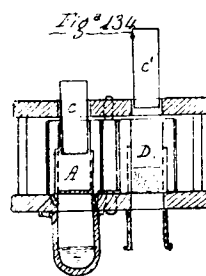
Cuando se trata de separación de un petróleo parafinoso del tipo corriente, de la parafina, se inyecta la mezcla a la salida de los aparatos de cristalización de la parafina en los filtros-prensas y las telas de estos filtros van reteniendo la parafina que se almacena en las cámaras del filtro, quedando en forma de bloques o placas que se extraen del filtro terminada la operación. Los petróleos separados de la parafina salen del filtro continuamente mientras dura la operación. Algunas veces se repite la operación de filtrado, volviendo a filtrar la parafina, que se recalienta a 20 ó 30 grados, y se repite la operación con esta materia pastosa. Entonces el filtrado es más lento y más difícil y hay que efectuarlo a temperatura constante de 20 a 30 grados.

Las dificultades mayores del tratamiento por filtración concurren cuando hay que desparafinar petróleos muy densos; por ejemplo, las fracciones que se emplean para aceites de cilindros, porque en este caso toda la materia es viscosa y la parafina no queda solidificada, formando panes o placas en el filtro, sino que queda en las cámaras en forma de masa pastosa que obstruye las telas del filtro y que precisa se den por terminadas las operaciones mucho antes de lo que corresponde, disminuyendo el rendimiento de los aparatos y obligando a repetidas filtraciones después de destilaciones sucesivas para ir separando las substancias y epurándolas.

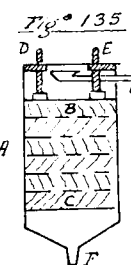
Filtros-prensas especiales.—En caso de que las substancias que hay que filtrar sean muy pastosas y difícilmente separables, se comprende que los filtros-prensas que hemos descrito no pueden dar ningún resultado, porque, en

primer lugar, partimos de la base de que vamos a inyectar los líquidos con bombas, cosa imposible si no existe fluidez suficiente, y en segundo, llega un momento en que las telas se obstruyen e inutilizan constantemente, haciéndose inadecuadas para este objeto. Hay que acudir a filtros especiales.

Estos son de chapa de acero, finamente agujereada, y presentan la disposición indicada en la figura 134. El recipiente A, formado por chapa de acero, agujereada finamente y de modo que los orificios vayan ensanchando de dentro del aparato hacia afuera. Tienen una doble envolvente B para el caldeo por vapor. La presión se hace en el



cilindro A por el pistón C, que desciende sobre la masa, comprimiéndola y separando la parte más fluida (aceite o petróleo denso) y haciéndola pasar por los orificios de la placa y caer en el recipiente inferior.



Una vez hecha la presión, se hace pasar el cilindro A al lugar del D, y el pistón E desciende y extrae el bloque de sustancia solidificada por el fondo del cilindro; mientras que el cilindro D, ha pasado a la plaza de A se ha llenado de sustancia y se hace la compresión de nuevo.

Como es natural, esta operación es mucho más lenta, se viene a ejecutar en unos veinte minutos y se pueden tratar en una prensa-filtro análoga unos 3.000 kilogramos en diez horas de sustancia densa. Cuando se tratan aceites de naftalina para la separación de este compuesto hay que calentar hasta 60 ó 65 grados, manteniendo constante esa temperatura durante la operación para hacer más fluidas las materias a filtrar. Por el contrario, cuando se trata de filtrar petróleos ligeros que se teme que puedan experimentar pérdidas por evaporación, hay que disponer los filtros-

prensas completamente cerrados, de modo que la salida de los grifos de las distintas cámaras vaya a parar a tuberías estancas y éstas a recipientes igualmente cerrados.

En estos casos puede también filtrarse con poca o casi sin presión y se utilizan los filtros-prensas que se describen en el esquema de la figura 135, compuestos por una cuba A de gran capacidad, ocupada en su espacio B·C por láminas de madera perforada, y tela fuerte de filtración, separadas por capas gruesas de serín de madera o de cloruro sódico. Las capas filtrantes se comprimen debidamente con los tornillos D y E.

El petróleo se hace penetrar por la parte inferior F y va ascendiendo a través de las capas filtrantes hasta salir completamente límpido por la parte superior del filtro y por la tubería G hacia los depósitos correspondientes.

Filtración por centrifugación.—Se han aplicado también, aunque hasta la fecha no hayan tomado incremento estas máquinas, en la filtración de petróleos los procedimientos de centrifugación. Vienen a substituir la presión por la fuerza centrífuga y están constituidas por unos tambores o campanas giratorias que tienen sus paredes verticales de telas filtrantes o de chapas finamente agujereadas. Los productos caen dentro de los tambores por el eje y son lanzados contra la periferia, atravesando la tela del filtro aquellos cuerpos más fluidos y quedando dentro del tambor los más pastosos o los sólidos. Otro segundo tambor recubre al primero y recoge las proyecciones, dándoles salida por conductos especiales a sus respectivos depósitos. Estos aparatos son intermitentes también, pues hay que descargar la materia separada que queda dentro del tambor una vez terminada la operación, y tienen menor producción que los filtros-prensas modernos, siendo además propensos a averías por los mecanismos de gran velocidad que poseen para dar el número de revoluciones necesarias para la operación.

2.º Filtración a través de materias porosas.—*Adsorción. Atmolisis.*—Como ya hemos dicho en la adsorción por filtración, esta operación tiene la particularidad de que no solamente sirve para refinar o purificar un petróleo o una fracción determinada, sino que verifica al mismo tiempo un fraccionamiento o separación analizadora del petróleo y fracción sometida a la filtración por el cuerpo poroso.

El primero que pudo probar que se verificaba ese fraccionamiento fué M. Day, y llegó a la conclusión de que el fraccionamiento era completamente regular, separando compuestos hidrocarbonados de densidades diferentes, de puntos de ebullición distintos y hasta de viscosidades desiguales.

Por el cuadro siguiente, que ha sido formado por Herr y publicado en la revista *Petroleum*, puede comprobarse esta característica de la filtración sobre un petróleo bruto de Binagady, cerca de Bakú:

	Peso específico.	Viscosidad E° 50	Punto de inflama- bilidad.	Índice de formolita.
Petróleo bruto, primitivo	0,916	2,35	46°	63,3
Fracciones:				
Núm. 1.	0,8565/14° C.	1,4	47°	1,0
» 2.	0,8568/17° C.	1,4	48°	
» 3.	0,862 /17° C.	1,4	49°	
» 4.	0,874 »	1,55	48°	
» 5.	0,884 »	1,55	47°	
» 6.	0,885 »	1,55	47°	
» 7.	0,891 /18° C.	1,55	49°	
» 8.	0,892 »	1,60	48°	
» 9.	0,893 »	1,60	48°	16,6
» 10.	0,896 /15° C.	1,60	49°	
» 11.	0,894 /18° C.	1,60	49°	
» 12.	0,897 /19° C.	1,60	50°	
» 13.	0,899 /18° C.	1,60	50°	
» 14.	0,900 »	1,60	50°	
» 15.	0,900 »	1,60	50°	40,0

Los colores varían en la misma forma desde el incoloro, que es la fracción número 1, al amarillo débil, amarillo limón, que corresponde a la número 5; el rojo, al número 7, y de éste en adelante va oscureciéndose y tomando fluorescencia hasta llegar al color oscuro de la nafta bruta de esa procedencia.

Day ha tratado de explicar este fenómeno y el de la adsorción, que son paralelos, puesto que se desarrollan ambos en materias porosas, y en este caso están íntimamente relacionados, y fijándose en que las sustancias más volátiles eran las que primero atravesaban el filtro, ha venido a sentar como hipótesis que la adsorción proviene del paso desigualmente rápido de los diversos constituyentes del petróleo bruto, a través de los canales capilares que constituyen la capa filtrante, pasando, por consiguiente, los más fluidos los primeros, y los más viscosos más lentamente.

Ha comparado, pues, los líquidos volátiles a los gases que en el fenómeno de atmólisis, o filtración a través de sustancias porosas adsorbentes, atraviesan la capa porosa con velocidades proporcionales a la raíz cuadrada de la densidad

$$\frac{v}{v'} = \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{d'}}$$

según ha demostrado Graham, y que se aplica a la recuperación y tratamiento de gases naturales y gases combustibles industriales.

Claro es que esta analogía no es más que aparente y que existiendo gran diferencia entre el modo de comportarse un líquido o un gas en presencia de una materia porosa no se debe suponer que obedezcan a la misma ley, cuando ya hemos visto que las leyes de la adsorción para líquidos y para gases no son las mismas. Como es natural, la hipótesis de Day no ha sido comprobada en la práctica, y por eso podemos observar que el benceno, que es menos viscoso

y menos pesado, por consiguiente más móvil que una disolución de aceite de cilindros exentos de carburos no saturados y asfaltenos en gasolina, en vez de filtrar más rápidamente que ella, es más adsorbido. Luego no tiene nada que ver la movilidad y la viscosidad con el poder adsorbente y la aptitud a la filtración.

Gurwitsch supone que el fraccionamiento durante la filtración por cuerpos absorbentes es debido precisamente a la disminución paulatina del poder adsorbente de la materia porosa; es decir, que en el primer momento de la adsorción, la actividad adsorbente retiene todas las materias extrañas e impurezas, y de ahí la primera fracción pura, dando un cuerpo absolutamente incoloro, más pronto comienza a perder algo de fuerza adsorbente y ya no retiene todas las impurezas y comienzan a aparecer las diferentes fracciones, que no son otra cosa sino compuestos cada vez más impuros, o por mejor decir, más mezclados, hasta llegar a un petróleo de características semejantes a las del petróleo bruto, lo cual quiere decir que la actividad adsorbente ha desaparecido, el carbón se ha agotado.

Hay que poner de manifiesto la diferencia que existe entre el tratamiento con materias adsorbentes por mezcla o el tratamiento por filtración, porque así podrá observarse bien el fenómeno. En el tratamiento por mezclas, puestos en contacto el petróleo y la sustancia porosa, por ejemplo la floridina, ésta, instantáneamente, comienza a apoderarse de las impurezas y a dejar libre el petróleo depurado; pero como hay agitación y de nuevo se ponen en contacto otras moléculas frescas de floridina con el petróleo, siguen adsorbiendo hasta verdadero agotamiento, llegando a un producto final completamente homogéneo y quedando la floridina completamente gastada.

En la filtración debe tenerse en cuenta que la corriente del líquido se dirige en el mismo sentido, encontrando la misma capa de floridina, que por consiguiente se agotará

rápidamente, y se dará el caso de estar la tierra porosa de las primeras capas agotada y completamente fresca la de las últimas. Pero esto no sería un gran inconveniente, pues sólo podría traducirse en lentitud en la operación si no existiese el fenómeno de substitución de materia adsorbida que puede dar lugar a resultados totalmente distintos de los que se desean obtener. Supongamos que se tenga que filtrar un petróleo bruto para separarle de las materias resinosas y de los hidrocarburos de aceites de engrase pesado. Comenzará la operación, y las primeras capas de floridina adsorberán las materias resinosas; las segundas capas, algo más frescas, adsorberán los hidrocarburos densos; el petróleo que entre nuevamente en las primeras capas no experimentará absorción, pero sí en las segundas, donde como el poder adsorbente de la floridina es mayor para las materias resinosas que para los hidrocarburos densos, las materias resinosas del nuevo petróleo substituirán a los hidrocarburos densos, quedando éstos de nuevo disueltos en el petróleo bruto para ser adsorbidos por la tercera capa de floridina por ejemplo, y así sucesivamente; pero puede ocurrir que lleguemos a un producto que tenga más carburos densos que el petróleo bruto que se había introducido en el filtro, porque se haya agotado la floridina adsorbiendo materias resinosas y dejando libres hidrocarburos pesados de anteriores absorciones.

Esto quedó demostrado por Engler, que filtrando un aceite bruto de 0,7929 de densidad produjo la primera fracción de 0,7812 de densidad, pero la segunda dió 0,8032 de peso específico.

Hasta ahora hemos supuesto que existía suficiente materia adsorbente fresca para poder reaccionar con todas las sustancias que impurifican el petróleo. Pero supongamos por un momento que no ocurra así y que no exista materia adsorbente en exceso; entonces el fenómeno se complicaría mucho porque serían adsorbidos los cuerpos más

activos, pero en presencia unos de otros se establecería una lucha de adsorción que llegaría a resultados quizá insospechados, que deben evitarse, porque ya no siguen las leyes de este fenómeno o al menos no podemos asegurar que se sometan a ellas.

Trabajando siempre con exceso de cuerpo adsorbente, la filtración a través de cuerpos porosos es el procedimiento de adsorción que resulta más económico, porque se emplea menos substancia adsorbente. El procedimiento de mezcla es, en cambio, más rápido, como ya se ha dicho.

De todos modos, aunque la filtración por cuerpos porosos sea un medio de fraccionar los hidrocarburos del petróleo, no ha sido, en general, empleado este procedimiento más que para epuración o decoloración, es decir, para refinado de petróleos o fracciones de los mismos, y vamos a pasar al modo de tratamiento, una vez que para la importancia industrial que presenta el fraccionamiento por filtración ya nos hemos extendido bastante en estas consideraciones.

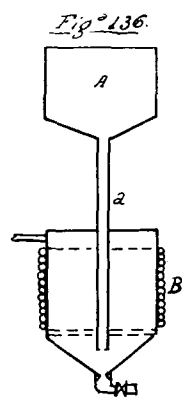
Tratamiento de los líquidos por filtración.

Los aparatos que se emplean para la filtración por substancias porosas son los mismos que para la filtración a presión; en todas las grandes fábricas se emplean los filtros-prensas de gran tamaño, y algunas veces, para trabajar a pequeña presión, el filtro prensa indicado en la figura número 135, en que se substituyen las capas de serrín de madera o de sal común con la tierra de batán, la floridina, la bauxita, el carbón de madera, etc.

En las pequeñas fábricas rusas se trabaja sin presión ninguna, y en ese caso se emplea un filtro que está representado en la figura número 131 y que sólo consiste en un recipiente cilíndrico y troncocónico en su parte inferior, con dobles paredes para calentar al Baño-María el petróleo,

si es viscoso y cargado de sustancias porosas en una capa de espesor de un metro o más, pues depende de la cabida del aparato. Se alimentan de modo que siempre esté al nivel del petróleo constante, y sobre la capa de tierra filtrante se deja una altura de 25 a 30 centímetros de petróleo. El aceite decolorado sale por la parte inferior del aparato.

Para trabajar a débil presión se emplea la acción de la gravedad, y el aparato entonces toma la forma de la figura número 136, en que los depósitos de petróleo colocados a la altura que se considera conveniente para dar presión al



filtro, comunican por la tubería *a*) con el cono inferior del recipiente del filtro *B*. La bauxita está colocada en una gran capa en toda la altura del recipiente, y el petróleo filtrado se escapa por la parte superior del filtro, por la tubería de nivel máximo. El aparato puede calentarse porque lleva serpentines para vapor alrededor del recipiente.

En estos métodos de filtración, sin presión o con pequeña presión, se tiene el inconveniente de la lentitud de la operación,

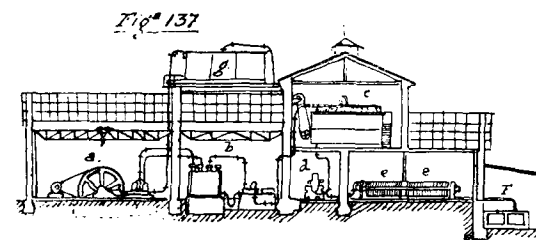
aunque la capa tenga solamente 12 centímetros de altura; tenemos, pues, que emplear sustancias porosas en grandes granos, y para aumentar algo la marcha de la operación no hay otro recurso que calentar el petróleo para disminuir viscosidad. Los aceites ligeros se les suele filtrar con temperaturas de 12 a 17 grados, y se va aumentando hasta llegar a los petróleos pesados que filtran a 140 y 150°.

En los filtros a gran presión no se tienen estos inconvenientes y la operación es más rápida. La materia se introduce en el filtro mezclada con un poco de petróleo ligero, o de agua, siendo preferible el petróleo; queda retenida por las telas del filtro que se han puesto convenientemente, de malla ancha, puesto que la tierra porosa o la bauxita, etc.,

han de estar en granos suficientemente grandes, y se forma dentro de las cámaras de los filtros-prensa unas placas o panes de la tierra filtrante. Entonces ya se puede comenzar a introducir a presión el petróleo a filtrar, elevando la temperatura si es preciso. El grano de los absorbentes en este caso es menor que el que se emplea en los filtros a presión reducida.

Si se trata de carbones activados, cuando se emplean en filtro-prensa suelen usarse en polvo o en grano muy fino, y sí en aparatos de poca presión, en grano de dos a cuatro milímetros de diámetro o pequeños cilindros.

La regeneración de las tierras, después del filtrado, se



realiza, como ya hemos indicado, por la adsorción. Los carbones no suelen regenerarse, porque costaría más la regeneración que emplear otros nuevos.

Como ya hemos dicho al hablar de la adsorción, la temperatura puede aumentar en el fenómeno del filtrado, como aumenta en el caso de absorción de gases, y conviene tener aparatos de enfriamiento para poder refrigerar la prensa-filtro si es preciso, mucho más si se trata de la operación de desparafinación, en que hay que solidificar los panes de parafina formados. En los demás casos no es necesario, sino muy al contrario, conviene en general calentar para aligerar la operación.

En la figura 137 se da el corte longitudinal de un taller

de filtrado para separación de la parafina, donde puede verse en esquema la disposición de la prensa y situación de las bombas de inyección y depósitos para recoger el aceite filtrado.

Tratamiento de los vapores por filtración.

En todo lo que se refiere a la adsorción de gases y vapores nos referimos a lo reseñado en el capítulo de adsorción; aquí sólo vamos a indicar los casos en que la filtración por tierras aluminosas, por sílice o por carbones activados se aplica a los vapores de los hidrocarburos basándose sobre la atmólisis.

Por adsorción, que todavía es más activa si el cuerpo que hay que adsorber está en estado gaseoso, se tiene un medio de fraccionamiento, que si bien no se utiliza tampoco para fraccionar los petróleos, se utiliza para refinado y separación de impurezas o de ciertos hidrocarburos densos de otros ligeros.

A ese fin, en vez de operar sobre los líquidos se opera sobre los vapores y se colocan los filtros en la corriente general que procede de la caldera de rectificación o de las columnas analizadoras.

Se comprende que si se hacen pasar los vapores de hidrocarburos por cuerpos adsorbentes queda verificada la purificación antes de la condensación, y cuando se lleven los productos condensados a los tratamientos con los ácidos o los álcalis, la purificación será muy rápida y económica, puesto que habrán desaparecido la mayoría de los cuerpos impuros que estorbaban.

Este es el procedimiento Tweddel, que reúne destilación y purificación en la misma operación de tratamiento; pero es necesario que las pruebas que están efectuando sobre estos nuevos métodos las Compañías Vacuum Oils Works y Terpol Aktien Gesellschaft demuestren mejor las excelencias

de los métodos, que industrialmente no se han visto completamente comprobadas por dificultades que pueden ser de circunstancias operatorias o pueden ser debidas quizá a la complejidad de la mezcla de vapores de los petróleos que no pueden obrar en presencia de las materias porosas con la misma facilidad que si se tratase de dos o tres vapores de cuerpos diferentes. Es preciso estudiar muy detenidamente este fenómeno antes de poder hacerse partidario decidido de un sistema.

Desde luego, como los gases más fácilmente adsorbidos son aquellos que se encuentran más próximos a su temperatura de licuefacción, es indudable que tratando los vapores de una destilación por adsorbentes sólidos podrán separarse fácilmente los vapores de los hidrocarburos densos de las materias resinosas y asfálticas y de los carburos de alto punto de ebullición de todos los hidrocarburos ligeros. En la misma forma podrán refinarse las fracciones separando unas de otras. El procedimiento no solamente es posible técnicamente, sino prácticamente.

Las dificultades que se encuentran son, al parecer, de carácter de instalación, de complejidad de maquinaria, de falta de continuidad de las operaciones que se verifican con adsorbentes sólidos, que todas tienen que ser intermitentes, pero que han de llegar a salvarse, como se han salvado en gran parte en el tratamiento de gases naturales, y de recuperación de disolventes volátiles.

Queda, sin embargo, un interrogante. Hasta ahora la adsorción de gases ha dado resultado siempre que podemos tratar los cuerpos a temperaturas bajas, porque las altas temperaturas molestan, dificultan la adsorción. En la aplicación de este procedimiento a los vapores es absolutamente imposible operar a bajas temperaturas, y hay que someterse a no hacerlo o hacerlo a las temperaturas más próximas, pero superiores a las de vaporización de los cuerpos que queremos adsorber. La dificultad que se obser-

va en la aplicación de estos métodos, ¿no será quizá debida a esta circunstancia?

El resultado es que la Vacuum Oils, entidad que tiene medios poderosos para lanzar el procedimiento, lo ensaya pero no lo acredita. La Terpol Aktien Gesellschaft lo emplea sirviéndose de la turba como cuerpo absorbente y tampoco lo acredita, aunque advierte que da buen resultado y que la turba empleada puede después ser un combustible magnífico enriquecido con las impurezas de los petróleos.

Urbain lo patenta, lo emplea para los gases, y también para los alcoholes y el éter, que tienen bajas temperaturas de ebullición, pero no para los petróleos.

Finalmente, Hildebrandt patenta otro procedimiento análogo, que consiste en separar las mezclas de vapores comprimiéndolos contra una pared porosa, que es lo mismo que tratarlos por cuerpos porosos en filtros a presión, pero tampoco se ha declarado francamente industrial al procedimiento.

En todos estos casos el tratamiento tiene que verificarse en grandes filtros, como los filtros de baja presión; no puede hacerse nunca en filtros-prensas, porque los vapores no se les puede someter a la compresión en bombas ni en turbinas para llevarles a la presión necesaria para los nuevos filtros-prensa; además de sufrir condensaciones por la compresión, las maquinarias no pueden funcionar a esas temperaturas con eficiencia, y el medio más racional de filtrar esos vapores tiene que ser con auxilio del vacío por grandes torres filtrantes, unas a continuación de las otras, donde se gane en espacio lo que va a perderse en lentitud, porque de otro modo la destilación tendría que paralizarse y someterse a la marcha de los filtros, y tiene que ser al contrario.

Se ve, pues, desde el primer momento, que aunque parezca muy sencilla la aplicación práctica, en realidad está

llena de inconvenientes, y al multiplicar los filtros, la condensación tiene que sobrevenir, y se convierte el problema en una rectificación en columnas llenas de materias filtrantes porosas, que es un problema factible, pero algo más complicado que el de atmólisis, que en sus patentes industriales demandaron Tweddel y las dos Sociedades antes indicadas.

(Continuará.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de mayo de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	394.658
Antracita.....	1.294
TOTAL.....	395.952

Coque..... 14.279 toneladas.
 Aglomerados..... 10.406 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.717

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.214
Lignito.....	18.197
TOTAL.....	20.411

Producción de coque: 578 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	27.637

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.319
Antracita.....	9.839
TOTAL.....	30.158

Briquetas..... 2.995 toneladas.

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.261

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	64.777
Antracita.....	16.499
TOTAL.....	81.276

Agglomerados..... 11.329 toneladas.
 Coque..... 1.034 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.248
Antracita.....	11.308
TOTAL.....	28.556

Agglomerados..... 11.142 toneladas.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.863
Coque de gas.....	352 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	13.200
Aglomerados de hulla.....	7.279 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	7.509

Valencia

Coque metalúrgico..... 8.916 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... » toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.059 toneladas.
Aglomerados..... 5.303 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	4.265
Aglomerados.....	677
Coque de gas.....	260

Producción de combustibles durante los meses de enero a mayo de 1929

	Meses anteriores	Mayo	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	179.247	38.940	218.187
Hulla.....	2.068.212	540.053	2.608.265
Lignito.....	140.286	35.822	176.108
TOTAL.....	2.387.745	614.815	3.002.560
Coque metalúrgico.....	166.864	56.478	223.342
Aglomerados.....	136.272	49.131	185.403

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a mayo de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Mayo	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	1.429.138	341.964	1.771.102
Benzol 50 por 100 (medio)...	68.980	7.581	76.561
Solvent-nafta (pesado).....	155.981	34.951	190.932
Otros tipos.....	202.691	82.867	285.558
TOTAL.....	1.856.790	467.363	2.324.153
Aceites crudos (alquitranes)	12.242.082	3.122.757	15.364.839

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	1.756.104	491.010	2.247.114
Gasolinas y similares.....	158.081	38.124	196.205

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	81.141
Coruña (Galicia)....	10.012
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.561
Granada-Málaga	42.685
Huelva	28.921
Jaén	1.850
Murcia	10.559
Oviedo.....	7.678
Santander.....	56.482
Sevilla	10.248
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.	76.816
Vizcaya.....	218.315
Zaragoza.....	2.953
TOTAL.....	550.241
Meses anteriores.....	1.416.486
TOTAL A LA FECHA.....	1.966.727

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	90	»	»	»
Coruña.....	»	»	25.200	»	»
Guipúzcoa.....	1.084	1.588	»	»	»
Oviedo.....	6.447	8.446	»	»	»
Santander.....	3.736	2.964	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	11.912	18.234	»	»	»
Vizcaya.....	37.652	48.093	»	»	»
TOTAL.....	60.831	79.415	25.200	»	»
Meses anteriores	231.373	296.347	1.199.786	»	»
T. A LA FECHA.	292.204	375.762	1.224.986	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	419	»
Ciudad Real.....	196	»
Córdoba.....	602	307
Guipúzcoa.....	396	»
Murcia.....	1.644	»
Oviedo.....	»	660
Santander.....	6.743	»
TOTAL.....	10.000	967
Meses anteriores.....	27.943	1.935
TOTAL A LA FECHA.....	37.943	2.902

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	821.143	»
Huelva....	370.670	»	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	25.720	37.892	»
Sevilla....	772	»	»	»	21.000
TOTAL..	371.442	»	25.720	859.035	21.000
Meses anteriores.	959.824	4.823.591	156.017	1.981.881	81.000
T. FECHA.	1.331.266	4.823.591	181.737	2.840.916	102.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.883
Oviedo.....	29
TOTAL	1.912
Meses anteriores.....	3.590
TOTAL A LA FECHA.....	5.502

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	35	»
Badajoz.....	293	»
Barcelona-Tarragona.....	353	175
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	196	»
Córdoba.....	9.166	4.185
Granada-Málaga.....	163	1.696
Guipúzcoa.....	106	656
Jaén.....	5.818	1.596
Murcia.....	1.320	8.436
Santander.....	408	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	17.858	16.744
Meses anteriores.....	38.396	25.132
TOTAL A LA FECHA.....	56.254	41.876

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado al Consejo de Minería el Ingeniero tercero D. Santiago Oller.

Al Consejo de Combustibles han sido destinados el Ayudante mayor de tercera clase D. Emilio Caravantes y el Ayudante tercero D. Pedro Mora.

Ha sido destinado al Laboratorio Químico-Industrial de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas el Ingeniero D. Marino Dávila.

Ha sido nombrado Profesor de la asignatura de «Geología general, Criaderos minerales e Hidrología subterránea» de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, el Ingeniero D. Pedro Novo.

Ha sido destinado al Distrito minero de León el Ayudante primero D. Ricardo Fernández Beberide.

Ha sido nombrado Ingeniero jefe del Distrito minero de Palencia D. José Elvira Apellániz.

El Ingeniero tercero D. Enrique Cabellos Ureña ha sido destinado al Distrito minero de Baleares.

Ha sido destinado al Distrito minero de Oviedo el Ingeniero tercero D. Severiano Vega de Seoane.

El Ingeniero tercero D. Rafael Velarde ha sido destinado al Negociado primero de la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de junio de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de junio de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS
Coruña.....	Boiro	Fernando.....	Estaño....	35	D. Enrique Gosálvez Puentes.
Idem.....	Puebla del Caramiñal.	Gonzalo.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Touro y Sino.....	Demasia a Ampliación a la Arca..	Hierro	10,9150	Eletran Vivián.
Ciudad Real	Viso del Marqués.....	San José de la Montaña.	Antimonio.	36	D. José Bernal Pagan.
Idem.....	Chillón.....	Virgen del Castillo....	Hierro....	9	» Eusebio Delgado Muñoz.
Idem.....	Moral de Calatrava....	San Roque	Idem.....	20	» José Molina Marqués.
Idem.....	Abenójar.....	San Miguel de Excelsis.	Plomo.....	6	» Vicente Lacunza Subiza.
Idem.....	Idem.....	San Fermín de los Navarros	Idem.....	14	Idem.
Idem.....	Almodóvar del Campo.	San Andrés	Idem.....	18	D. Rafael Escribano Sánchez.
Idem.....	Idem.....	Lola Segunda	Idem.....	12	» Saturnino Sánchez Izquierdo
Idem.....	Brazatortas	El Auditorio.....	Idem.....	49	S. A. Minas del Priorato.
Idem.....	Idem.....	La Ocarina.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Idem.....	Aumento a Exposición .	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Hinojosas de Calatrava.	Nueva Santa Amalia...	Idem.....	20	D. Manuel Martín Gallego.
Idem.....	Mestanza.....	La Buena Suerte	Idem.....	20	» José Galera Marfil.
Idem.....	Viso del Marqués.....	Los Tres Amigos.....	Idem.....	21	» Manuel Jiménez González.
Idem.....	Idem.....	San Alfonso.....	Idem.....	39	» Alfonso Cerdán Martínez.
	e e Salvánés..	Vir en de la Victoria..	Azufre	24	D. Rafael Sanchez Rosales.
Idem.....	o.....	.....	.....	.....	.....
Idem.....	Rosario y Tacoronte...	El Cerro	Idem.....	15	Idem.
Idem.....	San Juan de la Rambla.	Santa Bárbara.....	Idem.....	28	D. Pablo Luis y Luis.
Teruel	Lanzuela y Anadón....	San José	Antimonio.	35	D. José Cárdena Iñigo.
Idem..	Linares de Mora.....	Nuestra Señora de los Desamparados	Hierro	20	» José María Mateu y Montí.
Idem.....	Linares y Castelvispal.	Nuestra Señora de los Dolores ...	Idem.. ...	20	Idem.
Vizcaya....	Cenáuri.....	Buena Estrella	Hierro	24	D. José Uribeondo Gómez.

1538

559

Catastro minero de España.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de La Coruña, Ciudad Real, Madrid, Santa Cruz de Tenerife, Teruel y Vizcaya.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que fija para el mes actual los mismos precios que rigieron en el de mayo anterior para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. ("Gaceta" del 1.º de junio.)

Núm. 187.

Ilmo. Sr.: En virtud de lo preceptuado por el artículo 26 del Reglamento del Consorcio del Plomo en España, aprobado por Real orden de 30 de marzo de 1928, y a propuesta del Consejo de Administración del expresado Consorcio,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de junio próximo rijan en España, como precios netos para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que han regido en el presente mes de mayo y que se fijaron por Real orden de 27 de abril próximo pasado (publicada en la *Gaceta de Madrid* de 30 del mismo mes).

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 31 de mayo de 1929. — *Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que autoriza los procedimientos H. & E. Kruskopf para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón. ("Gaceta" del 14.)

Núm. 200.

Ilmo. Sr.: Vista la instancia de 15 de abril de 1926 suscrita por D. Pablo Latorre y Gutiérrez, vecino de El Pedroso (Sevilla), en la que se expresa que deseando introducir en España y su Zona del Protectorado y Colonias las

patentes «H. & E. Kruskopf» para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón, solicita la necesaria autorización para su empleo:

Visto el informe emitido por la Comisión del Grisú sobre las mencionadas patentes, en el que se consigna que si bien los procedimientos Kruskopf, objeto del informe, no pueden ser considerados como nuevos ni preferibles a los indicados en el Real decreto de 5 de abril de 1929 que modifica el Reglamento de Policía minera, su empleo puede ser autorizado sin carácter obligatorio, ateniéndose para su aplicación a condiciones determinadas,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer que se consideren autorizados los procedimientos H. & E. Kruskopf para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón, no siendo su empleo de carácter obligatorio y ateniéndose para su aplicación a las condiciones siguientes:

A. *Taco exterior:*

1.º El empleo de una bolsa o saco de polvo incombustible suspendido de la boca del barreno o montado sobre una espiga o clavija inserta en la misma, requiere una cantidad de polvo en la cantidad indicada en el apartado b) de la disposición primera del artículo 151 del Reglamento de Policía minera modificado por Real decreto de 5 de abril de 1929.

2.º El papel empleado en estas bolsas o sacos estará ignifugado.

B. *Taco interior:*

1.º El taco de polvo incombustible tendrá, al menos, una longitud de 20 centímetros para los 100 primeros gramos de carga, con aumento de 25 milímetros por cada 100 gramos más, sin que sea necesario exceder de 40 centímetros.

2.º El taco de polvo estará completado hacia el exterior por un taco compacto de arcilla de 1/3 de la longitud de aquél y de, al menos, 10 centímetros.

C. *Barreras transversales:*

1.º Las barreras de seguridad, formadas por un canalón metálico que va suspendido del cabezal del cuadro y destinado a contener el polvo incombustible, pueden considerarse equivalentes a las referidas en el artículo 151, disposición segunda del Reglamento, siempre que contenga la cantidad prescrita de polvo estéril.

2.º Las barreras basculantes pueden servir de complemento, pero no substituir a las que se refiere el párrafo anterior.

D. *Polvo estéril:*

El polvo empleado en los tacos y barreras antes referidos, reunirá las condiciones prescritas en el artículo 152 del Reglamento.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos procedentes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 4 de junio de 1929.—*Rafael Benjumea.*

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Dirección general de Minas y Combustibles

El Excmo. Sr. Ministro de Fomento, me comunica con esta fecha la siguiente Real orden:

«Ilmo. Sr.: Los artículos 23 y 27 del Reglamento de Explosivos de 25 de junio de 1920 preceptúan que las visitas que habrán de girarse por las Jefaturas de los Distritos mineros para informar a los Gobernadores civiles, primeramente, respecto a las condiciones de emplazamiento de las fábricas de explosivos que se soliciten por entidades particulares, y posteriormente, en caso de concesión, para autorizar el funcionamiento de las mismas, se harán a costa de los peticionarios con arreglo al párrafo 2.º del artículo 7.º de la Instrucción para abono de indemnizaciones al personal facultativo de Minas de 2 de junio de 1908, la pri-

mera, y al apartado D) del artículo 11 de la misma, la segunda.

Tratándose de la instalación de almacenes y polvorines nada expresa en concreto sobre el particular el citado Reglamento de Explosivos ni su ampliación acordada por Real decreto de 10 de marzo de 1925, si bien teniendo en cuenta que las autorizaciones para su concesión y uso han de tramitarse en la misma forma que la prevista para las fábricas, es lógico interpretar que el abono de las indemnizaciones al personal facultativo de Minas que intervenga en los expedientes respectivos, se haga con arreglo a los mismos artículos y párrafos de la Instrucción citada, que cuando de la instalación de fábricas se trata.

Más teniendo en cuenta que la aplicación de estas tarifas al caso de los almacenes de explosivos y de los polvorines, puede dar lugar a percepciones que no se hallen por su cuantía en justa proporción con el trabajo realizado,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que en lo sucesivo las visitas que hayan de girarse por el personal facultativo afecto a los Distritos mineros, a costa siempre de los peticionarios, para informar a los Gobernadores civiles sobre las circunstancias de emplazamiento y condiciones en que hayan de autorizarse los almacenes de explosivos y polvorines, se abonarán con arreglo al párrafo 2.º del artículo 7.º de la Instrucción de 2 de junio de 1908, y las que se realicen para autorizar su funcionamiento con arreglo al apartado G) del artículo 11 de la propia Instrucción.»

Lo que traslado a V. S. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. S. muchos años. Madrid, 4 de junio de 1929.—El Director general, S. Fuentes Pila.

Señor Ingeniero Jefe del Distrito minero de...

Real orden que adjudica definitivamente a D. Félix Cifuentes González la contrata de ejecución de siete sondeos de investigación de aguas subterráneas en las provincias de Valencia, Murcia y Almería. ("Gaceta" del 18.)

Núm. 210.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid*, número 72, de 13 de marzo de 1929, aprobado por Real orden de 2 del mismo mes, relativo a la ejecución por contrata, mediante concurso público, de siete sondeos para investigar aguas subterráneas en las provincias de Valencia, Murcia y Almería:

Vistas las tres proposiciones presentadas al concurso celebrado el 3 de abril, suscritas por D. Ricardo Icardo, por la Sociedad anónima Española de Sondeos «Foraky» y por D. Félix Cifuentes González, respectivamente:

Visto el informe que emite acerca de ellas, en 18 de abril, el Instituto Geológico y Minero de España, en cumplimiento de lo que determina la base 19 de aquel pliego:

Visto el informe favorable a dicha adjudicación emitido por el Consejo de Estado en 31 de mayo último:

Considerando que de las tres proposiciones la más económica es la que suscribe el Sr. Cifuentes, al que se reconoce la debida competencia en cuanto se refiere a la ejecución de los trabajos y ofrece las necesarias garantías,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles, con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España y con el favorable informe del Consejo de Estado, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente a D. Félix Cifuentes González, vecino de esta corte, la contrata de ejecución de siete sondeos de investigación de aguas subterráneas en las provincias de Valencia, Murcia y Almería, con arreglo a las condiciones del pliego que sirvió de base al concurso, y a los precios de su proposición, quedando

obligado a legalizar los compromisos que contrae con el Estado en escritura que otorgará ante Notario dentro del plazo de cuarenta días, contados a partir del en que se publique esta Real orden en la *Gaceta de Madrid*.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 12 de junio de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo de comprobación geológica en el anticlinal de Leva (Burgos). ("Gaceta" del 22.)

EXPOSICIÓN

Señor: Por primera vez han sido aplicados en España los métodos geofísicos de investigación para determinar la estructura de un presunto campo petrolífero en el anticlinal de Leva (Burgos), indicando la existencia de un gran número de fallas que lo han fraccionado, quedando como un mosaico de elementos estratigráficos. La comprobación de los resultados obtenidos por los citados métodos, por medio de una sección del anticlinal, ofrece un indudable interés científico e industrial, y ella sólo puede darla la ejecución de un sondeo, que quizá llegue a cortar capas acuíferas con un contenido más o menos grande de hidrocarburos.

Esta obra de perforación, por su delicada índole y especial naturaleza, exige garantías y condiciones también especiales por parte de quien la realice, y para conseguirlo, su adjudicación debe exceptuarse de las formalidades de subasta y ser hecha en régimen de concurso, conforme previene el párrafo tercero del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911.

Fundado en tales consideraciones, el Ministro que subs-

cribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Madrid, 21 de junio de 1928.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Rafael Benjumea y Burín.

REAL DECRETO

Núm. 1.556.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda exceptuado de las formalidades de subasta y se adjudicará mediante concurso la ejecución de un sondeo de comprobación geológica en el anticlinal de Leva (Burgos).

Art. 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones necesarias al cumplimiento del presente Decreto.

Dado en Palacio a veintiuno de junio de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden que adjudica a D. Eberhard Frey la contrata de ejecución de tres sondeos de investigación y reconocimiento en la cuenca potásica de Cataluña. ("Gaceta" del 25.)

Núm. 213.

Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid* de 3 de mayo último, referente al concurso público para contratar la ejecución de tres sondeos de investigación y reconocimiento en la cuenca potásica de Cataluña, provincias de Barcelona y Lérida:

Vistas las tres proposiciones presentadas a este concurso por la Sociedad anónima Trefor, D. Eberhard Frey y la Sociedad Foraky:

Visto el informe emitido por el Instituto Geológico y Minero de España, con fecha 6 del corriente, sobre dichas proposiciones, y favorable a la adjudicación a la que suscribe D. Eberhard Frey:

Considerando que dicha proposición, ofreciendo la suficiente garantía para ejecutar las obras a que se refiere el concurso, es la más económica de las tres presentadas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente la contrata de ejecución de tres sondeos de investigación y reconocimiento de la cuenca potásica de Cataluña, objeto del mencionado concurso, a D. Eberhard Frey, vecino de Madrid, el cual queda obligado a legalizar en escritura, que otorgará ante Notario dentro del plazo de cuarenta días, contados a partir de la fecha de inserción de la Real orden de adjudicación en la *Gaceta de Madrid*, los compromisos que contrae con la Administración.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 17 de junio de 1929. — *Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que fija los precios para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo durante el mes de julio. ("Gaceta" del 29.)

Núm. 219.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer que durante el próximo mes de julio rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plo-

mo viejo, los mismos precios que fueron fijados para el presente mes por Real orden de 31 de mayo último, publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º del actual.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 27 de junio de 1929. — *Benjumea*.

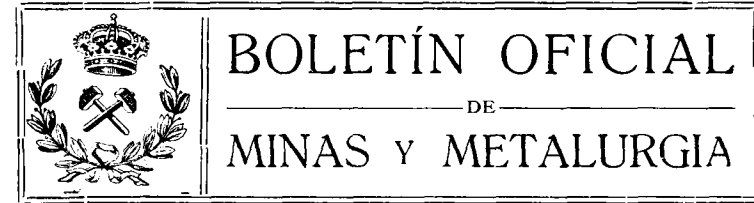
Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales, por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....</i>	429
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de mayo de 1929.....	550
Producción de combustibles durante los meses de enero a mayo de 1929.....	553
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a mayo de 1929.....	553
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1929.....	554
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	557
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de junio de 1929.....	558
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. - Real orden que fija para el mes actual los mismos precios que rigieron en el de mayo anterior para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	561
Real orden que autoriza los Procedimientos H. & E. Kruskopf para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón.....	561

	<u>Páginas</u>
Dirección general de Minas y Combustibles.— Comunicando Real orden referente a los artículos 23 y 27 del Reglamento de Explosivos de 25 de junio de 1920.	563
Real orden que adjudica definitivamente a D. Félix Cifuentes González la contrata de ejecución de siete sondeos de investigación de aguas subterráneas en las provincias de Valencia, Murcia y Almería.....	565
Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo de comprobación geológica en el anticlinal de Leva (Burgos).....	566
Real orden que adjudica a don Eberhard Frey la contrata de ejecución de tres sondeos de investigación y reconocimiento en la cuenca potásica de Cataluña	567
Real orden que fija los precios para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo durante el mes de julio.....	568

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

III. — DESBASTE Y REFINO POR PROCEDIMIENTOS QUIMICOS

CAPITULO VII

REFINO POR EL ÁCIDO SULFÚRICO

I. Actuación del ácido sulfúrico sobre los hidrocarburos.—De todos los procedimientos de refino que se han ensayado tratando los hidrocarburos con diferentes productos quimicos, el único que ha dado resultados dentro del orden industrial ha sido el refino sulfúrico; no obstante todos sus inconvenientes, que son algunos, y su elevado costo. Es, pues, el procedimiento general de refino de las fracciones de petróleos comerciales, y precisa que nos detengamos estudiando sus efectos sobre dichas fracciones, así como sobre las impurezas, para poder formarnos una verdadera idea sobre la operación, que, como todas o casi todas las que constituyen el tratamiento de los hidrocarburos.

ros, es tan compleja y tan poco estudiada, que podemos decir con fundamento que no existe doctrina alguna que explique los fenómenos químicos que se verifican y que sólo existen una serie de ensayos y experiencias, sin una norma determinada, de los cuales trataremos de extraer las conclusiones para razonar el tratamiento.

En reglas generales puede decirse que el ácido sulfúrico ataca a los carburos no saturados y que no ataca, o lo hace de un modo casi despreciable, a los hidrocarburos aromáticos, forménicos y naftenos.

Sobre su ataque a las resinas y asfaltos, productos oxigenados y sulfurados, ya trataremos más tarde.

a) La acción del ácido sulfúrico sobre los hidrocarburos no saturados se ejerce dando lugar a dos reacciones principales.

La una, es la formación de ésteres sulfúricos ácidos, por oxidación y fijación del ácido sulfúrico, que son compuestos muy poco estables que se desdoblán por ebullición en presencia del agua, en ácido sulfúrico y alcoholes, y también cetonas, según Tichwinsky.

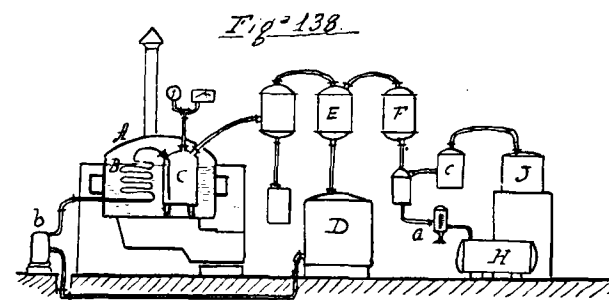
Los ésteres sulfúricos forman por una parte los lodos vitriólicos que se separan de los hidrocarburos, pero una pequeña parte queda disuelta en los petróleos, y es tan difícil separarla de ellos, que después de varios lavados con lejía de sosa aún quedan trazas de ella. Esta proporción es tanto más grande cuanto más rico era el petróleo en carburos no saturados; por tanto, los productos de cracking tienen mayor proporción en ésteres sulfúricos que los de la destilación.

Boettger indica haber encontrado en una gasolina tratada con ácido sulfúrico unos cristalitos parecidos a los de amianto y cuya composición parece ser $C_8H_{10}SO_3$, insolubles en agua y en alcohol y solubles en la gasolina, que deben proceder de un compuesto distinto a los ésteres sulfúricos que debe formar el ácido con los hidrocarburos no sa-

turados. Este compuesto comienza a descomponerse a 100° y a mayor temperatura desprende gas sulfuroso. La existencia de este compuesto ha sido comprobada por Gurwitsch, pero no ha sido estudiado detenidamente.

La otra acción ejercida por el ácido sulfúrico sobre los hidrocarburos no saturados es la polimerización que se reconoce por el aumento de densidad correspondiente, comprobado siempre que se trata un destilado rico en carburos no saturados por el ácido sulfúrico.

Estudiada cuidadosamente la acción del ácido sobre las olefinas por Brook's y Humphrey, deducen de sus observaciones que los elementos de la serie etilénica normal hasta



el $C_{14}H_{28}$ forman ésteres sulfúricos, productos de polimerización y alcoholes, pero no suelen depositar lodos vitriólicos. Las olefinas polimerizadas no suelen estar disueltas más que en ligera proporción en la capa ácida, sino quedan con el aceite mineral y son mucho más resistentes al ácido sulfúrico que las olefinas que las formaron.

Si se trata el duodecilenos normal por ácido sulfúrico a 85° , se observará que el ácido no arrastra más que un 4,4 por 100 de carburo aproximadamente, quedando el resto polimerizado.

Fundándose en esta propiedad, Zaloziecky opina que tratando los petróleos por el ácido sulfúrico se pueden obtener más aceites de engrase que sin ese tratamiento, porque

sufriendo polimerización los hidrocarburos no saturados el producto, después de tratado, tendrá una mayor cantidad de hidrocarburos densos que antes del tratamiento. Esa opinión la sostiene con sus experiencias, que comprueban, que, efectivamente, ensayos comparativos con petróleos sin sufrir este tratamiento, y después de sufrido, daban una diferencia de un 9 a 10 por 100 de productos, cuyo punto de ebullición se elevaba a más de 300° a favor de los atacados por el ácido. Algo hay, pues, de lo que sostiene Zaloziecky; pero no toda esa diferencia debe anotarse a favor de la teoría por él sustentada, puesto que hay que contar en esa cifra productos que el ácido ha eliminado y arrastrado y no se hallan en el producto final y habrán venido a aumentar el verdadero valor de las polimerizaciones, según la forma que tuvo de calcularlo; pero de todos modos es muy interesante esa opinión y digna de que se estudie con más detenimiento y se llegue a un verdadero resultado práctico, que tiene importancia, porque hoy el petróleo de alumbrado a costa del cual se sacarían esos aceites minerales de engrase por polimerización tiene poco valor, mientras que éstos tienen mucha salida en el comercio mundial.

b) La acción del ácido sulfúrico sobre los carburos de la serie del metano y sobre los naftenos es menos activa, porque estos cuerpos son mucho más resistentes y no presentan señales de ataque ni a la temperatura ordinaria se disuelven en él, aunque esté concentrado o fumante; sin embargo, debe hacerse constar que cuando los hidrocarburos contengan cuerpos que sean atacados por el ácido sulfúrico y que se disuelvan en él, los hidrocarburos, bien sea porque experimenten transformaciones químicas, bien por otra causa, se disuelven también en parte en el ácido sulfúrico, y este ataque no es despreciable.

Esta acción se ha observado para los carburos de la serie del metano, y Markonikow comprueba por sus experimentos que los naftenos se atacan en caliente por el ácido

sulfúrico fumante formando los ácidos sulfónicos correspondientes; Wortall ha podido sulfonar hasta un 30 y un 40 por 100 de exano, eptano y octano normales tratados por ácido sulfúrico fumante en un refrigerante a reflujo.

El ataque de los naftenos por el ácido sulfúrico fumante está acompañado de oxidación, no solamente de sulfonación, y es una acción que tiene importancia en la fabricación de los aceites de vaselina, o parafinas líquidas, porque precisa emplear el ácido fumante y el desprendimiento de anhídrido sulfuroso en la operación demuestra que ha habido oxidación.

Por consiguiente, podemos dejar sentado que a los carburos de la serie del metano y a los naftenos no les ataca normalmente el ácido sulfúrico; pero no debemos perder de vista esas excepciones que pueden ocasionar pérdidas en los tratamientos, una vez que queda dicho que cuando están acompañados de otras substancias atacables pueden ser también atacables en parte.

c) Finalmente, el ácido sulfúrico ya sabemos que ataca a los carburos de la serie aromática, formando los ácidos sulfónicos, pero este ataque es muy lento y en las condiciones en que suelen realizarse las reacciones industrialmente no debe considerarse como importante.

Debemos tener en cuenta que la mayor parte de los ácidos sulfónicos que se encuentran en las reacciones de laboratorio son aromáticos; pero como ácidos sulfónicos se llaman todos los productos solubles en agua del ácido sulfúrico sobre los hidrocarburos, o sean a los ésteres sulfúricos ácidos, y ya hemos visto que pueden producirse algunos ácidos sulfónicos aromáticos procedentes de los naftenos, no deben achacarse todos los ácidos de esta clase a los ataques sobre los carburos aromáticos, propiamente dichos, que existiesen en el petróleo de que se trate.

A los hidrocarburos aromáticos les ocurre como a los naftenos, que son atacables por el ácido sulfúrico fumante,

y por tanto, los lodos ácidos que se encuentren en este tratamiento procederán en gran parte de los hidrocarburos aromáticos. Por eso debe también cuidarse en esa clase de tratamientos de no extremar los ataques con ácido sulfúrico fumante, para no experimentar pérdidas de parte de los carburos aromáticos.

II. Acción del ácido sulfúrico sobre los asfaltos y resinas.—El ácido sulfúrico ataca a los asfaltos y a las resinas, que se puede decir que se comportan como los primeros, haciéndolos pasar a los lodos vitriólicos y separarse, por tanto, de los petróleos y de sus fracciones etánicas, naténicas y aromáticas. Parece ser que el ácido sulfúrico actúa también por polimerización sobre todos estos cuerpos hidrocarbureados de alto punto de ebullición; pero de todos modos no es una polimerización como tenemos costumbre de definirla, porque, además, hay absorción de azufre por parte de los asfaltos y resinas, y, por tanto, ya hay un efecto distinto del de la polimerización.

Para explicar este fenómeno se han forjado diferentes hipótesis que reseñaremos a la ligera.

Schulz supone que es un fenómeno de absorción, o sea de acciones superficiales, en que los productos asfálticos al estado coloidal son retenidos por el ácido sulfúrico, formando los lodos vitriólicos, hasta restablecer el equilibrio debido a la concentración del ácido. Fundamenta su teoría en que el ácido que no puede absorber materias asfálticas en una cierta fracción de destilado, puesto en presencia de otra fracción sigue absorbiendo nueva cantidad, y así sucesivamente hasta un límite que puede ser el debido a su concentración, y, por el contrario, si se le diluye con agua deposita materias asfálticas hasta que se establece el nuevo equilibrio.

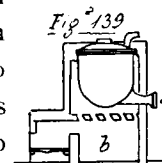
Ubbelohde, en cambio, supone que es un caso de floculación de las partículas de asfaltos que se encuentran en estado coloidal, que son retenidas por el ácido.

Tanto una como otra de las teorías tiene muchos puntos que no se hallan explicados claramente, y por esa razón la más repartida de todas es la hipótesis de la polimerización de los asfaltos y resinas, por la acción del ácido, que debemos aceptar, aunque con ciertas reservas, mientras no se encuentre explicación completa a muchos fenómenos que acompañan a esta acción.

Uno de estos fenómenos es de absorción de parte del ácido sulfúrico por los derivados de los hidrocarburos, asfaltos y resinas, y no puede decirse que es una formación de barro vitriólico, puesto que no ocurre otra cosa sino que parte del ácido se ve desaparecer como si fuera disuelto en el compuesto hidrocarbureado, y tratando este compuesto por centrifugación se separa parte del ácido, en etapas repetidas.

Este fenómeno físico-químico trata también de explicarlo por varias hipótesis, suponiendo en alguna de ellas que el ácido en la agitación que tiene que sufrir durante el tratamiento se pulveriza y queda envuelto en las resinas y asfaltos, de las cuales no se separa sino cuando las moléculas pueden reunirse para formar gotas de mayor tamaño, a manera de lo que ocurre en las emulsiones; en otras, se asegura que el ácido forma con los constituyentes resinosos combinaciones inestables que si no son destruidas por el agua fría inmediatamente, lo son con el tiempo, y por esa razón pueden separarse distintas cantidades en etapas sucesivas. Esta parece tener más explicación que la anterior y es la más generalizada.

De todos modos, este fenómeno tiene importancia para nosotros, porque demuestra que en todos los tratamientos del petróleo, por el ácido sulfúrico, puede haber algo de absorción de ácido, por parte de los hidrocarburos, y preferentemente en los aceites para máquinas en que la proporción de elementos densos es mayor, y la presencia de ácido sulfúrico libre en las materias de engrase debe evitarse.



III. Actuación del ácido sulfúrico sobre los demás compuestos, oxigenados, sulfurados y nitrogenados.—

Como estos ácidos nafténicos y los fenoles y derivados oxigenados están en proporción muy pequeña en las fracciones de los petróleos, la acción del ácido sulfúrico, que a todos estos cuerpos aisladamente ataca, se reduce mucho en el tratamiento industrial, y se ha podido observar que hay cantidad de estos cuerpos que pasa sin transformación alguna a los lodos vitriólicos y otra cantidad que queda sulfonada. Los fenoles suelen atacarse y sulfonarse por completo.

Por esta razón, a veces se encuentran en aceites de engrase, ya refinados por el ácido sulfúrico, hasta un 70 por 100 de los ácidos nafténicos primitivos.

Los compuestos sulfurados pasan, tan sólo en parte, al estado de ácido sulfúrico, pues hay petróleos en Ohio en que sólo se ha conseguido hacer rebajar la proporción en azufre un 60 por 100 de la que tenían primitivamente, después de dos tratamientos con ácido sulfúrico. En general, puede decirse que cuando un petróleo contiene una proporción importante de compuestos sulfurados, el tratamiento por el ácido sulfúrico no dará resultado completo y habrá que recurrir a otros procedimientos. Aquellos que pueden disolverse en el ácido parece ser que están formando una mezcla de sulfuros y sulfones que provendrán de la oxidación de los sulfuros.

Finalmente, el ácido no ejerce acción sobre las combinaciones nitrogenadas que acompañan a los alquitranes ácidos y pueden más tarde separarse por agua caliente.

IV. Condiciones de aplicación del ácido sulfúrico.—

Se ha comprobado que el ácido sulfúrico debe emplearse en porciones que pueden ser iguales todas ellas, en lugar de aplicarlo de una sola vez, y, después de cada aplicación parcial, debe decantarse y dar tiempo a la separación de los lodos vitriólicos. Tanta diferencia se ha encontrado en

los resultados de la reacción, haciéndolo de una vez o en fracciones, que si, por ejemplo, en el primer caso se ha obtenido un rendimiento en ácidos sulfónicos de un 2,83 por 100, después de cinco aplicaciones parciales, sumando la misma cantidad de ácido sulfúrico en total, el rendimiento en ácido sulfónico fué de 3,92 por 100, y si después de cada aplicación de ácido se han decantado y separado los lodos, asciende el rendimiento a 7.43 por 100.

Esto se explica porque, por una parte, el ácido sulfúrico, al no retirar los lodos vitriólicos, quedá diluido en todos ellos y su acción es menos eficaz, y, por otra, porque indudablemente los lodos ácidos reaccionan a su vez sobre el ácido sulfúrico en exceso y estorban el ataque a los petróleos, cosa que no ocurre al retirarlos del aparato.

Otro de los puntos más importantes de la operación es el medio de agitación de la mezcla de destilados y de ácido, y sin una mezcla enérgica el éxito de la operación no será grande.

La agitación mecánica se consigue en recipientes provistos de ejes con paletas que mueven aceleradamente los líquidos en tratamiento y el ácido que se incorpora; este modo de agitación tiene el inconveniente de que los aparatos son más complicados, porque, como deben estar cerrados completamente los pasos de los ejes a través de las paredes, debe hacerse con prensaestopas, y las máquinas requieren cuidado y entretenimiento más grande que en los sistemas que iremos describiendo, pero tienen en cambio la ventaja que no se introduce en la masa otro fluido, que no siempre es inerte y cuya acción ha de tenerse en cuenta, como ocurre con la agitación creada por inyección de aire comprimido, que es el método más moderno.

Naturalmente, la agitación por aire comprimido es más cómoda, y puede decirse que, mecánicamente, es más eficaz, porque el aire en chorros delgados por todas partes se difunde y el movimiento se transmite más ampliamente que

con los agitadores de paletas. Pero el aire es un oxidante y puede llegar a formar compuestos ácidos que constituyan emulsiones que dificultan el tratamiento y son, además, difíciles de destruir. Por otra parte, la coloración del destilado no es la misma que la que se obtiene en la agitación mecánica, y, finalmente, ataca el ácido a los revestimientos de plomo, que han sido oxidados por el oxígeno del aire comprimido. También se ha notado que como siempre tiene humedad el aire, el ácido sulfúrico se diluye algo y su acción es menos eficaz.

Con los petróleos densos y aceites para engrases puede emplearse el aire comprimido, pero no con los petróleos volátiles, porque en estos últimos origina pérdidas de importancia, y por este motivo se emplea sólo cuando el destilado tiene que tener una coloración lo más pequeña posible.

Se ha procurado, dadas las comodidades y economía que constituye la agitación mecánica por medio del aire comprimido, suprimir estos inconvenientes, y, en cuanto a las pérdidas por evaporación, se ha conseguido remediarlas en gran parte trabajando siempre con la misma cantidad de aire que se hace recorrer un ciclo cerrado, aspirándolo y volviéndolo a inyectar en el aparato de refino.

La influencia de la temperatura en la operación de refino con ácido sulfúrico es grande, porque, como sabemos, la acción de este ácido crece con la temperatura, y cuerpos que son poco propensos a su ataque en frío, a una temperatura elevada se dejan disolver por el ácido.

Por consiguiente, si efectuamos la operación auxiliada por la temperatura, la formación de compuestos oxidados será mayor, la solubilidad de las resinas y asfaltenos también, y también aumentará la acción del ácido sobre los carburos no saturados y los aromáticos; luego separaremos mejor las sustancias densas y ricas en carbono.

Ahora bien: tiene el inconveniente la temperatura de que el color del destilado no es tan claro como trabajando a baja

temperatura, y como la mayor parte de las fracciones se reconocen por el color y sirve éste para demostrar su pureza, resulta algo contraproducente el empleo de temperaturas elevadas.

Como es una acción muy interesante y ha sido muy bien estudiada por Zaloziecky, damos a continuación una tabla de sus observaciones, publicadas en el *Chemiker Zeitung*, año 1895, pág. 875, verificadas sobre un destilado de keroseno de Galitzia de 0,814 de densidad, refinado por 50 gramos de $\text{SO}_4 \text{H}_2$ de 98,94 por 100 a diversas temperaturas:

t.	1	2	3	4	5	6
0	61.6	47.91	1.45	5.25	0.86	193.0
5	62.0	46.82	1.55	5.02	1.42	160.5
10	62.3	46.53	1.65	5.13	1.56	143.0
15	63.5	45.72	1.93	5.40	1.76	112.5
20	64.3	44.37	2.22	4.93	2.45	89.5
25	64.8	43.52	2.68	5.62	2.63	80.5
30	65.2	41.87	3.72	5.43	3.65	52.0
35	65.8	40.42	4.90	6.18	4.15	Amarillo
40	66.0	30.03	5.62	5.78	4.83	»
45	66.4	38.62	5.76	5.21	5.62	»
50	67.0	37.26	6.81	4.81	5.91	»

La columna 1 señala los lodos vitriólicos en gramos; la 2, el ácido sulfúrico residual; la 3, los ácidos sulfónicos en $\text{SO}_4 \text{H}_2$; la 4, los productos de polimerización; la 5, la acidez del producto refinado en $\text{SO}_4 \text{H}_2$, y la 6, la coloración en milímetros vidrio arbitrario.

Observando este cuadro se deduce que el residuo en $\text{SO}_4 \text{H}_2$ decrece; luego se ha aprovechado más parte de ácido y han aumentado los ácidos sulfónicos, los lodos vitriólicos y la acidez del producto, pero la proporción en productos polimerizados parece ser independiente de la temperatura.

La temperatura, sin embargo, se advierte que ha hecho aumentar la coloración, y esto, según Zaloziecky es debido a que hay más productos oxidados coloreados, y por otra

parte, una mayor cantidad de agua que diluye los barros vitriólicos, por lo que algunas materias asfálticas quedan disueltas en el petróleo.

Tiene también la temperatura influencia en la separación de los lodos vitriólicos, porque como la viscosidad de los petróleos densos disminuye con la temperatura, es más fácil la decantación si se trabaja con calor.

Finalmente, el cuadro de Condrea, que ha hecho también ensayos interesantísimos sobre esta materia, nos da los resultados para procedimientos de agitación mecánica y agitación con gases, oxígeno y aire, y por este motivo, y al mismo tiempo por comprobarse con esos resultados que también los productos de polimerización aumentan con la temperatura, que no se deducía de las experiencias de Zallozicky, hemos decidido copiarlo:

	t.	1	2	3	4	5
Agitación por oxígeno.....	0	1,773	270	10,44	3,42	5,52
	5	1,901	260	10,95	3,53	5,40
	10	1,988	250	11,30	3,78	5,25
	15	2,305	230	11,95	4,95	5,95
	35	5,584	170	14,37	6,37	4,33
Agitación por aire..	0	1,584	290	10,80	2,97	5,70
	5	1,730	270	11,20	3,05	5,65
	10	1,813	260	11,70	3,40	5,50
	15	1,975	250	12,30	3,85	5,30
	35	4,303	210	15,95	5,20	5,05
Agitación mecánica.	0	1,021	340	11,40	2,00	6,95
	5	1,100	325	11,78	2,55	5,93
	10	1,203	300	12,17	2,90	5,85
	15	1,372	285	12,95	3,01	5,72
	35	2,920	275	17,55	9,03	5,59

La columna 1 representa la cantidad de SO₂ en gramos por litro de destilado; la 2, es la coloración, en milímetros Stammer; la 3, la proporción por 100 de los lodos vitriólicos en alquitrán; la 4, la proporción de los mismos en ácidos sulfónicos, y la 5, la proporción del alquitrán en S.

La operación del tratamiento viene a durar de media a una hora, y debe procurarse que esta duración ni disminuya en forma que los destilados sean insuficientemente atacados ni aumente en cantidad que la oxidación sea demasiado grande y las materias asfálticas comiencen a redisolverse. Generalmente, se prefiere trabajar a una temperatura algo mayor y que la duración de la operación sea más corta.

Los estudios hechos para ver si la luz solar influía en el tratamiento, han dado resultados muy diferentes, pues mientras unos químicos sostienen que las materias asfálticas se transforman por la acción de la luz y se hacen insolubles en los petróleos, otros sostienen lo contrario. Parece ser que la influencia no es favorable, pero no se ha llegado a una conclusión definitiva.

V. Cantidad y calidad del ácido sulfúrico a emplear.—

Las proporciones de ácido que se emplean para los diferentes destilados son distintas, y en general son más fuertes para los petróleos americanos que para los rusos. En el cuadro que acompaña damos una idea de los tantos por ciento que suelen emplearse:

	Petróleos rusos	Petróleos americanos
Rectificación de bencinas.....	0,5 a 2 por 100	1 a 3 por 100 SO ₄ H ₂
Refino de aceites solares	7 a 9 por 100	8 a 10 por 100 (1)
Idem de lampantes.....	0,75 a 1,5 por 100	1 a 3 por 100
Idem de aceite brocas..	3 a 4 por 100	4 a 5 por 100
Idem de aceite máquinas	5 a 6 por 100	6 a 7 por 100
Idem de aceite cilindros.	8 a 9 por 100	8 a 10 por 100

Los petróleos de pizarras vienen a consumir:

Para separación del alquitrán.....	10 por 100 de 50° B. y 4 a 5 por 100 de 62° B.
Para refino de aceite ligero.....	2 a 2,25 por 100 de 66° B.
Para refino de aceite pesado.....	2 a 3 por 100 de 66° B.

(1) En el refino de aceites solares se emplea un 1 a 2 por 100 de SO₄H₂ a 66° Baumé y el resto de fumante. Todas las demás cifras del cuadro corresponden a ácidos de 66° Baumé.

Los petróleos de lignitos y carbones:

Aceite de 1. ^a refino	0,25 por 100 a 50° B. y 5	por 100 de SO ₃ H ₂ a 66° B.
Aceite de 2. ^a idem	0,50 por 100 a 50° B. y 6	por 100 de idem a 66° B.
Petróleo ligero Idem fotógeno	0,25 por 100 a 50° B. y 2,50	por 100 de idem a 66° B.
ligero	0,25 por 100 a 50° B. y 5	por 100 de idem a 66° B.
Bencina	0,25 por 100 a 50° B. y 7	por 100 de idem a 66° B.

Estas cantidades son las que vienen empleándose en las operaciones industriales, según R. Ersham, aunque a veces se varíe la proporción según las características de un petróleo, sobre todo según su cantidad de parafina.

En general se ve que el refino está tanto más avanzado cuanto que la cantidad de ácido empleada es mayor; pero no es realmente proporcional a ella, porque el grado de refino aumenta mucho más con las primeras fracciones de ácido que se mezclan al petróleo, que con las últimas.

Los petróleos tratados por descomposición pirogenada necesitan más ácido sulfúrico para el refino que los destilados.

En lo que respecta a la composición del ácido y a su pureza, debe procurarse que el ácido sea lo más puro posible, porque aunque no se han hecho estudios detenidos sobre las impurezas del ácido y su influencia sobre el refino, desde luego se ha visto que si se llegan a formar mezclas sulfonítricas la decoloración no se verificará en debida forma y si contiene ácido selénico su influencia será muy desfavorable.

La concentración del ácido es también muy importante, porque desde el primer momento se conoce que si el ácido se diluye, el ataque sobre los cuerpos no solamente se hace con lentitud, sino que cesa completamente; luego hay proporciones mínimas, a partir de las cuales se ha visto que cesa la formación de compuestos sulfónicos (aproximada-

mente a 70 por 100 de concentración), aunque aún quede el efecto de polimerización algo atenuado. El efecto de la concentración es tan grande, que se ha visto que cuerpos que por el ácido concentrado sufren una polimerización, tratados por el ácido fumante llegan a sulfonación, y en la *Revue générale de Petroles*, Condrea da a conocer un cuadro que presenta los datos de ensayos verificados sobre concentración de ácido sulfúrico, que copiamos a continuación por considerarlo de importancia:

Refinado a 20 grados centígrados por 2 por 100 de ácido contenido	90 %	95 %	97 %	100 %	5 %	10 %	15 %	20 %
	SO ₃ H ₂				SO ₃			
Coloración milímetros Stammer . .	135	175	230	290	285	270	250	240
SO ₂ en gramos, por litro de destilado	0,157	0,294	0,426	0,670	1,30	1,76	2,11	2,87
Lodos vitriólicos por 100 en alquitrán	7,30	8,40	12,70	14,30	10,50	5,70	3,30	2,10
Alquitrán por 100 en S	4,10	4,70	5,65	6,51	4,15	3,25	2,05	1,70
Alquitrán por 100 en	»	»	»	»	»	»	»	»
Lodos vitriólicos por 100 en ácidos sulfónicos . .	1,30	2,57	4,20	7,30	12,45	16,77	21,33	35,00

Se ve lo que crece la coloración y la proporción de los lodos en sustancias no saturadas y asfaltenos, empleando ácido concentrado a 100 por 100 en vez de a 90 por 100.

La acción del ácido fumante se hace notar también sobre los cuerpos fluorescentes, a los cuales casi no ataca el ácido concentrado.

Modernamente se ha comenzado a emplear el anhídrido

sulfúrico en vez del ácido sulfúrico fumante; pero no puede precisarse aún los efectos porque no se ha pasado de pruebas de laboratorio, una vez que aunque se hayan hecho tratamientos industriales no lo han sido en cantidad suficiente para ver el resultado de los productos comparativamente con los demás medios de refino.

La influencia del anhídrido sulfúrico sobre la coloración de las fracciones de petróleos destilados no ha podido explicarse de modo convincente, y mucho más existiendo las experiencias de Condrea, que concluyen que la influencia es completamente desfavorable, experiencias que aunque no vayan a sentar una ley general en este respecto, sientan un precedente que hay que combatir.

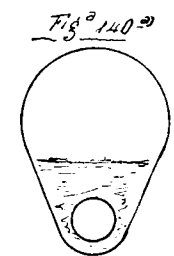
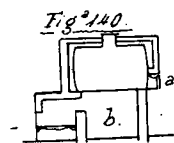
VI. Aparatos empleados en el refino sulfúrico.

a) *Cubas de secado o deshidratación.*—Como la primera operación que debe hacerse con los petróleos, y particularmente con los densos, es secarlos, librándolos de toda el agua que tengan, que dificulta las operaciones de refino, el primer aparato que se encuentra en las refinerías es la cuba de secado, en cuya descripción no nos detenemos porque no es otra cosa que un recipiente provisto de un serpentín de recalentamiento por vapor, como ya lo hemos descrito en la deshidratación, y cuyas dimensiones dependen de la cantidad que quiera tratarse, de si el refino se hace para petróleos ligeros o para densos, pues como la duración de la operación con estos últimos es mayor, el volumen de los recipientes para la misma producción crece, y de la temperatura a la que se quiere llevar el petróleo, porque muchas veces sirven de recalentadores para que al entrar en los aparatos de epuración lleve el petróleo el calor que convenga al tratamiento que se le ha de dar.

Los petróleos ligeros suelen secarse por decantación

para evitar pérdidas por evaporación, y cuando se secan en serpentines, porque el agua está algo emulsionada, deben procurarse siempre aparatos que tengan tuberías de comunicación con recuperadores de fracciones ligeras que saldrán arrastradas con el vapor de agua y habrá que separarlas.

Como la temperatura a que se suele trabajar en el refino sulfúrico no es muy elevada, si el clima en que se encuentra la refinería es frío, los petróleos secados pueden llevarse por enfriamiento a la temperatura que se desee, solamente por radiación al ambiente de los aparatos de secado, al interrumpir el caldeo por haber terminado la deshidratación; pero hay casos en que la refinería está en climas cálidos o donde el verano es riguroso y hay que proceder a refrigerar los petróleos para que lleguen a la temperatura requerida, lo que se hace en cubas análogas a las de secado, con serpentines recorridos por líquidos fríos.



b) *Epuradores o recipientes de refino.*— Son aparatos de agitación que tienen por función mantener el petróleo dividido en el mayor grado posible en contacto permanente con los agentes químicos, mientras que se realiza el tratamiento, y permitir una decantación fácil en el momento en que se para la agitación.

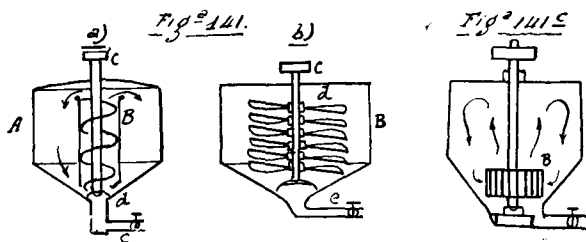
Están constituidos por un recipiente cilíndrico vertical, de chapa de hierro, recubierto de plomo, que suele terminar por la parte superior en un casquete esférico y en la inferior en un cono con el vértice hacia abajo.

Se dividen en dos grandes grupos, según que la agitación esté producida por medios mecánicos o por gases inyectados.

Los epuradores mecánicos están representados en los

Los epuradores mecánicos están representados en los

esquemas figuras 141 a) a 141 c). El modelo empleado antiguamente es el de la figura 141; está compuesto por una cuba, A, que en su interior tiene un tornillo de Arquímedes, B, movido por el eje y la polea c). El tornillo está apoyado por su parte inferior en un gorrón o cojinete soportado por una armadura en cruz que se encuentra fija a la superficie cónica cerca del vértice y permite el paso de los líquidos hacia el tubo d) que está cerrado por la llave e). El tornillo de Arquímedes toma los líquidos densos depositados en la parte inferior del recipiente y los eleva a la parte superior, dejándolos caer de nuevo y originando un movimiento en todo el líquido que se mezcla perfectamente con el ácido. Como se empleaba este aparato para los petróleos

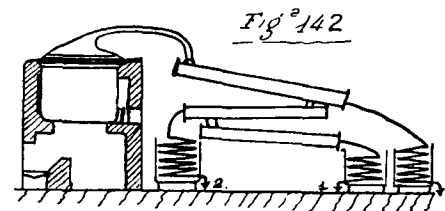


ligeros y gasolinas, está cubierto en forma estanca para evitar pérdidas por evaporación. El tubo g) está preparado para la entrada de ácido y es de plomo y provisto de agujeros pequeños, y presenta la forma de espiral, situada en un plano horizontal para repartir mejor el ácido. Otro tubo análogo h) está situado más alto para el lavado de los petróleos una vez terminado el refino.

El epurador de la figura 141 c) es el tipo de aparato moderno para el refino de petróleos ligeros, en cantidades pequeñas que no excedan de 50 hectolitros. Se compone de una cuba análoga a la que hemos descrito anteriormente y en la que el tornillo de Arquímedes se ha substituido por una turbina, B, fija sobre un eje vertical soportado por cojinetes de aguante exteriores y por un gorrón interior e).

Esta turbina, accionada por el volante N, gira rápidamente y absorbe por la periferia los líquidos mezclados, lanzándolos por el centro en dirección vertical, produciendo la agitación análoga a la del tornillo de Arquímedes aunque mucho más turbulenta. Los barroes vitriólicos se extraen después por el tubo inferior a), que está provisto de su llave y los petróleos por unas llaves colocadas verticalmente en la cuba a diferentes alturas, una vez terminado el refino completamente y lavados. También tienen los tubos de entrada del ácido y del agua en la forma indicada para el anterior aparato.

El agitador de la figura 141 b no difiere de los anteriores sino porque tiene paletas para malaxar el líquido y el ácido en vez de turbinas, y sirve mejor para líquidos más densos, aunque también se emplee para los petróleos ligeros tratados en mayores cantidades. El árbol de paletas puede ser vertical u horizontal,



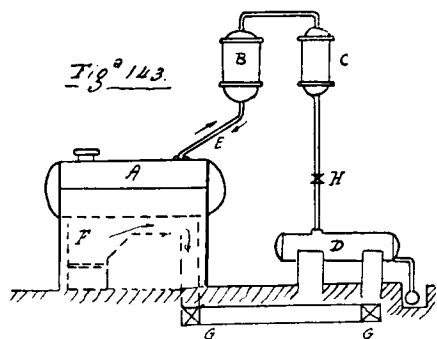
como en la figura 154 a), que es un modelo que se emplea menos, porque han dado mejores resultados los recipientes cilíndricos terminados por tronco de cono en su parte inferior, como los que se han reseñado antes.

Estos dobles recipientes, colocados a distintas alturas, como en la figura 154 a), se emplean para la depuración de los petróleos, con objeto de efectuar el tratamiento ácido en la cuba A y el tratamiento alcalino en la cuba B, haciendo pasar los petróleos, de la superior a la inferior, por la tubería de unión b). En los depuradores modernos se emplea la misma disposición, como se ve en el esquema 154, de una instalación para gran capacidad.

Los aparatos de agitación por gases se describen en la figura 172, en las disposiciones que se les da modernamente.

Es un cilindro de la misma forma de los descritos antes, que descansa sobre unas fundaciones de ladrillo, que lo colocan a una altura suficiente para que pueda maniobrase cómodamente la entrada y salida de flúidos por las tuberías colocadas bajo el vértice del cono.

El aire comprimido para la agitación de la mezcla entra por la tubería *f*), que se cierra con la llave a compuerta *m*). Esta conducción termina dentro de la cuba por una serie de tubos de pequeño diámetro, colocados en forma de patas de araña, hacia arriba, para dividir el aire en multitud de pequeños chorros en la parte más baja del agitador, donde se



reúnen los compuestos más densos. La salida del aire que vuelve a la máquina compresora se hace por el tubo *c*). Los otros tubos paralelos *a*), *b*), *d*) y *e*) son para introducir el ácido sulfúrico, para el álcali, y los dos últimos, para las

aguas de lavado de entrada y salida de las mismas.

Los tubos inferiores *g*) y *h*) son para la salida de lodos vitriólicos y demás productos y para ensayo, el inferior.

La entrada de ácido antiguamente se hacía de un modo directo y se leía la cantidad por tubos de nivel. Pero este sistema no es bueno, porque es un líquido que hay que usarlo con muchas precauciones, y deben evitarse, en lo posible, las manipulaciones del personal obrero que puedan dar ocasión a accidentes. Para evitarlos se suele colocar a la altura suficiente para que entren por su propio peso los ácidos en los epuradores, unas cajas de plomo de la cabida necesaria para contener la cantidad de ácido que ha de añadirse al petróleo en tratamiento, y de este

modo no puede haber errores haciendo pasar mayor cantidad de la necesaria, o menor, puesto que sólo es preciso abrir la llave de salida de la caja reguladora y dejar pasar todo el contenido a los epuradores.

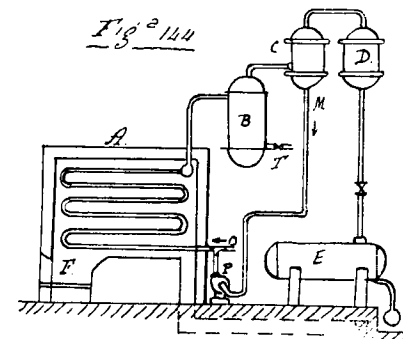
Para trasvasar el ácido sulfúrico hasta esa caja reguladora se hace uso de otros aparatos, que son unos cilindros puestos en comunicación con los depósitos de ácido, y en los que, una vez llenos, se inyecta aire comprimido que hace pasar el ácido al aparato regulador en la cantidad que se necesita. Estos aparatos están provistos de válvulas de seguridad.

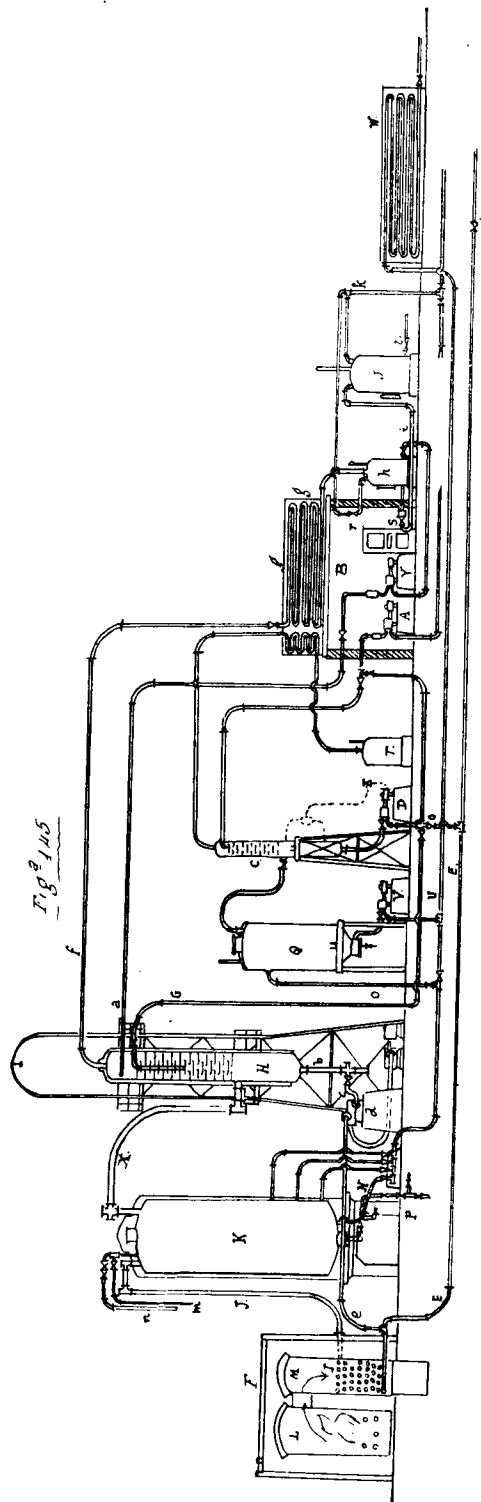
Para tratamiento de petróleos densos y de residuos que sirven para su empleo

como aceites de engrase, los epuradores son análogos a los descritos, pero necesitan ir provistos de un serpentín de caldeo colocado en la parte inferior del aparato, o sea en la superficie cónica y comienzo de la superficie cilíndrica unida a ella.

En este caso debe tenerse presente que las espiras del serpentín no deben estar muy próximas, porque se recubren de depósitos ácidos y necesitan frecuentes limpiezas y, por tanto, ser asequibles en todos sentidos. Se han empleado algunas veces doble-fondos, pero no es fácil conservar las uniones de las paredes en forma estanca, y se inutilizan en seguida que el ácido pasa a la parte interior del doble fondo que no está recubierta de plomo.

La construcción de estos aparatos epuradores es difícil, porque deben poseer cierres herméticos, tanto para que no se escapen los petróleos ligeros si de ellos se trata, como para la evacuación de los vapores de gas sulfuroso que se





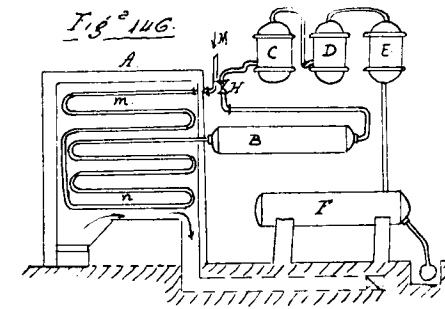
desprenden con abundancia en el tratamiento de los petróleos densos. Hoy se hacen de palastro espeso recubierto desde el principio de una capa de plomo; antiguamente se hacían de palastro y no se recubrían de plomo hasta que ya se había corroido una parte del espesor de la plancha.

El diámetro de los epuradores de aire comprimido suele ser inferior a su altura, y, por el contrario, en los provistos de medios mecánicos es mayor el diámetro que la altura de los cilindros.

Las dimensiones más corrientes son: diámetro, de tres a cuatro metros, y altura, de seis a siete. Plancha de plomo, de cuatro a seis milímetros de grueso. Tubo de entrada del aire comprimido, de unos 50 milímetros de diámetro. Cabida, de 200 a 500 hectolitros.

El aire comprimido suele hacerse entrar en estos recipientes a presión de 0,2 a 0,3 atmósferas, pero como la presión depende de la viscosidad de los petróleos, cuando se trata de fracciones densas se aumenta la presión hasta cerca de una atmósfera si es necesario.

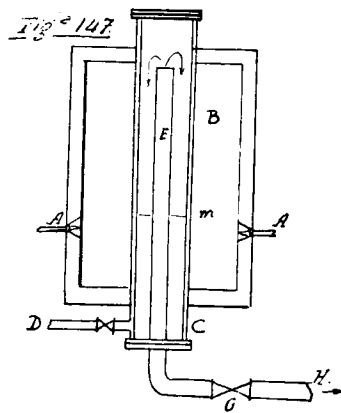
c) *Aparatos de lavado.*—Suelen emplearse los mismos aparatos de epuración para el lavado de los petróleos después de tratados por el ácido sulfúrico; pero en algunos casos de tratamiento de aceites densos, se lavan aparte, en cubas, dispuestas en forma de escalera, con relación a los epuradores que están encima, con objeto de aprovechar la acción de la gravedad. En la figura 171 se ve un esquema de la disposición de todos los aparatos. La cuba de la parte superior es la del secado del mazout y de aceites de engrase;



la cuba B, el epurador para el ácido sulfúrico, desde la cual pasan los destilados al lavador C y, más tarde, a la cuba de tratamiento alcalino D.

Estas cubas lavadoras son recipientes de palastro de hierro, que están provistos de agitadores para mezclar el petróleo y el agua y poder disolver en ésta todo el ácido sulfúrico libre que se encuentre entre las fracciones destiladas. Cuando se emplea el epurador mismo para el lavado, la agitación tiene que hacerse con aire comprimido.

Los lavadores para benzol presentan muchas veces la disposición de la figura 113, en que A es la cuba del ácido;



B, la del álcali; E, la salida para las aguas de lavado, y G y F, las cubas para los lodos ácidos y alcalinos, respectivamente. Para aceites densos y parafinosos y de naftalina se emplea la cuba de la figura 114, en que el agitador es al mismo tiempo de forma de tornillo y remueve la masa a la vez que la eleva por el compartimiento A para que pase sobre el tabi-

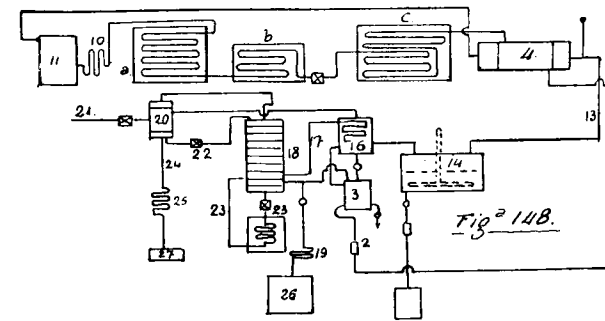
que F, en la dirección de la flecha, al compartimiento B. La agitación con aire comprimido no es conveniente, porque puede originar emulsiones si se agita con insistencia, y sería un mal, mayor que un defecto de lavado.

VII. Modo de operar el refinado y pérdidas obtenidas.—

Los petróleos sometidos a tratamiento, una vez bien secos, para evitar, además de los inconvenientes señalados, que el sulfúrico reaccione con el agua, desprendiendo calor y vaporizando elementos ligeros que ocasionarían pérdidas, son introducidos en los epuradores y se pone en marcha el agitador, sea mecánico, sea por gases, mientras que se va introduciendo el ácido sulfúrico poco a poco con ayuda de la

caja reguladora de entrada en la proporción que se haya convenido. Una vez introducido el ácido, se continúa agitando durante tres cuartos de hora a una hora, que algunas veces suele llegar hasta hora y media si los petróleos son muy impuros.

Pasado este tiempo, se deja la agitación en reposo y la mezcla comienza a depositar los lodos vitriólicos en la parte inferior del recipiente. Cuando la decantación ha tenido lugar y los lodos se encuentran separados del resto del líquido en la parte cónica del recipiente, hay que extraerlos, bien por las llaves de compuerta del epurador, si las tiene,



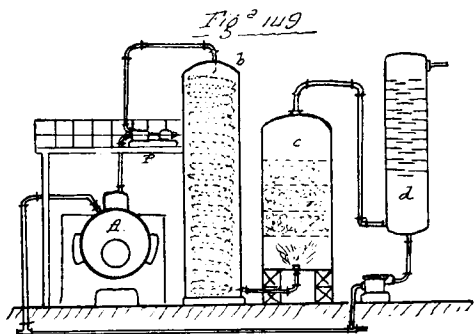
o, en caso contrario, por aspiración de una bomba que los tome y los lleve a otros depósitos en donde serán aprovechados.

Esta decantación de los lodos vitriólicos tiene muchas dificultades, porque se presentan bajo la forma de copos que sobrenadan en el líquido viscoso petrolífero y se depositan con una lentitud tan grande que la duración de la operación de refinado se perjudica notablemente, con la desventaja de que los lodos reaccionan sobre el petróleo, disolviendo en él algunas sustancias densas y dándole una coloración, tanto más marcada cuanto que más tiempo están en presencia ambos líquidos.

Para evitar este inconveniente del refinado sulfúrico se

han intentado muchos procedimientos: unas veces mezclando al petróleo un cuerpo finamente pulverizado e inerte, para que los lodos se agrupen alrededor de estas partículas y se formen copos mayores que son fácilmente depositables; con este fin emplearon arena fina, y algunas veces harina de trigo; otras veces intentaron aplicar la centrifugación, con buen resultado, pero siempre poco económico, porque es una operación más, aneja al tratamiento.

En Rusia se emplea una pequeña cantidad de lejía de sosa que se añade a los petróleos una vez terminado el tratamiento por el sulfúrico, y antes de la evacuación de los lodos, como es consiguiente, y se remueve la mezcla du-



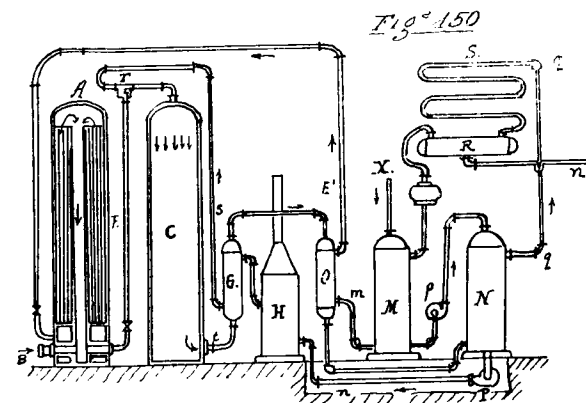
rante algunos minutos, pasados los cuales se advierte, en cuanto cesa la agitación del líquido, que los copos se depositan con mucha más rapidez, porque los copos se aglomeran alrededor de las partículas de lejía, formando copos mayores. También se ha visto que el agua puede servir análogamente a la lejía, aunque con menos eficacia.

En Alemania emplean para los petróleos de Hannover el método de Seidenschnur, que consiste en mezclar a cada destilado, tratado en el epurador, otro de densidad opuesta (si se trata de petróleos ligeros se le mezcla con aceites minerales de cilindros) y que haya sido ya tratado por el ácido sulfúrico y separado, como es lógico, de los lodos vítriólicos que dió en aquel tratamiento. Se ha visto que si la

mezcla se hace antes de haber sido tratados ninguno de los dos destilados, los lodos se depositan muy lentamente, y si uno fué ya tratado, los lodos del otro se depositan rápidamente, propiedad que es la que se aprovecha.

En Rusia se emplea también otro procedimiento de Rakitin, para los alquitranes de petróleos, añadiéndoles un 1 por 100 de ácido oleico, o bien algún ácido nafténico que provenga de una fracción de keroseno, antes de ser tratado por el ácido sulfúrico, pues los que han sido extraídos del keroseno después del refino sulfúrico tampoco sirven.

Ninguno de estos procedimientos ha encontrado expli-



cación satisfactoria, ni sus adeptos han podido formular una hipótesis, que al tiempo que aclare el efecto del fenómeno pueda servir para aumentar su eficiencia.

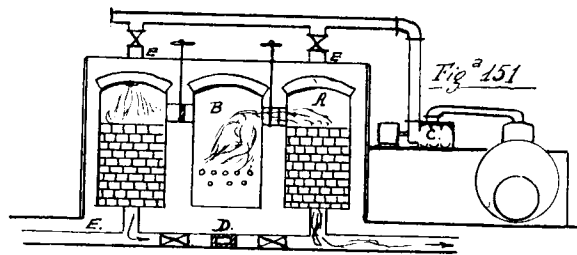
Terminado el depósito de los lodos y extraídos éstos, se procede a lavar una o varias veces los destilados para separar el exceso de ácido que éstos retienen y prepararlos para su tratamiento por las materias alcalinas que se describe a continuación.

Debe tenerse en cuenta, como ya se ha dicho, que el refino, en lo que se refiere a su marcha, depende mucho de la homogeneidad del petróleo que se someta a tratamiento y

de la marcha que se ha seguido en la destilación o en el cracking que precede al refino sulfúrico.

El resultado que se obtenga será tanto mejor cuanto el producto a tratar forme una fracción más compacta, o sea comprendida entre límites de ebullición más próximos; por esa razón conviene mucho más fraccionar por una segunda destilación o rectificación y tratar ya los productos separadamente por el refino, que traer al tratamiento sulfúrico la fracción completa, para ahorrarse la segunda destilación, pues se gastará más y los productos obtenidos serán mucho peores en color y en homogeneidad.

Las pérdidas que pueden experimentarse por el refino sulfúrico son debidas más que a nada a la acción de arras-



tre, no bien explicada aún, si procede de arrastre mecánico o en soluciones coloidales, producida por los lodos vitriólicos. No son de gran importancia y podemos suponerlas como máximo de 0,50 a 1 por 100, y si la operación se hace con todo cuidado puede reducirse a la mitad, de las cuales serían debidas:

Al procedimiento de refino sulfúrico de	0,11 a 0,22 por 100
A los lavados en agua para eliminar el ácido en exceso.....	0,15 a 0,20 por 100
<u>TOTAL</u>	<u>0,26 a 0,42 por 100</u>

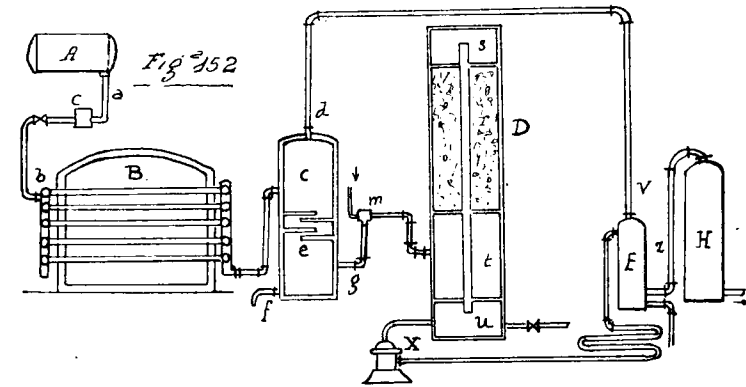
pues, a nuestro juicio, no debemos considerar como pérdidas ninguna de las eliminaciones de impurezas que son se-

paradas por el ácido, porque el tratamiento es precisamente para eliminarlas.

Estas pérdidas del procedimiento dependen también de la clase de petróleo o derivado que se refina y de la concentración del ácido.

Para caso de aceites de engrase, las pérdidas aumentan, porque, dada la viscosidad, las emulsiones y arrastres son más fáciles que en los petróleos ligeros.

En Bakú se han anotado pérdidas de 3 a 4 por 100 en el tratamiento de los aceites de brocas y de máquinas, pero no se ha determinado con fijeza esta cifra, porque sólo se han



estudiado en conjunto para los dos tratamientos sulfúrico y alcalino, como ya veremos más tarde.

También detallaremos, después de hablar del refino alcalino, el procedimiento de refino en conjunto de petróleos para dedicarlos especialmente a la extracción de vaselinas y parafinas. pues en este caso no se sigue la marcha general que estamos reseñando para los petróleos y fracciones dedicadas a combustibles, alumbrado y engrase.

CAPITULO VIII

REFINO POR LOS ALCALIS

I. Acción de las lejías alcalinas sobre los destilados.

Los productos tratados por el ácido sulfúrico, además de la acidez que adquieren y de la que no se les separa por completo con los lavados por agua, contienen ácidos sulfónicos y ésteres del tratamiento anterior que son perjudiciales. También contienen otra porción de compuestos, ácidos nafténicos, fenoles, que coexistían con los petróleos antes del tratamiento sulfúrico y de los que no se les ha podido separar con este refino ácido.

Para neutralizar las porciones de ácido en exceso, así como para disolver la mayor parte de los demás compuestos que no son solubles en agua y sí lo son en una lejía diluída de álcalis, es para lo que se continúa el refino con este tratamiento, constituyendo, por así decirlo, una sola operación de purificación de petróleos, pues no se concibe un tratamiento ácido sin el correspondiente refino neutralizador.

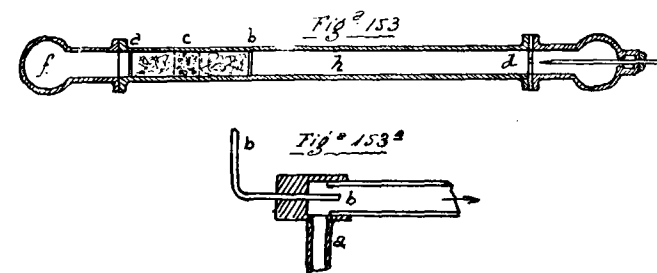
La acción del álcali, que casi siempre es la sosa cáustica, es la de transformar los compuestos ácidos en sales, que son en parte arrastradas la lejía y en parte separadas por lavados sucesivos que se verifican después del tratamiento alcalino.

Se forma, pues, con los compuestos ácidos, sulfato de sodio, que se disuelve en la lejía, y aunque a los ácidos sulfónicos y nafténicos no los transforma la lejía de sosa, sí los disuelve siendo diluída, y no los disolvería si fuese concentrada, por cuya razón hay que emplearla en una concentración determinada.

Como se ve por lo anteriormente indicado, las reaccio-

nes son sencillas y la operación debía serlo también, pero se presentan inconvenientes que modifican la marcha de la operación y la estorban. Estos inconvenientes son debidos a la formación de emulsiones difícilmente destruibles y a la disociación hidrolítica de los jabones formados.

Ya hemos hablado, cuando de los petróleos se ha tratado, de las emulsiones, y también, cuando de la deshidratación se ha tenido que tratar, hemos visto la dificultad que se encontraba para separar los compuestos emulsionados, y puede comprenderse que aquí estas dificultades se acrecen porque los jabones y resinas aumentan las tensiones moleculares y la formación de emulsiones, y en este tratamien-



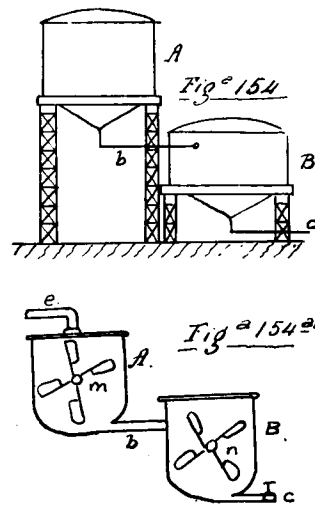
to existen todos los elementos para la formación de lejías jabonosas.

Claro es que hay multitud de circunstancias que favorecen o contrarrestan la formación de estas emulsiones, y por tanto, según las características del aceite y del petróleo que se trate, su viscosidad, densidad, proporción de compuestos ácidos, temperatura, etc., las emulsiones formadas serán más o menos estables.

Respecto a la disociación de los jabones formados con las sales de los ácidos nafténicos y probablemente de los sulfónicos, desde el momento que se destruye la sal de sodio formada y queda el álcali en libertad, los ácidos nafténicos no quedan disueltos en la lejía acuosa y no se separan completamente del petróleo; luego el problema es interesante, tanto o más, que el de las emulsiones.

Como vamos viendo, en todos los fenómenos del tratamiento de los petróleos falta un estudio serio que recopile tantos y tantos ensayos y unifique tantas teorías, normalizando los métodos para llegar técnicamente a resolver las dificultades. Ninguno de estos dos problemas está bien estudiado, y tenemos que contentarnos con citar observaciones de unos y otros y los medios empíricos, puede decirse, que tienen por ahora de resolverlos.

II. Las emulsiones, su formación y destrucción.—Ya



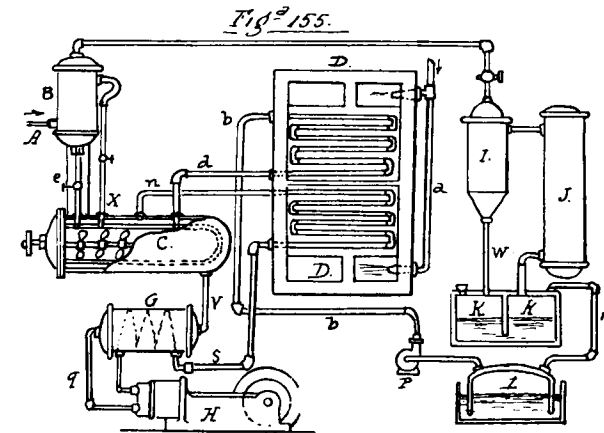
hemos hecho mención de que las emulsiones pueden formarse por agitación sostenida de las mezclas o por disolución incompleta de unos elementos en otros. Respecto a las primeras no hemos de insistir, porque ya están bien explicadas al tratar de la deshidratación, y más adelante volveremos sobre ambas para indicar la forma de destruirlas; por ahora, pues, vamos a ocuparnos de las emulsiones que se forman por solubilidad incompleta.

Se ha observado que las emulsiones que se forman espontáneamente sin la coexistencia de movimiento mecánico son debidas a una división microscópica, puede decirse, de uno de los cuerpos al contacto del otro, penetrando en la masa hasta hacerse invisible. Observando al microscopio este efecto en una gota de petróleo y otra de lejía alcalina, se ve a la gota de petróleo dividirse y penetrar en la lejía, desapareciendo en ella, no obstante no verificarse la disolución, porque el líquido no es sino una mezcla donde se ven claramente a suficiente aumento las pequeñas esferillas de petróleo en la masa de la lejía. Se

observa, pues, una especie de corriente de difusión de un cuerpo hacia el otro, del absorbido, por así decirlo, hacia el absorbente.

Han querido explicar este fenómeno por la formación de películas jabonosas alrededor de las gotitas de petróleo; pero esto no tiene razón ninguna de ser, desde el momento que se verifica lo mismo entre petróleos no ácidos y alcoholes u otros líquidos solubles en agua, sin que el jabón exista por ninguna parte.

Ahora bien: si a la gota de petróleo se le mezcla un poco de ácido oleico, ya no se forma la emulsión con la gota de



lejía y se ve comenzar a formarse esa corriente de difusión del petróleo a la lejía, pero también se observa que queda reducida a unas prolongaciones vermiculares que se rompen en gotas relativamente grandes y que son las llamadas «formas miélicas», que se suponen formadas por delgadas películas de jabón formado por el ácido oleico, que recubriendo las gotitas de petróleo impiden que llegue a ser absorbido por la lejía y a ésta que penetre en el petróleo y toman esas formas alargadas.

Realmente, lo que sí puede concluirse es que los ácidos oleicos y nafténicos aumentan la tensión superficial de los

petróleos y dificultan la división en finas gotas, y por tanto, dificultan las emulsiones espontáneas. Este aumento de la tensión superficial puede observarse vertiendo dos gotas de petróleo en lejía de sosa, una sin ácido oleico y otra con él, y veremos claramente a esta última concentrarse y extenderse menos que a la anterior, que termina por diluirse.

También se ha observado que la concentración de la lejía interviene desfavorablemente sobre la formación de emulsiones, y asimismo la dilución; es decir, que una concentración media es favorable a la formación de las emulsiones, mientras que se combaten por una concentración fuerte y por una débil proporción de la lejía.

Copiamos a continuación el cuadro de Berson, que da las tensiones superficiales en número de gotas, dadas por un tubo capilar, para un volumen determinado de petróleo. La tensión decrece, pues, conforme aumenta el número de gotas, y el límite puede decirse que es el filete líquido en que la tensión es muy débil:

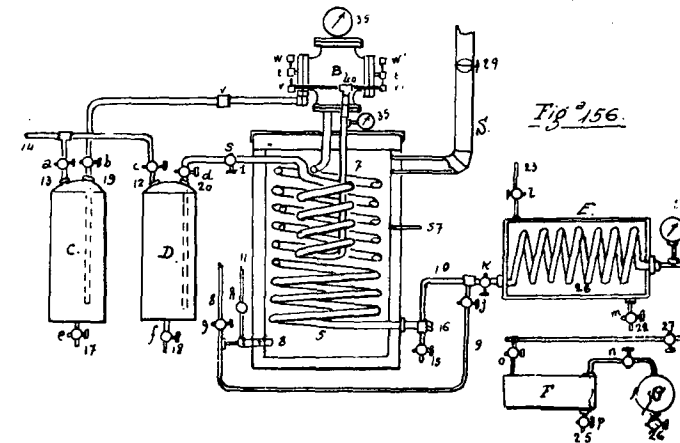
CONCENTRACIÓN	TEMPERATURA				
	15°	30°	50°	80°	100°
Normal	8	8.5	8	8.5	10
0,0	20	23	19	13	11
0,001	39	32	27	14,5	14
0,002	39	55	32	21	15
0,003	Filete	Filete	51	28	20
0,004	—	—	Filete	36	31

Si la temperatura subsiste sobre 50°, la emulsión en general no varía, teniéndose durante semanas enteras sin que se vea una tendencia a depositarse aceite. Si la temperatura desciende, se observa que al cabo de cierto tiempo de reposo se parte la emulsión en dos capas. Por encima, una capa de petróleo donde aún quedan gotas de lejía en movimiento, y por debajo, una capa blanquizca que se llama de

«aguas blancas» en que la emulsión del petróleo en la lejía subsiste.

A su vez la capa de aguas blancas dejada en reposo un tiempo suficiente se separa en otras tres capas: de petróleo la más alta; de emulsión, donde las gotitas microscópicas de petróleo casi se tocan y, sin embargo, no se unen, forma la segunda, y la de más abajo es de una solución opalina jabonosa.

La persistencia de la emulsión de la capa intermedia, Briggs, demuestra que es debida a los jabones que rodean



a las gotas de petróleo y que impiden su unión, según los ensayos que ha verificado sobre mezclas de agua y benceno, publicados en el tomo del 1915 del *Journal of Physical Chemistry* (pág. 210), debida esa película jabonosa a la diferencia de tensión superficial entre el agua y el petróleo, y tanto más fuerte esa película cuanto menor es esa diferencia de tensión. La formación de las distintas capas en la emulsión se explica del siguiente modo: La emulsión petróleo-lejía no es una de las emulsiones que hemos descrito, en que uno de los cuerpos es la fase exterior y otro la fase interna; este caso particular está caracterizado porque lo

mismo se encuentra el petróleo diluido en la lejía que la lejía en el petróleo, formando, pues, una emulsión que pudiéramos llamar compuesta, no simple, como eran aquellas de las que hasta ahora nos hubimos de ocupar de petróleo y agua. Dentro de esta emulsión, en el momento en que se deja en reposo, las gotitas de aceite tienden a ascender y las de lejía a descender con una velocidad que se determina por la fórmula

$$v = \frac{2 r^2 (s' - s) g}{9 \eta}$$

siendo η el coeficiente de frotamiento de las dos fases en presencia y r el radio de la gota, s y s' los pesos específicos del petróleo y del agua con lejía, y g la constante de la gravitación.

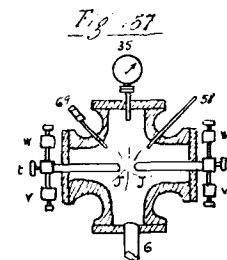
Para la lejía, η frotamiento interno del aceite es mayor que el relativo a las gotas de aceite que ascienden en las de lejía; pero como la diferencia de los radios en la lejía es mayor que en el petróleo y la velocidad está en relación con el cuadrado de los radios, la lejía descende mucho más rápidamente que el aceite dentro de la lejía y al cabo de poco tiempo se observa la separación en las dos capas, la de arriba de aceite, donde aún van descendiendo gotas de lejía, y la de abajo de aguas blancas, donde entre la lejía aún hay gotas de aceite que tienden a subir a la capa superior.

La estabilidad de las emulsiones depende principalmente de la diferencia de tensión entre la lejía y el petróleo; si esa diferencia es pequeña, la emulsión, es estable, y si es grande se puede destruir con facilidad.

Los jabones nafténicos se ha observado que disminuyen la tensión de los destilados del petróleo con relación a la del agua, y como esa disminución es distinta, según sea la fracción más ligera o más densa, y es la mínima con el aceite de brocas, o sea con el destilado inmediato al lampante, la emulsión con este aceite será menos persistente.

Por esa razón se observa que las distintas fracciones de petróleo forman diferentes emulsiones, y mientras que la gasolina mezclada a una disolución de 1 por 100 de jabón nafténico y agitada fuertemente forma una emulsión tan espumosa que se puede poner el recipiente boca abajo sin que se caiga, un petróleo denso para aceite de máquinas, por ejemplo, formará una emulsión donde siempre el petróleo se observa con su movilidad aunque tenga aspecto de crema la mezcla formada.

El keroseno da también algunas emulsiones tan sólidas, a veces, que se pueden cortar con cuchillo, pero generalmente no las forma, y no es debido a que no tenga aptitud para constituir las, sino a que los jabones disminuyen menos la tensión superficial del keroseno que la de la gasolina y que su proporción en ácidos nafténicos es pequeña, además de que para su epuración se emplean cantidades tan pequeñas de lejía que no puede servir de materia de dilución.

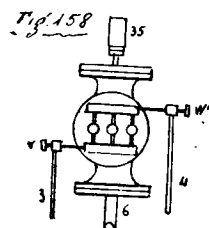


Las soluciones de ácidos sulfónicos parece que disminuyen también la tensión entre el agua y el petróleo, aunque con menos intensidad que los jabones nafténicos, y se ha observado que si estos ácidos están en el petróleo disminuyen más la tensión que si están en el agua, llegando a ser tan débil esta diferencia que las gotitas formadas en el agua son tan pequeñas y tan irregulares que no puede ni pensarse en determinar la tensión. Esto explica la facilidad de los destilados ácidos; se emulsionan a veces, aun por simple lavado con agua, sin necesidad de lejía de sosa.

Se ha observado para el petróleo y la lejía que existe una composición de mezcla que pudiéramos llamar crítica, en que la emulsión es más persistente y toma aspecto cremoso, llegando algunas veces a coagularse. Esta proporción es de 86 partes de petróleo para 13 de lejía, y si aumenta o dis-

minuye cualquiera de los componentes la emulsión es menos viscosa y más fluida. Pickering indica para el petróleo de alumbrado una composición de 99 por 100 y 1 por 100 de jabón al 1 por 100 de concentración, en que la emulsión es sólida y se destruye si se añade más petróleo, y del mismo modo se vuelve menos sólida si se añade más solución jabonosa.

El alcohol actúa rápidamente para destruir la estabilidad de las emulsiones, cuanto para impedir su formación, si se le incorpora antes del tratamiento alcalino. Se trata de explicar esta acción suponiendo que con el alcohol los jabones alcalinos de los ácidos nafténicos dan soluciones normales,



lo mismo que los jabones de los ácidos grasos superiores, y, como las emulsiones, tienden a formarse en soluciones en estado coloidal y no en estado normal; todo lo que tienda a establecer una solución normal tiende a destruir la emulsión.

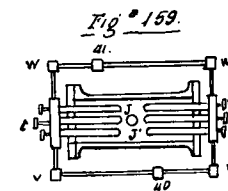
Como conclusión, podemos sentar como bases que para impedir la formación de emulsiones pueden emplearse los ácidos oleicos o nafténicos en pequeñas cantidades y el alcohol, aunque este último no se suele emplear por su precio elevado. Que las emulsiones de los petróleos ligeros y la lejía son poco persistentes, afortunadamente, y, por tanto, el fenómeno sólo presenta importancia para las fracciones superiores a los petróleos lampantes. Como estas fracciones son empleadas en la preparación de aceites de engrase y no hay otro medio de destruir las emulsiones que la acidificación del petróleo o aceite, y esto en los aceites de engrase hace perder precio, debe cuidarse mucho de agitar fuertemente los destilados densos cuando se les trate por los álcalis, para que no se forme la emulsión, ya que se forman más fácilmente con agitación que espontáneamente, y que se debe operar en caliente y con concentraciones bajas de

lejía, que son los caracteres del tratamiento más opuesto a la formación de emulsiones estables.

III. Hidrolisis de los jabones nafténicos.—Ya hemos indicado al principio del capítulo que debido a la disociación hidrolítica que en los jabones de los ácidos nafténicos se realiza, lo mismo que en los jabones de ácidos grasos, por muy extenso que sea el tratamiento alcalino, siempre quedan jabones ácidos sin disolver y arrastrar por la lejía ni por las aguas de lavado.

Esta cantidad de jabones que queda en los petróleos decrece bastante en presencia de un exceso de álcali, pero no se anula.

Las experiencias realizadas demuestran que favorece a la hidrolisis la temperatura a que se trabaje y la concentración de la lejía de sosa disminuye la reacción disociante. Para operar, por tanto, en forma que se realice la menor hidrolisis posible tendríamos que realizar el refinado alcalino a baja temperatura y operar con lejía muy concentrada, es decir, todo lo contrario de lo que nos conviene para destruir las emulsiones.



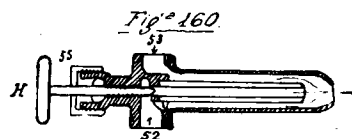
Por consiguiente, como lo que presenta verdaderas dificultades es la destrucción de las emulsiones, tenemos que preocuparnos más de ellas que de la hidrolisis; después del tratamiento tendremos que procurar disolver los jabones sódicos que quedan en el aceite o en el petróleo de que se trate.

También se ha observado que el alcohol es un cuerpo que disminuye la hidrolisis; por consiguiente, si empleamos una lejía alcohólica en una proporción de un 50 por 100 de alcohol obtendremos destilados más libres de jabones y no nos expondremos a las emulsiones persistentes. Este es, pues, el procedimiento empleado cuando se quieren produ-

cir aceites caros, como los aceites blancos, porque en el caso general de tratamiento resultaría el precio de costo muy elevado empleando alcohol.

Lo que es conveniente para la separación de los jabones sódicos es efectuar el primer tratamiento alcalino, o sea la neutralización con poco exceso de sosa libre, y separar más tarde los jabones ácidos que retiene el petróleo por lavados con lejía diluída y no con agua pura.

IV. Cantidad y calidad de la lejía a emplear.—La cantidad de la lejía de sosa que se emplea en los diferentes tratamientos de destilados es muy difícil de determinar, porque, generalmente, se trabaja hasta llegar a la neutralización, y, por consiguiente, la cantidad de lejía depende de la acidez que tengan los destilados que se presentan a tratamiento.



Al tratar de los distintos destilados ya indicaremos las

cifras más aproximadas, pero, por ahora, daremos algunas a conocer, más sobre la concentración de la lejía que sobre la cantidad de ella a emplear, que es más aleatoria.

Para las bencinas, medio a uno por ciento de lejía a 35 grados Baumé.

Para aceite solar, hasta neutralización, lejía a 22 grados Baumé.

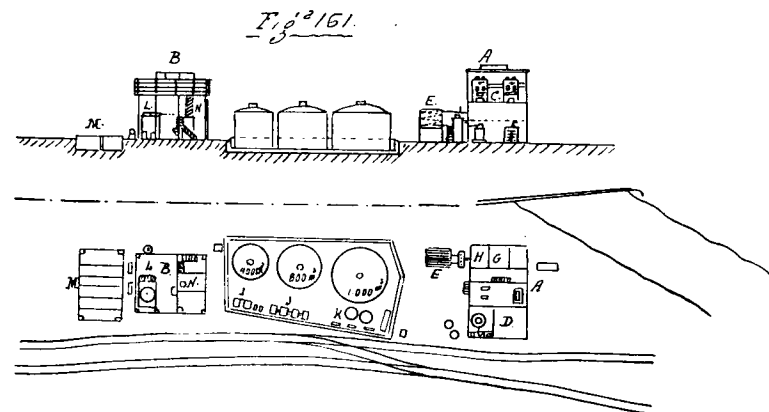
Para los lampantes, hasta neutralización, y de 25 a 35 grados Baumé.

Para aceites engrase se emplea o bien uno por ciento de lejía a 35 grados Baumé, y se sigue lavando con sosa cáustica hasta terminar el tratamiento y con concentración de lejía de 2 por 100, o se emplea hasta un 25 por 100 de lejía de tan sólo dos a cinco grados Baumé, y, más tarde, de sosa cáustica sólo 0,4 a 0,5 por 100.

Claro es que conviene de todo punto que la lejía sea lo

más pura posible, porque si contiene sales de cal, de magnesia, de hierro o hidróxidos, pueden formarse los jabones nafténicos de estos cuerpos, que son insolubles en agua y, por el contrario, muy solubles en el petróleo, y su transformación, una vez disueltos, será muy difícil y empleará mucha lejía alcalina.

V. Aparatos empleados para el tratamiento alcalino.
Ya hemos indicado al hablar de los aparatos para el refino

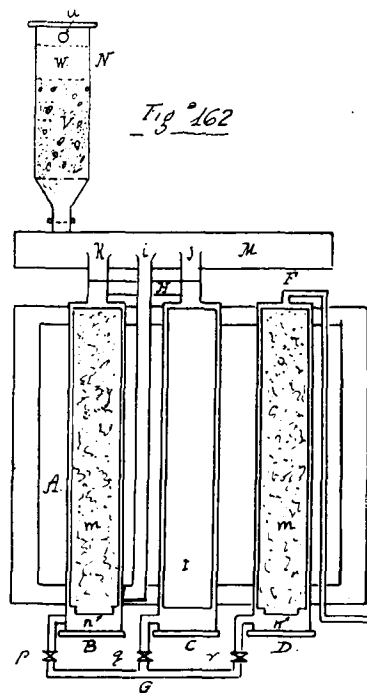


sulfúrico que los aparatos eran los mismos para el tratamiento ácido y para el básico.

Ahora podremos añadir que, muchas veces, cuando se tratan los aceites de engrase, no son los mismos aparatos, porque se emplea uno para el tratamiento ácido y otro para el alcalino, y así suele hacerse también para los petróleos lampantes; pero los aparatos son semejantes y nada tenemos que decir sobre ellos porque han sido descritos en el refino sulfúrico. La agitación debe ser siempre mecánica y nunca de aire comprimido, y debe poderse regular fácilmente para disminuirla cuando convenga, dándole la velocidad de marcha oportuna, claro es que cuando se emplean agitadores precisa un mayor gasto de reactivo, porque la

mezcla es menos íntima, pero el aire comprimido en presencia de los álcalis es un gran agente de oxidación, y ese es otro inconveniente grave.

Algunas veces, antes de hacer entrar el destilado en los recipientes de tratamiento alcalino se hace pasar, si procede de petróleos densos, por un epurador especial a cho-



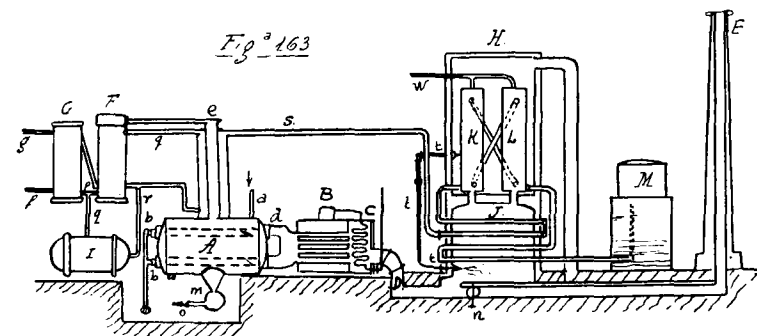
que, que no es otra cosa que un cilindro de palastro (figura 176), dividido por discos agujereados en compartimientos situados unos encima de otros; este epurador se coloca a la salida del epurador de tratamiento ácido A, de tal modo que los petróleos penetren en él por la tubería a), que entra por su parte inferior, y vayan ascendiendo, siendo detenidas por los tabiques agujereados, en los cuales se van quedando las partículas alquitranosas y densas, y salga por la parte superior para pasar por la tubería b) al epurador de tratamiento alcalino C.

VI. Modo de operar el refinado alcalino. — La preparación de la lejía de sosa se hace disolviendo en agua caliente o dirigiendo un chorro de vapor de agua sobre los bloques de sosa cáustica. De este modo se obtiene una lejía concentrada que se diluye conforme a las necesidades, añadiéndole agua cuando tiene que emplearse.

Una vez terminada la epuración por el ácido sulfúrico, si se ha de emplear para los petróleos el procedimiento de

lavados previos, se les trata por aspersión de agua y se retiran estas aguas ácidas antes de hacer entrar la lejía alcalina. De este modo se obtiene una disminución de consumo de reactivo. No se debe agitar la masa durante estos lavados con agua.

Cuando se trata de petróleos ligeros no hay necesidad de lavar, porque existe poco ácido libre. Terminado el lavado, o si no se hace, una vez los petróleos ácidos introducidos en el epurador alcalino, se hace pasar una lejía de la concentración que se desee (que suele ser de 25 a 35° Baumé para los petróleos ligeros y lampantes y de 2 a 5° Baumé para

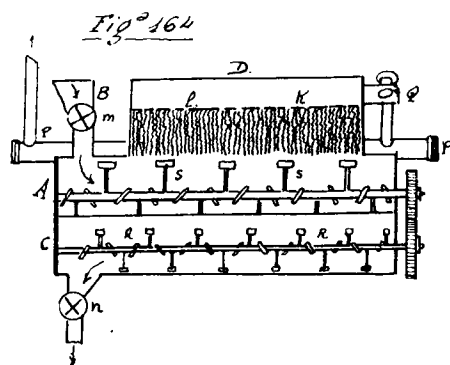


los mazouts y aceites) para neutralizar el ácido. Se eleva algo la temperatura de la mezcla para separar más fácilmente los componentes y se comienza a lavar por diversas lejías de sosa cáustica, muy diluidas, que se van haciendo salir del epurador para que vayan arrastrando las impurezas. Si existe emulsionamiento del aceite mineral y de la lejía, no hay más remedio que agregar 1 por 100 de ácido sulfúrico a 66° Baumé y se podrá separar el aceite de la lejía y proceder de nuevo a tratarlo con otra lejía diluida, para neutralizar lo posible, y, finalmente, con agua caliente que se arrojará en forma de aspersión y se decantará, lavando nuevamente con mucha agua.

En muchos casos, los refinadores suprimen estos últimos

lavados, alegando que no se ha tratado el aceite más que con la cantidad estrictamente necesaria de lejía, para neutralización del ácido; pero la verdad es que siempre que se procede de este modo suelen quedar con el destilado diversas sales, que más tarde vienen a depositarse en los depósitos y en los envases, o lo que es peor, en las máquinas lubricadas con esos aceites.

El refinado de los petróleos es tanto más difícil cuanto más viscosos son, o cuanto más resinas tienen; por eso más adelante damos el procedimiento general ruso de refinado ácido y alcalino de los aceites de engrase, que es el más de-



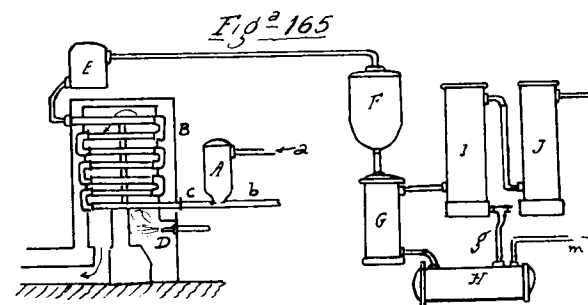
tendido de todos ellos y el más difícil, como ejemplo, de los métodos reseñados.

Hay veces en que se invierten los procedimientos y se trata primero el petróleo por una lejía de sosa, antes de epurarlo por ácido sulfúrico, luego por el ácido y, final-

mente, por una nueva lejía para neutralizar. Este método de trabajo tiene, según sus partidarios, las siguientes ventajas: El lesivado previo permite retirar del petróleo los ácidos nafténicos y los fenoles y una parte de los compuestos sulfurados que existen en el petróleo, sobre todo si se añade a la lejía un poco de óxido de plomo, en caso de que los petróleos sean muy azufrosos. Claro es que se empleará menos ácido sulfúrico porque hemos quitado impurezas, pero en cambio gastamos más lejía alcalina. No obstante, se ha observado que los kerosenos tratados en Bakú por ese procedimiento del «prelesivado» no empleaban más sosa cáustica que por el procedimiento ordinario, porque el lavado

previo que en todos los casos suele preceder al lesivado y sigue al tratamiento ácido da más resultado, o sea separa más impurezas, cuando ha precedido un lesivado al tratamiento ácido, y, por tanto, la neutralización final en este caso consume menos sosa cáustica y equilibra, con la gastada en el prelesivado, la que venía consumiéndose en el método corriente.

En este caso, pues, se tratará por la lejía de sosa, se lavará, se tratará por el sulfúrico, se lavará de nuevo y se tratará por la lejía de sosa nuevamente. Resulta, pues, algo más complicado y necesita tres epuradores distintos, en cascada, para los distintos tratamientos, y esas dificultades



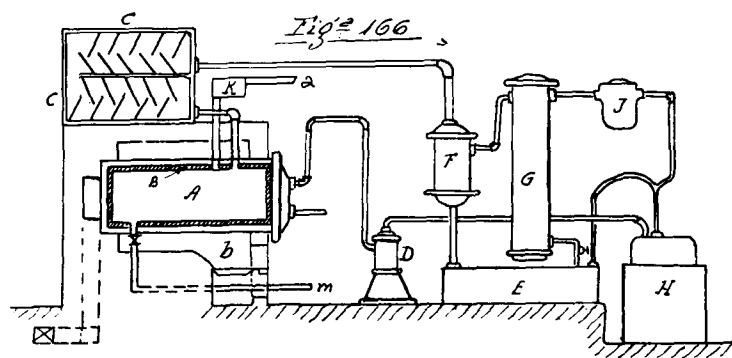
han impedido que se extienda su empleo, no obstante sus ventajas.

Las pérdidas obtenidas con el refinado alcalino son mayores que con el refinado sulfúrico, porque todos los jabones nafténicos suelen arrastrar disueltos hidrocarburos, y como se ha podido comprobar, esta proporción puede llegar al 6 ó al 7 por 100 del peso de los ácidos nafténicos, separados en caso de petróleos ligeros, y hasta un 50 ó 60 por 100 de los pesos de los ácidos nafténicos, separados por lejías de sosa en caso de petróleos densos.

Berkhan ha calculado que en la neutralización se vienen a perder del 0,84 a 0,90 por 100 del destilado y lavado con agua final, para la eliminación de jabones; del 0,06 al 0,1 por 100, operando con toda clase de cuidados.

VII. Tratamiento alcalino por la cal.—En algunas refineras se ha substituído la sosa por la cal en el tratamiento alcalino, buscando la economía que se produce por la diferencia de precio entre uno y otro reactivo.

Químicamente, aunque la cal viva no actúe más que débilmente sobre los destilados ácidos, se ha visto que la lechada de cal, o la cal extinguida en seco, reaccionan muy bien sobre los petróleos ácidos y pueden substituir a la sosa. Tiene el inconveniente de que los jabones nafténicos de cal se disuelven bien en los petróleos y no pueden ser separados por lavados con agua sola; luego hay que lavarlos por



lejías alcalinas, a base de sosa generalmente. También tienen la desventaja de que los precipitados, a base de cal, suelen necesitar mucho tiempo para depositarse y la operación se vuelve más lenta que en el tratamiento por la sosa.

El consumo de reactivo es de un 3 por 100 aproximadamente en verano, y asciende hasta un 6 por 100 en invierno, resultando mucho mayor que para la sosa y, finalmente, los jabones de cal retienen hasta un 5 por 100 de keroseno.

Lo que sí puede hacerse es tratar por la cal y verificar los lavados por la sosa. y en ese caso, se llega a reducir la cantidad de sosa necesaria hasta un 10 por 100 de la que era

precisa en el procedimiento alcalino por la sosa, y reemplazar el 89 ó 90 por 100 restante de sosa por la cantidad equivalente de cal, que siempre será más económica.

En el tratamiento de la cal hay que hacer constar una observación hecha por Stepanow, sobre una substancia líquida amarillenta, más pesada y viscosa que el keroseno, que queda retenida por los jabones de los ácidos nafténicos y la cal. Esta substancia se ha formado, seguramente, por oxidación en presencia de la cal, pero no se ha hecho estudio alguno para ver la manera de formación, y lo mismo puede proceder del petróleo bruto, que al verificar ese tratamiento se ha logrado aislarla, que puede ser una modificación o transformación operada en el tratamiento ácido o en el alcalino.

CAPITULO IX

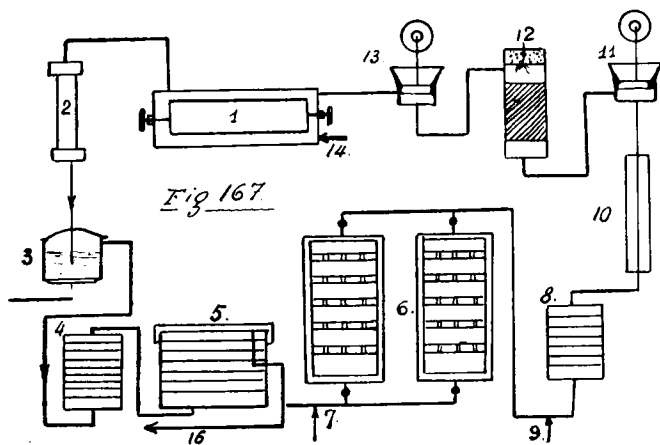
TRATAMIENTO COMPLETO SULFURICO-ALCALINO

I. Modo de refino de los petróleos en Rusia.—El refino de los petróleos ligeros es muy sencillo, pues siguen el procedimiento general que hemos indicado en los tratamientos sulfúrico y alcalino, y las cantidades y concentraciones de los reactivos ya han sido reseñadas en esos capítulos:

a) *Refino del aceite de alumbrado.*—Para estos petróleos se prescribe una cantidad de ácido sulfúrico que varía entre 0,75 y 1,5 por 100. Se enfría primeramente el petróleo hasta llegar a 20° C y se introduce en el epurador adicionándole un 10 por 100 de la cantidad de ácido sulfúrico antes indicada. El ácido absorbe el agua y se deposita en el fondo del recipiente, y una vez depositado debe decantarse y extraerse. Entonces se introduce el resto de ácido sulfúrico concentrado a 60-62° Baumé y se agita la mezcla durante una hora aproximadamente, dejando después en reposo la reacción. Las materias disueltas y atacadas por el ácido

se depositan bajo la forma de alquitranes ácidos en una hora o dos de reposo. El petróleo refinado posee un color rosado y olor de ácido sulfuroso y se le hace pasar al epurador de álcali.

El alquitrán ácido se deja en el aparato correspondiente al tratamiento sulfúrico y se introduce otro nuevo destilado con él, con objeto de que se apodere del agua y no tener que emplear nuevo ácido sulfúrico para esta nueva operación de deshidratación. Una vez quitada el agua al nuevo



petróleo se retira el alquitrán y ya está dispuesto este aparato para una nueva operación.

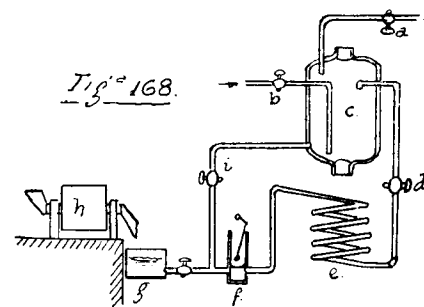
El destilado tratado anteriormente por el ácido, que ha pasado a la cuba de álcalis, se trata por adición con una lejía de sosa cáustica a 25 ó 30° Baumé. Se añade la lejía poco a poco hasta que la masa líquida se vuelva lechosa y se prueba que está neutralizada. Después se lava con agua, lo que mejora la calidad del petróleo.

b) Refino de los petróleos destinados a aceites de engrase.—Antes de mezclarlos con ácido sulfúrico se tratan por el alquitrán ácido de la operación anterior, para deshidratarlos completamente, como ya se ha dicho, lo que se consigue al cabo de unos treinta minutos de reacción con esos

alquitranes, y se hacen salir estos alquitranes del epurador. Si se tiene epurador con agitación por aire se empleará una cantidad de ácido sulfúrico de 2,5 a 3 por 100; si no se tienen más que agitadores mecánicos, la cantidad ascenderá a 3,4 por 100 para los petróleos menos densos, y de 8 a 10 por 100 para los que han de dar aceites de cilindros, quedando como término medio un 5 a 6 por 100 para los aceites de máquinas.

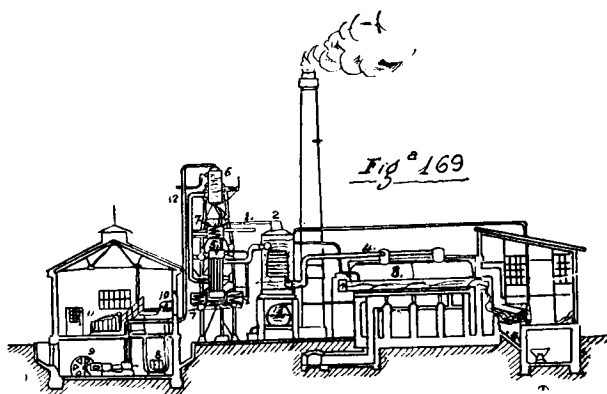
Se va añadiendo poco a poco el ácido y agitando la mezcla durante una hora al menos. El petróleo toma color más obscuro, que no debe ser pardusco, sino rojizo, y su reflejo, que al principio de la operación era verdusco debe ser

ahora violeta. Al cabo de una hora y media se deja de agitar, y el ácido se deposita en el fondo con las materias procedentes de su ataque en forma de alquitrán poco fluido, viscoso y ácido. Como esta precipitación se efectúa lentamente,



debe calentarse el petróleo por medio de un serpentín a vapor hasta la temperatura de 50 a 70° para facilitarla, lo que si se trata petróleo muy viscoso no se consigue sino al cabo de unas veinte a veinticuatro horas. Se consigue disminuir algo este tiempo introduciendo en la mezcla un 0,5 por 100 de lejía de sosa a 35° Baumé (con lo que se reduce a dos o tres horas), y agitando durante una media hora y dejando en reposo después la mezcla. El residuo ácido que se deposita representa un 6 a 7 por 100 del petróleo tratado, como término medio. Después de hacer pasar el petróleo por un epurador a choques, se hace penetrar en la cuba de refino alcalino y se le añade un 1 por 100 de lejía a

35° Baumé, para neutralizar el ácido, y se termina añadiendo una disolución de sosa cáustica al 2 por 100, añadida poco a poco, agitando el petróleo al mismo tiempo. Durante esta operación el color del petróleo va variando del obscuro violáceo al amarillento sucio, con deprendimiento de ácido sulfuroso, que cesa cuando ya han sido saturados los ácidos, y se conoce porque ya no se percibe olor, y el petróleo se ha vuelto amarillo y no se observan en el líquido estrías oscuras de ninguna clase. La cantidad de sosa cáustica empleada oscila entre 0,4 y 0,5 por 100.



En otras fábricas no se emplea la lejía concentrada, sino a 4 ó 5° Baumé, durante toda la operación.

Después de haber comprobado la neutralización del líquido ensayándolo con ptaleína, se inyecta vapor en la masa, elevando la temperatura a 70° y dejando nuevamente el líquido en reposo. En el fondo se reúne la lejía con los cuerpos disueltos y se la retira, lavando en seguida el petróleo con agua caliente por aspersión y se extrae el agua. Se añade de nuevo otra cantidad de agua que represente una séptima parte del volumen del petróleo y se agita durante media hora, y se da por terminada la operación cuando calentando la mezcla con el agua a 70° y dejada reposar durante algunas horas, no se enturbia en agua del último lavado.

El residuo del referido alcalino representa un 17 por 100 como medio del petróleo tratado. Los petróleos, después de separarlos lo mejor posible del agua de los lavados, se calientan un poco para expulsar los restos de agua y se llevan al depósito. Cuando son muy viscosos hay que calentar muchas veces a 50 ó 60°, manteniendo esta temperatura hasta que estén limpios y sin agua alguna.

II. Modo de refino de los petróleos americanos.— No se diferencia en nada de los petróleos rusos el tratamiento de refino que se sigue para los americanos; únicamente varían en los lavados por agua, que se realizan entre el refino sulfúrico y el alcalino, como ya hemos dicho cuando hemos estudiado ambos sistemas de refino. La cantidad de ácido y de lejía de sosa gastadas con los petróleos americanos es mayor que con los rusos, y como los americanos tienen color más obscuro, el refino sulfúrico suele hacerse con mayor cantidad de ácido para decolorar los líquidos. Cuando son algo parafinosos los petróleos, algunas veces para obtener buen resultado hay que añadir hasta un 12 por 100 de ácido sulfúrico a 66° Baumé, sosteniendo la agitación durante una hora enérgicamente y dejando reposar el líquido durante un día. Al día siguiente se trata por la lejía alcalina, que muchas veces está compuesta por tres partes de carbonato sódico en siete partes de agua, conduciendo la operación de la manera general. Cuando los petróleos tienen mucha fluorescencia se emplea en el tratamiento sulfúrico algo de ácido fumante al mismo tiempo que el ácido concentrado para quitarla.

(Continuad.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de junio de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	402.197
Antracita.....	1.152
TOTAL.....	403.349

Coque..... 13.318 toneladas.
Aglomerados..... 12.266 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.474

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.236
Lignito.....	16.596
TOTAL.....	18.832

Producción de coque: 564 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	32.878

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.334
Antracita.....	12.548
TOTAL.....	32.882

Briquetas..... 7.449 toneladas.
Coque..... 2.973 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.231

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	65.186
Antracita.....	16.507
TOTAL.....	81.693

Aglomerados..... 18.929 toneladas.
Coque..... 985 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.167
Antracita.....	11.205
TOTAL.....	26.372

Aglomerados..... 11.818 toneladas.
Coque..... 74 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.137
Coque de gas.....	356 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	13.900
Aglomerados de hulla.....	7.248 toneladas

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	6.983

Valencia

Coque metalúrgico..... 8.911 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.587 toneladas.
Aglomerados..... 5.701 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.892
Aglomerados.....	196
Coque de gas.....	249

Producción de combustibles durante los meses de enero a junio de 1929

	Meses anteriores	Junio	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	218.187	41.412	259.599
Hulla.....	2.608.265	551.898	3.160.163
Lignito.....	176.108	33.313	209.421
TOTAL.....	3.002.560	626.623	3.629.183
Coque metalúrgico.....	223.342	58.997	282.339
Aglomerados.....	185.403	63.607	249.010

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a junio de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Junio	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	1.771.102	313.839	2.084.941
Benzol 50 por 100 (medio)...	76.561	20.315	96.876
Solvent-nafta (pesado).....	190.932	31.989	222.921
Otros tipos.....	285.558	47.586	333.144
TOTAL.....	2.324.153	413.729	2.737.882

Aceites crudos (alquitranes) 15.364.839 2.999.246 18.364.085

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	2.247.114	497.616	2.744.730
Gasolinas y similares.....	196.205	39.754	235.959

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de junio de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	62.014
Coruña (Galicia).....	9.244
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.678
Granada-Málaga	40.044
Huelva	35.219
Jaén	2.166
Murcia.....	17.985
Oviedo.....	10.059
Santander.....	56.872
Sevilla.....	8.822
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	72.041
Vizcaya.....	220.000
Zaragoza.....	3.183
TOTAL.....	540.527
Meses anteriores.....	1.966.727
TOTAL A LA FECHA.....	2.507.054

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	89	»	»	»
Coruña.....	»	»	69.300	»	»
Guipúzcoa.....	1.021	1.835	»	»	»
Oviedo.....	7.992	11.781	»	»	»
Santander.....	4.025	4.085	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	10.104	16.905	»	»	»
Vizcaya.....	37.661	46.208	»	»	»
TOTAL.....	60.805	80.903	69.300	»	»
Meses anteriores	292.204	375.762	1.224.986	»	»
T. A LA FECHA.	353.007	456.665	1.294.286	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	385	»
Ciudad Real.....	171	»
Córdoba.....	501	301
Guipúzcoa.....	414	»
Murcia.....	2.049	»
Oviedo.....	»	649
Santander.....	7.302	»
TOTAL.....	10.822	950
Meses anteriores.....	37.943	2.902
TOTAL A LA FECHA.....	48.765	3.852



Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	700.252	»
Huelva....	342.171	1.431.000	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	65.529	61.696	»
Sevilla....	753	»	»	»	35.000
TOTAL..	342.924	1.431.000	65.529	761.948	35.000
Meses anteriores.	1.331.266	4.823.591	181.737	2.840.916	102.000
T. FECHA.	1.674.190	6.254.591	247.266	3.602.864	137.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	2.527
Oviedo.....	38
TOTAL	2.565
Meses anteriores.....	5.502
TOTAL A LA FECHA.....	5.067

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	13	>
Badajoz.....	334	>
Barcelona-Tarragona	364	117
Baleares.....	>	>
Ciudad Real.....	624	>
Córdoba.....	2.879	4.150
Granada-Málaga	253	1.534
Guipúzcoa.....	84	640
Jaén.....	7.097	1.449
Murcia.....	1.525	5.255
Santander.....	336	>
Sevilla.....	>	>
TOTAL	13.509	13.145
Meses anteriores	56.254	41.876
TOTAL A LA FECHA.....	69.763	55.021

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha fallecido el Ingeniero segundo D. Ramón María de Rotache, y con motivo de la anterior vacante se produce el siguiente movimiento de escala:

Asciende a Ingeniero segundo D. Fernando Benito Jiménez. Ingresan como Ingenieros terceros los Sres. D. Fernando de las Heras Maraver, D. Rafael Sáenz Díez y Vázquez y D. Carlos García-Mansiño y Campuzano, quedando los dos últimos en situación de supernumerarios.

Ha sido destinado al Distrito minero de Zaragoza el Ingeniero segundo D. Francisco Fontanals y Pérez.

Han cesado en el cargo de Vocales del Consejo de Administración de las minas de Almadén y Arrayanes D. Antonio Sempau y D. José Abbad, y han sido nombrados en el expresado cargo D. Cleto Marcelino Rubiera, Inspector general de Minas, y D. Ramón Machimbarrena, Ingeniero Jefe de primera clase de Minas.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de julio de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de julio de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Barcelona..	Gurt.....	San Miguel.....	Petróleo...	164	Minerales Ibéricos, S. A. D. Jaime Galobart. » César A. Doncel. » Ramón Fliaguet.
Idem.....	Masías de Voltregá y San Hipólito..	Carmen.....	Idem.....	202	
Idem.....	Vich, Mallá y otro.....	Covadonga.....	Idem.....	646	
Idem.....	Castellví de la Massia..	Luisa.....	Plomo.....	12	
Huelva... ..	Almonaster la Real ...	Demasia a Consuelo...	Manganeso	5	D. ^a Consuelo Alcocer.
Idem.....	Idem.....	1. ^a idem id.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a idem id.....	Idem.....	3	Idem.
Idem.....	Aroche.....	Condesa del Álamo...	Pirita de hierro.	10	D. Ignacio Blanco.
Idem.....	Cabezas Rubias .. .	La Olvidada.....	Idem.....	30	» Juan Tirado.
Idem.....	Calañas.....	Alfonso.....	Idem.....	16	Sociedad Unión Española de Explosivos.
Idem.....	Idem.....	La Tarasca.....	Idem.....	16	D. Juan María Hidalgo.
Idem.....	Cumbres de San Bartolomé.	Margarita.....	Idem.....	20	» Miguel López.
Idem.....	El Granado.....	Santa Catalina.....	Idem.....	9	» Eduardo Castillo.
Idem.....	Idem.....	Guadiana.....	Idem.....	9	Idem.
Idem.....	Encinasola.....	Ntra. Sra. de Flores..	Idem.....	30	D. Miguel López.
Idem.....	Idem.....	Dolores.....	Idem.....	16	Idem.
Idem.....	Paymogo-Puebla de Cantillana ..	Trancanalejo.....	Idem.....	8	D. Eduardo Castillo.
Idem.....	Puebla de Guzmán y Paymogo ..	Demasia a Trimpancho.	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	16	
Idem.....	La Puerta.....	El Zangano.....	Plomo.....	24	Compañía Minera Bético-Manchega.
Idem.....	Idem.....	Anima.....	Idem.....	76	Idem.
Idem.....	Idem.....	Anima 2. ^a	Idem.....	101	Idem.
Idem.....	Segura y Orcera.....	Lolita Segunda.....	Idem.....	132	D. Felipe Delgado.
León.....	Murias de Paredes.....	Cesárea.....	Hierro.....	100	» Luis Carretero.
Idem.....	Valdepiélagos.....	Pilar.....	Idem.....	20	» Ricardo Tascón.
Idem.....	Carrocera.....	Victoria.....	Hulla.....	12	» Juan Fernández.
Idem.....	Matallana.....	Argimiro.....	Idem.....	20	» Tomás Rebollo.
Idem.....	Idem.....	Luisa.....	Idem.....	36	» Nicanor Miranda.
Idem.....	Idem.....	Belarmina.....	Idem.....	16	» Belarmino Canseco.
Idem.....	Toreno.....	Despreciada.....	Idem.....	20	» Dionisio González.
Idem.....	Idem.....	Por si vale.....	Idem.....	274	» Manuel Sáenz Santa María
Idem.....	Idem.....	Ampliación a Por si vale ..	Idem.....	260	Idem.
Idem.....	Villablino.....	Tercera Petronila.....	Idem.....	56	D. Luis de Elorduy.
Idem.....	Idem.....	Teresa, Julia y Teresa..	Idem.....	11	Idem.
Murcia.....	Águilas.....	Tebor.....	Hierro.....	73	D. Luis Brugarola.
Idem.....	Alhama.....	Isabel.....	Idem.....	15	» José Antonio Balibrea.
Idem.....	Lorca.....	Bienvenida.....	Idem.....	27	» Antonio Benedicto.
Idem.....	Mazarrón.....	San Francisco de Asís..	Idem.....	5	» Anselmo Bañori.
Idem.....	Idem.....	San José de la Montaña.	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Mula.....	San Bartolomé.....	Lignito ..	96	Hros. Aguas de la Hila y Torrente de Lebrilla.
Santander..	Santillana del Mar.....	Esperanza.....	Hierro.....	56	S. A. Minas de Cartes.
Idem.....	Herrerías.....	Insumisa.....	Caolín.....	12	D. Fausto Suárez.
Idem.....	Valdeolea.....	Concha.....	Magnesita.	60	» José Luis Martínez.
Idem.....	Idem.....	Pura.....	Idem.....	105	Idem.
Idem.....	Idem.....	Emilia.....	Idem.....	40	Idem.

Catastro minero

Se ha practicado la rectificación del catastro de las provincias de Barcelona, Huelva, Jaén, León, Murcia y Santander.

También se ha practicado la rectificación anual del catastro de la provincia de Córdoba.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

De Real orden se conceden autorizaciones a la Sociedad Portland Iberia, S. A.; a la Sociedad Anónima Española de Cementos Portland Hispania y a la Compañía general de Asfaltos y Portland Asland, para ampliar la producción que se indica. ("Gaceta" del 6.)

Real orden núm. 238 que concede a D. Ramón Azorín, para su fábrica de ladrillos cerámicos de Carabanchel Alto (Madrid), la ocupación temporal de los terrenos que se indican. ("Gaceta" del 12.)

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo mecánico en las cercanías de San Mamés de Abar (Burgos). ("Gaceta" del 25.)

EXPOSICIÓN

Señor: Las manifestaciones petrolíferas existentes en las cercanías de Basconcillos del Tozo (Burgos), como las areniscas impregnadas de betunes y el desprendimiento de gases combustibles en algunas calizas, prueban que en el subsuelo de esta región existe o ha existido el preciado combustible. Ellas indujeron al Instituto Geológico y Minero de España a proponer una investigación geofísica por el procedimiento sísmico, a fin de adquirir datos sobre la estratigrafía subterránea de la zona y determinar el emplazamiento más favorable de un sondeo mecánico. Desgracia-

damente, las investigaciones sísmicas llevadas a cabo indican la existencia de numerosas fallas cortando los anticlinales, que hacen suponer muy difícil la conservación de alguna acumulación petrolífera. No obstante, el Instituto Geológico, antes de abandonar definitivamente tan interesante zona, propone practicar un sondeo en las cercanías del pueblo de San Mamés de Abar, para una profundidad comprendida entre 300 y 600 metros.

Este sondeo cortará una cúpula anticlinal rodeada de fracturas, pero que no se manifiesta en su cúspide, siendo el único sitio donde puede intentarse tal trabajo.

Su ejecución requiere conocimiento que sólo una larga práctica sondeadora puede garantizar, y por ello su adjudicación debe hacerse mediante concurso público, exceptuándola de las formalidades de subasta, al amparo del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911.

Por las consideraciones expuestas, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto:

Madrid, 10 de junio de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Rafael Benjumea y Burín.

REAL DECRETO

Núm. 1.697.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda exceptuado de las formalidades de subasta, y se adjudicará mediante concurso público, la ejecución de un sondeo mecánico de 300 a 600 metros de profundidad en las cercanías de San Mamés de Abar (Burgos).

con arreglo a lo prevenido en el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911.

Artículo 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones necesarias y conducentes al cumplimiento del presente Decreto.

Dado en el Palacio de Mi Embajada en Londres a diez y seis de julio de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—
El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín.*

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....	575
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de junio de 1929.....	628
Producción de combustibles durante los meses de enero a junio de 1929.....	631
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a junio de 1929.....	631
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de junio de 1929.....	632
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	635
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de julio de 1929.....	636
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. — De Real orden se conceden autorizaciones a la Sociedad Portland Iberia, S. A.; a la Sociedad Anónima Española de Cementos Portland Hispania y a la Compañía general de Asfaltos y Portland Asland, para ampliar la producción que se indica.....	639
Real orden núm. 238 que concede a D. Ramón Azorín, para su fábrica de ladrillos cerámicos de Carabanchel Alto (Madrid), la ocupación temporal de los terrenos que se indican.....	639
Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo mecánico en las cercanías de San Mamés de Abar (Burgos).....	639

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



BOLETÍN OFICIAL
— DE —
MINAS Y METALURGIA

FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

III. Pérdidas sufridas en el tratamiento en conjunto.—

Como datos prácticos podemos dar los siguientes:

Gasolinas	1 por 100 aproximadamente.
Keroseno.....	2 a 3 por 100.
Aceites de broca.....	13 a 15 —
Aceites para máquinas.....	11 a 12 —
Aceites para cilindros.....	10 a 11 —

Estas cifras han sido comprobadas como ciertas para los petróleos rumanos por Elaceanu, y advierte que el aumento de pérdida del aceite de brocas es debido a que las emulsiones formadas durante el tratamiento alcalino aumentan estas pérdidas por la mayor cantidad en ácidos nafténicos que tienen estas fracciones.

IV. Modificaciones que sufren los destilados por el tratamiento.—Los resultados del refino sobre los petróleos son:

Disminución del peso específico, tanto más cuanto que el producto primitivo tiene una mayor proporción en car-

buros no saturados o en asfaltenos. En los casos corrientes, esa disminución es pequeña y está comprendida entre 0,003 y 0,005, pero hay casos de tratamientos enérgicos con ácido sulfúrico fumante en que la densidad disminuye de 0,02 a 0,03. También se ha dado algún caso de petróleos ligeros tratados después del cracking, en que han sufrido un ligero aumento, debido a las polimerizaciones, pero son excepciones de la regla general.

La coloración del refinado es mucho más clara que la del destilado primitivo, y, como ya hemos dicho, la coloración no varía mucho en el tratamiento sulfúrico, sino en el alcalino, que es cuando se aclara. La débil coloración del petróleo se toma como base para dilucidar si está bien o mal refinado.

La viscosidad decrece mucho por el refino, y tanto más cuanto que los petróleos primitivos sean más densos. Varía, generalmente, 0,02 para aceites de broca; asciende de 0,12 a 0,14 para los aceites de máquinas, y puede llegar esa diferencia a 2-2,3 para los aceites de cilindros.

Cuando se trata de petróleos que han sufrido descomposición pirogenada, puede aumentar la viscosidad, como hemos visto que aumentaba la densidad.

El punto de inflamación suele quedar invariable si el refino y la destilación se han llevado por el procedimiento ordinario. En cambio suele descender algo si se refina fuertemente con ácido fumante, y se eleva bastante si se refinan productos de cracking de petróleos que contengan carburos saturados.

El punto de fusión, si los petróleos son parafinosos, aumenta después de refinados.

Respecto a su composición química, ya hemos indicado a grandes rasgos las variaciones que experimentan los petróleos tratados, que dan el resultado de disminuir la proporción en sustancias resinosas y asfálticas, pero, en cambio, adquiere una pequeña cantidad de jabones nafténicos

y sulfónicos y de sulfato de sodio, algo de cal y de magnesia, que se traducen en una pequeña proporción de cenizas que adquiere el combustible.

Analizadas cenizas de aceites de máquinas de Rusia, procedentes de la Sociedad Nobel, se ha visto que estaban compuestas de

77 a 84 por 100 de sulfato de sodio.

1 a 2 por 100 de carbonato de sodio.

14 a 20 por 100 de óxidos de hierro y cal, en que la relación del primero al segundo era de un cuarto a un quinto de óxido de cal para uno de hierro.

Naturalmente, la proporción en cenizas debe ser muy pequeña y no debe exceder de 0,001 por 100 para los kerosenos y de 0,1 a 0,2 para los aceites de máquinas y de cilindros, porque, evidentemente, es un signo de haberse verificado el refino en condiciones deficientes si la proporción es crecida.

V. Epuración de los aceites que no se prestan bien al refino.—El mazout que se obtiene como residuo de la destilación de petróleos, y algunos petróleos destilados, de otros, ricos en materias ácidas, no pueden tratarse siguiendo el método general de refino que hemos descrito en los párrafos anteriores y tienen que purificarse por un procedimiento especial.

Estos petróleos se emulsionan con facilidad y hay que suprimir la agitación mecánica. Se tratan en Bakú de la siguiente manera:

Se mezcla el petróleo con el ácido en un recipiente que puede ser abierto, puesto que no hay temor, dada la densidad de los petróleos, a que se pierdan hidrocarburos ligeros que ya han sido agotados en destilaciones anteriores. Se eleva la temperatura hasta 60 grados y se agita con una barra de hierro, mientras que se agrega la última parte de ácido sulfúrico a la mezcla. El depósito resinoso desciende

hacia la base del recipiente, y, al cabo de cierto tiempo, el obrero que mueve la barra de hierro puede darse cuenta de que ese depósito resinoso se va haciendo cada vez mayor y opone una resistencia al movimiento de la barra. Se deja en reposo, y, pasadas varias horas, se puede sacar el petróleo trasvasándolo al recipiente de epuración para tratamiento alcalino, interponiendo entre el epurador de ácidos y el de bases un epurador de choque para que elimine las partículas de resina que pueda arrastrar o un filtro de arena.

El tratamiento alcalino se hace de diversas maneras, según la clase de petróleo que se refina. En el caso de mazout, que ha de servir para engrase de vagones directamente, se lava el aceite ácido con lejía de sosa a 2-3 grados Baumé hasta que esté neutralizado y reaccione sobre la ptaleína del fenol, pero antes de que se precipiten los productos se da por buena la prueba. Entonces se calienta la mezcla hasta 100 grados y se agita por aire comprimido. Se forma una espuma muy fuerte que procede del jabón de sosa y que sobrenada, espesándose poco a poco a consecuencia de la evaporación, por lo que, al cabo de dos horas, toda la masa se ha convertido en un líquido espeso, cubierto por una capa consistente de jabón poroso que no se fracciona al paso de la corriente de aire comprimido. Se detiene la insuflación de aire desde el momento en que, cogido un poco de petróleo, se encuentra límpido, y se procura extraer el petróleo a otro recipiente para no darle tiempo a que se mezcle con la espuma. También se puede recoger la espuma y sacarla del recipiente de epuración. Sea de una u otra forma, el petróleo se lava por riego con agua caliente, que se extrae después de depositada lentamente, siguiendo los lavados hasta que el agua salga clara. Una vez bien lavado se somete el petróleo a una cocción hasta que no se forme más espuma, después de haber elevado la temperatura hasta 100 grados C.

Cuando son petróleos que deben tratarse para aceites

densos, se lava el petróleo a la salida del epurador ácido con una lejía de sosa muy débil que no marque más de un cuarto a un medio, grados Baumé, y el resultado se filtra por sal marina de grano grueso.

Si se trata de refinar la ozoquerita, puede refinarse sin tratamiento alcalino introduciéndola en un recipiente cerrado y con salida para los gases desprendidos. Se mezcla con ácido sulfúrico fumante y se calienta hasta 170 ó 180 grados, siguiendo el caldeo mientras el desprendimiento de gas sulfuroso no cese y el olor del petróleo no sea ácido.

VI. Epuración de los aceites minerales de vaselina.—

El método de tratamiento de los petróleos que se destinan a la producción de la vaselina, que ha de emplearse en especialidades delicadas, es diferente de los demás, porque necesita una gran pureza, y, por tanto, los destilados deben estar exentos de ácidos, de resinoides piritosos o de impurezas que comuniquen olor y sabor a la vaselina.

Estos aceites blancos tienen que refinarse partiendo de fracciones cuya densidad sea 0,890 a 0,905, puesto que el refino ha de disminuir la densidad, y la del aceite blanco de vaselina no debe ser menor de 0,880-0,885. Estos destilados se hacen pasar a epuradores del tipo general, pero herméticamente cerrados y poseyendo un tubo de desprendimiento de gases que debe salir fuera del local destinado a taller de refino. Se elimina la humedad del destilado calentando a 60 grados y haciendo pasar por él una corriente de aire caliente, o se mezcla con una pequeña cantidad de ácido sulfúrico a 66 grados Baumé (un uno por ciento aproximadamente) que lo deshidratará. Dejándolo depositar, se retira el líquido ácido y se mezcla con una proporción de 5 a 10 por 100 de ácido sulfúrico fumante. Si se trata de petróleos de densidad superior a los aceites solares, precisará añadir hasta un 15 por 100 de ácido. Puede también, en vez del ácido sulfúrico fumante, emplear una mezcla de anhídrido sulfúrico y

ácido sulfúrico a 66 grados Baumé, en proporción de una a dos partes.

Este ácido se hace caer sobre el aceite en pequeñas porciones y se agita fuertemente con aire comprimido. La reacción eleva la temperatura de la mezcla a 30° aproximadamente y así se sigue durante una hora u hora y media. Después se para la agitación y se deja reposar de seis a diez horas, durante las cuales se depositan los lodos vitriólicos en forma de una brea negra y espesa que se retira del epurador.

Se repite esta operación si es necesario varias veces, pero sólo empleando un 5 por 100 de ácido en cada una de ellas, y finalmente el ácido se deja en el epurador y se extrae el aceite para que sirva el primero para deshidratar al destilado en el siguiente tratamiento.

El refinado alcalino comienza por un lavado regando la superficie del líquido y mezclando con una paleta de hierro hasta que el agua añadida represente un 50 por 100 del volumen del destilado, en cuyo momento se deja reposar todo y se extrae el agua ácida que habrá quedado en el fondo del epurador, elevando si precisa la temperatura hasta 50° para precipitar más la separación del agua.

Se añade una lejía de sosa a 20° Baumé hasta que exista reacción sobre el papel de tornasol previamente mojado en alcohol. Esta adición de lejía debe hacerse agitando lentamente la mezcla y añadiendo la lejía en chorro delgado. Tan pronto se obtiene la reacción ácida se deja de agitar y se calienta hasta 70° la mezcla para favorecer la precipitación de la lejía, que dura cerca de doce horas.

Esta temperatura se mantiene, ínterin se saca el precipitado y se lava con agua caliente todas las veces que se considere oportuno hasta que el agua salga clara, teniendo el cuidado de dejar reposar el líquido con el agua después de cada lavado.

La purificación total y clarificación se hace con una

mezcla de agua y alcohol no desnaturalizado de 95°, a partes iguales. Se mezcla el aceite con el alcohol y agua, en cantidad de 2 a 5 por 100, y se deja reposar la masa líquida a temperatura que no debe pasar de 40°. En la decantación se forman dos capas; una, la superior, de aceite limpio, y la inferior, de color blanco lechoso, se va reduciendo de altura hasta que al cabo de algunas horas puede extraerse. La temperatura no debe haber variado de unos 40° en todo este tratamiento y sólo nos queda para secar el aceite hacerle pasar una corriente de aire caliente mientras que los ejemplares de prueba sometidos a 100° no demuestren que se forman espumas. Obtenido esto, se detiene la insuflación y puede filtrarse el aceite por tierra decolorante.

Los subproductos pueden tratarse para regenerar el alcohol y la sosa y queda un producto llamado aceite de jabón que sirve para perfumerías y fabricación de grasas industriales. El alcohol puede recogerse por destilación y sirve para la operación siguiente de rectificación.

La filtración de estos aceites se describe en el capítulo correspondiente.

VII. Utilización de subproductos y residuos de este tratamiento.—El procedimiento total de refinado a los ácidos y álcalis origina una cantidad importante de subproductos que precisa aprovechar para que la operación no resulte cargada con pérdidas importantes y por tanto el precio de costo no resulte demasiado elevado.

Estos residuos son diferentes, según que procedan del tratamiento ácido o básico, y se ha observado, como es lógico, que son diferentes también según la fracción de los petróleos que ha sido tratada, pues no tienen los mismos componentes si se trata de kerosenos o de aceites de engrase, por lo que vamos a pasar una revista a unos y otros casos de los que se nos pueden presentar.

a) *Residuos de tratamiento ácido.*—Los de refino de petróleos ligeros y kerosenos suelen ser unos lodos vitriólicos de color negro, olor ácido y muy fluidos y dejándolos en reposo se forman, por dilución en agua, dos capas; una superior de petróleos, productos sulfurados, resinosos, etcétera, y otra inferior de ácido sulfúrico diluido y coloreado en obscuro por las sustancias orgánicas. Si se echa poca agua, se forma algunas veces una capa intermedia de ésteres sulfúricos y ácidos sulfónicos, que es negra y viscosa y que se va disolviendo en el agua conforme se diluye el lodo vitriólico y no quedando más que las dos capas antes indicadas.

La composición de los lodos suele oscilar.

	Galitzia.	Rusia.
Alquitranes orgánicos.....	10 a 30 por 100	16 a 30 por 100
Acido sulfúrico libre.....	60 a 63 por 100	62 a 65 por 100
Acido sulfúrico en forma de compuestos sulfónicos	6 a 8 por 100	2 a 4 por 100

Como vemos por el cuadro anterior es importante poder recuperar el ácido sulfúrico que está en gran proporción en los lodos y parte de los alquitranes y petróleos densos, que también pueden considerarse como existentes en cantidad no despreciable.

Para recuperar el ácido sulfúrico, diluimos los lodos como hemos indicado y dejamos separarse ambas capas, con lo cual podemos por decantación llevarnos casi todo el ácido libre y formando compuestos sulfónicos. Podríamos recuperar el ácido por evaporación; pero este procedimiento no sirve en este caso, porque hay oxidación de materias orgánicas y desprendimiento de gas sulfuroso y cuanto más se concentra, más oxidación y más desprendimiento de gas se observa, y esas son pérdidas considerables de áci-

do. Si queremos, pues, hacer uso de este procedimiento deberemos evaporar y volatilizar sustancias orgánicas, y cuando el ácido se vaya concentrando, diluirlo nuevamente y seguir evaporando y volatilizando sustancias orgánicas, no dando lugar a la concentración del ácido y a la oxidación de esas materias con desprendimiento de gas sulfuroso.

Claro es que se comprende que por este procedimiento nunca se separarán todas las materias orgánicas y el ácido que obtengamos siempre tendrá alguna cantidad de ellas, que se distinguen por el color obscuro que comunican y por eso se llama «ácido negro» al regenerado de este modo, que no puede utilizarse más que en el refino de derivados del petróleo y en la purificación de aceites de engrase.

El mejor procedimiento es el de Blacher y Stenzel, que consiste en purificar el ácido negro obtenido como precedentemente y llegar a un ácido blanco que puede aprovecharse como puro. Para ello se hace caer el ácido negro, concentrado hasta 66° Baumé, en una retorta donde se tenga ácido nuevo, calentado a 300° aproximadamente; esta adición de ácido negro se hace lentamente y al mismo tiempo se hace pasar una corriente de aire a través de la más líquida, que oxida las sustancias orgánicas y produce su combustión completa, pero no a expensas del oxígeno del ácido sulfúrico. La pequeña cantidad de SO₂ que se forme también se oxida por el aire y pasa de nuevo a SO₄H₂, quedando, por tanto, solamente un ácido sulfúrico puro.

Pilat indica, como variación a este procedimiento, la adición de mercurio o de sulfato de mercurio, porque la acción catalítica del mercurio en la oxidación de las sustancias orgánicas está probada y reconocida.

En cambio, las materias orgánicas y petróleos densos recogidos de los lodos por dilución no tienen mucho empleo, y sólo se utilizan en la fabricación de asfalto artificial, por eliminación de las partes volátiles con oxidación por el oxí-

geno del aire, con lo que se obtiene un producto elástico que puede reemplazar al caucho.

Los lodos vitriólicos procedentes de tratamiento de petróleos densos para aceites de engrases no pueden ser aprovechados en la misma forma, porque son muy viscosos y por dilución en agua no se producen las dos capas de separación, pues tendría que diluirse de tal modo que el ácido quedaría inservible porque la concentración no sería económica. Así, pues, si se separan por dilución, el ácido sulfúrico no se regenera y sólo se aprovechan los alquitranes y materias orgánicas, que dan mejor resultado que las de los kerosenos para producir asfalto o caucho artificiales.

El procedimiento de Schmitz y Seidenschnur permite regenerar parte del ácido, y consiste en disolver los productos orgánicos en los petróleos o fracciones medias y pesadas de los alquitranes de hulla, quedando libre una parte del sulfúrico, que puede emplearse de nuevo mediante concentración y clarificación, y a los productos orgánicos, que sirven después de separar el disolvente para producir asfalto artificial, como se ha dicho.

b) *Residuo del tratamiento por el ácido fumante. Procedimiento de Petrow.*—Si el tratamiento ácido ha sido verificado por el ácido sulfúrico fumante, los residuos tienen una mayor cantidad de ácidos sulfónicos y se diferencian por esa razón de los del tratamiento por el ácido sulfúrico concentrado. Como estos ácidos sulfónicos tienen un empleo importante en la industria textil para los aprestos y como jabones para las lanas y sedas que no soportan bien las reacciones alcalinas, existe gran interés en poder utilizarlos.

Como las sales de los metales alcalinotérreos y de los metales pesados no son solubles en agua, por este medio se les puede precipitar de sus disoluciones acuosas, separándolos del ácido sulfúrico. No hay, pues, más que proceder

como en el caso anterior, y formadas las dos capas, la orgánica y la sulfúrica, separarlas por decantación y, diluyendo más la sulfúrica, tratarla por metales alcalinotérreos que precipiten los ácidos sulfónicos oscuros y viscosos.

El procedimiento Berguer, que emplea la Sociedad Nobel, consiste en diluir los lodos vitriólicos en igual cantidad de agua y calentarlos en un autoclave hasta 180 grados durante ocho horas, obteniendo una descomposición de los ácidos sulfónicos que rinden ácido sulfúrico y los hidrocarburos correspondientes; estos no los utiliza, y sólo está preparado este método para el aprovechamiento del sulfúrico.

Para la obtención de los ácidos sulfónicos procedentes del tratamiento de los petróleos, el mejor procedimiento es el de Petrow, que no es un aprovechamiento de residuos solamente, sino una modificación al procedimiento de refino.

Consiste en separarlos al final del tratamiento ácido y antes del tratamiento alcalino por una disolución de alcohol cuya concentración esté comprendida entre el 15 y el 50 por 100. Se añade, pues, al destilado ácido una pequeña cantidad de disolución de alcohol en agua, y se formará una disolución de los ácidos sulfónicos en el alcohol, que tendrá la consistencia del jarabe; se añade otra pequeña cantidad de alcohol diluido para que la operación quede completa, y sólo falta disolver en pequeña cantidad de agua este jarabe y extraerlo del epurador. Si se añade más agua de la necesaria se forman emulsiones, y en este caso, además de los ácidos sulfónicos, se extraen con el alcohol cantidades importantes de petróleo, pero se pueden separar fácilmente de esta disolución acuosa añadiendo más alcohol o acetona.

El producto obtenido, que se llama en el comercio «Contact», se compone de un 40 por 100 de ácidos sulfónicos y un 15 a 20 por 100 de fracciones de petróleo; el resto, ácido, agua y alcohol.

De este producto, que es comercial y, por tanto, tiene salida segura, no vamos a ocuparnos (porque no entra en el desarrollo de este estudio) de extraer los ácidos sulfónicos, y sólo vamos a indicar cómo pueden extraerse las fracciones de petróleo si se quieren aprovechar. A ese fin se neutraliza el «Contact» por la sosa cáustica, y añadiendo éter de petróleo se arrastran con él.

c) *Residuos del tratamiento alcalino.*—Los principales residuos del tratamiento alcalino son los ácidos nafténicos, puesto que de los sulfónicos ya hemos tratado, y pueden aprovecharse antes de llegar a tratamiento alcalino. El procedimiento más sencillo de recuperar los ácidos nafténicos es atacar los jabones nafténicos sódicos con ácido sulfúrico y se obtienen los ácidos nafténicos y sulfato sódico; pero tiene el inconveniente de que se pierde toda la sosa del tratamiento, porque bajo el aspecto de sulfato sódico no tiene valor alguno.

Para evitar este inconveniente puede procederse por electrólisis, según el procedimiento Berguer, produciendo sodio y ácidos nafténicos. Ahora bien; tampoco es éste un procedimiento completamente eficiente, porque si se aplica la electrólisis directa a la mezcla de residuos, los ácidos nafténicos recubren el ánodo de una capa, y, como son malos conductores, la operación se paraliza.

Para evitar ese inconveniente no ha habido otro medio que aplicar la electrólisis, no a la mezcla residual, sino al sulfato sódico obtenido por la reacción del ácido sulfúrico sobre la mezcla, o, lo que es lo mismo, se toma la electrólisis como medio de regenerar el ácido sulfúrico empleado y separar el sodio, que ya no queda en la forma de sulfato sódico, de pequeño valor comercial. Así se trabaja por el procedimiento Berguer con un aparato de diafragma, y, según el método de Gurwisch, con un cátodo vertical de mercurio que regenera la sosa al estado puro.

En Rusia se tratan los residuos del refino alcalino por

ácido clorhídrico, y se separan los ácidos nafténicos por decantación, pues sobrenadan en el líquido. Una vez separados, se calientan hasta 300 grados, y a veces hasta 360, y se destilan con ayuda del vacío. El tratamiento es el siguiente: Se calientan los residuos hasta que la mayor parte del petróleo arrastrado se elimine, y queda la masa caliente que se ha de tratar. Se añade agua caliente (en ebullición) hasta que se forme una mezcla, se enturbie, y se añade ácido clorhídrico o, en su defecto, ácido sulfúrico diluido. El líquido se vuelve lechoso, y se cubre la superficie de una capa oleaginosa formada por los ácidos nafténicos puestos en libertad. Para refinarlos, se les lava con ácido sulfúrico diluido; luego con agua; finalmente, se neutraliza el ácido en exceso con una lejía de sosa al 2 por 100. Los ácidos nafténicos obtenidos así tienen color amarillento y olor característico, débil.

Si lo que se desea aprovechar, como en el caso anterior, es sólo el ácido nafténico, puede también descomponerse el jabón nafténico por ácido carbónico, y se forma carbonato sódico, quedando libre el ácido nafténico; pero nunca se extrae todo, porque quedan jabones en disolución en el carbonato sódico.

Los ácidos nafténicos, para purificarse, se destilan, y se obtienen los siguientes fraccionamientos:

1.º	Hasta 200 grados....	un 29,6 por 100, con densidad de 0,909.
2.º	De 200 a 240 grados.	35,2 por 100, con densidad de 0,974.
3.º	De 240 a 265 grados.	27,8 por 100, con densidad de 0,979.
	Residuo.....	7,4 por 100.

La primera fracción es incolora y casi inodora. Las dos y tres son amarillas y de débil olor y el residuo es una masa viscosa, rojiza.

Los ácidos nafténicos se obtienen puros, tratando estos ácidos brutos de las fracciones dos y tres por otra nueva destilación, en la cual, aparte de la fracción que destile más

bajo de 200 grados, que es insignificante, de un 2 por 100 como máximo, se separan:

- a) Ácidos nafténicos ($C^7 H^{12} O^2 - C^{11} H^{20} O^2$), con densidad de 0,9545, que hierven entre 200 y 270 grados y forman el 23 por 100 del destilado; necesitan 20,53 de sosa cáustica para neutralización.
- b) Ácidos comprendidos entre $C^{12} H^{22} O^2$ y $C^{13} H^{28} O^2$, que tienen densidad de 0,9653 y hierven entre 270 y 310 grados, con capacidad de saturación de 19,95 de hidrato sódico por 100, y constituyendo un 12 por 100 del rendimiento total.

Estos ácidos se emplean para la industria textil y, principalmente hoy, para destrucción de parásitos, para la antiseptia, impregnación de maderas, etc.

Pero de los residuos del tratado alcalino podemos también aprovechar los jabones nafténicos alcalinos, que son interesantes, sin necesidad de descomponerlos, y entonces se sigue el siguiente procedimiento:

Se deja reposar el residuo alcalino y se separa en tres capas, de las que la superior es de destilados y petróleos arrastrados; la central, de jabones nafténicos casi neutros, y la más baja, de productos alcalinos. Se separa el petróleo y los destilados de la capa superior y se decanta la central, concentrándola lo posible por evaporación con ayuda del calor hasta que se espesen bien. Entonces se mezcla con 7 a 13 % de sal marina, según el estado de concentración de la masa. Por este medio se separa el agua del jabón y se deposita, pudiendo extraerla, y se evapora el resto de agua que retiene el jabón, quedando estos jabones completamente transparentes como el petróleo refinado.

En otras fábricas antes de concentrar la capa de jabones se añade la sal, colocando toda la mezcla en recipientes de gran superficie. Conforme se va concentrando la mezcla, el jabón de nafta se separa del agua y resulta con menos sal,

pues en el primer tratamiento descrito suele quedar con granos de sal no bien disueltos.

Para aprovechar los restos de aceites y petróleos contenidos en las aguas alcalinas en forma de emulsión, se puede proceder a emplear el procedimiento de Koetschau, que consiste en calentar la mezcla o emulsión a 130 ó 135 grados, a presión de tres kilogramos por centímetro cuadrado, y se separan los petróleos contenidos.

CAPITULO X

REFINO POR LOS HIPOCLORITOS

La dificultad de aplicación del tratamiento de refino sulfúrico y el precio elevado de ese procedimiento, juntamente con la ineficacia del mismo, cuando se trata de petróleos ricos en azufre, han sido las causas de que se estudiasen multitud de procedimientos químicos para substituir el refino sulfúrico y para eliminar el azufre de los petróleos. Entre éstos se ha adoptado ya industrialmente el tratamiento por los hipocloritos alcalinos o alcalino-térreos que, tanto por la presencia de los álcalis, que facilitan la oxidación de los petróleos a temperaturas elevadas, cuanto por la acción de los halógenos que es paralela, constituye un medio eficiente de oxidación.

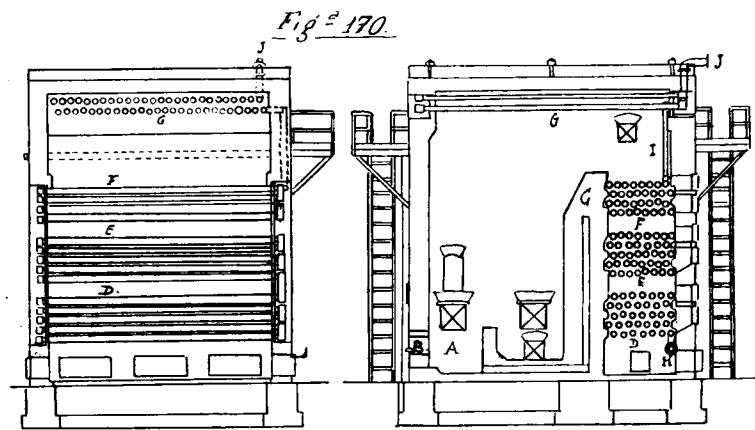
Los derivados del azufre de los petróleos ricos en ese cuerpo se oxidan en presencia de los hipocloritos de sodio o de calcio, y forman dos series de compuestos, unos solubles en el agua y otros que no lo son tanto, pero que se pueden eliminar de la masa general si se les trata por tierras aluminosas que los adsorben.

Ensayados los hipocloritos de sodio en los petróleos de Persia, se han tratado las fracciones ligeras y medias, gasolinas y kerosenos por una disolución de hipoclorito, diluida, cuya proporción de cloro activo representaba una

libra por galón inglés, equivalente a 200 gramos por metro cúbico. Después del tratamiento se han lavado los petróleos por disolución de carbonato de sosa y se han destilado.

La mezcla inicial contenía 0,15 por 100 de azufre y la gasolina destilada después del tratamiento sólo contenía 0,01 por 100. El residuo de la destilación fué un petróleo de alumbrado que se hizo pasar por un filtro de bauxita, y analizada la proporción de azufre aun contenía 0,06 a 0,1 por 100.

Vemos, pues, que tiene el procedimiento verdadera efi-



cia para las gasolinas y petróleos ligeros, pero no es tan seguro para los petróleos lampantes y derivados más densos, porque la proporción de 0,06 a 0,1 por 100 oscila entre el 30 y el 70 por 100 de la primitiva y es relativamente considerable. La proporción en cloro era inferior a 0,01 por 100, lo mismo en las gasolinas que en los kerosenos.

En Inglaterra el tratamiento se verifica mezclando en grandes epuradores con agitación mecánica, como los ya descritos para el ácido sulfúrico, las gasolinas con una disolución de hipoclorito de sosa en proporción de unos 12 gramos por litro aproximadamente.

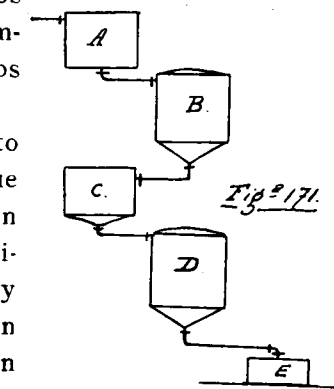
La operación viene a durar una hora o poco más, y pa-

sado ese tiempo se suspende el movimiento del agitador y se deja depositar en dos capas el líquido, decantando las gasolinas situadas en la parte superior y sometiénolas en el epurador alcalino a un lavado con sosa cáustica para neutralizar el ácido clorhídrico en exceso.

Después se pasan por un filtro de bauxita, bajo presión de cuatro a seis atmósferas, generalmente, y se obtienen gasolinas muy homogéneas, sin proporción excesiva de azufre, procedentes de petróleos persas muy azufrosos.

Han sido probados estos métodos de Dunstan y Brooks con los petróleos americanos cargados de azufre, dando también resultados muy señalados en las fracciones ligeras.

Substituyendo el hipoclorito de sosa por el de cal se consigue todavía una mayor economía en el costo del refino. El procedimiento de refino es el mismo y el hipoclorito puede obtenerse en la misma destilería por la acción del cloro sobre la cal.



El precio de coste disminuye con el hipoclorito de cal un 40 por 100 de lo que cuesta el refino sulfúrico. Puede tratarse en los mismos aparatos; por consiguiente, sirven todas las instalaciones con modificaciones ligerísimas.

Se ha observado que las gasolinas, a las cuales únicamente se aplican estos procedimientos, tratadas por el cloro, tienen la ventaja de que no toman color almacenadas mucho tiempo, como les ocurre a las de tratamiento sulfúrico.

La operación presenta ventajas reales y positivas, además de la economía de precio de costo. No existe corrosión en los aparatos, como en el tratamiento sulfúrico, se reduce la evaporación y el refino, puede hacerse en menos tiempo.

Por otra parte, la gasolina con fuerte proporción de azufre no es apta para la combustión en motores de explosión, por los grandes depósitos carbonosos que produce en los cilindros, y al mejorar la gasolina la coloca en condiciones de buen precio en el mercado.

Los partidarios del refino sulfúrico atacan este procedimiento diciendo que la gasolina es ácida y se vuelve corrosiva por la acción de la proporción que tenga en ácido clorhídrico. Ya hemos visto que es bien pequeña esa proporción y no es posible que produzca efectos de corrosión de ninguna clase, a nuestro modo de pensar.

En estos últimos años se ha empleado mucho este procedimiento, con hipoclorito de cal, en las bencinas y gasolinas sintéticas.

CAPITULO XI

TRATAMIENTO POR EL CLORURO DE ALUMINIO

La base de este método es la acción descomponente que ejerce el cloruro de aluminio sobre los hidrocarburos pesados transformándolos, en parte, en hidrocarburos ligeros.

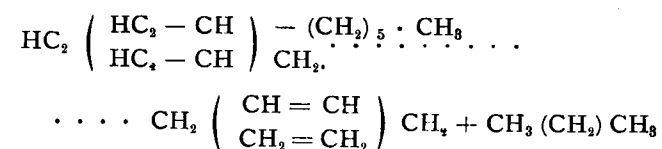
Este tratamiento se funda en los experimentos de Pictet y Leczinska, que hicieron reaccionar en caliente a los hidrocarburos con 10 por 100 de cloruro de aluminio y obtuvieron una proporción de fracciones ligeras que ascendió a un 40 60 por 100. Los resultados pueden observarse en el presente cuadro:

	Fracción 40 — 140°	Fracción 140 — 180°	Fracción 180 — 360°	Residuo
Keroseno de Galitzia. .	50 %	10 %	28-29 %	11 12 %
» americano...	30 %	20 %	38 %	12 %
» ruso.....	40 %	16 %	25 %	13 %
Aceite de engrase, ame- ricano.....	17,5 %	22,5 %	34 %	15 %
Aceite de engrase, ruso.	31,5 %	12 %	50 %	
Parafina de Galitzia....	35 %	13 %	52 %	

Las fracciones de gasolinas obtenidas son muy ricas en hidrocarburos de la serie del metano. El residuo del tratamiento, una vez lavado repetidamente con agua para disolver el cloruro de aluminio excedente, era una especie de brea o pez negruzca, sólida generalmente, que analizada dió una composición de 92 a 93 de carbono y siete de hidrógeno, y que se disolvía completamente en el cloroformo y sólo en parte en el alcohol y en el éter.

Pictet sienta la teoría de que bajo la acción del cloruro de aluminio se eliminan las cadenas laterales de los naftenos. Esto parece comprobarse, si se trata la parafina por el $Cl_3 Al$, porque se puede observar que en el producto resultante no hay naftenos, que parece indicar que no se forman sintéticamente, sino por eliminación de las cadenas laterales.

Las fórmulas representativas de una de las reacciones podían ser las siguientes, según Pictet:



A resultados análogos a los de Pictet ha llegado con sus experimentos Zelinsky, demostrando que las gasolinas obtenidas por este método se componen únicamente de hidrocarburos saturados, mientras que las fracciones superiores están formadas por naftenos y pequeñas cantidades de hidrocarburos aromáticos.

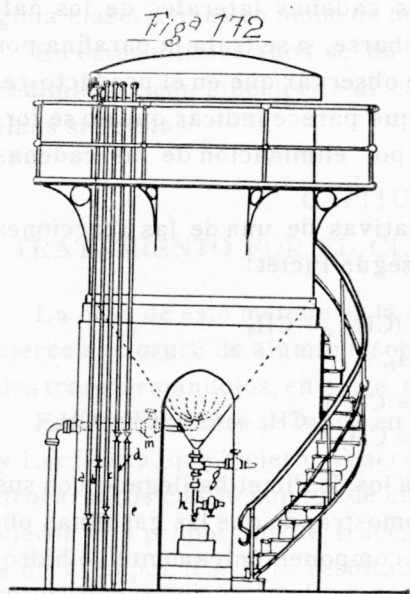
La acción del cloruro de aluminio sobre los petróleos se verifica a la temperatura ordinaria, aunque se aumente con el calor. También reacciona este cuerpo sobre los compuestos sulfurosos de los petróleos y sobre el azufre de los mismos.

Tratando un petróleo de Ohío que contenía una proporción de 0,5 por 100 de azufre, por el $Cl_3 Al$, al 1 por 100 se

ha conseguido por Heusler rebajar esa proporción hasta el 0,02 por 100. Los hidrocarburos no saturados se polimerizan en petróleos de alta temperatura de ebullición.

Después de todos estos experimentos se ha visto que también los cloruros de hierro, de cinc y de calcio, anhidros, reaccionan semejantemente al cloruro de aluminio, aunque con menos energía y a temperaturas elevadas.

El procedimiento de Litow es una variación del anterior, y consiste en tratar los petróleos por el aluminio metálico



y hacer pasar por la mezcla una corriente de ácido clorhídrico gaseoso, seco, por cuyo medio consiguió obtener de petróleo lampante una cierta cantidad de gasolina, que oscilaba entre el 12 y 13 por 100, de buen olor y aspecto y con temperatura de ebullición comprendida entre 130 y 150 grados.

Modo de operar tratando por el Cl₃ Al.

El aparato en que ha de realizarse la operación

es un epurador agitador semejante a los del tratamiento por ácido sulfúrico, pero con doble envolvente, sistema Water-jacket, para operar con agua caliente o con vapor de agua. Se introduce el petróleo dentro del agitador con la cantidad necesaria de cloruro de aluminio anhidro y se eleva la temperatura en la envolvente hasta los 150 a 180 grados Fahrenheit, agitando la mezcla durante un espacio de seis a diez horas. Pasado ese tiempo se detiene la agitación,

pero se continúa con la temperatura constante interin no se haya verificado el depósito, lo que tiene lugar en una media hora aproximadamente.

Se separa el depósito y se pasa el líquido a un segundo epurador mecánico en que se le somete al paso en burbujeo, de aire, para quitarle el olor a ácido clorhídrico, y se le mezcla con una cierta proporción de tierra de batán o de bauxita para decolorarle en la forma que ya se ha indicado al tratar de los adsorbentes porosos.

Si en vez de ser petróleos ligeros, que son los que se tratan como anteriormente indicamos, la operación ha de efectuarse con petróleos para aceites de engrase, entonces tiene que operarse con mayor proporción de cloruro de aluminio anhidro, y ya no se termina el procedimiento con la decoloración por tierras aluminosas, sino por un refinado completo con ácido sulfúrico en pequeña cantidad para quitar las trazas de aluminio y por una loción con lejía de sosa neutralizante y los lavados necesarios finales.

La gasolina producida por el cracking también se purifica por el cloruro de aluminio haciéndole sufrir una segunda destilación en presencia de este cuerpo o del cloruro de cinc anhidro.

Procedimiento de Mac-Affee.

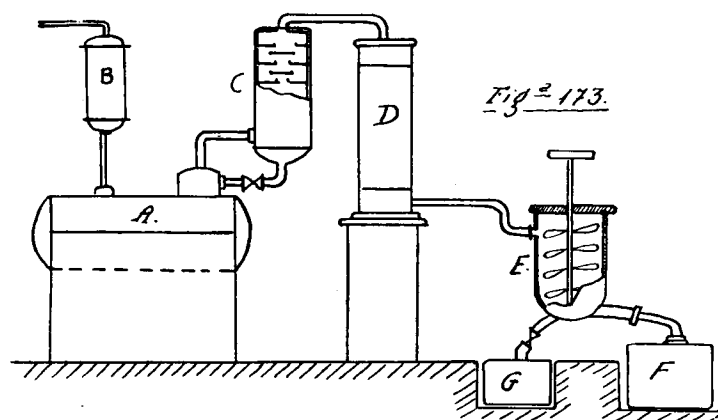
Difiere del procedimiento general en que opera a temperaturas más elevadas y realiza el tratamiento en la forma siguiente:

Convenientemente secados los petróleos que van a refinarse se introducen en una caldera A (fig. 173), con una proporción de un 5 a un 10 por 100 de cloruro de aluminio y se calienta hasta una temperatura de 260 a 280 grados. En el serpentín recalentador B se secan y toman una temperatura de 90 grados aproximadamente antes de introducirlos en la caldera A. El tiempo de tratamiento varía entre vein-

ticuatro y cuarenta y ocho horas, según sea la fracción de petróleo que se trate más ligera o más densa.

Un desflemador colocado directamente unido con la caldera no deja pasar más fracciones que los vapores de hidrocarburos ligeros con punto de ebullición inferior a 170 grados y condensa todos los más densos, enviándolos de nuevo a la caldera.

Los vapores de gasolina se condensan en el condensador D y pasan al agitador E, donde se lavan con una diso-



lución ligera de sosa cáustica, sin necesidad de ningún otro refino.

Tratado un petróleo de Tejas por este método se obtuvieron los siguientes resultados:

El producto primitivo tenía punto de ebullición superior a 250 grados y densidad de 0,936. Se le mezcló con 7,5 por 100 de Cl_2 , Al y se retiraron.

52,86 por 100 de petróleo ligero de 0,780 de densidad.

31,14 por 100 de residuo, y

16 por 100 de cok y gas.

Fraccionado el petróleo ligero se consiguió llegar a producir un 36 por 100 de gasolina de peso específico de 0,732

y punto de ebullición comprendido entre 50 y 170 grados, de muy buena calidad.

Procedimiento de la Allgemeine Gesellschaft Chemist Industrie.

Esta Empresa ha obtenido una patente para tratamiento de los petróleos que no es otra cosa que un refino primeramente con anhídrido sulfuroso líquido, por el método de Edeleanu, y a la salida de aquél, verificar un tratamiento rápido por el cloruro de aluminio, que resulta muy práctico, toda vez que están ya bastante purificados los petróleos por el primer procedimiento, y se obtienen productos muy puros.

Procedimiento de Stransky.

Consiste en purificar las fracciones de hidrocarburos de punto de ebullición bajo por tratamiento con cloruro de aluminio a la temperatura ambiente, o mejor dicho, inferior siempre a 35 grados centígrados.

A ese fin mezcla las fracciones de bencina, por ejemplo, procedente de cracking, con un 5 por 100 en peso de cloruro de aluminio anhidro y las somete a una agitación fuerte e insistente a la temperatura ordinaria.

Pasadas dos horas aproximadamente, se deja depositar en la parte inferior del recipiente agitador la solución de cloruro e impurezas, que tiene color pardo oscuro, y se decanta la bencina, que debe filtrarse, lavarse con varias aguas y someterla a la destilación de fraccionamiento.

CAPITULO XII DESULFURACION

Ya hemos descrito algunos métodos de desulfuración, precisamente los más empleados, que merecen, por sus condiciones y desarrollo adquirido por sus aplicaciones, párrafo aparte; pero quedaría este estudio falto de amplitud si no reseñásemos otros procedimientos de desulfuración que en menor escala se emplean y que quizá aún no han merecido el galardón de tomar carta de naturaleza entre los métodos industriales de refinación, pero que son interesantes, y si no practicamente, de un modo técnico demuestran los esfuerzos de los químicos por encontrar solución a un problema como la desulfuración que es interesantísimo, porque transformaría inmediatamente petróleos que no tienen hoy salida en productos de mercado, abriendo nuevos campos petrolíferos a la producción.

Estos procedimientos pueden agruparse en tres series. Según se apliquen antes, durante o después de la destilación. Aquí nos ocuparemos de los que purifican los petróleos antes o después de la destilación, pues los que se verifican al mismo tiempo se estudian en la parte correspondiente a los fenómenos físicoquímicos, capítulo XIV.

1.º Procedimientos de desulfuración antes de la destilación.—*Procedimiento Thiele.*—Los químicos Thiele, Porckes y Finck han patentado un procedimiento de desulfuración que consiste en tratar los petróleos por el ácido nítrico.

La acción del ácido nítrico se hace sentir de dos maneras sobre los hidrocarburos: en forma de oxidación y en forma de nitrificación. Se desarrollan una u otra conforme la serie de carburos que consideremos y la temperatura de

tratamiento. La nitración es la más frecuente, tratándose de los carburos aromáticos, y con ácido concentrado se les puede separar en forma de derivados nitrados de todos los demás hidrocarburos. Si se trata de hidrocarburos no saturados o etilénicos se verifica oxidación con ruptura de la molécula, y con los saturados y naftenos hay oxidación si se emplea ácido concentrado y bajo la acción del calor y larga duración de ataque y hay nitración si el ácido está diluido y la temperatura es moderada durante el tratamiento.

El azufre se oxida, y por consiguiente habremos transformado por la acción del ácido nítrico, al tiempo del azufre, los hidrocarburos aromáticos, que se oxidarán también, y se nitrarán los saturados.

Inmediatamente hay que eliminar los productos de la reacción mezclando los petróleos en un epurador con 0,3 a 0,5 de lejía de sosa a 35-38 grados Baumé, o poniéndolos en presencia de un metal pulverizado y en forma coloidal, tal como el cinc, hierro, aluminio, estaño, magnesio, etc. La mezcla se agita fuertemente y después de un tiempo relativamente corto queda terminada la operación. El ácido sulfúrico ha quedado neutralizado, los nitrilos se transforman, desprendiendo amoníaco, y los ácidos se transforman en aminas, y se eliminan los productos formados por polimerización de los carburos aromáticos.

Se deja reposar la mezcla, se decanta el aceite mineral o petróleo, que estará depurado, y se somete a la destilación para fraccionamiento.

El procedimiento ha sido empleado industrialmente en Rusia y en Polonia para la depuración de los petróleos azufrosos.

Procedimiento de Wateman y Sissing.—Se funda en tratar los petróleos sulfurosos por una disolución alcalina de óxido de plomo (plumbito sódico). ($\text{Na}_2\text{O}_2 \cdot \text{Pb}$). El azufre se elimina, en parte, bajo la forma de sulfuro de plomo.

El sulfuro de plomo tiene la propiedad de separarse en forma coloidal, coagulándose en presencia del azufre. Hay, pues, en muchos casos, que añadir a la mezcla azufre, en forma de flor, para obtener el resultado y eliminar el sulfuro de plomo.

Claro es que al final de la epuración tenemos generalmente un petróleo que tiene más cantidad de azufre que el que habíamos tratado; pero aunque esto parezca una paradoja, hay que tener en cuenta que este azufre, mezclado sencillamente al petróleo, no es dañoso, porque se elimina fácilmente en la destilación subsiguiente en forma de hidrógeno sulfurado, quedando el petróleo resultante con muy pequeña cantidad de dicho cuerpo y en condiciones de emplearse en todos los usos comerciales.

Procedimiento Melamid.—Consiste este método en tratar el petróleo por pequeñas cantidades de ácido fosfórico y realizar inmediatamente la operación de destilación. Se ha comprobado que se obtiene un producto claro y limpio que no hay necesidad de hacerle sufrir otra depuración.

No existe explicación alguna de la acción que ejerce el ácido fosfórico sobre las impurezas del petróleo. El autor del método no ha querido dar ninguna clase de detalles sobre la reacción, y suponemos que producirá alguna polimerización de las resinas que disminuya la volatilidad y que permita separarlas porque queden en el residuo de la destilación.

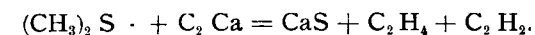
Procedimiento de Schiller.—Desulfura los petróleos tratándolos por hidrógeno nascente en presencia de polvo de ciuc o de sosa cáustica. Hay que operar a la ebullición, y se obtiene un despredimiento de azufre al estado de hidrógeno sulfurado, quedando el petróleo apto para una destilación refinante, y sin otra clase de tratamiento puede enviarse al comercio.

Procedimiento Bergius.—Somete los petróleos a una temperatura de 300 grados, mezclándolos con un 1 por 100

de cal. La operación tiene que hacerse bajo presión de 10 a 50 atmósferas, obteniéndose una desulfuración casi completa, pudiendo después someterse a la destilación. Claro es que este procedimiento tiene inconvenientes graves, como son, el operar a esas presiones elevadas y a temperaturas elevadas, que son causas que han impedido que se aplique industrialmente en gran escala.

2.º Procedimientos que se aplican después de la destilación.—*Procedimiento Blackmore.*—Fué dispuesto para desulfuración de los petróleos del Canadá ricos en S, y está fundado en someter los vapores de las fracciones que se destilan a la acción del carburo de calcio.

Se debe formar sulfuro de calcio y el carbono del carburo debe unirse a la parte orgánica de la combinación sulfurada; como ejemplo, para el sulfuro de metilo, debe dar una mezcla de etileno y de acetileno, según la fórmula siguiente:



Este procedimiento no se ha aplicado industrialmente todavía en gran escala; pero dada la materia para efectuar la reacción y su buen precio de costo, la facilidad de adquisición, etc., parece ser uno de los más llamados a tener una buena aceptación por parte de los industriales.

Procedimiento The Barrent Company.—Elimina las impurezas de los petróleos sulfurados oxidándolas por el paso de los vapores de la destilación sobre sustancias catalizadoras, como óxido de vanadio o de molibdeno.

Hay que operar a 250 grados como mínimo y a 550 como máximo.

Tiene el inconveniente de que los reactivos catalíticos no son muy económicos y, por tanto, no se puede hasta el día citar ningún punto donde haya sido aplicado industrialmente.

Procedimiento F. Golin.—Los aceites de Ohio, ricos en S, se mezclan después de la destilación con ácido sulfúrico concentrado y un óxido metálico que tenga afinidad por el azufre; por ejemplo, el de cobre. Se hace tratar el ácido, en presencia del óxido, con agitación.

Se forma una espuma, que se recoge, y de ella se precipita el metal disuelto, y se lavan los ácidos sulfonados. El petróleo se trata después como normalmente por el procedimiento alcalino.

CAPITULO XIII

DESPARAFINACION DE LOS PETROLEOS

Cuando se tienen fracciones de petróleo parafinosas que se quieren refinar separándolas de la parafina, lo mismo que cuando se desea aprovechar esta última, hay que proceder a una serie de operaciones delicadas, porque aunque el punto de solidificación de la parafina es bajo y parece fácil desprenderse de ella por este medio, puede estar este punto de solidificación influenciado por la viscosidad de la parte líquida del aceite parafinoso.

Hay que proceder primeramente por calentar el aceite parafinoso a unos 40 grados y echarle en recipientes que se colocan en depósitos de hierro preparados de modo que el aceite pueda ir enfriándose de una manera uniforme y gradualmente por un líquido que envuelva los recipientes. Durante la cristalización, que dura una semana, o al menos cuatro días, hay que enfriar esos recipientes: primero, con agua de pozo, y más tarde, con agua en que se hayan mezclado sales que disminuyan su temperatura hasta 1° C. si el aceite es pobre en parafina. Cuando el estado cristalino de la parafina ha llegado al que conviene para la filtración, que es al de una masa espesa, se la vuelve a mezclar

con el resto de aceite para poderla inyectar en la bomba y llevarla a los filtros.

Si los aceites se han destilado con auxilio del vacío, la parafina tiene la propiedad de cristalizar aunque la masa esté agitada durante el enfriamiento. En estos casos durante la cristalización se remueve algo la masa y siempre está lo suficientemente líquida para ser inyectada por bomba en el filtro, ahorrándose la operación de removido.

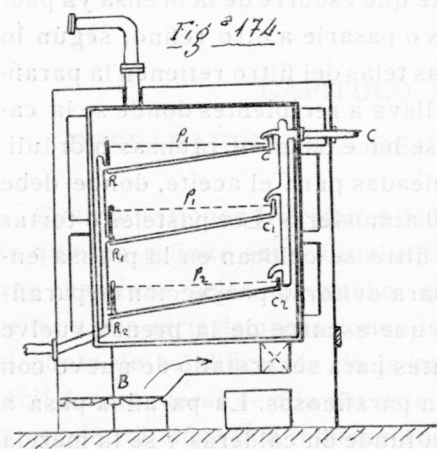
Se emplean las prensas de presión que hemos descrito en la filtración, y el aceite que escurre de la prensa ya puede emplearse tal cual es o pasarle a otro refino, según lo que se quiera obtener. Las telas del filtro retienen la parafina rica en aceite, que se lleva a recipientes donde se la calienta hasta 30 grados y se hace pasar a prensas hidráulicas semejantes a las empleadas para el aceite, donde debe someterse a presión de 80 atmósferas. Los pasteles o tortas de parafina sacadas del filtro se colocan en la prensa envueltas en telas fuertes para evitar la proyección de parafina a la presión. El aceite que escurre de la prensa vuelve a los aparatos refrigerantes para ser tratado de nuevo con otros de refresco, también parafinosos. La parafina pasa a otros talleres, donde se la funde en calderas y se la mezcla con 20 por 100 de bencina, colocándola sobre agua fría, donde vuelve a tomar la forma de tortas, que se cortan del tamaño de la prensa hidráulica y se vuelven a prensar a 170 atmósferas para escurrir los líquidos. Esta operación hay que repetirla hasta que se obtiene una parafina incolora o débilmente coloreada.

Obtenido este producto hay que fundirla de nuevo y se somete a una corriente de vapor de agua para quitar las trazas de bencina, y si se desea decolorarla totalmente, hay que tratarla por polvo de prusiato de potasa, y ya se puede dejar colar la parafina blanca y translúcida en moldes enfriados exteriormente por una corriente de agua.

Este procedimiento del refino de la parafina por la ben-

cina es el antiguo, y hoy se ha substituído casi en todas las fábricas por el procedimiento de resudado, porque el refino por bencina es peligroso.

El aparato de resudado consiste en una serie de cubetas, *p*), de palastro de doble fondo, siendo el inferior inclinado y el superior formado por malla fina de cobre o hierro galvanizado. Las cubetas están colocadas unas sobre otras (fig. 174), dentro de una cámara de mampostería. Todos los fondos inclinados están comunicados por las tuberías R_1 R_2 R_3 , que tienen

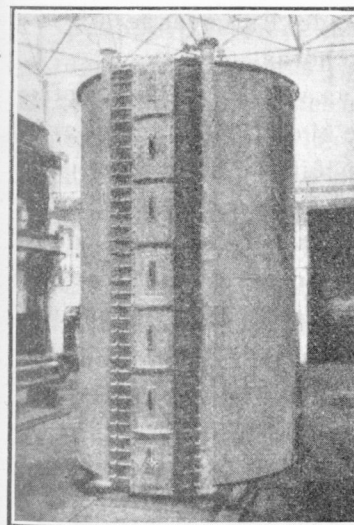


la salida por la tubería general T, y el acceso de la primera materia es por la tubería general S, que la reparte a las bandejas. Si es preciso existen tuberías que llevan un chorro de vapor al fondo de las cubetas de resudación y si precisa actuar con vacío se unirá la bomba de vacío a la tubería T.

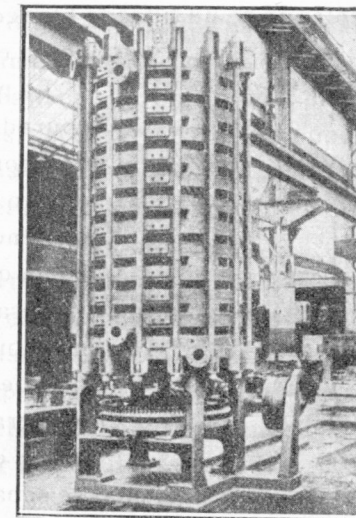
La parafina fundida y a temperatura próxima a la de fusión se introduce por la tubería S, y para que no atraviese fundida la malla que forma el primer fondo, se hace llegar al comienzo de la operación agua fría que llene las cubetas hasta la malla correspondiente a cada una. La parafina al caer sobre el agua formará una capa flotante sobre ella por encima de la malla *p*), que se deja solidificar, y cuando se supone suficientemente resistente se hace salir el agua por las tuberías R_1 R_2 , quedando la parafina sobre la malla. Entonces se comienza el resudado, que consiste en elevar la temperatura de la cámara hasta muy cerca de la necesaria para la fusión de la parafina, que se ablandará y

dejará escurrir el aceite que tenga entre sus moléculas. Estos caldeos y enfriamientos repetidos dan lugar a la separación de la parafina, que después tiene que ser refinada. Los aceites resudados salen por las tuberías T.

En la figura 137 hemos dado un esquema de un taller de refinado de aceites parafinosos en que pueden verse: la máquina frigorífica, *a*); la cámara de refrigeración o bombas de salmuera, *b*); el enfriador para las parafinas, *c*); la



Fot. 25.—Aparato-horno para resudado de las parafinas, tipo Alamnor, fabricado por Craig.

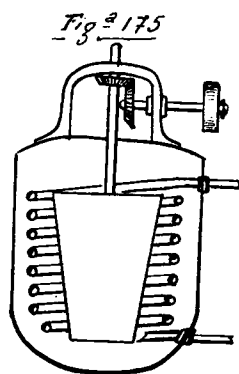


Fot. 24.—Enfriador para petróleo denso, por acción del aire, tipo Moore Burmah, con agitador de paletas.

bomba de inyección de los aceites en la prensa, *d*); el filtro prensa, *e*), y los recipientes para el aceite filtrado que sale de la prensa, *f*.

Las cubetas de refino de la parafina son análogas a las de los petróleos y alquitranes (fig. 175), que deben estar provistas de serpentines de caldeo. El tratamiento se hace a 110 grados para separación del agua que suele contener, que se retira por la parte inferior, dejando que se enfríe la

parafina a 90 grados, introduciendo en la cuba, convenientemente agitada, un 2 por 100 de ácido sulfúrico a 60 grados Baumé. Pasados quince minutos se detiene la agitación y se deja reposar una hora aproximadamente antes de hacer salir el depósito que se ha formado en la base de la cuba. Se empieza de nuevo el tratamiento con 6 por 100 de ácido, y se continúa mientras que una muestra de parafina tomada y decolorada con 3 por 100 de tierra decolorante a 120 grados en una cápsula y filtrada por papel de filtro sin cola, no dé un filtrado blanco azulado. Entonces se deja reposar cuatro horas.



La parafina ácida se traslada a otro epurador, en el que se trata a 80 grados por una lejía de sosa cáustica a cuatro grados Baumé, que se va introduciendo poco a poco en el epurador hasta que el olor a ácido sulfuroso haya desaparecido y el producto reacciona sobre la ftaleína del fenol. La parafina tiene un tinte grisáceo después de este tratamiento; se la debe lavar con agua caliente y se deja reposar un

día, después del cual se separa el agua, se calienta la parafina a 80 grados y se introduce una corriente de aire para secarla, al mismo tiempo que se eleva la temperatura a 120 grados y se introduce un 3 por 100 de polvo decolorante, y se pasa el producto por una prensa-filtro.

Ocurre a veces, en ciertos aceites, como los de cilindros, que la parafina que contienen está en un estado coloidal, porque el aceite no procede de una destilación, sino de una concentración de otros, y la parafina no tiene las propiedades de la corriente. No puede ser separada por filtración, porque atraviesa las telas de los filtros, y por otra parte el aceite es demasiado espeso para filtrar a baja temperatura o en frío, como precisa para la parafina. Entonces hay que

emplear un método análogo al de Singer, mezclando alcohol etílico de 99 grados, y elevando la temperatura de la masa y dejándola enfriar después, por cuyo medio se separan los líquidos de los hidrocarburos sólidos.

Se puede reemplazar el alcohol a 99 por alcohol de 93 a 95 grados, haciendo el tratamiento bajo presión a dos o cuatro atmósferas. El alcohol puede recuperarse por destilación.

Desodorización de los petróleos.— Aunque en general el olor de los petróleos y gasolinas no suele molestar y no se toman los fabricantes el trabajo de suprimirlo, hay ciertas aplicaciones para las cuales debe verificarse esta operación de refinación, y una de ellas es para la calefacción y para el alumbrado si no se quiere tener olor ninguno en los productos de combustión.

Claro es que el verdadero problema de desodorizar los petróleos no se ha resuelto y es muy difícil de resolver, porque el olor es una característica de los hidrocarburos que componen el petróleo, y precisaría destruirlos para que desapareciese totalmente el olor. Se puede, sin embargo, disminuir en gran parte por los siguientes medios:

Procedimiento Borninger.— La bencina se desodoriza por la siguiente operación:

Se mezcla con

Acido sulfúrico diluído (1:3).....	2 litros
Permanganato potásico.....	60 gramos
Bencina.....	1 litro

Se disuelve el permanganato de potasa en el ácido sulfúrico. Se añade la bencina agitando bien al mismo tiempo y se deja reposar durante veinticuatro horas. Se decanta después y se agita durante varias horas con una disolución de 15 gramos de permanganato de potasa y 36 gramos de carbonato de sosa en dos litros de agua. Se deja reposar el

tiempo necesario y se decanta una bencina límpida, inodora e incolora.

El petróleo lampante se puede desodorizar en parte tratándole por el permanganato potásico y filtrando después por carbón de madera o de huesos.

Procedimiento Viffenet.—El método consiste en refinarlos con ácido sulfúrico, como corrientemente se hace, pero con un exceso de reactivo. Por ejemplo, se les mezcla durante quince minutos con 10 kilogramos de ácido sulfúrico a 66 grados Baumé para 100 litros de petróleo. Se deja reposar, se decanta el petróleo y se agita durante algunos minutos con 10 kilogramos de disolución de bisulfito de sosa a 36 grados Baumé.

Se deja reposar toda la masa durante varias horas y se decanta el petróleo, tratándole inmediatamente por una mezcla de

Sosa cáustica.....	400 gramos
Agua.....	100 litros

con la cual se le agita. El olor del ácido sulfuroso desprendido durante el tratamiento ácido debe desaparecer completamente por el tratamiento alcalino. La emulsión se deja reposar hasta que el agua alcalina se haya depositado completamente. Se extrae la lejía y se lava el petróleo con agua pura hasta que las dos capas que se separan por el reposo queden limpias.

Si se quiere producir un petróleo aun más puro se comienza de nuevo la operación, pero mezclando al ácido sulfúrico (del que se puede reducir algo el porcentaje) 10 gramos de bicromato potásico, debiendo variar esta cantidad de bicromato según la densidad del petróleo a tratar.

Procedimiento por el cloruro de cal.—Se tratan por 200 gramos de cloruro de cal cada 10 litros de petróleo, después de haber añadido a la mezcla un poco de ácido clorhídrico,

y se agita bien el todo. Se trasvasa el líquido y se mezcla con agitación con cal cáustica hasta que sea inodoro.

Por mezcla con otros aceites aromáticos.— Se puede enmascarar el olor que quede después de una filtración por sustancias porosas, que disminuyen mucho esa cualidad, mezclándolo con 1 por 100 de acetato de amilo, de esencia de anís, de romero, de melisa, etc., y para fijar el olor a los benzoles o bencinas, que son los que se suelen aromatizar, se trata la mezcla por 2,5 por 100 de lejía de sosa a 35 grados Baumé y se calienta a 70 grados.

IV.—PROCEDIMIENTOS FISÍCOQUÍMICOS DE REFINO

Antes de entrar en la descripción de los diferentes procedimientos fisicoquímicos de refinio es conveniente hacer una observación sobre la clase de procedimientos que vamos a incluir en este epígrafe, porque se ha extendido mucho por el mundo de los negocios petrolíferos, y preferentemente por Norteamérica, la denominación de procedimientos fisicoquímicos a muchos métodos que nosotros consideramos como genuinamente físicos, como son los de adsorción por tierras aluminosas, por carbón de madera, etc., los de disolución, como el método de Edeleanu, en que tampoco existen fenómenos químicos de descomposición de cuerpos y nuevas combinaciones que puedan fundamentar el nombre de procedimiento fisicoquímico, y como nuestros vecinos de allende el Pirineo han hecho suyo el vocablo, y lo aplican en la misma medida, hemos querido hacer la salvedad de que no incluiremos entre los nombrados fisicoquímicos más que aquellos métodos en los que existan reacciones químicas comprobadas y ciertas, entre unos y otros cuerpos, coexistiendo con fenómenos físicos. De otro modo y

ampliando las acepciones de las palabras, no existirían casi métodos químicos, porque en cuanto interviniese una acción física como la del calor, el frío, la agitación mecánica, podría decirse que son fisicoquímicos también, y no lo son porque acción no es fenómeno; si por esa acción sobreviene durante el tratamiento el fenómeno físico, entonces sí; por ejemplo, hay vaporización, hay solidificación, hay separación por densidades. Análogamente, en el método de Edeleanu hay disolución, hay separación de dos capas; puesto que ya son sustancias no miscibles no vemos hasta ahora más que fenómenos físicos, no hay descomposición de cuerpos y formación de otros nuevos, no hay fenómeno químico.

Claro es que como los cuerpos adsorbentes ejercen una acción física si se combina el procedimiento de adsorción de las tierras aluminosas, por ejemplo con el de eliminación de compuestos sulfurados por el hipoclorito, nace un procedimiento fisicoquímico y esa es la acepción en que toman actualmente ese vocablo.

Como nosotros no hacemos otra cosa que describir los procedimientos como sus autores los han presentado, haremos la separación en la forma antes indicada.

Destilación acompañada de epuración por sustancias minerales.—E. Schultz ha comprobado que auxiliando la destilación con sustancias minerales que se mezclan con los petróleos y fracciones sometidas a la rectificación, se llega a separar nuevas fracciones más puras y en condiciones muchas veces de ir al comercio sin refino posterior de ninguna clase.

Estos cuerpos, según el mismo químico, pueden ser la cal mezclada con óxido o cloruro de cinc; el sodio metálico; los cloruros de magnesio, calcio o sodio; los silicatos de alúmina, la bauxita, el cloruro de aluminio, etc.

La elección de los cuerpos es lo principal, porque de no

estar hecha con todo detenimiento, los productos pueden tener necesidad de tratamientos posteriores.

En lo que respecta a los cuerpos adsorbentes, ya hemos visto que éstos pueden operar estando el cuerpo en fase líquida o vapor, y por consiguiente, mezclándolos con los petróleos, durante la destilación puede verificarse la adsorción.

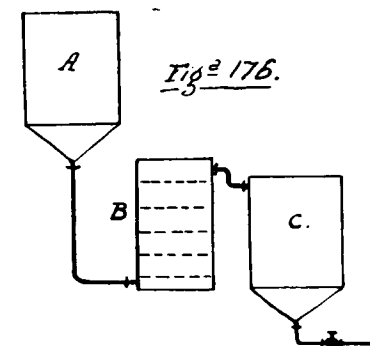
Lo mismo ocurre con los demás óxidos que realizan efectos de coloides y son verdaderos catalizadores, por lo que auxilian las reacciones, bien sea durante la destilación o durante la descomposición pirogenada.

No obstante, el procedimiento no ha dado todo el buen resultado que se podía esperar de él, y aunque tiene prosélitos en algunas Compañías petrolíferas, en general no se emplea, verificándose la destilación, aparte de todo tratamiento químico, que generalmente viene después del fraccionamiento como tratamiento de refino.

La gasolina producida por cracking se destila en presencia del cloruro de aluminio anhidro y da buen resultado sin posterior refino.

Procedimiento de Frach.—Este químico hizo la observación de que tratándose los petróleos del Canadá por una mezcla de óxidos metálicos, de plomo y de hierro, por ejemplo, se conseguía siempre desulfurar los petróleos, bajo la acción del calor, transformando los óxidos en sulfuros.

Verificadas también estas pruebas con el petróleo de Ohio, se obtuvieron los mismos resultados, y aunque las que se han verificado con los petróleos sulfurados de Méjico



co no han tenido el éxito que de ellas se esperaba, el procedimiento se ha llegado a poner en práctica.

Este procedimiento se ha seguido combinado con la destilación de refino, en primer lugar, y por esa razón lo incluimos entre los procedimientos físicoquímicos, pero posteriormente se ha aplicado a los vapores, tratando los petróleos en aparato especial, y pasa a la categoría de método químico, aunque lo describimos a continuación del primero para no repetir todas las consideraciones en los procedimientos químicos si allí lo trasladásemos.

La mezcla de óxidos que Frach ha considerado como más conveniente al método operatorio es la siguiente:

- 75 por 100 de óxido de cobre.
- 15 por 100 de Fe_2O_3 .
- 10 por 100 de óxido de plomo.

Esta mezcla se añade al baño en ebullición de petróleos, en plena caldera de destilación, y una vez verificada la operación se recogen de la caldera para regenerarlos mediante una calcinación.

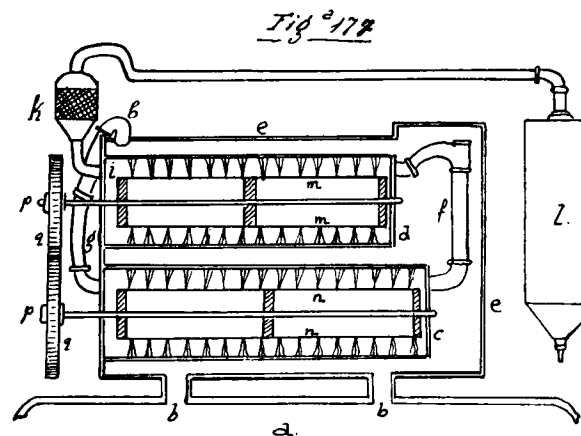
El procedimiento es muy sencillo, porque no requiere otra manipulación que echarlos en la caldera y recogerlos, que no constituye gasto de mano de obra de ninguna clase, aparte de los que son precisos para la operación de destilación ordinaria. Pero tiene el inconveniente de que todo el petróleo sufre la acción de los óxidos y no los destilados solamente.

Para suprimir el inconveniente se ideó el aparato que se diseña en la figura 177, en el cual los que soportan la acción de los óxidos son solamente los vapores de los destilados inmediatamente a la salida de la caldera de rectificación.

De la parte superior de la caldera de destilación *a*) pasan los vapores por los conductos *b*) al aparato de purificación. Este se compone de dos cilindros *c*) y *d*) rodeados por una envolvente *e*).

Los cilindros tienen aproximadamente un diámetro de 1,650 milímetros y la longitud del inferior es algo mayor que la del superior. Dos extremos de los dos cilindros están enlazados por el tubo *f*). El espacio alrededor de los cilindros *h*) ocupado por el vapor comunica por el tubo *g*) con el cilindro inferior *c*) y del cilindro superior *d*) sale un tubo *i*) que comunica con un filtro lleno de fragmentos de piedra *k*) y más tarde con el condensador *l*).

Los vapores pasan, pues, por *b*) al espacio alrededor de los cilindros, luego por el tubo *g*) al cilindro inferior *c*) y de



éste al superior *d*) por el tubo *f*), pasando finalmente por *i*) al filtro y condensador *l*). El filtro *k*) sirve para retener las partículas sólidas y líquidas mecánicamente arrastradas.

En cada uno de los cilindros *c*) y *d*) se encuentran los cepillos de alambre *m*) y *n*) unidos a cilindros soportados por ejes *p*) y accionados por ruedas dentadas *q*).

La mezcla de óxidos mecánicos se introduce en los cilindros *c*) y *d*) y se pone en contacto con los vapores al removerse por medio de los cepillos metálicos que la agitan constantemente.

Con este aparato se han llegado a purificar cantidades enormes de petróleos por día.

Frach ha conseguido rebajar la proporción de azufre de los petróleos de 0,75 por 100 a 0,08 por 100, haciendo comercialmente empleables los petróleos lampantes.

SEGUNDA PARTE

TRANSFORMACION Y AFINO DE LOS PETROLEOS POR PROCEDIMIENTOS QUE HACEN VARIAR SU CONSTITUCION QUIMICA

Hasta ahora hemos pasado revista a los procedimientos de refino, afino y desbaste de petróleos y derivados, por medios que no han hecho cambiar la constitución química, pues todos han tenido por base separar unos grupos o unas fracciones de las otras, ya fundándose en sus diversas propiedades químicas, ya en sus características físicas, aprovechando unas y otras para dividir la compleja mezcla formada por los petróleos crudos y llegar a constituir productos comerciales más homogéneos.

Vamos de aquí en adelante a reseñar los procedimientos de transformación, fundados en descomposición de los hidrocarburos, y en síntesis de los mismos, en hidrogenación y en combinaciones químicas diversas que tengan por objeto, no la separación de unas y otras fracciones, sino la transformación de unas en otras, conforme a las necesidades de la demanda.

Claro es que estas grandes divisiones que hemos adoptado no son más que convencionales, porque de un modo absoluto no podemos decir que en una operación de destilación no existen transformaciones de unos hidrocarburos en otros; es casi seguro que esas transformaciones existen por muy cuidadosa que se lleve la destilación. Pero lo que queremos significar es que la operación de destilación la empleamos para fraccionar, para separar, no para trans-

formar, así como la pirogenación se usa para convertir unos hidrocarburos en otros. Clasificamos, pues, de un modo general, como tiene siempre que hacerse en estudios tan vastos y tan complejos como los presentes.

I. TRANSFORMACION DE LOS PETROLEOS POR DESCOMPOSICION

CAPITULO PRIMERO

TRANSFORMACION DE LOS PETROLEOS POR EL CALOR

Desde el año 1866 las experiencias fundamentales de Berthelot sobre los hidrocarburos dieron a conocer al mundo que estos cuerpos experimentaban transformaciones bajo la acción del calor. Este sabio químico colocaba los hidrocarburos en campanas de vidrio y las calentaba hasta que éste comenzaba a ablandarse, que marca una temperatura de 600 a 700 grados, y estudiaba las transformaciones realizadas.

Llegó a concluir que los hidrocarburos, bajo la acción de una elevada temperatura, se descomponen, pero también se producen fenómenos de síntesis; por consiguiente, la acción del calor puede producir fenómenos analíticos o síntesis en los hidrocarburos. Estos fenómenos pueden producirse de varios modos.

Análisis pirogenada. Puede tener lugar:

- a) Por descomposición molecular.
- b) Por descomposición por pérdida de hidrógeno.
- c) Por desdoblamiento de una molécula en otras más pequeñas.

La síntesis pirogenada puede verificarse:

- a) Por condensación molecular.
- b) Por hidrogenación de hidrocarburos.
- c) Por unión de varios hidrocarburos entre sí.

Según Berthelot, del cual tomamos todas estas conclusiones, los hidrocarburos no se descomponen generalmente en sus elementos constitutivos, aun cuando la temperatura sea muy elevada. Su hipótesis es que siempre se establece un equilibrio entre los modos de reacción analítica y sintética, en función de la temperatura, y como este estado de equilibrio no se obtiene inmediatamente en una reacción, sino que requiere un cierto tiempo, puede haber formación de compuestos, que por una acción más larga volverán a destruirse.

Berthelot supone que cuanto más elevada es la temperatura, como hay más cantidad de hidrógeno puesto en libertad y son mayores las condensaciones de residuos no saturados, ricos en carbono, han de formarse seguramente hidrocarburos asfálticos y se terminará por la formación de un carbón que siempre contiene algo de hidrógeno. No supone, pues, este carbón como cuerpo simple, sino compuesto de hidrocarburos muy pobres en hidrógeno y muy ricos en carbono, de gran peso molecular; es decir «el carbono puro es un límite que apenas puede ser realizado por nosotros apelando a las mayores temperaturas que podamos producir».

Esta teoría de la existencia de los estados de equilibrio entre la descomposición y la formación pirogenada de carburos ha sido muy discutida, pero no ha podido ser totalmente rechazada. Muy al contrario, aunque no se comprueba fácilmente, porque existen multitud de formaciones y descomposiciones que hacen muy difícil en una reacción verificar esos estudios, hay en ella algo que se ve que no es erróneo, porque las experiencias de Worstall y Burwel, publicadas en el *American Journal of Chemistry* (1897, página 815), tienden a demostrar que la descomposición

pirogenada de los hidrocarburos produce siempre los mismos productos si se verifica en las mismas condiciones.

También Haber, comparando la descomposición pirogenada a alta y a baja y media temperatura, opina que no hay desprendimiento directo de hidrógeno, sino, por así decir, un deslizamiento desde una molécula o de un átomo de carbono a otro, durante la descomposición, y que ocurre lo mismo a temperaturas altas o bajas. A bajas temperaturas la molécula se parte en otras dos que vienen a ser casi iguales, mientras que a temperatura elevada los fragmentos son desiguales y hay tendencia a que la porción mayor quede dentro de la serie etilénica y la menor en forma de carburo saturado con un átomo o dos de carbono solamente, según los trabajos de Thorpe y Young.

Claro es que todo esto depende de los hidrocarburos que se traten, y no se puede tomar como artículo de fe, porque hay experimentos bastantes en pro y en contra para desorientarse, y sólo los citaremos en este momento en apoyo de la teoría de Berthelot, que no obstante ser la primera, sirve de base a muchos estudios posteriores.

Es de todo punto indudable, aunque no haya podido aun establecerse de modo definitivo la relación o relaciones que ligan la descomposición de hidrocarburos con la síntesis, que existe una dependencia entre los fenómenos analíticos y los de síntesis pirogenada. Para nuestro estudio es de la mayor importancia pasar revista a las opiniones más autorizadas, porque los resultados en que se fundan los diversos procedimientos de descomposición pirogenada y de destilación destructiva o crackin, son los de los ensayos de laboratorio que han dado origen a esas opiniones. Por otra parte, si así no lo hiciésemos no tendríamos guía alguna que nos diese luz sobre estos fenómenos, que son realmente difíciles de explicar.

Como estos fenómenos varían mucho con la temperatura, ahora vamos a grandes rasgos a ocuparnos de la des-

composición pirogenada en general, y más tarde vendremos a estudiar con el mayor detalle posible la destilación destructiva, o sea el cracking, que presenta interés excepcional y que debe realizarse a una temperatura media y no a las elevadas temperaturas que caracterizan las descomposiciones pirogenadas.

En la pirogenación de hidrocarburos hay dos grandes problemas que no han sido definitivamente resueltos; el primero es la manera en que se efectúa la separación de los hidrocarburos que están en presencia, y el segundo es la tendencia de formación de los nuevos hidrocarburos que se obtienen por pirogenación, partiendo de los diferentes hidrocarburos componentes del petróleo de que se trate.

a) *Manera de separación de los hidrocarburos.*

La mayor parte de los químicos que han estudiado la destilación y la pirogenación de hidrocarburos se han ocupado de tratar de determinar cuáles son las uniones moleculares más frágiles bajo la acción del calor.

Berthelot opina que la unión C-H es más frágil y la primera en romperse; de la misma opinión es Bone, según sus estudios, publicados en 1919 en la revista *Coal and its Scientific Use*, y en cambio Holleman, en su obra *Organisch Chemie* (1919), considera que la unión más estable es la C-C.

Las experiencias de Bone demuestran que Berthelot está en lo cierto respecto a la fragilidad de la unión C-H y también Holleman en lo que respecta a la estabilidad de la unión C-C. En esas experiencias parte de que los hidrocarburos más estables hasta los 1.200 grados son el etano hasta 900 grados y el metano hasta 1.200.

El etano puede descomponerse, según las siguientes fórmulas, pasando por el etileno, pero Bone no opina de conformidad con ellas, sino con la tercera:



que considera como esquema probable de descomposición;



en que estos dos cuerpos pueden unirse para dar una mezcla de C_2H_4 , CH_4 , H_2 y C (etileno, metano, hidrógeno y carbono).

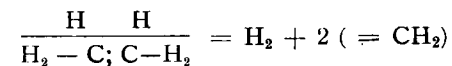
Del mismo modo el etileno puede descomponerse en la forma que sigue:



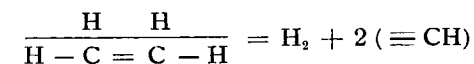
y dar nacimiento a una mezcla de C_2H_2 , CH_4 y C (acetileno, etano y carbono). Esta descomposición comienza por ruptura de unión C-H y pérdida de hidrógeno.

Asimismo, por la siguiente fórmula, Bone continúa queriendo probar que la unión C-H es más frágil que la C-C.

Para una molécula de etano,



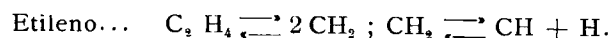
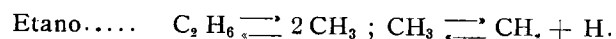
y para una molécula de etileno,



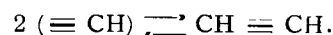
Esto puede suponerse cierto en cuanto a las olefinas; pero en cambio para los naftenos, Janes, descomponiendo el hexametileno a 500 grados en presencia de porcelana porosa como catalizador, llega a obtener benceno e hidrógeno de una parte y metano y etileno de otra, existiendo ruptura de la unión C-H y también de la C-C.

Nellestein, en sus artículos publicados en 1924 en *Journal of Petroleum Technologists*, no se muestra partidario tampoco de la opinión de Bone, fundamentándose en que el metano es el hidrocarburo más estable que no contiene agrupación C-C; luego nada prueba que esta agrupación o unión sea la más estable. Opina que los grupos CH_3 y CH son uniones muy estables y que los diferentes cuerpos que

se obtienen por pirogenación del etano provienen del equilibrio muy completo de las agrupaciones CH_3 , CH_2 , CH , entre sí y con el hidrógeno, y propone para la descomposición de las moléculas de etano y etileno las siguientes fórmulas:



Nellestein apoya su opinión en la reacción bien conocida de Berthelot sobre la síntesis del acetileno, haciendo pasar una corriente de hidrógeno en un arco eléctrico cuyos electrodos sean de carbón. Explica esta reacción suponiendo que hay una formación de una unión triple muy estable constituida por el grupo CH , que es estable a la temperatura del arco eléctrico, y que este grupo por polimerización tiende a producir el acetileno, que es el cuerpo más estable en frío, según la ecuación



Dadas todas estas diferentes opiniones sólo podemos sentar como resumen que en lo que respecta a la serie saturada de hidrocarburos, las bajas temperaturas sólo producen ruptura de moléculas en dos fracciones de una magnitud semejante, correspondientes a la serie forménica y a la olefinica; por ejemplo, la fracción que hierve entre 94 y 97 grados se encuentra formada por eptano $\text{C}_7 \text{H}_{16}$ y por eptileno $\text{C}_7 \text{H}_{14}$; la que hierve entre 65 y 68 grados lo está por exano y exileno. En cambio, desde 600 grados en adelante suelen romperse en una mezcla de metano o etano y de hidrocarburos olefínicos y algunos parafínicos. Por ejemplo, tratando el pentano normal $\text{C}_5 \text{H}_{12}$ a 600 grados, Calingaert obtuvo un 80 por 100, que estaba representado finalmente por etano $\text{C}_2 \text{H}_6$ y propileno $\text{C}_3 \text{H}_6$ y una mitad de etileno $\text{C}_2 \text{H}_4$ y propano $\text{C}_3 \text{H}_8$, y el 20 por 100 restante por metano CH_4 ,

butileno $\text{C}_4 \text{H}_8$ y etilacetileno $\text{C}_4 \text{H}_6$. El isopentano en condiciones análogas produce dos veces y media más metano CH_4 y propileno $\text{C}_3 \text{H}_6$, pero no produce propano. A mayor temperatura, 900 a 1.000 grados, ya sólo se forma metano y ningún etano se obtiene, y entre las olefinas inferiores se obtiene sólo el etileno y gran cantidad de hidrógeno, según hace constar Vohl en sus experimentos.

Los carburos aromáticos se descomponen más difícilmente que los hidrocarburos saturados, desprendiendo más fácilmente hidrógeno y formando compuestos aromáticos. Por ejemplo, el benceno $\text{C}_6 \text{H}_6$ produce difenilo $\text{C}_{12} \text{H}_{10}$, desprendiendo H_2 por cada dos moléculas de benceno.

Finalmente, los naftenos desprenden también hidrógeno y forman carburos aromáticos, por una parte, y por otra, metano y etileno, pero es en presencia de catalizadores; como ejemplo pondre nos las experiencias de Zelinsky, que ha calentado la fracción de eptanafteno con torio como catalizador, obteniendo un 30 por 100 de benceno y tolueno, y en los gases desprendidos en la pirogenación existía hasta un 68 por 100 de H_2 , 22 a 28 por 100 de metano y el resto de carburos no saturados. Si en vez del torio como catalizador se emplea el óxido de cinc, que es más débil, se advierte que disminuye la proporción de hidrógeno, aumentando un 35 a 36 por 100 el metano y a un 14 a 15 por 100 los carburos no saturados. Cuando la operación se hace sin catalizadores los naftenos, aunque sea a elevadas temperaturas de 730 a 750 grados, desprenden poco hidrógeno y se forman pocos carburos aromáticos bencénicos; los gases están contruidos por mayor cantidad de metano, un 14 a 15 por 100 de carburos no saturados y de hidrógeno.

b) *Tendencia de formación de los hidrocarburos.*

Como hemos visto, en la mayor parte de los casos existe formación de carburos aromáticos en la pirogenación, y éstos se forman evidentemente partiendo de carburos de otras series. Sobre este problema hay también diversas opiniones.

La opinión de Berthelot sobre este punto es que el cuerpo que sirve de base o escalón para la formación de los hidrocarburos aromáticos es el acetileno.

La constitución del benceno, a partir del acetileno, tiene lugar por condensación de las moléculas de acetileno $\text{CH} \equiv \text{CH}$, no por pérdida de hidrógeno de otros hidrocarburos superiores. Esta opinión ha sido comprobada por los experimentos de Meyer y de Haber; este último químico tratando por pirogenación el exano normal C_6H_{14} entre 600 y 800 grados y el trimetileno, obtiene el mismo rendimiento en benceno, lo que parece indicar que en ambos casos existe una identidad de mecanismo de formación del benceno. En este caso no debe formarse por pérdida de hidrógeno del exano normal, sino por condensación del acetileno, como ocurre en la pirogenación del trimetileno, pues de otro modo los resultados no serían iguales.

Otras pruebas verificadas por Meyer, publicadas en 1912 y 1913 en la revista *Berichte der deutschen Gesellschaft*, de muestran que haciendo pasar una mezcla de iguales volúmenes de hidrógeno y acetileno por tubos sucesivos, uno calentado a 640 o 650 grados y el siguiente a 800 grados, da el resultado de producir hasta un 60 por 100 de alquitranes aromáticos con una proporción de un 20 por 100 en benceno y en otros, hidrocarburos aromáticos. El hidrógeno no se emplea más que para diluir el acetileno, porque de otro modo la reacción es tan enérgica que podría ocasionar una explosión con disociación del carbono y del hidrógeno. Luego, por condensación del acetileno se

obtiene el benceno y los carburos aromáticos, y en las aplicaciones industriales siempre se encuentra el acetileno diluido en otros gases y vapores y en condiciones análogas a las del experimento para condensarse sin dar lugar a la disociación.

Así, pues, la opinión de Berthelot es cierta en tanto, en cuanto se refiere a la formación de los compuestos aromáticos a partir de hidrocarburos saturados. Estos carburos sufren una descomposición profunda por la pirogenación, y solamente por reunión o condensación de las fracciones pequeñas como el acetileno puede formarse el benceno y no por la ciclización de las fracciones elevadas.

Contra la opinión de Berthelot exponen la observación de que en los gases no existe el acetileno, y, por tanto, es extraño que el cuerpo que produce los carburos aromáticos no se halle, ni en trazas siquiera, entre los componentes de los gases; esto puede explicarse por una gran rapidez de condensación que posea ese cuerpo en estado naciente.

Las experiencias de Bone y Cowards demuestran, por el contrario, que por encima de 700 grados el metano posee una mayor estabilidad que el acetileno, pero éste alcanza el máximo de polimerización entre 600 y 700 grados, que es precisamente la temperatura más favorable a la formación de los hidrocarburos aromáticos a la presión ordinaria.

También existe la hipótesis de que las olefinas pueden servir de base para la formación de los hidrocarburos aromáticos a partir de los hidrocarburos saturados, y estas opiniones se deben a que en la pirogenación del alquitrán de hulla se obtiene a temperaturas relativamente bajas benceno y olefinas, y elevando la temperatura el benceno obtenido va aumentando y disminuyendo la proporción en olefinas. Estudiando este caso, Bone ha observado que el etileno se descompone a unos 570-580 grados en acetileno e hidrógeno y este acetileno se polimeriza, obteniéndose benceno.

Partiendo de los hidrocarburos nafténicos, también puede obtenerse el benceno y los carburos aromáticos. Si los naftenos son de ciclo exagonal y se opera en presencia de catalizadores enérgicos, aun a bajas temperaturas pierden la mitad del hidrógeno metilénico y se transforman en los carburos aromáticos correspondientes, y si los catalizadores son débiles se consigue el efecto a mayor temperatura y más lentamente.

En el caso en que no se empleen catalizadores, la pirogenación es más lenta, pero se producen también bencenos a alta temperatura. Gurwitsch opina que la deshidrogenación no juega un gran papel en la formación de bencenos y carburos aromáticos, porque en los aceites minerales nafténicos el benceno y el tolueno obtenidos por pirogenación no pueden ser resultado de deshidrogenación del exa y eptametileno, puesto que la proporción de estos hidrocarburos es menor que las cantidades de hidrocarburos aromáticos resultantes de la pirogenación. Esto queda comprobado descomponiendo por pirogenación petróleo de Pensilvania pobre en naftenos y petróleo de Balachany rico en naftenos, y obtendremos el mismo rendimiento en hidrocarburos aromáticos; luego si en el primer caso estos hidrocarburos no están constituidos por deshidrogenación, en el segundo tampoco deben estarlo.

La opinión de Gurwitsch parece la más racional, tanto más cuanto que partiendo de la base de que se han estudiado muy poco esas reacciones en los petróleos nafténicos, indica que considera muy prematuro sentar hipótesis contrarias a las confirmadas en los demás casos de petróleos poco nafténicos que han sido bien estudiados, sentando como base que la formación de los hidrocarburos aromáticos partiendo de los naftenos, no es debida a síntesis pirogenada, sino a una pura deshidrogenación y, por consiguiente, cree que mientras otros experimentos no vengán a comprobarlo, se debe creer que existe en este caso

también el fenómeno de síntesis por pirogenación, sin que niegue rotundamente que pueden haber algunos fenómenos de deshidrogenación, pero que no tienen la importancia que se les supone por Pictet y Bóuvie, en 1913, y por Fischer y Glund, en 1916, en sus publicaciones en *Berichte der deutschen Gesellschaft*.

La naturaleza de la materia prima no tiene gran importancia en la pirogenación, siempre que no se trate de petróleos muy diferentes unos de otros. Rittman ha ensayado productos bastante diferentes, como son: el keroseno de Pensilvania, un mazout de Oklahoma, petróleo ligero de Bakú, petróleos pesados de Méjico y California, y los rendimientos en alquitrán, en gasolina y en carburos aromáticos son poco diferentes. La única diferencia apreciable era para el cok, que aumentaba conforme la materia prima era más rica en asfaltos y resinas.

CAPITULO II

DESCOMPOSICION POR PIROGENACION

Características del tratamiento.— La temperatura a la cual comienza la ruptura molecular depende en parte de la naturaleza de los petróleos sometidos al tratamiento, pero no ha sido determinada definitivamente. Si la descomposición se realiza al abrigo del aire, las experiencias de Mabery demuestran que puede tenerse una fracción de petróleo en constante ebullición a más de 200 grados sin que exista descomposición. Young ha destilado en tubos cerrados a 225 grados una mezcla de carburos saturados y olefinas 21 veces seguidas sin descomposición alguna.

Kraemer ha destilado diversos petróleos a fuego desnudo y sin vapor de agua, a temperatura de 270 grados, sin descomposición alguna. En cambio Engler ha obtenido un

principio de descomposición de un petróleo de Galitzia a unos 200 grados. La descomposición se manifiesta por la disminución de la viscosidad desde un poco antes de los 200 grados, y es tanto más fácil cuanto que las moléculas son mas grandes y complejas.

Este mismo químico tratando fracciones obtenidas sin auxilio del vacío entre 200 y 220 grados de un petróleo de Galitzia, observaron que principió la ebullición a los 130 grados, y antes de los 200 grados habían dado un 50 por 100 de productos destilados procedentes de descomposición.

Los gases comienzan a desprenderse a los 300 grados y en cantidad importante, que obligan a recogerlos y utilizarlos en el caldeo. Analizados los gases en el laboratorio de Nobel se ha llegado a los siguientes resultados:

	I	II	III
CO ₂	5,0 por 100	8,1 por 100	5,8 por 100
CO.....	1,1 —	0,6 —	» »
C _m H _n no saturados.....	17,3 —	15,7 —	20,9 —
Gases combustibles no absorbibles por el Br.....	76,5 —	75,7 —	73,2 —

La presencia del óxido de carbono y del anhídrido carbónico puede explicarse por descomposición de los ácidos nafténicos. La cantidad de óxido de carbono puede aumentar en circunstancias especiales.

Scheller y Staus han comprobado en algunos casos que aumentaba hasta un 16 por 100, y en la destilería de la Steaua Romana ha ocurrido un caso de envenenamiento de un obrero por entrar en la caldera una vez terminada una operación sin haberla ventilado previamente.

Los mismos químicos han comprobado que procedía de los ácidos nafténicos ensayando un petróleo bruto, y otro tratado antes por una disolución de sosa. En el gas de la

primera destilación existían el óxido de carbono y el anhídrido carbónico y no en los gases de la segunda, donde la lejía de sosa había separado los ácidos nafténicos.

Cuando se opera a temperaturas elevadas, además encontramos en los gases hidrógeno, que no comienzan a aparecer hasta los 300 grados; la proporción es solamente de 0.1 por 100 a los 340 grados y a una temperatura muy alta; donde ya existe coquización, la proporción es de 8,8 por 100. El hidrógeno aumenta, no sólo con la temperatura, sino con la duración del caldeo y la constitución de los petróleos. Los datos anteriores son obtenidos operando sobre residuos de destilación, de peso elevado y fácilmente descomponibles. Esta experiencia, repetida por Engler, sobre productos más ligeros, hirviendo entre 150 y 180 grados, de petróleo lampante americano, sólo han comenzado a desprender hidrógeno por las inmediaciones de los 470 grados.

Los carburos no saturados comienzan a aparecer a altas temperaturas en el gas, hacia los 450 grados, y a los 580 grados es cuando vienen a comenzar a pasar a la proporción de metano y homólogos.

Si existen catalizadores, la producción de gas aumenta mucho desde los 260 grados, y el hidrógeno, desde temperaturas relativamente bajas, sobrepasa la proporción de los otros componentes del gas.

La temperatura a que se debe llevar la pirogenación depende de los resultados que quieran obtenerse. Si tiene por objeto obtener gasolinas y fracciones ligeras no debe verificarse a temperaturas altas; entre 500 y 550 grados es una buena temperatura trabajando sin presión, y si se opera a presión, a menor temperatura todavía. Si se trata de obtener la mayor cantidad de carburos aromáticos para producir la separación y condensación del acetileno, la deshidrogenación y escisión de grupos laterales precisa alta temperatura, que a la presión ordinaria debe ser de 650 a 700 grados.

El tolueno y el xileno aparecen en el condensado a temperaturas inferiores al benceno; si se fuerza la temperatura, la proporción de los condensados en estos cuerpos va aumentando hasta llegar a un máximo para decrecer después. Este máximo para el benceno viene a ser a los 650 ó 700 grados, para el tolueno y xileno de 50 a 100 grados menos. Por encima de 700 grados disminuye la proporción en productos aromáticos del condensado.

Análogamente, para la proporción en hidrocarburos no saturados existe un máximo de temperatura. Ese máximo viene a ser de 600 a 700 grados, anticipándose el máximo de proporción en olefinas al máximo de proporción en hidrocarburos aromáticos, probablemente porque éstos aumentan con la descomposición de aquéllas.

Por esta misma razón, al ir disminuyendo la cantidad de carburos no saturados el condensado va siendo más puro, y a mayor temperatura de 700 grados, aunque los rendimientos absolutos en hidrocarburos aromáticos sean algo menores, el condensado es más puro porque no contiene olefinas.

La duración del tratamiento produce efectos análogos a la elevación de temperatura, siempre entre ciertos límites, porque si se opera a muy baja temperatura no hay descomposición por mucho que hagamos durar la operación, y si operamos a temperatura demasiado alta la duración de la operación puede llevar a cabo una disociación completa, pero entre los límites corrientes la duración equivale a elevación de temperatura.

Rittman, haciendo pasar petróleo por tubos calentados a velocidad de unos 25 a 30 galones por hora en el primer caso, y a unos 18 galones por hora en el segundo, ha llegado a obtener los mismos productos calentando el primero a 750 grados y el segundo a 650 grados.

La presión también ejerce una gran influencia sobre la descomposición pirogenada. La acción de la presión pare-

ce ser tal, que divide más simétricamente la molécula que si la ruptura se verifica a la temperatura ordinaria; se obtienen, por tanto, menos productos gaseosos, o sea de peso molecular pequeño, y menos productos densos, y en cambio más productos medios, o sea líquidos.

Por esa razón se tiende en los procedimientos de cracking y de descomposición molecular a emplear la presión durante toda la operación y a evacuar los productos a presión y hasta a verificar bajo presión las condensaciones.

Destilando un petróleo parafinoso por el procedimiento bajo presión de Krey (que tenía de densidad 0,912 a 17,5 grados) en la fábrica de Riebecksehen Montanwerke, se ha obtenido hasta 80 por 100 de un destilado de peso específico de 0,81 a 0,82 de petróleo lampante; en cambio se obtuvo poco gas y el residuo era espeso y parecido al cok.

Una explicación de estas causas es muy difícil de dar, porque no se conoce en absoluto.

La posibilidad de calentar los hidrocarburos sin vaporizarles por encima de su punto de ebullición, si se destila bajo presión, da nacimiento a descomposiciones que no se producirían a la presión atmosférica, porque no se podría llegar a esa temperatura. Pero esto, que puede ocurrir, no es más que una parte de la cuestión.

La presión obra indudablemente de un modo independiente, porque lo característico de la destilación bajo presión es que las combinaciones de peso molecular elevado, que a la presión atmosférica entrarían en ebullición a alta temperatura sin descomponerse, bajo presión se descomponen a esa temperatura; luego la presión ejerce una acción importante sobre la marcha de la descomposición.

En resumen: no hay medio de encontrar una explicación al fenómeno, pero éste es cierto y bajo presión la descomposición molecular se hace en forma más simétrica, con menor producción de elementos extremos, gas y brea.

Si los petróleos contienen materias asfálticas, éstas se

descomponen por pirogenación con depósito de cok, que aumenta, con la proporción de materias asfálticas, en la primera materia.

Si contiene cera mineral, se descompone asimismo, desprendiendo el ácido carbónico correspondiente a las moléculas libres de ácidos grasos que contenga y produciendo compuestos saturados que se van rompiendo en otros de cadenas menores en carbono y finalmente llegando al metano y carburos etilénicos. Los ésteres se descomponen desprendiendo óxido de carbono y agua, y el resto por ciclización constituye naftenos, más tarde los ácidos correspondientes y carburos no saturados.

Las combinaciones sulfuradas y nitrogenadas se descomponen, desprendiendo amoníaco, hidrógeno sulfurado o anhídrido sulfuroso y depositando flor de azufre en los refrigerantes, pero estas descomposiciones no se conocen bien ni se han estudiado con detalle.

Es muy frecuente observar desprendimientos de ácido clorhídrico, y esto es debido a que los petróleos contienen agua con cloruro de magnesia. Hay que evitar esta reacción porque el ácido clorhídrico ataca los recipientes de hierro y aumenta las corrosiones. En la práctica, si se presenta el caso, conviene introducir en los aparatos de pirogenación algo de amoníaco, según recomiendan Matthews y Crosby.

Si los petróleos son parafinosos las parafinas amorfas o protoparafinas se transforman en piroparafinas o parafinas cristalinas. Cuanto mayor es la temperatura más fácil es esta transformación. Este es el resultado, pero hay diversas opiniones sobre si la parafina amorfa es la misma que la cristalina, y lo que ocurre con la pirogenación no es que se transforme una en otra, sino que al descomponerse los petróleos o hidrocarburos viscosos que la acompañan y que impiden la cristalización en grandes cristales, queda la parafina en libertad para cristalizar. Es muy probable

que así sea, pues en la parafina amorfa se han encontrado cristales microscópicos que no se han desarrollado, pero que existen.

Estudiadas las características de la transformación y descomposición pirogenada, vamos a pasar de lleno a los procedimientos de cracking, que no son otra cosa que esa misma descomposición con otro nombre un poco más moderno y, como tal, más atractivo, pero sus características son las mismas; todo lo que llevamos dicho le es aplicable, y solamente hay que añadir todo lo que se ha estudiado, sobre estos procedimientos de descomposición desde que el cracking ha aparecido, que es bastante.

Antiguamente, por descomposición pirogenada no se operaba más que para los residuos densos de la destilación de los aceites parafinados, en América del Norte.

Esa destilación se hacía en calderas de cabida de unos 30 hectolitros con fondo grueso, que se llevaban hasta el rojo naciente, a unos 650 o 700 grados de temperatura para el petróleo colocado en el interior.

Se destilaba en seco sin inyección alguna de vapor, y la corrosión de la caldera era grande, teniendo que cambiar fondos, al menos, una vez al año.

Producía este alquitrán, por pirogenación, aceite pesado, cok y gases incondensables.

El refino de estos aceites era largo y difícil. Había que destilarlos de nuevo y tratarlos varias veces por ácido sulfúrico y por refino alcalino, cuando no había que efectuar otra destilación de refino complementaria.

Se comprende que este tratamiento, comparado con los modernos de cracking o con los de catalisis, lleva siempre la peor parte, y aparte de que los productos son más remunerativos en los modernos métodos, pues se obtienen cantidades grandes de productos ligeros y gases combustibles, la facilidad y la rapidez de la operación no tiene punto de comparación, cuando solamente con decir que en esas

antiguas calderas se gastaba más del doble de tiempo en la limpieza que en el tratamiento, se ha dicho bastante.

A continuación damos dos métodos modernos que pueden llamarse de descomposición pirogenada más que de cracking.

Procedimiento Blümmer.

Citamos este método como un sistema de pirogenación en fase líquida, que se emplea para producir gasolina partiendo de los aceites de pizarra y de los alquitranes de lignito.

Su particularidad esencial es el caldeo de los aceites que se trata de pirogenar por paso bajo presión en un baño de metal fundido. La temperatura de este baño es fácil de regular, y, por tanto, no debe existir recalentamiento de los aceites minerales y la destilación pirogenada debe hacerse sin depósito de cok.

El aparato consta de un recipiente en el que se tiene plomo fundido A, y dentro del cual hay un serpentín B y a continuación una retorta C. El aceite viene del recipiente depósito D y es inyectado por una pequeña bomba *b*). El alquitrán se vaporiza casi por completo al paso por el serpentín y entra vaporizado en el recipiente que está provisto de su manómetro para que se sostenga la presión constante de 40 a 45 atmósferas. (Fig. 138).

Como la base del tratamiento es que el alquitrán entre con regularidad en el aparato, para que una vez que la temperatura es constante lo sea la presión y la vaporización, es el punto que debe vigilarse en el aparato.

Los vapores pirogenados pasan por desflamador o separador de productos densos E, donde los condensados se envían de nuevo al depósito A, y los productos ligeros van a los condensadores F, donde la gasolina se condensa, y pasando por la probeta G, va al colector H, los gases se separan en *c*) y pasan al gasómetro J.

La temperatura del baño es de 430 grados, y la presión puede mantenerse también constante por medio de la válvula de descarga *g*).

El rendimiento viene a ser del 25 al 40 por 100 en gasolina, dependiendo de la clase de aceite o alquitrán de que se trate.

Procedimiento Bernard.

Es también análogo al anterior porque se trata de otro método de pirogenación en fase líquida a unos 400 a 450 grados, con una presión de 40 a 50 atmósferas.

El dispositivo de Bernard es un aparato de serpentín recalentador unido a un serpentín enfriador. El aceite mineral inyectado por una bomba en el serpentín de pirogenación se descompone y los vapores de los hidrocarburos desdoblados pasan al serpentín enfriador que se encuentra a la misma presión y dan lugar, como ya hemos indicado en las consideraciones generales sobre la transformación de hidrocarburos, a una molécula etilénica y otra saturada.

Según el Sr. Simón y Saint Bois (*Boletín Oficial de Minas*, septiembre de 1926, página 1.109), hechos ensayos con petróleo lampante de 0,816 de densidad a 15 grados, dió en una primera operación, destilando sobre 150 grados, un 25 por 100 de gasolina de 0,721, que destilaba entre 26 y 150 grados y el resto de petróleo. Tratado este petróleo en una segunda operación produjo aproximadamente otro 25 por 100 de gasolina, y así sucesivamente, quedando en cada operación un 2 por 100 de gas rico y sin producción de cok.

La gasolina, como todas las de pirogenación, es algo diferente de las naturales. Desprende olor fuerte y desagradable que tiene que ser debido a combinaciones sulfuradas porque desaparece tratando la gasolina por el plombito sódico.

co; presenta también color amarillento (amarillento) debido a los carburos no saturados, pero se refina análogamente que la de cracking y tiene las mismas propiedades antide-tonantes.

CAPITULO III

CRACKING O DESTILACION DESTRUCTORA

I. Consideraciones generales.—Este procedimiento ha sido conocido hace más de un siglo por los químicos que se ocupaban de la industria del gas de la hulla; pero como ya hemos visto, en la destilación se tenía solamente como un fenómeno accidental que debía evitarse cuidadosamente, porque originaba pérdidas de hidrocarburos en los gases y disminuía la viscosidad de los aceites minerales obtenidos, depreciando su valor en el mercado.

Ya en las experiencias que hizo en 1859 el profesor Sillman, llegó a las conclusiones de que los petróleos brutos destilados a diferentes temperaturas daban productos también diferentes, teniéndose como regla que cuanto más lenta era la destilación se producía un mayor número de destilados volátiles, sin duda porque sufría el petróleo una descomposición análoga al cracking aunque más atenuada. Más tarde pudo comprobarse que la destilación seguida de una condensación de los vapores y de una nueva destilación de los productos condensados aumentaba la cantidad de productos lampantes obtenida.

No obstante, sólo se empleó el tratamiento de pirogenación en los casos en que hemos descrito anteriormente. El cracking propiamente dicho sólo ha tomado incremento en 1913, cuando por primera vez fué aplicado por Burton, en Whiting, Indiana.

La venta de gasolina, pequeña en los primeros momen-

tos de la expansión de la industria de motores de explosión, llegó rápidamente a alcanzar tales proporciones en los Estados Unidos de América del Norte, que el procedimiento de destilación destructora o cracking se hizo sentir como una necesidad económica.

En realidad, Dewar y Reedwood habían precedido a Burton en la invención del método de cracking en 1890. El procedimiento y los aparatos de estos inventores son muy semejantes en principio y en los efectos al método de Burton, salvo que este último sostiene haber tenido la idea de aplicar la condensación bajo presión; pero esa pretensión de la importancia de la condensación bajo presión en la naturaleza de los productos obtenidos, no está admitida por todo el mundo.

Las instalaciones de cracking de Dewar y Reedwood para aumentar la proporción en petróleos lampantes, debían estar realizadas en una fábrica Rusa. Desgraciadamente, el procedimiento produjo mucha gasolina, que en aquel tiempo tenía muy mala salida comercialmente, y se abandonó. El verdadero mérito de Burton es la oportunidad, porque ha lanzado su procedimiento en el instante en que la industria del petróleo tenía precisión de producir gasolina, cuya demanda en el mercado era tan grande, que tenía que aceptarse cualquier procedimiento que aumentase el rendimiento en esa fracción de hidrocarburos de los petróleos.

Sólo hay que tener en cuenta que en 1900 había en los Estados Unidos unos 10.000 automóviles, que se convirtieron en 1910 en unos 500.000; en 1920 existían sólo allí nueve millones y en 1925 unos 20 millones, y desde 1925 a principio de 1928 se han fabricado 17 millones más de automóviles sólo en Norteamérica.

Todos estos motores de gasolina fueron la causa de un consumo de esas fracciones ligeras, muy superior a las que en estado natural contenían los petróleos extraídos del sue-

lo. La extracción de gasolina por métodos normales de compresión y de absorción, así como las fracciones de petróleos brutos que se hicieron pasar como gasolinas mezcladas con ellas, satisficieron momentáneamente la demanda, pero hubiesen llegado muy pronto a ser insuficientes si no se hubiese presentado el procedimiento de cracking.

Ya hemos visto en la descomposición de los petróleos por el calor que la destilación destructora no es otra cosa que una transformación de los componentes del petróleo, que pasan a ser en gran parte hidrocarburos de coeficiente de ebullición más bajo.

El nombre de cracking, supone el Dr. Sachs que se le ha asignado porque así se llamaba la descomposición del gas natural que se utiliza para producir el negro de humo. La traducción en castellano es demasiado descriptiva, porque significa «crujido», y no define bien la operación, porque crujir es romperse con ruido, es casi sinónimo de estallido, y no tiene aplicación en este caso. Por esa razón la nombramos destilación destructora, porque la operación, en sí, es una verdadera destilación en que primeramente se descompone la primera materia y se condensan los productos más tarde, y así nos referiremos a ella, sin que dejemos de aceptar para nombrar la palabra inglesa «cracking» que representa una cierta operación en la industria petrolífera, que más vale españolizarla como se ha hecho con otras muchas, como el cok, por ejemplo, que aun teniendo traducción en castellano, se ha admitido la palabra inglesa una vez que la traducción no explicaba bien, como no fue con una oración completa, la clase de producto de carbonización de que se trataba.

II. Reacciones que se producen en el cracking.—Ya hemos hecho indicación de un modo general, al tratar de las transformaciones de los hidrocarburos por el calor, de las reacciones que suelen producirse sin grandes detalles, por-

que desgraciadamente, aunque existen muchos ensayos, no se ha llegado a conclusiones definitivas. Lo mismo ocurre con el cracking, puesto que no es sino una descomposición pirogenada a temperatura media; sin embargo, tiene tanta importancia hoy este método, que aunque sea una digresión, no debe dejarse sin reseñar una serie de experiencias exclusivamente verificadas para esta destilación destructora.

Calingaert, descomponiendo por el cracking pentanos, a 600 grados (pues estos hidrocarburos inferiores de la serie de las parafinas para descomponerse necesitan elevada temperatura), ha llegado a los resultados siguientes:

55 por 100 de etano y de propileno.
25 por 100 de etileno y propano.
20 por 100 de metano y butileno.

Esto tiene su importancia porque no se ve depósito alguno de carbono, no obstante la elevada temperatura. Del mismo modo, la descomposición del isopentano ha dado hasta un 90 por 100 de etano, propileno, metano y etilo (o dimetil-etileno 3 CH_3) y un 10 por 100 de pentileno, del que una parte ha reaccionado sobre el butileno para producir butandieno (eritreno) y pentandieno (isoreno). Tampoco ha sido verificada la presencia del carbono, mientras que el hidrógeno ha sido puesto en libertad.

Rittman, en un importante trabajo («Thermal reactions of Petroleum Hydrocarbons in the vapor fase», revista *Ind and Eng Chem* (1915), pág. 945), toma como ejemplo la reacción posible obtenida con un tipo de parafina hidrocarbonada (dodecano $\text{C}_{12} \text{H}_{26}$) y examina las direcciones probables, en las cuales se producirá la descomposición por cracking, y calcula la cantidad de calor de la reacción a presión constante, tanto según datos experimentales como por la fórmula empírica de Thomson. Reproducimos a continuación

un cuadro extraído de su estudio, con las reacciones, el calor y el cambio de volumen resultante:

REACCION			Calor de reacción.	Cambio de volumen.
2 C ₁₂ H ₂₆	C H ₄	C ₂₀ H ₄₈	- 500	2 a 2
2 C ₁₂ H ₂₆	C ₁₀ H ₂₂	C ₁₄ H ₃₀	0	2 a 2
C ₁₂ H ₂₆	C H ₄	C ₁₁ H ₂₂	- 16,750	1 a 2
C ₁₂ H ₂₆	C ₁₀ H ₂₂	C ₂ H ₄	- 16,100	1 a 2
C ₁₂ H ₂₆	C ₁₂ H ₂₄	H ₂	- 31,800	1 a 2
C ₁₂ H ₂₆	5 C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	- 80,400	1 a 6
C ₁₂ H ₂₆	6 C ₂ H ₄	H ₆	- 111,600	1 a 7
C ₁₂ H ₂₆	C ₂ H ₂	2 C ₅ H ₁₂	- 47,600	1 a 3
C ₁₂ H ₂₆	C ₂ H ₂	2 C ₄ H ₁₀	- 61,100	1 a 4
C ₁₂ H ₂₆	6 C ₂ H ₂	7 H ₂	- 381,000	1 a 13
C ₁₂ H ₂₆	5 C ₂ H ₂	6 H ₂	- 336,800	1 a 12
C ₁₂ H ₂₆	3 C ₂ H ₂	C ₁₀ H ₂₂	- 29,300	1 a 2
C ₁₂ H ₂₆	4 C ₂ H ₂	4 CH ₄	- 167,600	1 a 8
C ₁₂ H ₂₆	3 C ₂ H ₂	4 CH ₄	- 154,400	1 a 8
3 C ₂ H ₂	C ₆ H ₆		130,700	3 a 1
2 C ₂ H ₂	C ₃ H ₄	C ₇ H ₈	131,900	3 a 1

Del anterior estudio se deduce que la formación del benceno y tolueno, a partir del acetileno desprende gran cantidad de calorías y recupera las calorías perdidas en la descomposición, al menos en parte, por lo que el resultado del cracking tiene que ser siempre una reacción que termine en carburos saturados del butano al octano y acetileno, que polimerizándose da lugar a carburos aromáticos.

Los desprendimientos gaseosos de hidrógeno, metano, etileno, etc., absorben mucho calor y no pueden sino a una elevada temperatura producirse.

Al principio de la aplicación del cracking había la creencia de que eran necesarias temperaturas elevadas para que la descomposición se hiciese. De este modo no se conseguía sino aumentar la cantidad de gases y realizar una verdadera pirogenación, que, como ya hemos visto, no es el caso del cracking, pues se llegaba hasta a disociación de algunos hidrocarburos, porque se operaba en grandes calderas ver-

ticales cuya parte superior estaba calentada al rojo para acelerar la operación, según indicaban.

Como este método sólo trata de obtener la mayor cantidad posible de keroseno y de gasolina, no conviene aumentar la cantidad de gases ni llegar a la ruptura molecular en pequeños fragmentos; conviene, pues, una temperatura media, lo más baja que sea posible en relación con la clase de petróleo que se trate.

Las experiencias de Singer muestran que con temperaturas relativamente bajas aplicadas durante un tiempo suficiente se obtienen resultados excelentes. Sometiendo en una caldera vertical un residuo de destilación de aceite ru-mano, a una temperatura de unos 300 grados (los vapores que destilaban tenían temperatura de 235 grados), durante unas treinta horas, obtuvo 52,85 por 100 de un destilado ligero de 0,867 de densidad que tenía punto de ebullición más bajo de 300 grados y 16,64 por 100 de destilado pesado con 0,897 de densidad. Nuevamente tratado a 250 grados volvió a dar 55,8 por 100 de destilado ligero, con 0,861 de densidad, y 15,4 por 100 de destilado, con 0,898, operando durante cincuenta y una horas.

Ya hemos dicho que la operación de cracking depende de la clase de petróleos que van a ser tratados. Los petróleos de Pensilvania se prestan mucho mejor al cracking que los ricos en naftenos, porque tienen necesidad de una menor duración del caldeo y dan mayor proporción de productos útiles.

De un mazout de Balachany de peso específico de 0,907 a 0,910 ha podido extraerse hasta un 65 por 100 de keroseno de 0,760 a 0,845, y de un alquitrán de aceites pesados de 0,940 de densidad ha rendido 25 por 100 de keroseno de 0,810 de peso específico. Estos resultados en petróleos algo nafténicos demuestran lo que puede conseguirse operando con cuidado, y de aquí el gran éxito alcanzado por estos métodos de destilación destructiva.

Semjenow ha conseguido con una temperatura de sólo 320 a 360 grados y una gran duración de la operación (siete días) descomponer un alquitrán de 0,927 de densidad, obteniendo hasta 25 por 100 de keroseno de 0,794 de densidad; 45 por 100 de una mezcla de aceite mineral y parafina; 15 por 100 de brea de 0,983 de densidad, y 11 por 100 de cok.

Lo mismo que ocurre con la pirogenación, también hay polimerizaciones durante la operación; por eso se encuentran breas y compuestos asfálticos como residuos en las calderas de cracking, y algunos petróleos pesados destilados después de los kerosenos y bencinas, que en parte existían en la materia primitiva y en parte se han formado por condensación de moléculas más pequeñas.

Si se caldea a mayor temperatura se forman unas agrupaciones especiales que deben pertenecer, según Prunier y David (Comptes rendus de l'Academie de Sciencies. 86.991) a carburos aromáticos policíclicos, y reciben el nombre de «petrocenos», que cristalizan en bellas formas de color verde que se encuentran en las cúpulas de algunas calderas de cracking, y han recibido diferentes nombres por Tweddle, según la fracción a que pertenecen «vividina», «carboceno», «carbopetroceno», etc.; con ellos se han encontrado y podido aislarse por disolventes especiales (por Prunier y David) el antraceno, fenatraceno, criseneno, carburos policíclicos de elevada densidad, y Kaludy y Flink, han podido aislar uno de los últimos términos de la serie que contiene hasta un 96 por 100 de carbono y con punto de fusión de 308 grados «crakeno» $C_{24}H_{18}$ y el piceno $C_{22}H_{14}$, que funde a 350 grados, en un aceite denso de Galtzia.

III. Composición de los productos del cracking.— Los productos de condensación de la destilación destructiva se pueden clasificar en:

Productos ligeros...	{ Gasolinas. Petróleos.
Productos pesados..	{ Aceite azul (Blauöl). Aceite verde (Grünöl).
Residuos.....	{ Pez. Cok de petróleo.

Ha sido una cuestión muy debatida la de la composición química de los productos del cracking. Todos los contrarios al procedimiento atacaron la calidad de las gasolinas, exponiendo que contenían gran cantidad de productos no saturados; durante la primera época las gasolinas tuvieron que ser objeto de un cuidadoso refinado para separar en lo posible estos hidrocarburos, pero afortunadamente se ha visto que las propiedades antidetonantes de estas gasolinas son tan elevadas, como ya indicaremos, que lo que constituía una grave falta y calidad en el mercado, ha sido más tarde una de las propiedades que caracterizan las ventajas de estos productos con respecto a las de destilación ordinaria. Idénticamente ocurre respecto a las fracciones de petróleos.

Según Engler, las gasolinas contienen carburos saturados, olefinas y algo de naftenos, y conforme se va subiendo de punto de ebullición los destilados se componen de olefinas, naftenos y carburos aromáticos. Los grupos densos se forman por parafinas y carburos aromáticos policíclicos.

Los aceites azules sirven para la preparación de aceite de gas, y los aceites verdes son abundantes; cuando se tratan productos muy parafinosos sirven para la obtención de la parafina.

Según ha sido más o menos prolongada la operación, queda como residuo alquitrán o pez de petróleo y cok de petróleo. Por eso suelen llamarse destilación sobre pez o destilación sobre cok. La cantidad de alquitrán depende de la temperatura aumentando con ella. El alquitrán o pez son mejores, cuanto que los petróleos tratados sean menos parafinosos, y siempre contienen cantidades más o menos grandes de cok que hace falta eliminar por decantación.

El cok de petróleo es un cuerpo duro y brillante, poroso, y se considera que es esencialmente una forma del elemento carbono semejante al cok de hulla, suponiendo como caso fortuito la presencia de otros elementos, como el hidrógeno y el oxígeno. Sin embargo, ya hemos indicado, como opinión de Berthelot, que debe tratarse de hidrocarburos muy ricos en carbono y muy pobres en hidrógeno, que deben pertenecer a la serie policíclica. Esta es la opinión que más se aproxima a la realidad, y ensayos de Markonikow han comprobado que un cok de petróleo contenía 4,48 de hidrógeno y 90,7 por 100 de carbono. Los ensayos de Prunier y Varenne sobre cok de petróleo de 97 por 100 de carbono, después de separar por disolventes varias fracciones que contenían hasta un 25 por 100 de oxígeno, llegó a un residuo con 97 a 98 por 100 de carbono, que es un hidrocarburo de la fórmula $(C_7 H_2)^x$. El cok de petróleo como tiene poca cantidad de cenizas se emplea para la fabricación de electrodos. Se obtiene tanto más cok, cuanto más rico es el petróleo tratado en resinas y asfaltos.

Egloff y Morrell, en su estudio «Determination of Unsaturated Aromatic Naphtene and Paraffin Hydrocarbons in Motor fuels and their automotive equivalents» (publicado en *Ind and Eng Chem*, 1926, pág. 354), proponen un método de análisis para determinar los tipos corrientes de hidrocarburos que componen la gasolina para automóviles. Los carburos no saturados los determinan por absorción y polimerización por el ácido sulfúrico; los hidrocarburos aro-

máticos, por el ácido nítrico; los naftenos, por la anilina, y los parafínicos por diferencia.

En la estimación de las cualidades antidetonantes de las diversas gasolinas para automóviles, consideran que 5 por 100 de carburos no saturados o 4 por 100 de naftenos equivalen a 1 por 100 de tolueno en los cuadros formados por Ricard para las mezclas de parafina y de tolueno, en lo que concierne al grado máximo útil de compresión (propiedad antidetonante). Un resultado análogo ha sido obtenido por Egloff y Morrell en sus cuadros formados por medio de los métodos analíticos antes indicados sobre el punto de detonación. Sin embargo, el falso, determinado por ellos para los hidrocarburos no saturados y los naftenos, es demasiado bajo.

Otro de los puntos en que se ha atacado a los productos de la destilación destructora es en lo que respecta a la naturaleza de las resinas, incorrectamente llamadas gomas, y sobre la coloración de ciertas de esas gasolinas. Actualmente se han resuelto ambas cuestiones por métodos apropiados de refinó.

Las diolefinas, que según Benj. T. Brooks existen en los productos del cracking, juegan importante papel en la formación de las resinas. (*The Chemistry of Gasolines; Ind and Eng Chem*, 1926, pág. 1.198). La proporción de diolefinas en las gasolinas ordinarias no refinadas las estima inferior a 1,5 por 100, y supone en cambio que en las producidas en el cracking fase vapor a baja presión, puede llegar a 8 ó 15 por 100 en volumen. Explica la formación de las resinas por oxidación por el oxígeno del aire de los compuestos no saturados que existen en las gasolinas, los que se alteran en seguida, produciendo aldehidos, ácidos orgánico, acetonas, y, finalmente, resinas.

Para suprimir este inconveniente se polimerizan las diolefinas en fase líquida por el ácido sulfúrico diluido o por la tierra de batán; después son eliminadas por destilación,

que es el procedimiento Leslie y Barbre, o se eliminan por el refino en fase vapor, que es el procedimiento Gray.

La coloración que toma la gasolina en los depósitos está considerada como debida a oxidación de trazas restantes de ácido sulfuroso, que pasan a ácido sulfúrico. La destilación por el vapor de agua o la adición de un poco de vapor durante la destilación ordinaria de la gasolina de cracking tratada por el ácido, le quita el ácido sulfuroso que tiende a formarse. El tratamiento por el álcali o bases solubles en el petróleo impide la coloración por acidez.

Así, pues, no hay motivo alguno para suponer la gasolina obtenida por cracking como inferior en calidad a la ordinaria; lo que sí es indudable que lo mismo que todos los productos de esta destilación destructiva tiene que ser refinada y sufrir una segunda destilación de rectificación o un cuidadoso refino, que muchas veces no es necesario en la gasolina normal que producen los petróleos brutos; pero como a pesar de este tratamiento de destilación o de refino el precio de costo de la gasolina en estado de venta durante los diez o doce últimos años, por el método de cracking, ha sido de 3 a 10 céntimos de dólar más barata por galón que la producida por los procedimientos ordinarios, han caído por su base todas las oposiciones, puesto que una vez refinada y suprimidos esos pequeños inconvenientes que se le echaban en cara, resulta con cualidades especiales antidetonantes que no tiene la de destilación normal, y más económica.

Charles T. Osmond, en su artículo «Advances in refining technology during, 1926 (publicado por *American Institute of Mining and Metallurgy Engineers*, 1927, pág. 371), defiende, como antes hemos indicado, los productos del cracking, y expone: que la decoloración y purificación puede ser obtenida por el ácido sulfúrico en vaso cerrado, con gran facilidad, y que mejor aún es refinarlos en fase vapor por la tierra de batán.

Los gases obtenidos en el cracking tienen un gran poder calorífico, que se evalúa hasta en 10.000 calorías; se utilizan después de epurados y de recuperados los productos ligeros arrastrados para el caldeo de los aparatos de destilación destructiva.

IV. Ventajas del procedimiento de cracking.—1.º La mayor ventaja del procedimiento que nos ocupa es que los productos obtenidos tienen la propiedad de ser antidetonantes, como los denominan los americanos, porque no dan lugar a una deflagración prematura ni a explosiones repentinas. Esta propiedad ya hemos dicho que es debida a los hidrocarburos no saturados, tales como los aromáticos, olefinas, diolefinas, naftenos, etc., que son menos explosivos, por así decirlo, que los parafínicos.

Al disminuir la facilidad de combustión repentina adquieren la gran ventaja de poder admitir un grado más elevado de compresión en los cilindros de los motores y el rendimiento es más elevado, una vez que está reconocido universalmente que el rendimiento aumenta en razón directa con la compresión de la mezcla aire gasolina y que la naturaleza del combustible es de una importancia suma en los que respecta al límite de compresión que pueda aplicársele.

Hoy es tan codiciada esta propiedad, que se da el caso de que los fabricantes de gasolina por destilación ordinaria mezclan sus productos con gasolinas producidas por cracking para hacerlas antidetonantes.

2.º Otra de las ventajas del método es la que lo ha introducido en la industria mundial; que produce muchas más fracciones de hidrocarburos ligeros que todos los demás métodos de destilación y transformación. Como las gasolinas son los productos que hoy tienen más precio en el mercado, es natural que aquel procedimiento que aumente la proporción en gasolina se haya abierto paso en la in-

industria, porque rinde más beneficios para la misma cantidad de primera materia tratada.

Gracias a este método han aumentado la producción de gasolina la mayor parte de las refinerías americanas, y así se comprende cómo habiendo sido comenzado a aplicar en pequeña escala en 1913, en 1916 se producía por cracking un 10 por 100 de la gasolina obtenida, y en 1926 un 40 por 100 de la gasolina americana procedía de la destilación destructiva.

Hemos dado más importancia a la calidad del producto que a la cantidad, y por esa razón hemos colocado como ventaja principal del método la de ser antidetonante la gasolina, pues por mucho que hubiese aumentado la proporción de hidrocarburos ligeros, si éstos eran impuros y de peor calidad que los obtenidos por los demás procedimientos, o el precio de coste sería mayor a fuerza de refinados y purificaciones o hubiese sido necesario venderlos impuros, y en ambos casos la industria no hubiese aceptado el método por antieconómico.

Por esa razón, en los primeros años no adquirió desarrollo, mientras no se convenció el mercado que lo que estimaban como un inconveniente constituía una gran ventaja.

V. Inconvenientes del tratamiento. — 1) *Depósito de carbón en los aparatos.*—El más grave de los inconvenientes del método por cracking puede decirse que consiste en el depósito de cok de petróleo, que suele depositarse en las paredes metálicas que están en contacto con los gases del hogar en las calderas y cámaras de caldeo. Ese cok, como cuerpo poco conductor del calor que es, origina, una vez tijo sobre las paredes de la caldera, una diferencia de temperatura en unos puntos con relación a otros, de donde se siguen recalentamientos que en ciertas partes de las paredes metálicas son excesivos. Como se trabaja a presiones

bastante elevadas, que en ciertos casos se aproximan a 50 atmósferas y en otros las sobrepasan, y como las temperaturas están comprendidas entre 400 y 500 grados, es un gravísimo inconveniente que puede originar peligrosas complicaciones, tanto para el personal dedicado a la vigilancia de los aparatos como para estos mismos, pues unido a la corrosión acorta la vida de los aparatos de tratamiento expuestos a la acción de los gases del hogar.

Como somete a las paredes metálicas a esfuerzos completamente distintos de los normales, ha obligado a aumentar en proporciones casi ridículas, puede decirse, el grueso de las chapas, con relación a las que serían suficientes para las presiones a las que han de trabajar, y esto encarece el precio de costo de primer establecimiento y con él la amortización y el precio de costo del producto.

Los depósitos de carbono, ya hemos indicado que la opinión más autorizada los supone como debidos a hidrocarburos de densidad elevada, compuestos en su mayoría por carbono. No son descomposiciones, mejor dicho disociaciones de hidrocarburos que lleguen a depositar el carbono y desprender el hidrógeno, como muchos químicos creen; pero de todos modos, lo que sí es cierto es que sean polimerizaciones hasta formar últimos términos de la serie cíclica, sean descomposiciones, tienen lugar en los tratamientos industriales; no obstante no haberse presentado en las experiencias de Calingaert, de Rittman, etc., constituyen un punto negro del procedimiento y aumentan considerablemente con la temperatura de las paredes de las calderas y cámaras de reacciones.

Se presenta en todas las instalaciones de cracking en mayor o menor cantidad (pues tan sólo una moderna instalación parece estar exenta de esa desventaja); luego es un inconveniente difícilísimo de vencer, no obstante los trabajos de todos los químicos que tratan de suprimirlo, y encarece la operación.

En los procedimientos de laboratorio es fácil comprobar la temperatura y regularla de modo que se lleve la marcha de la operación a la velocidad y a la temperatura que sea óptima para su buen resultado.

En las operaciones industriales no puede regularse la temperatura, y lo primero que realmente se desconoce es esa temperatura en un momento determinado. Hay que ponerse en la realidad; la cantidad de primera materia que está en tratamiento es considerable, y la transmisión del calor debe hacerse pasar desde un hogar al líquido a través de paredes metálicas gruesas. Con objeto de que la transmisión se realice con rapidez, se suele forzar la temperatura en el hogar elevándola mucho más de lo que la operación indica.

Como la pared metálica no puede ser homogénea, no transmite igual el calor en todos sus puntos y no es de extrañar que haya lugares en que adquiera y ceda mayor calor que el que debería para la operación de cracking y lleve a la pirogenación y quizá a temperaturas próximas a la de disociación de los hidrocarburos, mientras que en otros la temperatura sea la necesaria para la destilación destructora, y, sin embargo, el petróleo en su casi totalidad tiene mucha menor temperatura que la del cracking, porque como hay mucho líquido no se calienta en el mismo grado en el centro de la caldera que en contacto con las paredes.

Day, en su *Handbook of the Petroleum Industry*, explica el fenómeno en una forma análoga. Al contacto con las paredes de la caldera una molécula de líquido absorbe rápidamente calor, y como no puede cederlo con la misma rapidez que lo absorbe, que es lo que sería preciso para que la temperatura se mantuviese uniforme, llega a un grado de calor suficiente para disociarse, produciéndose el depósito de carbono que se adhiere a la placa de la caldera, en cuyas proximidades se encontraba la molécula.

En las primeras instalaciones que se hicieron del cracking, por el procedimiento Burton, estos depósitos constituyeron un peligro muy serio, porque se recalentaba el palastro de las calderas y llegaba a ponerse al rojo, cediendo a la presión y ocasionándose fugas que algunas veces inflamaban toda la masa.

En los modernos métodos se ha disminuído bastante el peligro mediante mecanismos para arrastrar el carbón depositado y extraerle paulatinamente de los recipientes y tuberías. Sin embargo, han ocurrido bastantes accidentes graves, seguidos casi siempre de muerte de los obreros encargados de la vigilancia de los aparatos o que trabajaban próximos a éstos.

Algo han disminuído estos inconvenientes en el trabajo en fase de vapor en vez de hacerlo en fase líquida, pues presentan la ventaja de no necesitar recipientes metálicos, y, por tanto, aunque existan depósitos de carbón, la acción dañosa del recalentamiento de las paredes metálicas no tiene lugar, como veremos en la descripción de los diferentes procedimientos que han ido apareciendo desde 1913 hasta la fecha.

2. *Corrosión de las partes metálicas de los aparatos.*— Constituye el segundo inconveniente grave del procedimiento, y unido al anterior dificulta muy seriamente la adopción del sistema por los grandes gastos de primer establecimiento y de conservación. Egloff y Morrell han comprobado que las cámaras de reacción de los aparatos se atacan tan rápidamente que en determinadas condiciones se ha podido medir un adelgazamiento de un milímetro a uno y medio por mes, lo que obliga a emplear gruesas chapas, y aun con elevados espesores resisten los aparatos muy poco tiempo.

Se comprende, pues, que todos los esfuerzos de los técnicos giren alrededor de este problema y para encontrar soluciones que disminuyan, si no pueden suprimir estos efectos.

Aunque las chapas metálicas se atacan siempre por el contacto con los gases de los hogares a elevadas temperaturas, no es ésta la causa primordial de la corrosión observada en las calderas de cracking. Es debida, en primer lugar, al azufre y compuestos sulfurados existentes en los productos de descomposición, y algunas veces, a los cloruros y al cloro que procede del agua que los petróleos llevan mezclada con los hidrocarburos líquidos.

En la práctica la casi totalidad de la corrosión depende de los sulfuros y compuestos sulfurados, de los cuales el que obra más activamente es el hidrógeno sulfurado procedente de las descomposiciones de los compuestos sulfurados que existen en gran cantidad en los petróleos.

Los trabajos de Egloff y Morrell, condensados en sus artículos que bajo el título «The Corrosion of pressure Still Equipment» han sido publicados en *Petroleum Development and Technology in 1926* por el *American Institute of Mining and Metallurgist Engineers*, de Nueva York, indican que la corrosión se verifica rápidamente a temperaturas superiores a 370 grados, es lenta entre 350 y 260 grados, y bajo 260 grados puede considerarse despreciable.

Han verificado ensayos, que han consistido en suspender probetas de diferentes metales en los vapores de los petróleos tratados en los aparatos de cracking, durante veinte días, en cuyo lapso se refinaron unos 17.000 barriles de petróleo de California, que contiene un 10 por 100 de azufre. De sus observaciones hemos extraído el siguiente cuadro:

METALES Y ALEACIONES	Pérdida en peso, gramos por pulgada cuadrada.
Acero.....	1,19
Acero al cobre.....	1,65
Aluminio.....	0,004
Ascoloy.....	0,046
Caloriging C.....	2,39
Cobre.....	enteramente corroído.
Duraloy.....	0,010
Enduro.....	0,010
Hierro Armco.....	1,11
Monel.....	3,85
Rezistall, núm. 4.....	0,064
Rezistall, núm. 8.....	0,077
Rezistall Atha, núm. 2.600.....	0,175

El ferrocromo con una proporción de cromo de un 15 por 100 ha podido resistir bien, mostrando una débil corrosión a los siete meses de empleo; en cambio, los tubos de acero dulce que se utilizaban en los aparatos bajo presión no duraron sino dos meses con petróleos de tan sólo 1 por 100 de proporción de azufre.

En ciertas condiciones se ha dado el caso de que ocho cámaras de reacción del procedimiento Dubbs han tenido que ser substituídas a los nueve o diez meses de uso, según indica el Dr. Sachs.

Experimentos análogos realizados por Wilson y Bahlke y publicados en *Ind. and Eng. Chem.*, en 1925, bajo el título «Special Corrosion problems in Oil Refining», han dado los resultados que se detallan en el cuadro siguiente:

METALES Y ALEACIONES	Pérdida en m/gr por cm ² y probeta	Número de pruebas.
Aluminio.....	0	60
Calite casting.....	0	60
Calorized plate.....	0	50
Duraluminio.....	0	10
Acero inoxidable.....	0,03	33
Ascoloy.....	0,03	94
Bronce de aluminio.....	0,11	38
Hierro galvanizado.....	0,55	50
Cinc.....	0,60	10
Hierro colado.....	2,73	30
Metal Vismera.....	2,96	10
Aleación acero Climat especial.....	3,32	33
Acero Still-bottom.....	3,44	30
Acero al cobre.....	3,49	10
Acero y cromo baja proporción.....	3,68	20
Hierro forjado.....	3,69	10
Monel metal.....	3,85	10
Bronce.....	19,25	10
Latón.....	21,80	10
Cobre.....	40,60	10

El grado de corrosión depende de la naturaleza del líquido y de la temperatura, así como de la presión.

Como los petróleos brutos suelen contener aguas en emulsión y en ellas hay cloruros disueltos, cuando se opera con estos petróleos se aumenta la corrosión. Si existe cloruro de manganeso, el ácido clorhídrico que se forma ataca hasta a ciertos metales a los que el azufre respeta, aumentando los efectos deplorables de la corrosión.

Aunque se ha disminuído este inconveniente con el empleo de aleaciones y metales anticorrosivos, por así llamarlos, continúa siendo un problema que hay que buscarle una solución procurando trabajar a temperaturas más bajas y a menores presiones, que son dos factores para disminuir los efectos del ataque.

Parece que últimamente se ha dado un gran paso en este sentido con un nuevo procedimiento en fase vapor, del que ya hablaremos, ensayado por la Petroleum Conversion Corporation, porque no construye en metal las cámaras de reacción, sino con un revestimiento de ladrillos barnizados, y el caldeo es interior, como no tiene más remedio que suceder, porque de otro modo a través de esos ladrillos no podría transmitirse el caldeo. Si esto es como indica la empresa, el procedimiento tiene que ser una solución a estos inconvenientes y el tratamiento por cracking habría dado un paso de gigante.

Distintos procedimientos de cracking.—Los métodos de destilación destructora pueden considerarse clasificados en los siguientes grupos:

1. Cracking en fase líquida. Se opera sobre los hidrocarburos en estado líquido, y una vez verificada la destrucción molecular se vaporizan los hidrocarburos resultantes y se destilan los vapores.

2. Cracking en fase vapor. La descomposición de la molécula se verifica sobre los vapores de los petróleos a tratar, que pasan después de producido el cracking a la condensación.

3. Cracking auxiliado por catalizadores. La destilación destructiva se realiza en presencia de catalizadores que facilitan el resultado y muchas veces reaccionan sobre los productos sometidos a tratamiento, dando resultados especiales.

De estos tres métodos, hasta la fecha el que más se ha desarrollado ha sido el cracking en fase líquida, porque los métodos en fase vapor presentaban más dificultades prácticas y principalmente porque los productos obtenidos eran más ricos en productos no saturados que no podían refinarse con tanta facilidad por los procedimientos corrientemente empleados. Hoy, que los métodos van modificándose y

que para el afino se van presentando diversos procedimientos en los que los hidrocarburos no saturados se tratan con la misma facilidad que los demás, y que se ha convencido el público que no es defecto la existencia de hidrocarburos saturados, es momento en que comiencen a desarrollarse los procedimientos en fase vapor, porque tienen ventajas sobre los demás, por afectarles menos la corrosión y los depósitos de carbón que a los de fase líquida.

Como es natural, unos y otros tienen sus partidarios y se discuten vivamente sus ventajas e inconvenientes, por lo que si nos dejamos guiar por Walter F. Rittman llegaremos a las siguientes conclusiones, insertas en sus trabajos «Thermal reactions of Petroleum Hydrocarbons in the Vapor fase»:

a) En el procedimiento en fase vapor, la temperatura y la presión pueden ser reguladas separadamente, de manera que consigamos llegar a obtener la temperatura más adecuada y la presión más conveniente.

b) En el procedimiento fase vapor existe un factor de seguridad más grande que el de fase líquida.

En cuanto a la primera conclusión, es evidente que la presión en el procedimiento en estado líquido es función de la temperatura, y por consiguiente, conforme asciende la temperatura la presión tiene que elevarse para que los hidrocarburos se mantengan en el estado líquido.

Desde luego se comprende que éste es un inconveniente grave, porque como se tiene que operar a temperaturas próximas a 470° grados, a ellas corresponde una presión aproximada de 50 atmósferas, que es presión muy respetable y exige que se tengan que adoptar aparatos muy robustos y más complicados que los que debían ser si se pudiese trabajar a baja presión.

Sin embargo, si esto es cierto en cuanto al método en estado líquido, no representa en absoluto una ventaja en el procedimiento en fase vapor, porque esa independencia de la presión y la temperatura no ha sido realizada más que en

hipótesis en los tipos de aparatos, exclusión hecha de algunos tipos modernos que parecen estar más cerca de poseerla.

La segunda condición es más verdadera. Aparte de la seguridad que puede dar la disminución de la corrosión y de las dificultades de los depósitos de carbón que se nota también en los aparatos modernos en fase vapor, existe en el tratamiento líquido el peligro de una rotura, que haciendo disminuir o cesar la presión cause un desprendimiento violento de vapores, como ocurre en toda rotura de caldera, y la correspondiente explosión, tanto más temible cuanto que se trata de vapores que forman con el aire una mezcla explosiva. En los métodos en fase vapor no existe complicación tan seria y tampoco serían tan graves las pérdidas ni las consecuencias.

Siguiendo los razonamientos de Mr. Day, reconocemos en uno y otro procedimiento las siguientes ventajas:

a) *Fase líquida:*

1. Menor gasto para calentar un líquido a través de una pared metálica que para calentar un vapor.

2. Menor tendencia a un recalentamiento local, en razón a la mayor capacidad calorífica y mayor conductibilidad del calor en estado líquido, y una menor adherencia del carbón depositado que en caso de vapor.

3. La gran masa de petróleos existente en la zona donde se verifican las reacciones tiende a ayudar, a igualar la temperatura y a disminuir sus variaciones.

4. El empleo de tubos calentados en el cracking en estado líquido ayuda a la continuidad de la alimentación de petróleo, manteniendo el carbono en suspensión y disminuyendo comparativamente al procedimiento fase vapor las vaporizaciones debidas a la presencia del agua.

b) *Fase vapor:*

1. En caso de ruptura de los aparatos sólo se encuentra expuesta al calor una pequeña cantidad de líquido.

2. La presión y la temperatura pueden regirse más independientemente una de otra.

3. El empleo de catalizadores sólidos es fácil.

Day hace constar que hasta la fecha en que publicaba este juicio comparativo (1922) el método en fase vapor no presentaba grandes ventajas en lo que se refería al deterioro y corrosión rápida de los aparatos, debidos a la elevación de presión y de temperatura, y por lo que se refería a los depósitos de carbón, las temperaturas elevadas a que se encontraban sometidos los tubos tendían a producir tapamientos y depósitos internos por el carbón.

Claro es que Day parte de la base que para el procedimiento fase vapor es absolutamente preciso emplear calderas metálicas, que es lo que ocurría en la fecha en que se publicó el estudio, y no puede, por consiguiente, encontrar la gran ventaja de que al suprimir los recipientes metálicos de caldeo queden también suprimidos los inconvenientes graves de los métodos de cracking.

Tampoco en aquella época se había llegado a trabajar a presión más baja en fase vapor, y, por tanto, la temperatura no se podía regular aparte de la presión.

Sobre el cracking se han publicado muy pocos estudios, y puede decirse que la literatura sobre estos métodos es de carácter histórico más que nada.

En el *Journal of Franklin Institute* (1926, página 584) ha publicado el Dr. T. C. Delbrige un interesante estudio histórico, y no obstante tratarse de un especialista en la materia, por lo que hubiera sido muy conveniente que se hubiese extendido en comparaciones respecto a los procedimientos de cracking que hubiesen dado un fundamentado juicio crítico; tan sólo se limita a decir «que el mejor procedimiento para el cracking será siempre aquél que convierta la masa sometida a tratamiento en la mayor cantidad de productos comerciales con el mayor beneficio». Esto ya se me había ocurrido a mí antes de 1926 ..., y un

poco antes a Perogrullo, que según eso, debió ser un técnico formidable en petróleos.

Respecto al procedimiento de cracking con auxilio de catalizadores, puede ser realizado en fase líquida y en fase vapor; por consiguiente, la discusión que antes hemos expuesto de las ventajas e inconvenientes de ambos métodos queda en pie para las aplicaciones de los catalizadores y sólo nos referiremos a las ventajas o inconvenientes del empleo de catalizadores.

Está reconocido por todo el mundo que empleando catalizadores el rendimiento en hidrocarburos aromáticos aumenta; pero lo que no puede reconocerse es que existan buenos catalizadores que merezcan llevarse a una aplicación industrial más que en casos especiales, en que la primera materia lo aconseje para que el producto del cracking se modifique. En el procedimiento ordinario de cracking no es económico el empleo de los catalizadores que hasta hoy se han presentado como tales. El envenenamiento de los catalizadores por los depósitos de carbón es rápido y no resultan, por tanto, económicos. Por otra parte, los aparatos de cracking con catalizadores son más difíciles de construir, y, por tanto, mayores los gastos de primer establecimiento. Estos inconvenientes han sido causa de que no se desarrollen industrialmente más que algunos procedimientos, que puede decirse que están en pruebas.

VII. Los factores del procedimiento.—En la destilación destructora las variables fundamentales son la temperatura, la duración del tratamiento, la presión y la composición de la primera materia.

La temperatura es un factor muy importante en el cracking. Los estudios verificados sobre los petróleos de Persia por Auld y Dunstan demuestran que la producción en gasolina ligera es función de la temperatura en un

tiempo determinado, y para un mismo petróleo puede considerarse que se dobla para un aumento de 10 por 100.

Si operamos a temperatura constante, la producción en los primeros momentos resulta una función lineal del tiempo, y más tarde cesa de serlo, cuando el tiempo resulta demasiado largo.

En análoga forma, Leslie y Pothoff han encontrado que la marcha del cracking de los petróleos densos es lenta a 371 grados y se vuelve rápida a 427 grados. Han comprobado que la velocidad de tratamiento dobla con un aumento de temperatura de 10 grados. Que la proporción de gasolina obtenida se dobla con un aumento de 12 grados de temperatura (si se obtiene partiendo de petróleos menos densos se duplica con 10 grados de aumento de temperatura). El petróleo que ha sufrido ya una vez el cracking y se le somete a un segundo a baja temperatura, a unos 370 grados pierde una parte de la gasolina contenida, lo que demuestra que las reacciones de condensación o polimerización se efectúan al mismo tiempo que las de descomposición.

Las mismas observaciones verificadas por Sachanen y Tilischew son muy interesantes y concuerdan con el aumento de rapidez de la reacción, doblándose para un aumento de temperatura de 10 grados.

Dan como límite la producción de 65 por 100 de gasolina para 100 partes de materia tratada, y el cuadro siguiente da el tiempo necesario para alcanzar ese límite a diversas temperaturas:

375° C.....	45 horas.
400°	9 »
425°	1 1/2 »
450°	12 minutos.
475°	2 »
500°	20 segundos.

Las curvas representativas de la producción de gasolina en función del tiempo para duraciones de la operación importantes, son prácticamente líneas rectas, haciendo resaltar el hecho de que la producción es proporcional al tiempo hasta que toda la gasolina esté producida.

En la obra de Leslie y Pothoff «The cracking of Petroleum Oils» se indica la fórmula siguiente:

$$\frac{x}{(100 - x) t} = K;$$

donde x representa el tanto por ciento de gasolina producida en el tiempo t , y K es una cantidad prácticamente constante a una temperatura determinada para un petróleo bruto determinado. Muestra esta fórmula que la operación de destilación destructiva es constante, considerada como reacción.

En esta misma obra, y refiriéndose a la presión, exponen que operando a una temperatura de 445 grados durante diez minutos se llega a desarrollar una presión de 87,5 kilogramos por centímetro cuadrado y que existía gran dificultad en hacer observaciones por encima de 427 grados. Opinan que la presión no puede tener ningún efecto sobre la ruptura inicial de los hidrocarburos de peso molecular elevado; pero como el cracking encierra una serie o sucesión de reacciones, la presión puede influenciar acciones de la naturaleza de aquellas que originan entre sustancias muy volátiles, tales como las que entran en gran parte en el vapor que se produce en el curso del cracking en fase líquida.

El efecto de la presión es débil en toda esta operación de fase líquida donde el volumen del vapor es reducido; se da uno cuenta inmediatamente comparando las densidades relativas del líquido y del vapor.

La presión no tiene efecto sobre la cantidad de gasolina producida, pero un crecimiento de la presión en el cracking a fase líquida y un aumento de duración de la reacción, a

temperatura dada, parecen disminuir el tanto por ciento de los productos saturados en la gasolina, sin afectar por esto la cantidad de gasolina producida.

Estas reacciones en el cracking no son reversibles, porque en la práctica industrial nunca se alcanza el equilibrio en el curso de la duración de la operación.

Si la gasolina producida se va retirado conforme se va produciendo, el producto es menos saturado, pero la cantidad de gasolina es la misma. Hay métodos, como el Dubbs, en que se separa la gasolina, y otros, como el Cross, en que se deja hasta dar por terminada la operación.

Las experiencias de Auld y Dunstan parecen concluir que, a mayor presión, la calidad de la gasolina es mejor y hay menos depósito de carbono, y la cantidad de gases permanentes, como es consiguiente, también es menor.

Sachanen y Tilischeyew, en su estudio «Untersuchungen über den Kracking Prozess, publicado en 1927 en *Petroleum Zeitschrift* (pág. 521), han encontrado que el aumento de la presión durante el tratamiento disminuye la cantidad de olefinas.

Duración de la operación, una hora dos minutos:

PRESION	Ciento en olefinas
5 kilogramos por cm ²	25,5
10 — —	17,0
15 — —	7,0

Leslie y Pothoff han comprobado que el cracking absorbe calor, porque han tenido que suministrar calor a su aparato durante el tratamiento. El calor absorbido disminuye la reacción. La marcha del cracking se reduce a una mitad para una disminución de temperatura de 10 grados, y parece producirse un equilibrio aparente debido a la detención de la reacción.

Esto es racional y tenía que verificarse así de ser cierto cuanto hemos dicho anteriormente respecto al aumento de velocidad de la operación con la elevación de temperatura.



CAPITULO IV

APARATOS EMPLEADOS EN EL CRACKING

En muchas refinerías americanas operan generalmente el cracking en las mismas calderas para la destilación ordinaria. Esto es debido a que realizan la operación del modo siguiente. Tratan el petróleo bruto en destilación ordinaria, separando las fracciones ligeras y parte de los petróleos lampantes, y en el momento de comenzar a destilar las fracciones más densas, mediante un golpe de fuego que eleva rápidamente la temperatura del líquido en la caldera y consiguientemente la presión, se produce el cracking y se llevan los productos a la destilación y condensación, dando por terminada la operación.

Este método de operar no da todos los resultados que se pueden esperar del tratamiento, y por eso han ido substituyéndole los procedimientos patentados y los aparatos especiales de tratamiento que se irán describiendo con los procedimientos respectivos; se comprende, sin embargo, que adoptasen este método de verificar el cracking porque para transformar una refinería precisa tiempo y capital de importancia, y la demanda de gasolina y el beneficio de producirla no admitían demora; de aquí este cracking sistemático, del que aún quedan muchas instalaciones en marcha.

En Europa se han adoptado calderas especiales, distintas de las de destilación ordinaria. Pueden ser verticales u horizontales. Las primeras (fig. 139) son semejantes a las

de destilación de alquitranes. Son unas verdaderas retortas de gran tamaño y provistas de un tubo *a)* de salida de alquitranes y cok de petróleo; sin embargo, este tubo de salida no existe en muchos casos y sólo hay un orificio de descarga.

Están construídas de hierro colado de tres a seis centímetros de grueso en las paredes verticales y cinco a ocho centímetros en el fondo. La cubierta estaba también construída de hierro colado; pero como resistía mal a las tensiones producidas por las variaciones rápidas de temperatura, se adoptaron las cubiertas de hierro forjado.

Aunque estas calderas daban buen resultado, en lo que respecta al caldeo, que se hacía muy regularmente, dado el peso del petróleo sobre el fondo y la diferencia de grueso, solían agrietarse y hendirse. Para evitar esto se acudió a las «calderas combinadas» que tenían las paredes de hierro colado y el fondo de palastro de acero; pero presentaban el inconveniente de que era muy difícil hacer estanca la unión, y aun en caso de que la construcción tuviera éxito debía procurarse que el fuego del hogar no caldease la unión directamente para evitar las diferencias de dilatación entre los dos metales que originaban roturas. También se han empleado con el fondo de acero fundido, que son mejores, pero de precio muy elevado. Se ha provisto algunas de ellas de agitadores para que no sufriese tanto el fondo con el peso del petróleo.

Las calderas horizontales (fig. 140) están formadas por chapas de palastro de 15 y 20 milímetros de grueso, y son más fáciles de reparar que las de hierro colado. En la figura 140 a), damos una sección de la caldera tipo Popelka que tuvo muchos partidarios cuando se aplicaba el cracking a la producción de petróleos lampantes.

Unas y otras calderas se disponen sobre macizos de materiales refractarios conforme indican las figuras correspondientes y se procura que las llamas no den directamen-

te a los fondos de las calderas colocando entre ellas y el hogar unas bóvedas con aberturas para que pasen los gases de combustión.

Para los casos de roturas se suele colocar bajo las calderas unos recipientes *b)* en los que puede caber una carga de petróleo de las que se tratan en la caldera, evitando de ese modo que se extienda sobre el piso del taller de cracking y limitando el peligro lo más posible.

Estas calderas, si se trabaja con vapor de agua, llevan el tubo de inyección en la forma que ya hemos indicado en la destilación.

Si se tratan petróleos brutos, conviene pasar primeramente el petróleo por recalentadores-economizadores, para que los hidrocarburos ligeros y gasolinas contenidas en la primera materia destilen antes de que entre el petróleo en la caldera de cracking. Si esto no fuese suficiente deberá hacerse pasar por una caldera de destilación sencilla, en que se separen los dos grupos, de petróleos ligeros y de petróleos densos, y éstos llevarlos al cracking. Hacerlo de otro modo podría ocasionar algo de pérdidas de gasolina de la contenida en el petróleo bruto, que sería arrastrada por los gases fijos y quizá si la temperatura era alta podría sufrir condensaciones que aumentarían las pérdidas. Esos economizadores se calientan con los vapores del cracking que pasan por ellos a la salida de los desflemadores y antes de entrar en los condensadores.

Si no se tratan petróleos brutos, sino residuos de otras destilaciones, no precisa más que recalentarlos para economizar combustible.

Los aparatos de desflemación son los mismos que se han empleado en la destilación de los petróleos, ya enfriados por aire, ya por agua, ya verticales u horizontales; generalmente se emplean los aparatos enfriados por aire. Los condensadores también son los corrientes, enfriados por agua y de tubos metálicos de hierro forjado.

En la figura 142 se diseña un esquema de un taller de cracking para petróleos lampantes, como existían muchos en Rumania. Los productos de la destilación vienen directamente a las calderas *a*) y los vapores de cracking pasan a los desflemadores *b*), que verifican una separación de productos en fracciones de petróleos lampantes, que es la más ligera, aceites para engrases y residuos, que van respectivamente a los condensadores *c*), *d*) y *f*).

Los gases, cuando se trata de destilación destructiva para producir hidrocarburos ligeros, tienen que llevarse a la recuperación de gasolinas, pues siempre arrastran algunos hidrocarburos ligeros líquidos que conviene aprovechar.

(Continuará.)

SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN EL DISTRITO MINERO DE MURCIA

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

MURCIA

Para fijar las meridianas de Cartagena, La Unión, Lorca y Calasparra (en lugar de Cehegín, como sitio más útil para determinar las declinaciones de los aparatos topográficos empleados en las demarcaciones mineras), he empleado el procedimiento siguiente:

1.º He fijado en cada una de las cuatro estaciones un hito de piedra enterrado de modo que su cara superior quede al nivel del suelo en los sitios que más adelante se expresarán, satisfaciendo a la condición de hallarse en puntos despejados de buenas visuales de la tierra y del cielo, de fácil acceso y desprovistos de perturbación magnética.

Por medio del mapa he determinado, con la aproximación necesaria, la longitud geográfica para deducir la hora aproximada de las culminaciones y digresiones de las estrellas que me convenía observar.

2.º Por las observaciones de las culminaciones de las estrellas β de la Osa Menor y β de Escorpión, ángulos ce-

nitales, corrigiéndolos de refracción y con dobles lecturas (anteojo, izquierda y derecha) y declinación de las estrellas respectivas, he determinado la latitud de los hitos correspondientes a las cuatro meridianas que me proponia determinar.

3.º Por la observación de la máxima digresión occidental de la estrella α de la Osa Mayor y de la oriental β de Cefeo (circumpolares), con lecturas del limbo acimutal con anteojo izquierda y derecha, aplicando las tablas del Observatorio de Madrid, he deducido la dirección del meridiano astronómico en relación con alineación fija del terreno observada de noche con señal luminosa y cuya invariabilidad he comprobado después de las observaciones estelares.

4.º Conocido el acimute de la línea expresada, he deducido de él los de las visuales a puntos fijos del terreno.

El aparato empleado es el teodolito Max Hildebrand, sexagesimal que aprecia 10'' debidamente corregido.

He comprobado la buena construcción de este aparato, que en ningún caso me ha obligado a repetir operaciones por movimiento de los limbos.

Pasemos a detallar las situaciones de los hitos y los acimutes de las visuales dirigidas desde ellos:

LA UNIÓN

Hito de piedra caliza en forma de prisma, recto, de base cuadrada, de 50 centímetros de altura y la base de 20 x 20 centímetros.

Se halla enterrado de modo que la base superior queda al nivel del suelo y recibido con cemento. La base superior lleva grabadas las dos diagonales y un agujero en su centro que permite colocar un jalón. Situado al N. del huerto de D. Gabriel López Bienert y a 23,70 metros del ángulo NE. del huerto y a 30,25 metros del centro del pozo de 11

metros de profundidad y dos metros de diámetro, situado al E. del camino que va a las casas del citado Sr. López Bienert.

Latitud.....	37° 36' 45''
A la esquina NE. del huerto citado.....	E. v. 27° 16' S.
Al centro de la boca del pozo.....	O. v. 21' N.

Visuales:

A la cúspide del Cabezo Roche.....	O. v. 32° 35' 15'' N.
Al centro de la bola base del pararrayos de la iglesia del Garbanzal.....	N. v. 39° 10' 42'' O.
A la cúpula de la iglesia del Algar.....	N. v. 18° 8' 5'' E.
A la arista O. de la base de la chimenea situada en el Cabezo «Porvenir» (antigua fundición desaparecida).....	E. v. 37° 21' 20'' N.
Al pie del pararrayos del mercado de La Unión.....	E. v. 17° 19' 5'' N.

CARTAGENA

Hito situado en la parte S. de la meseta-paseo más alto del castillo «La Concepción», hoy parque Alfonso Torres. El hito de piedra caliza, es un prisma recto, de base cuadrada, de 50 centímetros de altura, y la base de 20 x 20 centímetros. Se halla enterrado de modo que la base superior quede al nivel del suelo y recibido con cemento. La base superior lleva grabadas las dos diagonales y un agujero en su centro que permite colocar un jalón.

El centro del hito se halla a 8,22 metros de la esquina SE. del castillo, a 7,98 metros del centro del pozo, depósito de agua. A 10,36 metros del ángulo SO., saliente de la balaustrada que cierra el paseo del lado del mar, y a 9,38 metros del ángulo entrante contiguo al anterior de la misma balaustrada.

Latitud del hito..... 37° 36' 19''

Visuales:

Al punto más alto del Cabezo de Sancti Spiritus..... E v. 5° 47' 5'' N.
 Al pico cónico del Cabezo Ventura al E. del de Beza..... N. v. 44° 4' 20'' E.
 Al mojón en la cúspide del Cabezo Gordo (Torre Pacheco.)..... N. v. 16° 11' 35'' E.
 Al punto más alto de la imagen que corona la torre de la iglesia de los Molinos..... N. v. 12° 44' O.
 Al faro de la isla de Escombreras..... S. v. 13° 56' 50'' E
 A la farola de Navidad..... S. v. 6° 57' 15'' O.
 A la aguja de la cúpula de la ermita de San Juan..... E. v. 33° 32' 35'' S.

LORCA

Hito de piedra caliza, de forma de prisma recto, de base cuadrada, de 50 centímetros de altura, y base de 15 × 15 centímetros, enterrado en el borde E. de la carretera de Lorca a Caravaca, kilómetros 55, 791, y al S. de la venta de Juan Rojo y recibido con cemento.

La base superior del hito, que queda tres centímetros por encima del suelo, lleva grabadas las dos diagonales y un agujero en su centro que permite colocar un jalón.

A la esquina SO. de la venta de Juan Rojo. N. v. 13° 43' E. y 46, 10 ms.
 Latitud..... 37° 42' 44''

Visuales:

A la cruz de la torre de la iglesia de San Juan..... S. v. 14° 5' 31'' E.
 Al ángulo N. de la iglesia de Santa María.. S. v. 11° 45' 51'' E.
 A la arista NO. de la torre Alfonsina..... S. v. 3° 15' 21'' E.
 Al punto más alto del Cejo de los Enamorado..... O. v. 40° 56' 51'' S.
 Al punto más alto del Cejo del Halcón..... E. v. 31° 13' 6'' N.

CALASPARRA

Hito de piedra caliza, de 50 centímetros de alto y 15×15 centímetros de base, enterrado de modo de quedar la base superior al nivel del suelo, situado a la salida del pueblo, entre las carreteras de Mula y Caravaca, en terreno de la casa alta y recibido con cemento. La base superior lleva grabadas las dos diagonales y un agujero en su centro que permite colocar un jalón.

A la esquina NE. de la casa alta. E. v. 44° 54' 43'' S. y 20, 11 ms.
 Latitud..... 38° 12' 37''

Visuales:

Al ángulo N. del castillo más al N. de Calasparra..... E. v. 43° 33' 37'' N.
 Al eje de la torre de la iglesia parroquial... E. v. 31° 3' 17'' N.
 A la cúspide de la Sierra del Molino..... E. v. 1° 33' 7'' N.
 Al cenajo de la Sierra de la Puerta..... S. v. 43° 41' 53'' O.
 Al vértice de triangulación del Buitre..... O. v. 24° 22' 17'' S.
 Al pico S. de la Sierra de los Frailes..... O. v. 13° 39' 2'' S.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de julio de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	424.737
Antracita.....	1.563
TOTAL.....	426.300

Coque..... 14.034 toneladas.
Aglomerados..... 13.628 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.344

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.694
Lignito.....	16.825
TOTAL.....	19.519

Producción de coque: 609 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	35.836

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.516
Antracita.....	12.832
TOTAL.....	34.348

Briquetas..... 5.289 toneladas.
Coque..... 4.021 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.137

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	66.013
Antracita.....	16.968
TOTAL.....	82.981

Aglomerados..... 14.221 toneladas.
Coque..... 871 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.604
Antracita.....	12.101
TOTAL.....	29.705

Aglomerados..... 13.165 toneladas.
Coque..... 77 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.940
Coque de gas.....	379 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.800
Aglomerados de hulla.....	6.169 toneladas

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	6.270

Valencia

Coque metalúrgico..... 9.142 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 385 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 32.798 toneladas.
 Aglomerados..... 4.755 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.595
Aglomerados.....	95
Coque de gas.....	203

Producción de combustibles durante los meses de enero a julio de 1929

	Meses anteriores	Julio	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	259.599	43.464	303.063
Hulla.....	3.160.163	583.200	3.743.363
Lignito.....	209.421	31.111	240.532
TOTAL.....	3.629.183	657.775	4.286.958
Coque metalúrgico.....	282.339	62.134	344.473
Aglomerados.....	249.010	57.705	306.715

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a julio de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Julio	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	2.084.941	331.752	2.416.693
Benzol 50 por 100 (medio)...	96.876	23.259	120.135
Solvent-nafta (pesado).....	222.921	37.265	260.186
Otros tipos.....	335.144	52.767	385.911
TOTAL.....	2.737.882	445.043	3.182.925
Aceites crudos (alquitranes)	18.364.085	2.942.129	21.306.214

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	2.744.730	512.403	3.257.133
Gasolinas y similares.....	255.959	44.965	280.924

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de julio de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	65.212
Coruña (Galicia).....	12.677
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.852
Granada-Málaga	62.252
Huelva	54.350
Jaén	2.471
Murcia.....	12.006
Oviedo.....	8.145
Santander.....	65.268
Sevilla.....	10.096
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.	74.797
Vizcaya.....	229.636
Zaragoza.....	5.124
TOTAL.....	600.864
Meses anteriores.....	2.507.054
TOTAL A LA FECHA.....	5.107.918

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	>	110	>	>	>
Coruña.....	>	>	>	>	>
Guipúzcoa.....	1.035	1.570	>	>	>
Oviedo.....	7.070	9.646	>	>	>
Santander.....	4.261	4.199	>	>	>
Sevilla.....	>	>	>	>	>
Valencia.....	10.390	15.789	>	>	>
Vizcaya.....	38.540	48.958	>	>	>
TOTAL.....	61.296	80.252	>	>	>
Meses anteriores	353.007	456.665	1.294.286	>	>
T. A LA FECHA.	414.303	556.917	1.294.286	>	>

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	>	>
Badajoz.....	>	>
Barcelona-Lérida.....	185	>
Ciudad Real.....	97	>
Córdoba.....	414	322
Guipúzcoa.....	422	>
Murcia.....	975	>
Oviedo.....	>	694
Santander.....	7.080	>
TOTAL.....	9.173	1.016
Meses anteriores.....	48.765	3.852
TOTAL A LA FECHA.....	57.938	4.868

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	>	>	>	344.000	>
Huelva....	365.847	1.301.000	>	>	>
Murcia....	>	>	>	>	>
Oviedo....	>	>	86.140	58.981	>
Sevilla....	558	>	>	>	25.000
TOTAL..	366.405	1.301.000	86.140	402.981	25.000
Meses anteriores.	1.674.190	6.254.591	247.266	3.602.864	137.000
T. FECHA.	2.040.595	7.555.591	333.406	4.005.845	162.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.624
Oviedo.....	78
TOTAL	1.702
Meses anteriores.....	8.946
TOTAL A LA FECHA.....	10.648

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	84	,
Badajoz.....	301	,
Barcelona-Tarragona.....	279	190
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	565	,
Córdoba.....	2.694	3.680
Granada-Málaga.....	144	1.665
Guipúzcoa.....	44	328
Jaén.....	6.106	1.857
Murcia.....	1.346	4.419
Santander.....	976	,
Sevilla.....	,	,
TOTAL.....	12.539	11.839
Meses anteriores.....	69.763	55.021
TOTAL A LA FECHA.....	82.302	66.860

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se destina al Distrito minero de Badajoz al Ingeniero tercero D. Fernando de las Heras Maraver.

Ha fallecido el Ingeniero tercero D. Mariano Simó.

Reingresa en el servicio activo el Ingeniero tercero don Francisco Rived Revilla.

Pasa a situación de supernumerario el Ingeniero tercero D. Francisco de B. Palomo.

Ingresa como Ingeniero tercero D. Urbano Gamir Montejo.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de agosto de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de agosto de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Albacete...	Caudete.....	San José.....	Indeterminado..	20	D. ^a Dolores Izquierdo y otros dos.
Idem.....	Hellín.....	La Pilarica.....	Idem.....	4	D. Horacio Toledo.
Idem.....	Idem.....	Enrique.....	Tripoli.....	20	» Ambrosio Martínez.
Idem.....	Idem.....	Consuelo.....	Idem.....	23	Idem.
Alicante...	Benidorm.....	San Antonio.....	Indeterminado..	20	D. ^a Dolores Pañuelo.
Idem.....	Villena.....	Santa Isabel.....	Idem.....	7	D. Andrés Valdés.
Idem.....	Benejama.....	Ampliación a Santa María..	Sales alcalinas..	20	» Alfredo Rico.
Idem.....	Villena.....	El Pilar.....	Idem.....	15	Sociedad de Regantes La Amistad.
Burgos.....	Hontoria del Pinar....	Tres Amigos.....	Hierro.....	54	D. Mariano Magallón.
Idem.....	Poza de la Sal.....	Pampanilla.....	Idem.....	46	» Francisco Sanda.
Idem.....	Valle de Zamanzas....	Princesim Agathe....	Petróleo.....	222	» Emilio Hug Secher.
Córdoba...	Pozoblanco.....	Pepita.....	Bismuto.....	21	D. Andrés Romero
Idem.....	Idem.....	Platero.....	Idem.....	100	Comunidad Industrial Alcántara Palacios.
Idem.....	Idem.....	La Remedios.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Torrecampo.....	Lola.....	Idem.....	24	D. Francisco Ayllón.
Idem.....	Idem.....	Ampliación a Lola.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	54	Compañía Minero Bético Manchega.
Idem.....	Ovejo.....	Lozanito.....	Idem.....	4,4895	Idem.
Idem.....	Fuenteovejuna.....	Demasia a Demasia a Precaución..	Plomo.....	0,0803	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem a 2. ^a id. a 4. ^a Unión.	Idem.....	2,3505	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem a 2. ^a id. a Jorge...	Idem.....	20	D. Guillermo Wilkens.
Idem.....	Idem.....	San Alberto.....	Idem.....	15	Idem.
Idem.....	Idem.....	Los Cónsules.....	Idem.....	16	D. Alfonso Sánchez Aparicio.
Idem.....	Idem.....	Ariana.....	Idem.....	36	» Guillermo Wilkens.
Idem.....	Idem.....	Santa Ana 2. ^a	Idem.....	4	Compañía Minero Bético Manchega.
Idem.....	Idem.....	Ampliación a Navalvillar..	Idem.....	20	D. José Llinares.
Idem.....	Idem.....	Centenillo.....	Idem.....	4	» José Maldonado.
Idem.....	Idem.....	Presentita.....	Idem.....	30	» Alfonso Hornizo.
Idem.....	Idem.....	La Porfía.....	Idem.....	40	D. Enrique Gozávez.
Coruña.....	Boiro.....	Ampliación a Isabelita..	Estaño.....	20	S. A. Industrias Mineras.
Gerona.....	Montras.....	Juan.....	Hierro.....	14	D Esteban Vázquez.
Idem.....	Idem.....	Luisa.....	Idem.....	26	Idem.
Idem.....	Planolas.....	María.....	Idem.....	32	S. A. Industrias Mineras.
Idem.....	Puerto de la Selva....	Trebor.....	Idem.....	14	Idem.
Idem.....	Rosas.....	Miralda.....	Idem.....	8	D. Francisco Recarte.
Guipúzcoa..	Irún.....	Demasia a San Isidro..	Hierro.....	1,68	Minas de Potasa del Suria.
Lérida.....	Molsosa.....	1. ^a Demasia a Sampasatas.....	Sales potásicas..	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a idem a id.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Pinós y Molsosa.....	3. ^a idem a id.....	Idem.....	5	Idem.

Catastro minero.

Se ha rectificado el catastro de las provincias de Albacete, Alicante, Burgos, Córdoba, Coruña, Gerona, Guipúzcoa y Lérida.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que fija los precios que han de regir durante el mes de agosto para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. ("Gaceta" del 1.)

Núm. 251.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de agosto próximo rijan en España los siguientes precios para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, referidos a la tonelada métrica:

1.º Precios de venta del plomo en barra de primera:

Para suministros de 50 toneladas o más, 910 pesetas.

Para suministros de 10 toneladas o más, sin llegar a 50, 940 pesetas.

Para suministros de una tonelada o más, sin llegar a 10, 970 pesetas.

Para suministros inferiores a una tonelada se establecerá un aumento de cinco pesetas por 100 kilos sobre el precio últimamente citado; aumento que quedará a beneficio del vendedor.

2.º Precios de venta para suministros de cualquier cuantía de barretas de segunda y tercera:

Barretas de segunda, 770 pesetas.

Barretas de tercera, 680 pesetas.

3.º Precios de venta para suministros de tubos, planchas, perdigones, balas y balines:

Los mismos que se fijaron por Real orden de 27 de junio último, publicada en la *Gaceta de Madrid* del 29 del mismo mes.

4.º Precios de venta del plomo viejo, puesto por cuenta del vendedor en los depósitos o fábricas de entidades adheridas al Consorcio, de Barcelona, Bellmunt, Cartagena, Linares, Málaga, Madrid, Peñarroya, Rentería, Sevilla o Valencia:

Clase A, 625 pesetas.

Clase B, 500 pesetas.

Clase C, 425 pesetas.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 31 de julio de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que adjudica definitivamente a D. Francisco Sánchez Madrid, Ayudante de Minas y vecino de Murcia, la contrata de ejecución de un sondeo de investigación de aguas y estructuras geológicas en Tarifa (Cádiz). ("Gaceta" del 4.)

Núm. 260.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid* de 18 de junio último, referente al concurso público para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de aguas y estructuras geológicas en Tarifa (Cádiz):

Vistas las dos proposiciones presentadas a este concurso por D. Manuel E. de Goyarrola, representando a la Sociedad Foraky, y por D. Francisco Sánchez Madrid:

Visto el informe emitido por el Instituto Geológico y Minero de España con fecha 27 de julio último, sobre dichas proposiciones, y favorable a la adjudicación a la que suscribe D. Francisco Sánchez Madrid:

Considerando que dicha proposición, ofreciendo la suficiente garantía para efectuar las obras a que se refiere este concurso, es la más económica de las dos presentadas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente la contrata de ejecución de un sondeo de investigación de aguas y estructuras geológicas en Tarifa (Cádiz), objeto del mencionado concurso, a D. Francisco Sánchez Madrid, Ayudante de Minas y vecino de Murcia, el cual queda obligado a legalizar en escritura que otorgará ante Notario, dentro del plazo de cuarenta días, contados a partir de la fecha de inserción de la Real orden de adjudicación en la *Gaceta de Madrid*, los compromisos que contrae con la Administración.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 2 de agosto de 1929.—P. A., *Gelabert*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

De Real orden se conceden autorizaciones a la Compañía Portland Valderribas y Sociedad Cementos Portland para efectuar instalaciones en las fábricas de Vicálvaro y Olazagutía (Pamplona), respectivamente, sin aumento de producción. ("Gaceta" del 13.)

Real orden núm. 269 que concede al Marqués de Villamarta prórroga de tres meses para instalar en el Puerto de Santa María (Cádiz) una fábrica de cemento portland artificial, con capacidad de producción de 80 a 90.000 toneladas. ("Gaceta" del 17.)

Real orden que dicta las normas que se indican relativas a la provisión de las vacantes que ocurran en el Cuerpo de Ingenieros de Minas. ("Gaceta" del 18.)

Núm. 270.

Ilmo. Sr.: Regulada por el Real decreto de 9 de diciembre de 1921 la forma en que se ha de efectuar el ascenso, ingreso y reingreso en los Cuerpos de Ingenieros Agrónomos, de Montes y de Minas, se observa, en lo que concierne al último, el retraso con que se verifica el reingreso de aquellos Ingenieros que perteneciendo a alguna de las categorías del Escalafón del Cuerpo de Minas en calidad de supernumerarios, han sido destinados para ocupar vacantes en la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, en el Instituto Geológico y Minero de España o bien nombrados por el Ministerio de Hacienda para servir plazas en las Minas de Almadén y Arrayanes; y teniendo en cuenta el perjuicio que con ello se origina al Estado, toda vez que se les abonan sus haberes con cargo a otras partidas del Presupuesto hasta el momento de su reingreso, se estima conveniente modificarlo, dando un carácter preferente en lo que a estos casos especiales se refiere, y en su virtud, y como aclaración y complemento del citado Real decreto,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que las vacantes que ocurran en el Cuerpo de Ingenieros de Minas, a cuya provisión se refiere el artículo 1.º del Real decreto de 9 de diciembre de 1921, continúen proveyéndose con sujeción a los dos turnos: el primero, de ascenso, en el Ingeniero más antiguo de cada una de las categorías y clases inferiores a aquella en que haya ocurrido la vacante, debiendo cubrirse la que necesariamente se produzca en la última categoría con el aspirante que ocupe el número 1 de los con derecho a ingreso en el Escalafón del Cuerpo. El segundo, de reingreso de los Ingenieros supernumerarios que lo tengan solicitado, proveyéndose por orden riguroso de entrada de sus

respectivas instancias entre los Ingenieros de categoría igual a la de la vacante producida que hayan pedido el reingreso, y a falta de éstos entre los de categoría inferior que hayan cumplido aquel requisito previo, corriéndose en este segundo caso las escalas hasta la categoría correspondiente. Dentro de este segundo turno tendrán preferencia para ocupar la vacante que se produzca aquellos Ingenieros que, perteneciendo a alguna de las categorías del Escalafón y figurando en el mismo dentro de ellas como supernumerarios, sirvan algún destino en la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, Instituto Geológico y Minero de España o en las Minas de Almadén y Arrayanes, entendiéndose, a este efecto, que los Ingenieros supernumerarios que sirvan en la Escuela y en el Instituto Geológico y Minero de España solicitan su reingreso en la misma fecha de su nombramiento. Respecto a los destinados en las Minas de Almadén y Arrayanes, se entenderá solicitan su reingreso en el momento que cesen en estos servicios, salvo manifestación expresa de que deseen continuar como supernumerarios.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 13 de agosto de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone rijan durante el próximo mes de septiembre, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que se fijaron para el presente mes de agosto. ("Gaceta" del 27.)

Núm. 275.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de septiembre rijan en España, para

la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que por Real orden de 31 de julio último, publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º del actual, fueron fijados para el presente mes.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 26 de agosto de 1929.—P. D., *Gelabert*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	Páginas
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales</i> , por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....	645
SERVICIO DE MERIDIANAS:	
Trazado de Meridianas en el Distrito minero de Murcia, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa.....	737
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de julio de 1929.....	744
Producción de combustibles durante los meses de enero a julio de 1929.....	747
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a julio de 1929.....	747
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de julio de 1929.....	748
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	751
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de agosto de 1929.....	752
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden núm. 251 que fija los precios que han de regir durante el mes de agosto para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	755

	<u>Páginas</u>
Real orden núm. 260 que adjudica definitivamente a D. Francisco Sánchez Madrid, Ayudante de Minas y vecino de Murcia, la contrata de ejecución de un sondeo de investigación de aguas y estructuras geológicas en Tarifa (Cádiz).....	756
De Real orden se conceden autorizaciones a la Compañía Portland Valderribas y Sociedad Cementos Portland para efectuar instalaciones en las fábricas de Vicálvaro y Olazagutia (Pamplona), respectivamente, sin aumento de producción.....	757
Real orden núm. 269 que concede al Marqués de Villamarta prórroga de tres meses para instalar en el Puerto de Santa María (Cádiz) una fábrica de cemento portland artificial, con capacidad de producción de 80 a 90.000 toneladas.....	757
Real orden núm. 270 que dicta las normas que se indican relativas a la provisión de las vacantes que ocurran en el Cuerpo de Ingenieros de Minas.....	758
Real orden núm. 275 que dispone rijan durante el próximo mes de septiembre, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que se fijaron para el presente mes de agosto.....	759

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

PROCEDIMIENTOS MODERNOS DE CRACKING

I. EN FASE LIQUIDA

1.º Procedimiento Burton.—Este método, que ha sido el primero que se ha empleado industrialmente y que ha sido el origen de todos, no puede ser más sencillo. En el esquema de la figura 143 encontraremos la disposición dada a los aparatos. La caldera era solamente un cilindro de palastro grueso colocado horizontalmente sobre el macizo de ladrillos refractarios y calentado por el hogar F a fuego desnudo, cuyos productos de combustión salen por G a la chimenea. En el recipiente A, calentado vivamente y casi lleno de petróleo denso, se verifica el cracking, y los productos, vaporizándose, pasan por E a presión al desflemador B, que deja pasar al condensador C los vapores de gasolina y devuelve a la caldera los condensados más densos para que vuelvan a ser tratados.

En el colector D se reúnen todas las gasolinas destila-

das y condensadas en C, que también condensa bajo presión. Cuando se ha agotado el petróleo denso y no produce más gasolina, se extrae por una llave el alquitrán y el carbón que queda en la caldera y puede cargarse de nuevo.

La operación se hacía sobre petróleo denso que destilaba entre 260 y 270 grados, y el caldeo se hacía hasta 355 grados, manteniendo constante una presión de cinco a siete kilogramos por centímetro cuadrado.

El tratamiento duraba unas treinta horas y se conseguía destilar hasta un 60 por 100 de la masa, elevando progresivamente la temperatura hasta 425 grados.

El producto de la destilación contenía un 30 por 100 de la masa total de gasolina, que se separaba y pasaba al refino por los procedimientos ordinarios por ácido sulfúrico y lejía de sosa.

El residuo era hidrocarburos pesados y cok de petróleo. Este cok era la verdadera dificultad del procedimiento, porque se adhería al acero que formaba la chapa de la caldera A. y era preciso detener la operación para limpiar el fondo del recipiente y que no ocurriesen recalentamientos.

La característica del procedimiento Burton es llegar a verificar la condensación a presión, porque es de opinión que condensando a presión, la gasolina obtenida es menos rica en hidrocarburos saturados. que fué lo que más habló en favor de este método, pues la presencia de los hidrocarburos saturados era inconveniente grave. A este fin coloca la válvula reguladora de la presión H detrás del condensador enfriador C. Verificados los ensayos por el Departamento de patentes de los Estados Unidos se pudo probar que colocada la válvula en H, la gasolina obtenida tenía un índice de iodo de 97 y no abandonaba al ácido sulfúrico más que 20,2 por 100, mientras que colocada esa válvula entre el condensador y la caldera, antes o después del desflemador, la gasolina obtenida tenía un índice de iodo de 200 y cedía al ácido sulfúrico un 43 por 100.

El procedimiento fué adoptado por la Standard Oil, y comenzó a aplicarse en gran escala, estando hoy muy modificado, porque han ido substituyéndose y modificándose todos los aparatos.

La primera modificación consistió en ver si podían suprimirse o disminuirse al menos las paralizaciones por los depósitos de carbono, a cuyo fin se colocó en la caldera un doble fondo, para que se depositase allí el cok, y de ese modo, aunque no se suprimieron las paralizaciones, se disminuyeron mucho, porque permitió distanciarlas; no obstante el peligro, no se disminuyó porque los depósitos continuaban verificándose sobre una chapa que estaba calentada por el otro lado por los gases del hogar y los recalentamientos podían verificarse de igual modo.

2.º Procedimiento Burton.—Clark.— Es una modificación del procedimiento Burton que ha dado la base para la mayoría de los métodos en fase líquida.

Clark llevó más adelante que Burton la analogía entre las calderas de vapor y las de cracking, fijándose en que en la destilación corriente han dado buen resultado las calderas tubulares, y pensó aplicar también las calderas de haces tubulares a la destilación destructora.

Eligió calderas tubulares del tipo Heine, semejantes a las Babcock-Wilcox, de tubos inclinados, con un hervidor o depósito, que llamó cámara de expansión. Lo mismo que ocurre en estos tipos de calderas, respecto a las incrustaciones, puede aplicarse a los depósitos de cok en las de cracking. Dada la gran superficie de caldeo del haz tubular y la pequeña cantidad de petróleo que hay en los tubos, se origina una circulación muy rápida del líquido dentro de éstos y los depósitos de cok son arrastrados en su mayoría con el petróleo a la cámara de expansión, donde se reúne todo el líquido, que ya ha sido calentado y tratado, y donde se deposita el cok, porque el líquido

reposa un cierto tiempo antes de vaporizarse y pasar a la destilación.

Como esa cámara o depósito no recibe calor ninguno directamente del hogar, el depósito de carbón no presenta importancia relativamente, porque no puede dar lugar a recalentamientos de las paredes metálicas, y sólo tiene el inconveniente de que hay que paralizar de vez en cuando para extraerlo; mas como el depósito es grande, no precisa efectuar esta limpieza muy a menudo.

Queda, pues, muy reducido el peligro de fugas y de incendios, porque sólo presenta el haz tubular al caldeo directo, y el depósito de cok en los tubos es muy pequeño y nunca tan adherente como en las calderas, y por otra parte, en caso de accidente, la cantidad de petróleo expuesta al incendio es mucho menor.

3.º Procedimiento Snelling.—Es semejante al procedimiento Burton, y emplea para la destilación destructiva un gran autoclave, de gruesas paredes, donde se trabaja a presión mucho más elevada que en el procedimiento Burton y que llega hasta 60 kilogramos por centímetro cuadrado.

El autoclave o retorta comunica con los condensadores y refrigeradores para destilar y condensar los productos.

Como característica del método indicaremos que recomienda cuidadosamente la necesidad de llenar el autoclave del petróleo a tratar hasta un nivel determinado. El volumen del petróleo no debe ser menor en una décima parte al que indica y no debe exceder de la mitad del volumen marcado por el aparato.

Si el líquido ocupa más de la mitad de la cabida marcada por el autoclave la descomposición es muy lenta; en cambio si contiene menos líquido que 1,10 de su volumen el producto obtenido es malo.

Esto parece depender de que si la caldera se encuentra demasiado llena el espacio que queda para el vapor es de-

masiado pequeño y la presión de trabajo se encuentra conseguida con una temperatura mucho menor de la que debe reinar en el autoclave, con lo cual la operación no marcha a la velocidad debida y se obtiene la descomposición, pero muy lentamente.

Si, por el contrario, la caldera tiene muy poco líquido, el caldeo resulta muy enérgico y origina pirogenaciones y disociaciones a presión menor de la que debe presidir la operación, por lo cual el producto obtenido no es el que se buscaba, y su calidad es mala y las pérdidas en gas y en cok son muy elevadas.

Este procedimiento ha sido empleado industrialmente, pero como el caldeo en autoclaves y retortas es más peligroso que en serpentines tubulares, ha sido substituído por otros métodos.

4.º Procedimiento Dubbs.—Es el método más empleado de todos los de cracking, y se comprende, porque ha sido cuidadosamente estudiado, modificadas todas las partes que se ha visto que presentaban inconvenientes, y disminuídos en todo aquello que puede hacerse, dada la clase de operación, los peligros y las corrosiones.

Los fundamentos del procedimiento son:

a) Tanto el cracking, cuanto la condensación, tienen lugar bajo una presión generada dentro del aparato.

b) Los tubos de caldeo no están expuestos al calor radiante del hogar.

c) En las tuberías de caldeo no circulan más productos que el petróleo bruto y los vapores densos que deben tratarse nuevamente. Los residuos que quedan en la cámara de reacción se extraen continuamente.

d) En la zona del hogar no hay más que los tubos y el petróleo que por ellos circula. La cámara de reacción se encuentra aislada del fuego y no recibe más calor que el que lleva en sí el aceite calentado en el hogar.

e) El cok formado se deposita en la cámara de reacción, disminuyendo los peligros anejos al cracking, puesto que esa cámara no está calentada. Una de las funciones principales de esa cámara es servir de depósito al cok y a los productos que pueden producirlo.

f) La cantidad de petróleo contenida en el grupo de aparatos es de unos 35 barriles, de los cuales sólo 10 ó 12 se hallan en la zona de fuego. Es un gran contraste con los demás métodos de tipo caldera en que existen 300 ó 400 barriles en la zona de caldeo.

g) Las condiciones de la operación son moderadas; la temperatura del aceite al salir de las tuberías del horno es de 850 a 875 grados, Farenheit (454 a 468 grados C), y la presión media es de 120 a 150 libras por pulgada cuadrada (8 a 10 kilogramos-centímetro cuadrado) y ésta se desarrolla en cualquier caldera de vapor del tipo antiguo, sin peligro; luego por esa causa no existe peligro en este aparato. Es un método de baja presión.

h) El procedimiento es continuo, porque el depósito para carbón es grande y no hace falta paralizar más que cuando está lleno y hay que limpiarlo, que es muy de tarde en tarde, porque hoy ya se opera haciendo salir parte del carbón con el residuo que ha de ir a los depósitos correspondientes.

El esquema del primitivo aparato Dubbs es el que se diseña en la figura 144; un horno tubular A calienta el petróleo bruto que viene inyectado por la bomba P y por la tubería O; los líquidos calentados pasan a la cámara de reacción B, de la cual pasan los vapores de cracking al desflemador C, donde se separan los productos pesados que por M vuelven a la bomba P para mezclarse con los petróleos brutos que han de entrar al horno. Los vapores de productos ligeros van a los condensadores D y a los depósitos colectores E, donde se separan de los gases del cracking. Los residuos y el cok que hay en la

camara de reacción salen por F a los depósitos correspondientes.

En este procedimiento sólo se llega a producir gas premanente, gasolina y productos ligeros y residuos y cok.

El procedimiento para la extracción del cok es muy ingenioso y consiste en arrastrar el carbón desde el fondo de la cámara de reacción mediante un cable que en forma espiral está tocando interiormente con la pared y colgado de la parte alta. Cuando se desea extraer el carbón se tira del cable por medio de un pequeño cabrestante por la parte inferior, soltando el extremo de la parte superior y con el cable sale todo el carbón depositado.

Como se trata de un método muy interesante, tanto por sí cuanto por su importancia industrial, en la figura 145 damos con todo detalle un esquema de la instalación más moderna, que pasamos a reseñar. El petróleo bruto fresco es tomado por la bomba A, colocada en la caseta de vigilancia, y es inyectado en el condensador refrigerador C, donde se reúne con los condensados densos y los arrastra pasando a la bomba D, desde la cual pueden pasar a voluntad al desflemador principal H por la tubería G, para arrastrar también productos pesados de esta primera separación que más tarde, por la tubería de reflujo b) y c), pasan a la bomba d) y a la tubería e), que los conduce al horno F, o pasan directamente a la tubería general de entrada al horno E desde la misma bomba D.

Como se ve, el horno F consta de dos compartimientos, L uno, donde se queman los gases por los mecheros de la parte inferior de la cámara de combustión, y otro M, donde están las baterías de tubos I, que no están colocadas directamente a la acción de los golpes de fuego del hogar. La batería de tubos de caldeo consiste en 50 tubos de acero, estirados sin soldadura, unidos en series por piezas doblemente acodadas. Tienen cuatro pulgadas de diámetro y 30 pies de longitud, en el modelo, para 500 barriles de produc-

ción. Las piezas acodadas de unión son de acero forjado y provistas de orificios para limpieza de los tubos, provistos de cierres roscados y tapas en bronce de aluminio.

Los petróleos, después de pasar por la cámara de caldeo, van a parar a la cámara de reacción K, donde depositan el carbón en la parte inferior. Los vapores por la conducción X pasan al desflemador H, en que se separan los petróleos densos que han de volver a la cámara de caldeo y los vapores ligeros que toman la tubería f) y van al condensador g), pasando juntos el líquido de la condensación y el gas permanente de cracking al recipiente h). Este destilado, que le dan el nombre de «destilado a presión», tiene que separarse del gas permanente en el aparato j), pero antes pasa por la válvula de regulación de la presión s) y por una probeta de medición que está colocada inmediatamente antes de la válvula. En la parte superior del recipiente h) sale el tubo de regulación de la presión del gas, con su correspondiente válvula de regulación r). En el separador de gas, el destilado de gasolina sale por la tubería l) hacia los depósitos y el gas permanente por las tuberías k), que le llevan a los mecheros del horno, y lo que sobra a gasómetros para emplearlo en otros caldeos y menesteres.

En la cámara de reacción existen una serie de tuberías N, en su mitad inferior, que sirven para hacer salir los residuos líquidos y algo de cok en suspensión y llevarlos a los condensadores de residuos de carbón W. Pero en los nuevos aparatos han introducido la modificación de hacerlos pasar por otra cámara Q, que llaman «cámara relámpago», en la cual sólo se tratan los líquidos menos densos, pues los demás se llevan directamente al condensador W; éstos líquidos menos densos se depositan en la cámara Q y disminuyen de presión, con lo cual siempre hay vaporización y los vapores se hacen pasar por el condensador C. La bomba V es para inyectar el líquido en la cámara Q cuan-

do el nivel del mismo en la cámara de reacción no es suficiente para pasar directamente por la tubería O.

En el condensador C los vapores de hidrocarburos son absorbidos por el petróleo bruto, y el gas mezclado con el aire que ha entrado al disminuir la presión en el recipiente Q pasan por la tubería R al condensador S, donde se condensan los vapores de gasolina arrastrada y pasa finalmente al separador de aire T, donde la gasolina se va por la conducción inferior y el aire y el poco gas que exista va a la atmósfera.

Toda esta parte llamada «Flash Chamber», «Flash Condenser», formada por los aparatos Q, C, S y T, está suprimida en la mayoría de los aparatos, porque es muy moderna.

La composición y la naturaleza de las gasolinas y productos ligeros puede siempre comprobarse; a ese fin, la bomba Y puede hacer pasar destilado a presión desde el recipiente h) al desflemador por la tubería Z, y al mismo tiempo se hace pasar petróleo bruto por el desflemador por la tubería G a tubo lleno. La cantidad de líquido frío introducida en el desflemador determina la temperatura de estos vapores y su composición; cerrando, pues, la entrada de petróleo bruto, se mide en la probeta del destilado a presión que está a la salida de la bomba Y, el gasto de destilado frío que hay que introducir en el desflemador. También puede hacerse con el petróleo bruto colocando en la tubería de salida de la bomba un aparato de medida y teniendo cuidado que en ese momento no pase petróleo bruto al condensador Flash, porque sería erróneo el gasto.

La temperatura media del líquido en la parte inferior del desflemador debe ser de 740 grados Fahrenheit (395° C). La del petróleo a la salida de la tubería de caldeo debe ser de 840 - 870 grados Fahrenheit (450 - 463° C), aunque varía con la primera materia.

La temperatura de los vapores a la salida del desflemador debe ser de unos 540 grados Fahrenheit (282° C).

La presión se mide en la válvula de aguja *r*).

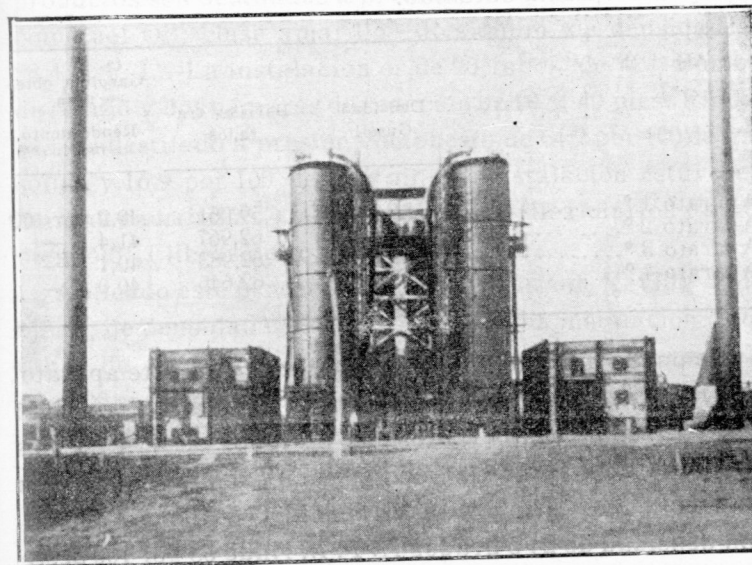
Un solo operador en la caseta de vigilancia B puede efectuar todas estas operaciones y medidas, pues está provista la instalación de aparatos registradores para temperaturas y presiones. Cuando las condiciones de la operación están estabilizadas, las llaves de prueba pueden fijarse y no hay más que rectificarlas de tiempo en tiempo. El aparato es tan flexible, que si por cualquier motivo se interrumpiese la llegada de petróleo bruto, la corriente de reflujo del desflamador sería suficiente para impedir a los tubos del hogar la cokización por un cierto tiempo; no obstante, los aparatos están provistos de dobles bombas para asegurar la llegada de petróleo bruto.

Puede trabajar con toda clase de petróleos, desde el keroseno destilado de 40 grados Baumé de densidad hasta los residuos de petróleo de Panuco, que tienen 97 grados Baumé.

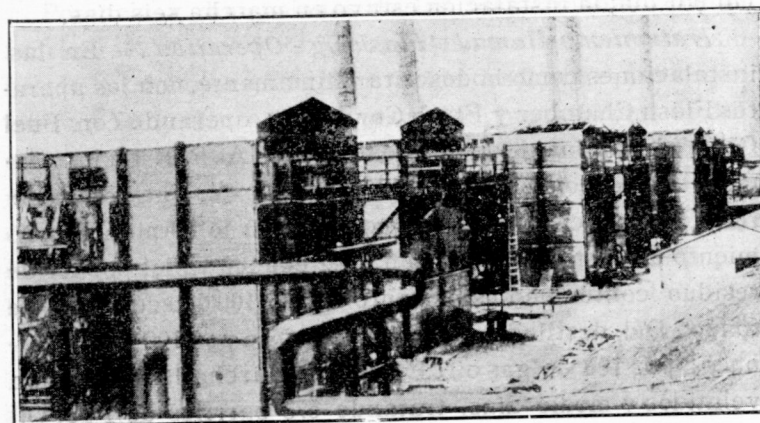
Con el keroseno destilado se trataron como prueba 3.000 barriles, obteniéndose más del 50 por 100 de gasolina, con una capacidad media de 500 barriles por día, sin que se depositase nada de cok en el aparato. En el cuadro siguiente de Morell & Egloff (*Refine and Natural, Gasoline*, vol. II, julio 1923), se obtiene para aceite pesado.

	1	2	3	4
Densidad Baumé, petróleo.....	12,6	9,7	13,4	18,2
Cok por 100.....	15,2	18,2	14,2	5,1
Gasolina obtenida por 100.....	23,7	21,11	26,9	32,4
Destilado a presión por 100.....	30,8	26,32	38,5	60,62
Residuo por 100.....	62,9	66,47	52,2	28,77
Cok por 100 por peso de petróleo obtenido por cracking.....	4,48	6,18	7,75	6,92

El número 1 es petróleo bruto de Panuco; el 2, bruto de Panuco, desgasolinado; el 3, bruto, desgasolinado de Venezuela, y el 4, bruto de Tarakán.



Fot. 16. — Instalación de cracking por el procedimiento Dubss, con capacidad para 2 000 barriles diarios de petróleo crudo, produciendo 1.000 barriles de gasolina.



Fot. 17. — Instalación de cracking, por el procedimiento Cross, capaz para 6.000 barriles diarios de petróleo bruto.

Tratando Gasoil Mid-Continent, en cuatro aparatos de 500 barriles, se ha obtenido:

	Densidad Gasoil	Barriles tratados	Gasolina obtenida — Rendimiento medio
Aparato 1.º	34,2 Baumé	59,061	40,2 por 100
Aparato 2.º	36,3 —	62,967	41,4 —
Aparato 3.º	36,3 —	62,983	40,1 —
Aparato 4.º	34,2 —	62,645	40,0 —

Se puede trabajar de varias maneras con este aparato.

Tratamiento normal con residuos.—Operando con Fuel Oil.—En un aparato Dubbs, de 62 tubos de 4" y 30 pies de largos. Una bomba de reflujo y una cámara de reacción de 10 × 40 pies. Primera materia Mid-Continent Fuel Oil, con densidad de 24,5 grados A. P. I., rinde 68 por 100 destilado a presión y 26 por 100 de residuo. El destilado a presión se compone de 46 por 100 de gasolina y 18 por 100 de gas oil. El cok producido fué de 22,8 libras por barril tratado; la marcha de la operación fué de 1.167 barriles de Fuel Oil por día; la instalación estuvo en marcha seis días.

Tratamiento llamado Flashing-Operation.—En las instalaciones como la descrita últimamente, con los aparatos Flash Chamber y Flash Condenser, operando con Fuel Oil, Mid Continent, de densidad de 25,6 A. P. I. La instalación Dubbs, con horno de 50 tubos de 4". Una bomba de reflujo y una cámara de reacción de 10 × 30 pies. Rendimiento en destilado a presión, 59,2 por 100 y 31,1 por 100 de residuo conteniendo solamente 1,5 por 100 de sedimento de fondo. Del destilado a presión hay 53,6 por 100 de gasolina y 5 por 100 de gas oil. Estuvo en marcha la instalación veintidós y medio días, tratando 673 barriles de Fuel Oil diarios y obteniendo 4,9 libras de cok por barril tratado.

Tratamiento sin residuo.—Puede aplicarse sin cambio

alguno en cualquiera de las instalaciones Dubbs; los solos productos son destilados a presión, cok y gas. Trabajando con Fuel Oil, clase amarillo —Residuum, de densidad de 28,4 A. P. I.—La instalación es de 90 tubos de 4". Bomba de reflujo y dos cámaras de reacción de 10 × 40 pies. Rindió 84,5 de destilado a presión compuesto de 64,2 por 100 de gasolina y 16,9 por 100 de gas oil. La instalación estuvo en marcha cuatro días, tratando 1.672 barriles diarios y obteniendo 51,1 libras de cok por barril.

Aplicado este procedimiento a un gas oil, Keving Sunburnt, de densidad de 28,5 A. P. I., en una instalación de 62 tubos de 4", con una bomba de reflujo y una cámara de 10 × 30 pies. Ha dado un rendimiento de 84,56 por 100 de destilado a presión, del cual 63,92 por 100 fueron de gasolina y 14,52 por 100 de gas oil. Estuvo en marcha tres y tres cuartos días, tratando 618 barriles diarios y produciendo 54,0 libras de cok por barril.

Consumo de combustible, viene a ser de 2 a 3 por 100 del petróleo tratado.

Personal necesario, de tres hombres para el manejo de toda la instalación: un operador y dos ayudantes.

Potencia y dimensiones de las instalaciones. Pueden fabricarse desde 300 a 2.500 barriles por día. Las dimensiones de la cámara de reacción varían desde siete pies de diámetro y 20 de altura, en las pequeñas, hasta 10 pies de diámetro y 40 de altura, en las grandes, existiendo instalaciones de dos cámaras grandes en paralelo que forman una capacidad para cok depositado de 150 a 160 toneladas, permitiendo trabajar mucho tiempo sin tener que parar por limpiezas.

Costo aproximado de la operación. Puede calcularse del siguiente modo:

Por gastos de canon e impuestos.....	0,15		
Por gastos de refinado de los productos, todo comprendido.....	0,10	a	0,18
Por gastos de tratamiento por el proce- dimiento Dubbs, comprendidos todos gastos de dirección, vigilancia, labo- ratorio, etc.....	0,25	a	0,30
COSTO TOTAL \$.....	0,50	a	0,60

La instalación puede costar, como gastos de adquisición de la maquinaria, las siguientes cifras:

Para una instalación de 2.000 barriles, compuesta de dos unidades de 1.000 barriles cada una, 262.790 \$, de los cuales se suponen para montaje 45.555 \$ y para precio f.o.b. 216.790.

El flete desde fábrica a Nueva York vale 10.865 \$.

Resulta, pues, un precio de instalación de 131 \$ por barril.

Para 1.000 barriles el precio es 141 \$ por barril.

Para 300 barriles el precio es de 257 \$ por barril.

Vemos, pues, que va aumentando en progresión creciente el precio conforme disminuye la potencia de la instalación, lo cual ocurre siempre, pero este aumento en el caso presente es bastante grande.

Como ya hemos dicho, el procedimiento está cuidadosamente estudiado y lo demuestra que la producción de gasolina obtenida por el procedimiento Dubbs viene a ser de más de 300 millones de galones al año, teniendo instalaciones en 46 refinerías americanas y 13 fuera de América del Norte.

5. Procedimiento Cross.—La característica del procedimiento consiste en dividir en dos distintas secciones el serpentín de tratamiento (fig. 146); la primera es el serpen-

tín de recalentamiento *m*), por el que tiene acceso en el aparato el petróleo a tratar, y la segunda, el serpentín de cracking *n*), donde se verifica la reacción destructiva, y que está más próximo al foco calorífico para llevar la temperatura a la necesaria al tratamiento.

De esta parte del serpentín pasa el líquido a una presión muy elevada, próxima a 46-50 kilogramos por centímetro cuadrado, al recipiente B, que es la cámara de reacción y expansión. La temperatura a que se encuentran sometidos los petróleos es próxima a 465 grados.

La cantidad de petróleo sometida a esa presión elevada es relativamente pequeña, pues no excede de seis a siete metros cúbicos, y la característica del procedimiento es mantener el petróleo lo más posible en fase líquida en las condiciones de cracking, de manera que el calor se emplee para la descomposición y no para la evaporación.

La masa de líquido juntamente con los gases pasa a la cámara de reacción, y de allí al vaporizador C, atravesando una válvula N que regula la presión y permite por una disminución de ésta la vaporización de la mayor parte de la masa que ha sufrido el cracking.

Los vapores pasan al primer condensador D, que hace las veces de desflemador, y a un segundo condensador refrigerador E, desde el cual pasan los productos condensados al colector F.

Está el aparato dispuesto en forma que puede recoger por una parte la gasolina en F, sin necesidad de nuevo fraccionamiento, y por otra, un producto más denso que denominan «recycle stock», que pasa a incorporarse al petróleo para volver a sufrir nuevo tratamiento.

El cok de petróleo se deposita en las partes más calientes de los tubos, y la cantidad depositada es pequeña, pero tiene la desventaja de que no cuenta con procedimiento alguno mecánico para la limpia y necesita cada semana aproximadamente una operación de ese género.

La cámara de reacción está construída de una sola pieza en hierro forjado, tiene un diámetro de 1.500 milímetros y de longitud mide 12 metros y medio, teniendo un espesor de paredes de 125 milímetros. Estas cámaras se prueban a una presión de 700 kilogramos por centímetro cuadrado, para darles la solidez necesaria, y pesan cerca de 60 toneladas.

Una carga de petróleo denso, comprendida en ella el «recycle stock» de la operación, produce un 32 por 100 de gasolina y un «recycle stock» de 56 por 100, lo que corresponde a una transformación del petróleo bruto primitivo en 72 por 100 de gasolina, 16 por 100 de residuos y 12 por 100 de cok, gases y pérdidas.

Todos estos procedimientos han recibido en América del Norte la denominación de «Tube and Tank» (tubos y depósitos), en los que el caldeo directo se verifica en los serpentines tubulares, y la descomposición, aunque comienza en los haces tubulares, se completa en las cámaras.

No varían unos de otros sino en pequeños detalles de la forma de los depósitos o cámaras, del número de ellas, disposición de los serpentines en las cámaras de caldeo, etc.

Todos ellos presentan el inconveniente de las corrosiones y recalentamientos, que muchas veces son seguidos de roturas y accidentes; se comprende que cuanto hemos dicho sobre las desventajas del procedimiento de cracking se refiere a los procedimientos modernos y en grande escala eñoleados por las refinerías, que son todos estos.

En la fotografía número 17 damos una vista de seis cámaras hornos tubulares, del procedimiento Cross, capaces para 6.000 barriles diarios de petróleo bruto pasado por el tratamiento de cracking en una destilería de Pensilvania.

6. Procedimiento Stransky.—No está todavía adoptado por la industria de refinación, pues se trata de una patente americana reciente.

La base es aplicar a los petróleos el caldeo eléctrico, ve-

rificándolo dentro de los recipientes de tratamiento por medio de grandes resistencias repartidas profusamente a través de todo el líquido para que constituyan una superficie de caldeo lo más grande posible.

La caldera está provista de un agitador para que el líquido esté en constante movimiento y se reparta más el calor, y la operación se verificará a presión, que se escoge técnicamente, según la clase de petróleo que haya de tratarse.

Dado el movimiento de la masa, los hidrocarburos se vaporizan y pueden ser extraídos inmediatamente, quedando las substancias más densas en la caldera.

La temperatura y la presión pueden ser medidas automáticamente por medio de pirómetros, y reguladas a voluntad por resistencias, abriendo y cerrando circuitos que también pueden estar ligados con pirómetros para que la regulación sea automática.

Los hidrocarburos a tratar por el cracking pueden pasar, sucesivamente, por dos o más calderas.

La relación entre el volumen de los vapores y el del líquido que da mejor resultado está hallada empíricamente y mantenida aproximadamente constante.

Desde luego, el procedimiento parece tener inconvenientes, porque el caldeo por resistencia no es nada económico ni nada seguro cuando se trata de líquidos combustibles y explosivos, y mucho menos en este tratamiento destructivo, en que la corrosión es grande y ataca a las resistencias lo mismo que a las partes metálicas de los aparatos. Por otra parte, los depósitos de cok pueden ocasionar cortocircuitos entre las resistencias, disminuyendo el caldeo y hasta anulándolo.

7. Procedimiento Holmes-Manley.—Es análogo al procedimiento Dubbs, y el cracking tiene lugar en un serpentín recalentador, trabajando a una presión de 25 atmósferas, con temperatura de 450 grados.

A cada serpentín corresponden cuatro cámaras de reacción colocadas verticalmente y que están calentadas exteriormente para impedir que descienda la temperatura de los 415 grados, que es una precaución lógica, puesto que, como la reacción del cracking absorbe calor y produce un descenso de temperatura, se paralizaría o retardaría la operación.

Estas cámaras van provistas de unas raspetas que, para separar los depósitos de carbón, reciben un movimiento mecánico, y van colocadas dentro de las cámaras de reacción. Esto es tanto más necesario cuanto que al estar calentadas las cámaras con los depósitos de cok se aumenta el peligro de recalentamientos y explosiones.

La operación puede acelerarse aumentando la temperatura en las cámaras de reacción moderadamente.

8. Procedimiento Richey.—Es también análogo al procedimiento Cross y no difiere de él más que en los medios de recuperación del calor, pues va provisto de calentadores economizadores para recalentar los petróleos brutos antes del acceso en los hornos tubulares.

Trabaja a temperatura de 496 grados y a la presión de 42,9 kilogramos por centímetro cuadrado.

Como las presiones son elevadas, hay que tener mucho cuidado en estos procedimientos para que se trabaje dentro de los límites de seguridad, dada la corrosión que adelgaza las paredes de todos los recipientes de cracking.

9. Procedimiento Testelin y Renard.—Tampoco difiere de los anteriores, pues es otro procedimiento de tubos y recipientes de un solo serpentín, de caldeo y cracking, y cámara de reacción vertical, sin características que lo distinguan.

II.—FASE VAPOR

10. Procedimiento Riffman.—El aparato de caldeo y vaporización es la característica del método. Está representado en la figura 147 y constituido por un cilindro vertical de gruesas paredes, que está dentro de un hogar de material refractario B, donde unos mecheros A constituyen el foco calorífico, quemando gas de cracking, en contacto con las paredes del cilindro C.

Este cilindro lleva otro en su interior E, unido con la tubería de salida G y con el extremo superior abierto dentro del cilindro C.

El petróleo bruto penetra en la caldera por el tubo D, provisto de la válvula de regulación correspondiente.

El nivel del aceite dentro del cilindro C se conserva un poco más alto que los quemadores A, pero siempre mucho más bajo que el extremo E del tubo central. El petróleo bruto se vaporiza en el tubo C, y en todo el espacio F se verifica el cracking en los vapores, que inmediatamente van saliendo por el tubo interior E y, recorriendo las tuberías G y H, van a los condensadores correspondientes bajo presión.

En este sistema, los inconvenientes del cracking en fase líquida se pueden aumentar a los de fase vapor, pues el calor está suministrado a través de una pared metálica a los hidrocarburos, y los depósitos de carbón existen en el tubo de cracking C y la corrosión se hace sentir con igual esfuerzo, aparte de que el inconveniente de la calefacción se encuentra agudizado porque son precisos mayores gastos de combustible para calentar el vapor en la cámara C que los que en fase líquida serían necesarios.

La extracción del cok también es molesta y obliga a suspender la operación, porque no tiene gran sitio en la parte baja del cilindro C para depositarse.

Sin embargo, este inconveniente ha sido suprimido por el autor modificando la parte inferior del tubo C, que la ha terminado en forma de tolva con su cierre especial para poder extraer el cok, y colocando dentro del tubo C unas brochas o rasquetas mecánicas que constantemente rozan las paredes del cilindro y desprenden el carbón que cae a la parte inferior.

El aparato ha sido cuidadosamente construido y, aparte de los inconvenientes que no tienen remedio porque son congéneres del caldeo a través de paredes metálicas, está bien pensado. La reacción tiene lugar a temperatura de 500 a 550 grados para la obtención de gasolinas, y a 625-675 grados para carburos aromáticos, con presión de 20 atmósferas.

11. Procedimiento Perelis.—Fundamenta la base de su método en aumentar el rendimiento de hidrocarburos ligeros, haciendo sufrir a los vapores durante el cracking en fase vapor variaciones de temperatura y de presión suficientemente grandes.

El aparato para hacer práctico el procedimiento es un poco complicado y está representado esquemáticamente en la figura 148.

Los petróleos densos a tratar vienen inyectados por una bomba 21) y atraviesan dos regularizadores de temperatura, economizadores 20) y 16), y van a parar al recipiente depósito 3), de donde son tomados por otra bomba 2) para ser enviados a las cámaras de cracking.

Las cámaras *a*), *b*) y *c*) están dispuestas de tal modo que la temperatura de la cámara *b*) sea mucho más baja que las de *a*) y *c*), y, análogamente, las presiones también son diferentes.

A la salida de las cámaras de cracking hay un serpentín 10) y una cámara 11), donde depositan el cok que haya podido formarse y pasan por la conducción 12) a un econo-

mizador, donde ceden calor a los gases que van desde la bomba 2) a los serpentines de cracking, pasan a 14), que es un vaporizador de agua, y vienen en contacto con los productos brutos en el igualador economizador 16), donde abandonan las fracciones más fácilmente condensables que pasan con el producto bruto al recipiente 3) para ser tratadas de nuevo.

Los vapores continúan su recorrido, pasando por la tubería 17) al desflemador 18), en el que de arriba abajo se hace pasar una corriente de líquido que viene del regularizador de temperatura 20).

El líquido que se condensa en el desflemador 18) pasa por el enfriador 29) y queda en el depósito 26); pero una parte pequeña del mismo se hace pasar por el recalentador 23) y vuelve de nuevo al desflemador por 28).

Los vapores salen por el desflemador 18), y por la tubería 22) pasan al economizador 20) y por el enfriador 25) al depósito de materias ligeras 27).

No sabemos los resultados que habrá dado este procedimiento en su aplicación industrial, por cuyo motivo, aunque creemos que no ha sido aún ensayado más que en pruebas, no podemos dar dato alguno de presiones, temperaturas, etc.

12. Procedimiento Hall.—Este procedimiento es interesantísimo porque le caracteriza un principio que tiene novedad, donde, como hemos podido advertir, todos los métodos parecen completamente iguales.

Se calienta el petróleo denso en una caldera para vaporizarlo y a la presión de cuatro o cinco atmósferas se inyectan los vapores en una tubería estrecha, que podrá tener unos 25 milímetros de diámetro, formando espiral o serpentín *b*) (fig. 149) y de mucha longitud, unos 90 a 100 metros, con una velocidad de unos 1.800 metros por minuto.

A la salida del serpentín, los vapores se encuentran en

un gran recipiente, que tiene un diámetro de unas doce veces como minimum el diámetro del serpentín y que está lleno de pedazos de hierro, que denomina el autor «convertidor».

El vapor, al pasar del serpentín al convertidor, cuyo diámetro es mucho mayor, pierde velocidad y la fuerza viva se transforma en un movimiento molecular desordenado que equivale al calor.

De esto resulta que, sin necesidad de caldeo exterior, se consigue en el convertidor un aumento de temperatura que va adquiriendo todo el petróleo conforme llega y que origina el cracking; se ha visto que esta elevación de temperatura es de unos 30 grados sobre la que tiene el petróleo vaporizado al salir de la caldera.

Claro es que a la salida de la caldera y durante el paso por el serpentín *b*), parte de los vapores han sufrido descomposiciones, o sea que ya ha comenzado el cracking que termina en el convertidor *c*) y, por consiguiente, hay depósito de cok en el recorrido del tubo en serpentín; pero como la velocidad es grande, los vapores arrastran el carbón y lo lanzan en el convertidor sobre los pedazos de hierro de que está lleno y a los que se adhiere, en vez de hacerlo a las paredes del recipiente.

Este procedimiento se ha visto que tiene defectos, como son los que para el tratamiento de obtención de carburos aromáticos que necesitan elevadas temperaturas no da buenos resultados, pero para las gasolinas puede emplearse con bastante éxito.

Del convertidor, los vapores pasan a los desflemadores que separan las materias densas y las envían de nuevo a la caldera y a los condensadores que liquidan las gasolinas y las envían a los depósitos correspondientes.

Tiene este aparato menos probabilidades de roturas y accidentes que los demás en lo que a los depósitos de carbón se refiere, que se deposita en su mayor parte en el con-

vertidor que no está calentado y tiene los pedazos de hierro para evitar el aumento de corrosión debido a los depósitos de carbón. Sin embargo, no ha tenido gran aceptación porque, aunque es ingenioso, no se puede aumentar la temperatura por ese procedimiento sino 30 grados y en la caldera hay que llegar casi a la temperatura del cracking, con todos los inconvenientes de cualquier otro procedimiento.

13. Método de la Petroleum Conversion Corporation.—Este sistema de verificar el cracking parece tener un procedimiento de caldeo, tan racional y económico, y al menos en apariencia parece que salva de tal forma los inconvenientes que hasta ahora tenía el cracking, que de ser cierto, tiene necesariamente que vencer a los demás. Es muy moderno y lleva poco tiempo en uso para que puedan traslucirse los inconvenientes que tenga si la Empresa está decidida a ocultarlos.

Se fundamenta en las siguientes bases:

1.º Vaporizar la masa de hidrocarburos a una temperatura más baja que la de ebullición, haciendo pasar a través de ella un gas inerte, creando un efecto semejante al obtenido por la destilación de la anilina por el vapor. La masa se vaporiza a una temperatura a la cual su tensión de vapor añadida a la del gas inerte igualan a la presión exterior.

2.º Calentar este vapor de petróleo bruto mezclándolo de nuevo con gas inerte, a una temperatura elevada a la cual se quiere producir el cracking.

3.º Aprovechar el calor de los productos de la descomposición para calentar el petróleo bruto y el gas inerte en la medida posible.

4.º Trabajar a débil presión, puesto que no es necesaria una presión elevada, y emplear el calor lo mejor posible una vez que el hogar está dentro de los aparatos, en mezcla directa con los productos a tratar, evitan-

do así los inconvenientes del caldeo a través de paredes metálicas.

Para describir más en detalle el método daremos el nombre de corriente ascendente de vapores la que marcha hacia el aparato de cracking, y corriente descendente de vapores y productos la que parte del aparato de cracking hacia los de condensación.

En el esquema de la figura 150 se da una idea de la instalación, que se compone de una cámara de absorción M, donde penetran los petróleos brutos frescos por la tubería X, encontrándose en dicha cámara la corriente de gases inertes mezclados con los vapores ligeros que han quedado en la anterior operación de cracking después de la condensación de las gasolinas. El aceite fresco absorbe los vapores ligeros de hidrocarburos y quedan los gases inertes puros dispuestos a comenzar su camino ascendente hacia la cámara de reacción.

Estos gases salen de la cámara de absorción M por la tubería *m*) y pasan al calentador de serpentín O, donde se caldean por el calor de la corriente descendente de productos. Así calentados siguen su camino por la tubería E-E' hasta entrar en el aparato o cámara de caldeo A por su parte inferior.

Esta cámara es una torre de chapa de palastro forrada interiormente de materias refractarias barnizadas para impedir la radiación calorífica; en su parte inferior tiene los quemadores o mecheros B en que se quema la cantidad de gas inerte que se considera necesaria para calentar el gas a la temperatura de cracking. El gas inerte se calienta y asciende por la periferia del aparato, descendiendo por el tubo central, y sale a alta temperatura por la tubería F hasta llegar al mezclador T, donde ha de encontrar la corriente ascendente de vapores de petróleo bruto para pasar unidos a la cámara de cracking C.

Dejaremos, pues, aquí los gases inertes y vamos a bus-

car la corriente ascendente de petróleo bruto que dejamos en el aparato de absorción M, mezclados con los vapores de hidrocarburos ligeros que conducía el gas inerte.

La bomba *p*) toma petróleo bruto del departamento de absorción y los lanza en lluvia por la parte alta del aparato lavador N sobre la corriente descendente de productos. En este lavado el petróleo bruto absorbe los productos densos que se condensan y marchan con el petróleo bruto por la bomba P a la tubería *n*) y de allí al evaporador H, donde se vaporiza petróleo bruto y productos densos que han de tratarse otra vez. Se les calienta en el recuperador economizador G, adonde llegan por la tubería *r*) y se calientan a expensas de la corriente descendente. Los vapores ya calientes, aunque a menor temperatura que la del cracking, pasan por la tubería *a*) a encontrarse en el mezclador T con el gas inerte.

Hecha la mezcla entra la corriente de gas y vapores de petróleos en la cámara de reacción C a temperatura de 570 grados, quedando allí a presión de unas tres atmósferas hasta que el cracking se ha efectuado por completo. La cámara de reacción está construida de la misma manera que la de caldeo, por una torre metálica recubierta interiormente de ladrillos refractarios vidriados para resguardar de la radiación calorífica el interior.

La mezcla de gas y de vapores de cracking toma la tubería *t*) y sale de la cámara de reacción, penetrando en el calentador G, donde cede parte de su calor a la corriente ascendente de vapores de petróleo bruto; pasan más tarde por el calentador O, donde calientan al gas inerte ascendente, y pasando por la tubería *v*) pasan por el lavador N, ya relativamente fríos, y ceden los vapores de productos densos al petróleo bruto.

Queda, pues, la corriente descendente compuesta sólo del gas inerte y de los vapores de gasolina y productos ligeros. La gasolina se condensa en el enfriador de serpen-

tín s), adonde pasa la corriente descendente por la tubería q), y los vapores ligeros y gas inerte pasan al ventilador centrífugo V, por medio del cual son inyectados en el aparato de absorción M para ceder los vapores ligeros al petróleo bruto. La gasolina condensada se recoge en el colector R, desde donde por la conducción h) va a los aparatos de refino.

Desde el primer momento hay que reconocer que en este método se ve un ciclo racional de trabajo, aprovechando el calor y las condiciones de los líquidos y gases que intervienen.

La presión total puede ser regulada adoptando la que más convenga, que parece ser la de tres atmósferas. En razón del peso molecular elevado de los componentes de la masa tratada y del peso elevado del gas inerte, los vapores de petróleo pueden tomar una parte relativamente débil en la presión total y, sin embargo, constituir la parte principal del peso de la mezcla gas-vapor de petróleo.

Una parte débil en la presión corresponde a una temperatura de vaporización baja. El efecto producido es completamente análogo al de la destilación por el vapor, salvo que no se utiliza más que un gas no susceptible de condensarse para arrastrar el vapor de petróleo, y que, en razón del débil volumen y débil calor específico, este gas no tiene necesidad de ser anteriormente recalentado.

El vapor de petróleo saturado y recalentado por bajo del punto de cracking no contiene traza líquida ninguna, y la mezcla con el gas inerte se hace por aparatos automáticos y la temperatura de la mezcla puede aumentarse o disminuirse conforme convenga, independientemente de la presión.

Los revestimientos refractarios de las cámaras forman un aislamiento excelente y la corrosión no existe.

Algunas veces se forman depósitos de cok, quedando en un gran estado de división, lo que se explica por la distri-

bución molecular de las partículas de carbón, que es más regular y que no es debida a recalentamientos locales. Estos depósitos, que no son nunca grandes, tienen poca importancia, ni influencia en la operación, y pueden ser retirados de tiempo en tiempo a intervalos de varias semanas y a veces varios meses.

Los gases producidos por el cracking vienen a aumentar constantemente el gas inerte y se aprovechan en el caldeo y pasan los sobrantes a gasógenos. El modelo de cámara de caldeo está tomado de los admitidos recientemente en metalurgia como reconocidamente eficientes en lo que se refiere a la transferencia del calor.

Una fábrica pequeña funciona como prueba en Texas City y una para 2.000 barriles diarios se está instalando en la actualidad.

El producto obtenido es una gasolina de propiedades antidetonantes, que es de buena calidad, y el residuo denso, «recycle stock», que de nuevo es vaporizado.

Puede trabajarse a mayor temperatura realizando perfectamente y sin temor a recalentamientos el cracking, para obtención de hidrocarburos aromáticos.

Vemos, pues, que parece haberse resuelto prácticamente todos los problemas del cracking; por lo menos así se deduce de los ensayos del método, y, técnicamente, da la sensación de que está muy bien pensado y se separa de todo lo conocido, por lo que puede muy bien tener un éxito rotundo.

Realmente sentimos no haber podido obtener datos sobre precio de costo, que serían muy interesantes.

14. Procedimiento Kroussel.—También es interesante y está basado en los recalentadores empleados en los hornos de metalurgia.

Un generador A, que está constituido (figura 151) por una cámara de material refractario llena de ladrillos apila-

dos, recibe los gases de combustión de un hogar donde se quema gas de cracking B; una vez el relleno refractario ha absorbido la cantidad de calor que se considera oportuno para la operación, se corta el ingreso de gases del hogar, que puede pasar a calentar otro generador semejante, y se hace entrar en el generador A, que está a temperatura mayor que la necesaria para el cracking, unos chorros de petróleo ya caliente y muy divididos que pasan por los vaporizadores E, inyectados por una bomba C; el petróleo vaporizado llega contra las torres de ladrillos apilados y a temperatura elevada sometidas y se verifica inmediatamente el cracking. Los vapores se extraen por la tubería D, de donde pasan a un desflemador que separa los productos densos y los envía de nuevo a reunirse con el petróleo bruto que ha de volver a pasar al generador, y los vapores de gasolina y ligeros pasan a los condensadores, donde se separa la gasolina y pasa al enfriador y depósitos y los gases permanentes pasan a los gasómetros, de donde se toman para el caldeo.

Es una operación periódica, porque la temperatura del generador disminuye al cabo de un cierto tiempo, lo que se conoce por los pirómetros fijos colocados en el taller de cracking, y hay que proceder de nuevo al recalentamiento del generador; pero puede hacerse lo mismo que en los hornos metalúrgicos y poseer varios generadores, que van unos calentándose y otros verificando el tratamiento, y la producción puede ser continua y económica.

Este es otro procedimiento muy racional y que no da lugar a muchos de los inconvenientes de los demás métodos; puesto que tampoco existe aquí la corrosión en las cámaras, no existe el peligro de fugas y explosiones. Los depósitos de carbono no tienen la importancia que en los otros procedimientos, puesto que pueden limpiarse fácilmente.

Tienen el inconveniente de que para llegar a una producción de importancia precisa montar un número grande

de generadores, y por esa causa aún no se ha desarrollado en gran escala, pero en la refinería de Nobel, de Bakú, existe un generador para la producción de hidrocarburos aromáticos y está dando un buen resultado, que seguramente será causa de que se abra camino en la industria.

La temperatura se puede regular perfectamente elevándola todo lo que se crea conveniente, por lo cual en Bakú funciona a alta temperatura de 630 a 675 grados.

Los productos obtenidos son normales, como los de los demás procedimientos, y en ningún defecto de calidad puede fundamentarse para criticar este sistema.

15. Método de Kotzebue-Bowman.—La base del procedimiento es someter los vapores de los hidrocarburos pesados a una expansión por su paso por orificios cuyo diámetro está calculado en función de la presión y la velocidad de la operación. Exponerlos en ese momento a la acción de gases que contengan pentano o productos gaseosos de la gasolina bruta, con lo cual se verifica seguramente la separación rápida de los hidrocarburos de la serie parafínica, Termina la operación con una inyección de vapor de agua, que restablece la presión dentro del aparato y lava al propio tiempo los vapores, que quedan desodorizados y desaparece la coloración oscura.

El aparato consta (figura 152) de un recipiente colector A, a suficiente altura para dar presión a los petróleos, y, en caso que no pueda hallar emplazamiento adecuado, se inyectan por bomba a la presión conveniente; entran por la conducción a), provista de su llave y de un regulador de presión c) hasta el tubo b) de distribución, al haz de tubos del horno.

El horno B está formado por un hogar calentado por gas y por un haz tubular donde se verifica la descomposición de los hidrocarburos. Los tubos son especiales, como esquematiza la figura 153, de unos tubos rectos que, en pri-

mer tercio de su longitud, están llenos de lana de hierro, comprendida entre dos discos perforados *a)* y *b)*, y entre la cual hay un espacio *c)* lleno de gravilla o arena gruesa. En su otro extremo *d)* tienen una placa con un orificio en su centro y sujeta entre dos collares. Las dimensiones del orificio están reguladas, como ya se ha indicado más arriba, y, por si hubiese obturaciones, existe una aguja *e)* que puede accionarse desde fuera y una junta con prensaestopas para que sea un cierre hermético. Los hidrocarburos, que llegan al tubo por la conducción de distribución *f)*, son vaporizados al atravesar el espacio *a)* *b)*, y como no pueden atravesar los discos *b)* más que los vapores, los líquidos no pueden llegar nunca a la cámara de cracking *h)*.

A la salida de los tubos (figura 152), los vapores de cracking van a una cámara de mezcla *c)*, en donde se encuentran con un inyector de los gases fríos, que entran por *d)* y atraviesan gases y vapores el espacio angosto de los tabiques al tresbolillo *e)*, donde la mezcla se hace más íntima, y permiten la separación de las fracciones pesadas, que se condensan y salen por el tubo *f)* en tanto que los productos ligeros y gases salen por *g)*.

Un inyector de vapor *m)* restablece la presión; consta, como se ve en la figura 153 a, de un tubo de salida de vapor de agua *b)* que arrastra los gases y vapores que vienen por el tubo *a)* y los lava al propio tiempo.

La mezcla de vapores y gases se lleva a un desflemador *d)*, formado por una torre con cuatro cámaras superpuestas y atravesadas por un tubo que llega a los dos compartimientos extremos. La cámara *r)* está llena de limaduras de hierro soportadas por dos discos o tabiques metálicos agujereados para que la superficie de condensación sea la mayor posible. En esa cámara se condensa el vapor de agua y las fracciones más pesadas.

Los hidrocarburos ligeros atraviesan las limaduras de hierro y el tabique superior y pasan a la cámara *s)*, desde

donde, por el tubo central, vienen al compartimiento inferior *u)*, que está aislado del *t)* por un tabique estanco, siendo aspirados los productos por la bomba *x)*, que los comprime y envía a la condensación pasando por el serpentín y el condensador E. En este recipiente se separa la parte líquida y gaseosa; ésta va por el tubo *v)* a la cámara de mezcla de nuevo, y la gasolina que sale por *z)* va al filtro H, desde el cual pasa a los depósitos.

Este método no ha sido aún adoptado por la industria, y está en período de pruebas solamente.

REFINO DE LOS PRODUCTOS DEL CRACKING

Aunque estos productos se refinan, como ya se ha indicado cuando hemos tratado de los diferentes procedimientos de refino, nos vamos a ocupar ligeramente de este asunto, una vez que la insistencia de los enemigos del cracking en que el refino es difícil y no da los resultados deseados nunca, hace necesario demostrar que el procedimiento de refino es el general y no existen procedimientos especiales que aumenten el precio del refino.

Gasolina y petróleos ligeros.—Como ya hemos visto que suelen tener compuestos sulfurados, el mejor tratamiento de refino es el siguiente:

a) Un primer lavado con agua; si proceden de petróleos con gran proporción de azufre, un lavado con álcali diluido.

b) Tratamiento por el plombita de sodio para transformar el azufre, seguido de un lavado en agua.

c) Tratamiento ácido diluido, seguido del tratamiento de ácido concentrado a 66 grados Baumé en cantidad de 3 a 10 libras por barril, según el tipo de aceite, separación de los alquitranes ácidos que lleva treinta a cuarenta y cinco minutos y lavado en agua otro tanto tiempo.

d) Tratamiento alcalino con lejía de sosa diluída de 6 a 12 grados Baumé, para neutralizar el ácido.

e) Lavado en agua de cinco a diez minutos.

f) Segunda destilación a fuego desnudo y con vapor de agua, o solamente con vapor de agua.

g) Lavado final con sosa cáustica, para que quede perfectamente limpio el producto.

El costo de esta operación completa viene a costar de 15 a 20 céntimos de dólar, como máximo.

Como consejo, la destilación debe hacerse en procedimientos continuos, que son más económicos, y con torres de fraccionamiento, que dan el producto más puro. Los tratamientos de refinó deben hacerse también en aparatos en que la agitación sea mecánica, por turbinas, por bombas centrífugas, etc., mejor que con aire comprimido.

Petróleos. — Si el cracking tiene por objeto producir petróleos lampantes, el refinó es cuidadoso y análogo al indicado anteriormente para la gasolina.

Residuos. — Los residuos son buenos combustibles, y para eso suelen ser empleados cuando el petróleo no es muy parafinoso, en cuyo caso pasan como primera materia para obtención de la parafina, y no hay que refinarlos, sino someterlos al desparafinado.

Los que han de servir de combustible se separan del cok de petróleo por decantación y se refinan como los aceites brutos de pizarra de Escocia, tratándolos por ácido sulfúrico a 60 grados Baumé, en proporción de 1,25 por 100, y agitando la mezcla durante veinte a treinta minutos; se deja en reposo para que se separe el alquitrán que pueda contener, durante tres o cuatro horas, teniendo el cuidado de regar la mezcla antes de llegar al reposo con un poco de agua, pues de otro modo tarda diez y seis a diez y ocho horas en depositarse y separarse el alquitrán. Después de este tratamiento hay que neutralizarlo con 0,6 a 0,8 por 100 de lejía de sosa a 35 grados Baumé. La precipitación del

alquitrán alcalino se hace en otras diez a doce horas, se separa y se lava, y puede emplearse como combustible. Para emplearlo en mezcla con aceites de engrase habría que destilarlo dos veces y separar los sucesivos destilados, refinándolos en la misma forma que a los demás petróleos que se emplean para aceites de engrase, cuya preparación es cara.

Cok. — No necesita más que un lavado en agua y venderlo como combustible o para fabricación de electrodos.

III. CRACKING AUXILIADO POR CATALIZADORES

Ya hemos indicado anteriormente que efectuando la descomposición pirogenada en presencia de catalizadores está completamente probado que aumenta en general el rendimiento en carburos aromáticos, según indican Letui y Libermann. Aunque no seamos tan radicales, pues hay multitud de reacciones diferentes y no se deben lanzar opiniones categóricamente, porque en este estudio estamos viendo que las hay para todos los gustos, y no hay regla sin multitud de excepciones, no puede dejar de sentarse como axioma que los catalizadores influncian algunos en muy alto grado la pirogenación de los hidrocarburos.

Esta influencia es muy diferente; por ejemplo, el níquel principalmente, y también sus óxidos y el hierro en menor escala, ejercen una gran influencia en las reacciones del cracking. Las experiencias de Ubbelohde y Woronin han demostrado que el níquel en presencia del hidrógeno y a bajas temperaturas tiene una influencia que es favorable a la hidrogenación, y por el contrario, si se tratan los petróleos en su presencia y a temperaturas elevadas favorece la deshidrogenación. Esta separación del hidrógeno de los hidrocarburos en presencia del níquel comienza a temperaturas próximas a los 200 grados, y si se continúa a tempe-

raturas de 600 a 700 grados, la separación del hidrógeno es casi completa, llegando a obtenerse como producto final cok en proporción de hasta un 40 por 100, un gas muy rico en hidrógeno, llegando hasta 72 ó 75 por 100 su proporción en ese cuerpo y algunos carburos saturados mezclados con él. A los mismos resultados ha llegado Zanetti descomponiendo el butano contenido en el gas natural en presencia del níquel.

Un resultado análogo dan sus óxidos, y Davidson lo ha comprobado lo mismo para el níquel que para el hierro y el cobalto.

Parece ser que en presencia de estos cuerpos la descomposición de los hidrocarburos no tiene lugar, conforme indica Berthelot, sino en forma de verdadera disociación o ruptura directa de las moléculas en sus componentes, y parece confirmarlo la particularidad de que los productos de descomposición son, en presencia de estos cuerpos, mucho carbón y mucho hidrógeno y pocos alquitranes y en ausencia de ellos mucho alquitrán.

El hierro obra mejor a temperaturas más elevadas que el níquel. Haciendo pasar los petróleos de Balachany por una tela metálica de hilos de hierro, como catalizador, se ha elevado, según indican Ostromislensky y Bujenadse, de 7,75 a 10 por 100 el rendimiento de carburos aromáticos.

Estas acciones dependen del catalizador que se emplea, pues si en vez del hierro operamos con el óxido de cinc, la proporción de gasolina disminuye en bastante cantidad, de la que obtendríamos por el cracking sin catalizador, según Bjeregaard, y, sin embargo, Zelinsky asegura que aumenta el rendimiento en carburos aromáticos.

Snelling ha patentado como catalizador el grafito coloidal, que aun en débil cantidad tiene la facultad de disminuir la presión necesaria para descomponer en fase líquida los petróleos o residuos de destilación.

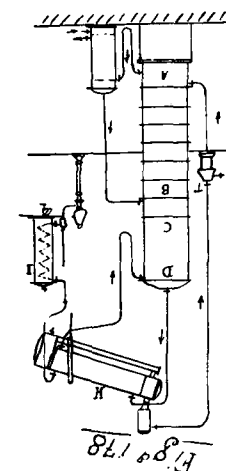
La grave dificultad de los catalizadores es el envenena-

miento, que fácilmente adquieren, con el cual pierden sus facultades. Es debido a que se recubren de cok con bastante rapidez, y en general, no es fácil, y en muchos casos lo que es, es muy difícil regenerarlos, y por esa razón el procedimiento no es nada económico.

Lo mismo ocurre con los aparatos, que hay que disponerlos para el empleo de los catalizadores que necesitan si es en fase líquida, y como tiene que mezclarse con el líquido el catalizador, complicar el aparato con agitadores medios de introducción (que no son nada fáciles a las presiones de trabajo), etc., y si son en fase vapor, es también difícil calentar los catalizadores en las cámaras de reacción, que no están calientes más que por los vapores que entran.

Estos inconvenientes han originado la frialdad con que la industria ha recibido los procedimientos de cracking auxiliado por catalizadores, y realmente se comprende, porque no han sido bien estudiados, y la mayor parte no dejan de ser ensayos y métodos de laboratorio.

De los procedimientos de hidrogenación directa, aunque sean combinados con el cracking, ya trataremos más adelante, llamando así a aquellos métodos en que la operación se hace en presencia de hidrógeno libre, y métodos indirectos al cracking solo o acompañado de catalizadores, puesto que en la descomposición por el calor hay, como ya dijimos, un cambio o traspaso de hidrógeno de unas a otras moléculas en las rupturas de los hidrocarburos y puede considerarse como una hidrogenación para unas moléculas y una deshidrogenación para otras.



Procedimiento Seigle.

Se emplea generalmente para el tratamiento de los aceites de lignito este método, que se funda en un procedimiento de cracking con catalización. Ya hemos dicho que cuando se tratan los hidrocarburos por catalizadores metálicos a temperatura elevada y sin hidrógeno en exceso, se verifica una descomposición con separación de hidrógeno.

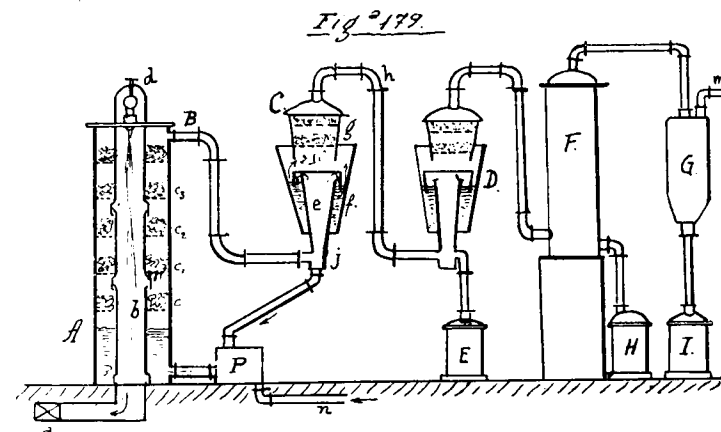
Fundado en esta reacción, Seigle ha propuesto un método de tratamiento de los aceites medios y pesados de lignitos. Esta mezcla la calienta a 550 grados en una retorta especial formada por dos tubos concéntricos; el interior sirve de hogar y se queman en él los combustibles líquidos o gaseosos de que se disponga, y en el espacio entre ambos tubos está colocada la mezcla de hidrocarburos que se vaporiza y tiene que pasar entre capas de virutas metálicas de níquel, aluminio, cobre y hierro, que están soportadas por tabiques perforados que seccionan horizontalmente el espacio anular, por donde los vapores han de ascender en busca de la salida hacia los condensadores.

Se verifica la catalización al tiempo que la descomposición pirogenada de los vapores y éstos pasan a los aparatos de condensación, que son cámaras de expansión cuya temperatura está regulada por una camisa de agua caliente a temperatura determinada. En el primer condensador el agua está a unos 220 a 230 grados; en el segundo, a 170 a 180 grados, y finalmente, de unos 90 a 100 grados.

Estos condensadores tienen una disposición especial: para que el vapor antes de salir de la cámara de expansión tenga que atravesar en burbujeo una ligera capa de este agua hirviendo a las diferentes temperaturas que lleva en disolución cloruro de cal, para que la tensión de vapor de

agua sea muy pequeña y no precise trabajar con los vapores de los hidrocarburos a tensiones elevadas.

En esta forma, el primer condensador sirve de desfleador, como podemos ver en la figura 179, y devuelve los condensados a la bomba P para que entren de nuevo en el horno A con los petróleos crudos que vienen por *n*). La parte más importante de la instalación son los condensadores C y D, que, como vemos, son cámaras de expansión *e*) envueltas por un baño de agua hirviendo *f*), por el cual atraviesan los vapores de hidrocarburos. La parte alta del condensador tiene compartimientos llenos de virutas metá-



licas, a través de los cuales han de circular los gases antes de pasar al condensador siguiente.

El horno es tan sólo una cámara tubular de caldeo *b*) bordeada por una columna A, donde el petróleo entra líquido a la parte inferior, y vaporizándose allí, ascienden los vapores pasando a través de platillos de chapa agujereada que tienen encima una carga de virutas metálicas *c*, *c*₁, *c*₂.

Los condensados en el segundo condensador D pasan al enfriador E y de allí a los depósitos, así como los vapores siguen a los condensadores ordinarios F y G y los destilados fraccionados por cada uno a los enfriadores correspon-

dientes H e I. Los gases que salen por *m*) pasan a ser tratados por líquidos absorbentes o por carbones activados para recuperar las fracciones volátiles.

Este procedimiento da muy buenos resultados para los aceites de lignito y es económico. Su rendimiento viene a ser el siguiente:

Gasolina.....	48 a 50 por 100
Aceite de engrase..	24 a 30 —
Gas rico.....	12 a 16 —

La gasolina recogida es buena y sólo tiene como inconveniente el tinte amarillento, que puede hacerse desaparecer por un refino sulfúrico.

II. TRANSFORMACIÓN POR COMBINACION

CAPITULO V

HIDROGENACION

Vamos a distinguir con este nombre una serie de procedimientos de transformación de hidrocarburos pesados en hidrocarburos ligeros por medio de combinación directa con hidrógeno libre, ya juntamente con la operación de cracking, ya sin ella.

Generalmente, los procedimientos de hidrogenación van unidos con los de destilación destructora; algunos hay en los que se emplean catalizadores que sólo necesitan de una baja temperatura, pero son los menos. Esto es razonable, porque la destilación pirogenada rompe la molécula de hidrocarburo, colocando las fracciones en condiciones de poder ser transformadas más fácilmente; por eso la hidrogenación se aplica en ese momento en que las moléculas están aptas para saturarse.

La hidrogenación de los combustibles es conocida desde los experimentos de Berthelot, que se servía del ácido yodhídrico, pero no ha sido desarrollado procedimiento alguno que haya podido tener aplicación industrial, hasta que Bergius comenzó sus experimentos de hidrogenación de combustibles.

Los procedimientos de hidrogenación se han extendido tanto desde que Bergius comenzó la aplicación de sus experimentos, que hay multitud de patentes, de las que hemos de entresacar las más interesantes, y con el fin de organizar el estudio dividiremos los procedimientos en dos grandes grupos:

Hidrogenación sin empleo de catalizadores.

Hidrogenación empleando catalizadores.

La hidrogenación es un tratamiento muy moderno, puesto que las patentes de Bergius datan de 1915, y ha sido el primero de los que han desarrollado el estudio de este nuevo sistema de transformación de combustibles; no es extraño que aun esté en sus comienzos y que presente muchas dificultades, que conforme vaya entrando en el dominio de la industria irán desapareciendo.

I. HIDROGENACION SIN EMPLEO DE CATALIZADORES

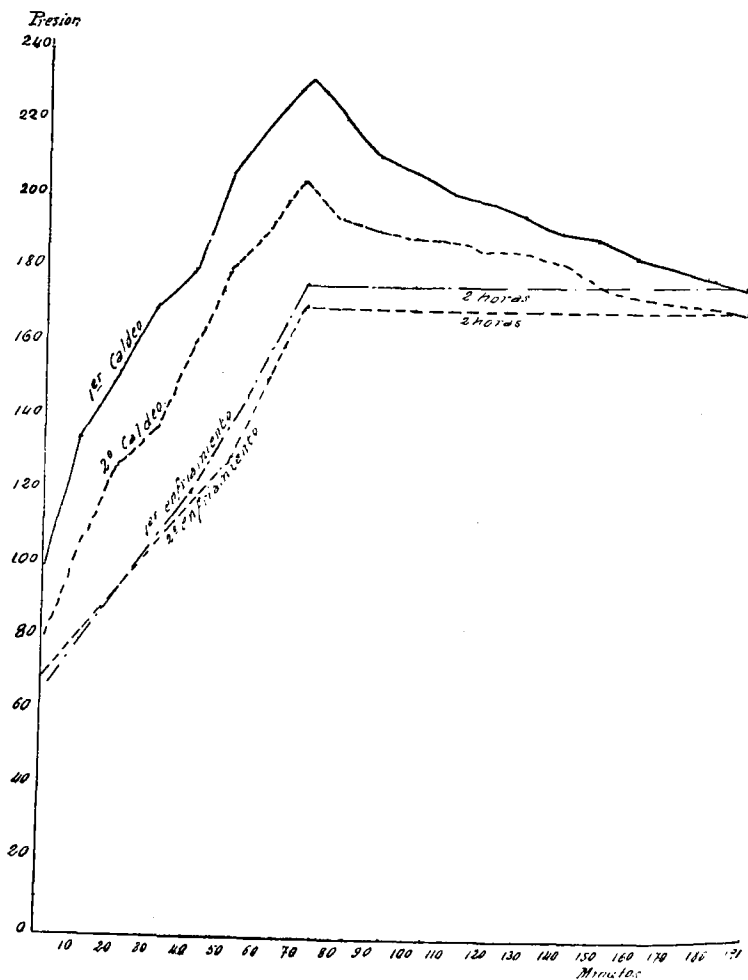
A. Procedimiento Bergius.—Berginización.

Es tan interesante este método, que no podemos por menos de extendernos en una pequeña digresión sobre los experimentos de Bergius que no esperamos sea contraproducente.

El punto de partida del experimento de Bergius fué el estudio de la constitución química de la hulla. Trató de obtener carbón artificial de la turba o de la celulosa, realizando las condiciones geológicas de presión y temperatura,

en las cuales fueron colocados los vegetales para constituir el carbón mineral.

Para evitar recalentamientos locales, tanto la turba



como la celulosa las introducía mezcladas con un 80 a 85 por 100 de agua, y así llegaba a producir un carbón parecido al de hulla, pero que no pasaba del 85 por 100 de proporción en carbono. Realizó sus experimentos en bombas

calentadas eléctricamente, que podían sostener la temperatura constante con un grado de error.

Ante esos resultados, pensó someterle a una presión, en presencia del hidrógeno y conservando constante la temperatura en unos 150 grados, y obtuvo la transformación de su carbón en un cuerpo líquido en gran parte. Repitió los experimentos con carbón natural, escogido en tal forma, que la proporción en carbono de la materia seca, exenta de cenizas, fuese como máximo de 85 por 100, y obtuvo también una materia líquida, realizando sus previsiones,

Buscó este carbón de 85 por 100 a lo más de carbono, porque pensó que no obteniendo con sus experimentos más que un carbón de 85 por 100 de C, era señal que el carbón mineral que contenía una mayor proporción no se había formado en las condiciones del suyo; no tenía, pues, la misma composición y no podía prestarse a la hidrogenación como el que él había producido sintéticamente.

Realizó estos ensayos en el verano de 1913 constituyendo un verdadero acontecimiento científico. No nos detendremos sobre sus ensayos de hidrogenación del asfalto de Panuco, que todo el mundo conoce, pero en cambio vamos a detallar experimentos análogos realizados, como comprobación en el Instituto Militar de Higiene de Bruselas, por Erculisse y Silvaerts, que realizan constantemente experiencias de aplicación del procedimiento Bergius sobre las hullas belgas, y ya que viene en momento oportuno, ¿no sería muy razonable que se realizasen en España estos mismos ensayos de aplicación, que habrían de ser una base firme para el conocimiento de lo que podemos esperar de nuestros carbones y de nuestros lignitos?

Se realizan los ensayos en un tubo-laboratorio en la fábrica de Mannheim-Reinno. El carbón, reducido a polvo grueso, se mezcla con un petróleo que provenga, por ejemplo, de otras berginizaciónes precedentes y se forma una pasta que pueda ser inyectada.

En el ensayo que vamos a describir había sido cargada la bomba con

- Carbón de Winterslag (85 por 100 de carbono), 200 gramos.
- Aceite medio de alquitrán, 100 gramos.
- Cantos rodados pequeños, 200 gramos.

La presión de entrada del hidrógeno es de 100 atmósferas. Se comienza el caldeo, y en 75 minutos la temperatura sube a 434 grados, y correspondientemente la presión ha subido a 232 kilogramos por centímetro cuadrado.

Se conserva constante la temperatura durante dos horas observando que la presión va descendiendo de 232 a 177 atmósferas, indicando una reacción. Véanse las curvas de las variaciones de presión que acompañan. Se deja enfriar y la presión cae a 65 atmósferas. Se procede al segundo período de calentamiento cargando de nuevo hidrógeno que eleve la presión a 80 atmósferas, y se aumenta la temperatura de nuevo hasta 434 grados, ascendiendo la presión a 205 atmósferas. De nuevo se conserva la temperatura constante y a las dos horas la presión ha descendido a 171 kilogramos por centímetro cuadrado. Se deja enfriar y la presión desciende a 68 atmósferas.

Los dos períodos de dos horas, durante los cuales a temperatura constante hay disminución de presión, indican dos reacciones, de formación de cuerpos que anteriormente no intervenían.

La composición de los gases era la siguiente:

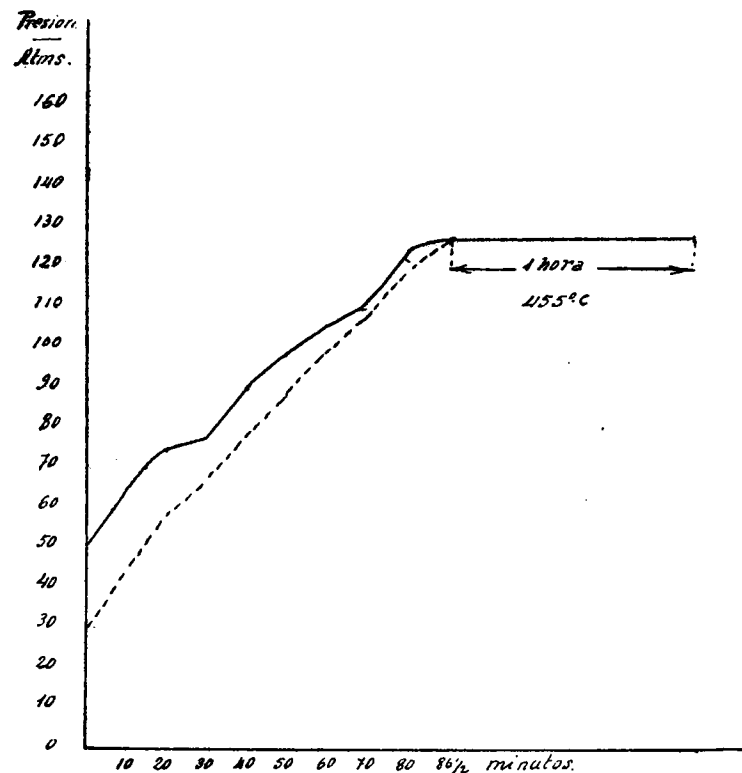
Después de la primera reacción: 68,4 por 100 de H y 13,5 de hidrocarburos saturados.

Después de la segunda reacción: 11,7 por 100 de H y 75,2 de hidrocarburos saturados.

A la apertura de la bomba Bergius se observó un líquido negro de consistencia de jarabe y homogéneo, sin ninguna materia en suspensión, a excepción de los cuerpos minera-

les que encierre la hulla que se haya tratado, que no dificultan la operación. Si se quiere berginizar el líquido se llegará a una proporción de gasolina análoga a las que producen los residuos asfálticos.

La licuefacción de los combustibles sólidos que contien-



gan menos de 85 por 100 de carbono es un hecho con el procedimiento de Bergius, y no pueden tener mejor aplicación los menudos de carbones pobres, los schlams, los lignitos y aun los carbones que no sean ricos, de los que tanto abundan en España.

Respecto a los combustibles líquidos, se pueden tratar por el procedimiento de Bergius los residuos de tratamien-

tos, petróleos pesados asfálticos, alquitranes de todas clases, etc.

Ensayado con el procedimiento un petróleo de Peschel broon, de densidad de 0,934, a 15 grados, en el gráfico adjunto damos los datos de la operación.

El período de calentamiento duró ochenta y seis minutos y medio, llegando a una temperatura de 455 grados y a una presión de 125 atmósferas; se conservó la temperatura durante una hora, y el período de enfriamiento redujo la presión a 30 atmósferas. Total de tratamiento, dos horas y media. Se obtuvo un petróleo fluido de 0,808 de densidad a 15 grados.

Destilado por fraccionamiento dió este petróleo:

Temperaturas	Volumen	Peso	Densidades
36 a 100 grados.....	24 por 100	31,6 por 100	0,713
100 a 150 —	18,5 —	—	—
150 a 210 —	16 —	13,2 por 100	0,823
210 a 300 —	16 —	14,7 —	0,916
Sobre 300 —	—	33,7 —	1,108
Pérdidas.....	—	6,8 —	—

Los gases producidos tenían una proporción de 47,8 por 100 de hidrocarburos saturados y 30,4 por 100 de hidrocarburos no saturados.

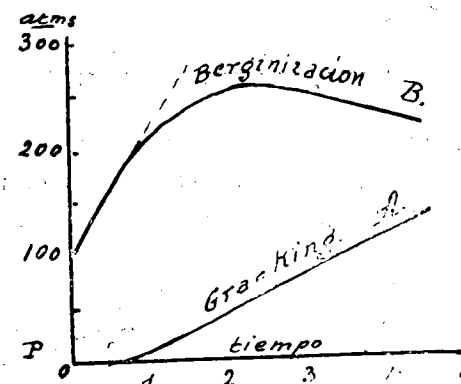
La relación del carbono al hidrógeno es la siguiente para este petróleo de Peschelbroon:

	C	H	Relación C/H
Fracciones de 35 a 150°.	85,9 por 100	11,7 por 100	7,35
Fracción de 150 a 210°.	85,2 —	14,2 —	6
Fracción de 210 a 300°.	88,3 —	11,3 —	7,8
Fracción sobre 300°....	82,8 —	7,4 —	11,2

Comparación entre los métodos de cracking y berginización.—El procedimiento Bergius se deduce de todo lo expuesto que no es otra cosa sino una descomposición pirogenada en presencia del hidrógeno, que presenta ventajas sobre el cracking porque obtiene productos saturados y no hay depósito alguno de carbón.

Tiene, pues, a su favor, prácticamente, que suprime uno de los puntos negros del cracking, que son los depósitos de cok. La ventaja de la disminución de carburos no saturados no la admitimos desde el momento en que precisamente se buscan hoy las gasolinas de cracking, porque los productos no saturados les dan condiciones antitetónicas.

Comparando ambas operaciones, verificadas sobre una misma calidad de aceite, llegamos a las dos curvas del gráfico adjunto. La inferior A es el caso del cracking, en



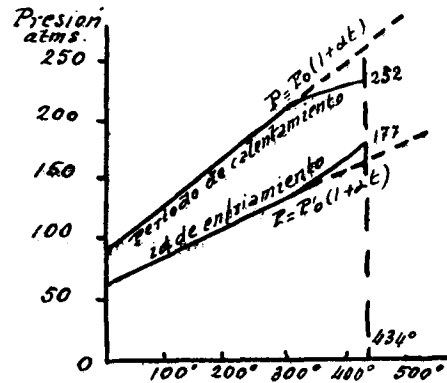
que la presión aumenta progresivamente a temperatura constante; la B corresponde a la berginización, en que la presión, que ya comienza con 100 atmósferas, crece desde el primer momento rápidamente según la ley

$$P = P_0 (1 + at.)$$

y después su crecimiento ya no obedece a esta fórmula (quedando la temperatura constante) y comienza más tarde a disminuir, lo que representa la fijación de hidrógeno. Esta fijación es tan fuerte que se desprenden hidrocarburos gaseosos.

Las dos operaciones no siguen la misma marcha; la ber-

ginización comienza, según indica el gráfico adjunto, en el momento que la curva ascendente de recalentamiento se separa de la ley $P = P_0 (1 + at)$ y termina en el período de enfriamiento cuando vuelve la curva a seguir la ley



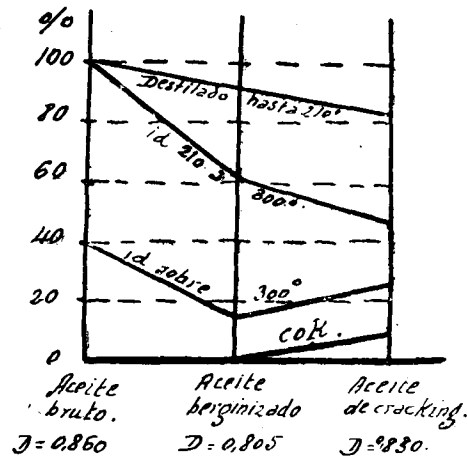
vuelve la curva a seguir la ley

$$P = P_0 (1 + at)$$

Por esa razón los productos tampoco son iguales, pues están más transformados los de la berginización. El hidrógeno no sólo se fija en los

líquidos, sino en los gases que quedan compuestos de hidrocarburos saturados, mezclas de metano, etano y propano; químicamente, pues, es más completa la hidrogenación.

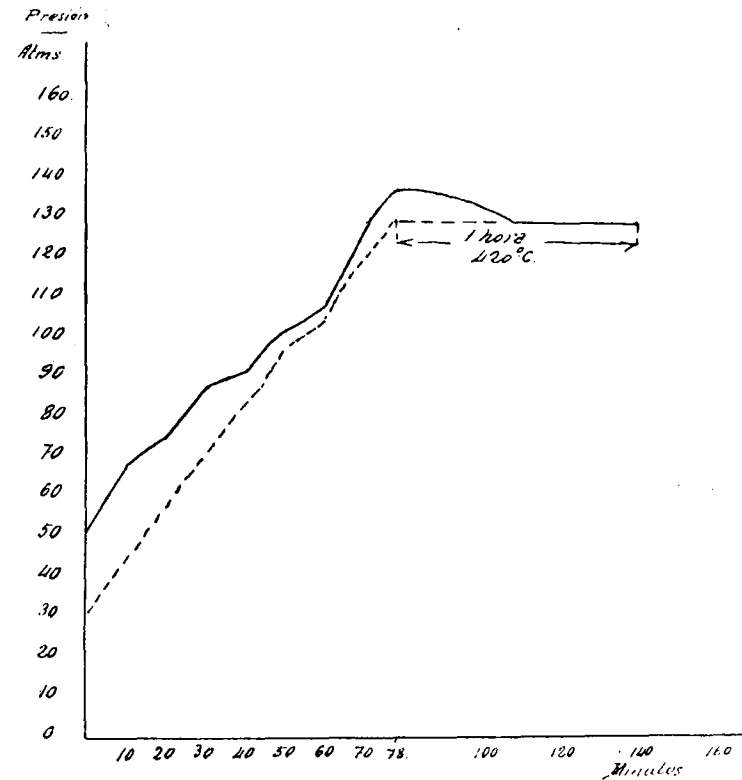
En el gráfico que acompaña tenemos indicados los rendimientos de ambas operaciones para el mismo petróleo. Vemos que disminuyen algo los gases, aumentan los destilados con punto de ebullición inferior a 300 grados, disminuyen los que tienen ese punto de ebullición superior a 300 grados y se anula el depósito de cok.



Esta anulación del carbón depositado significa que aún los productos pesados no saturados fijan hidrógeno, por lo

que se hace imposible su polimerización. Por eso este procedimiento es conveniente para los petróleos que son ricos en asfaltos, para los asfaltos mismos y para las hullas.

De un modo general puede decirse que los productos de



la berginización de una materia son aproximadamente los siguientes:

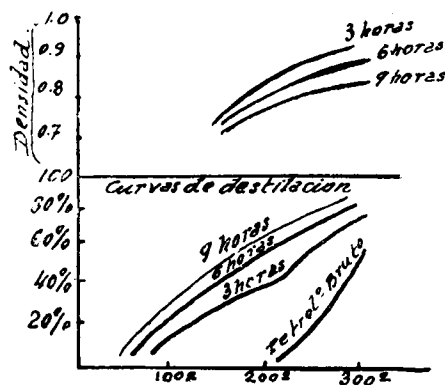
- 30 por 100 de gasolina para automóviles.
- 30 por 100 de aceite para motores Diesel.
- 30 por 100 de aceite para caldeo (para rehidrogenar).
- 10 por 100 de gases combustibles.

Según la duración de la hidrogenación, se puede aumentar la proporción, bien de gasolinas, de gas, de aceites

para Diesel, etc., como podemos tomar ejemplo por el gráfico adjunto.

Las conclusiones sobre la berginización, a que han llegado Waterman y Perquin, por sus experimentos sobre al hidrogenación por este método, son las siguientes:

1.^a Existe posibilidad de imitar la berginización y obtener curvas de presión análogas a las descritas por Bergius. Además, el peso específico de los aceites obtenidos como residuo en la destilación de los productos berginizados por el método de Engler es menor que en las experiencias de



cracking.

2.^a En la berginización de una fracción (peso específico, 0,993) de un aceite asfáltico de Borneo, los autores han encontrado, operando según un método determinado (autoclave vertical fijo), que la influencia de la temperatura sobre la

marcha del proceso tiene una gran importancia. Una temperatura de 420 grados es demasiado elevada, y la de 388 grados, muy baja. A 403-410 grados han obtenido resultados bastante satisfactorios (véase gráfico anterior).

A temperatura demasiado alta (en este caso a 420 grados) domina el proceso de cracking. A temperatura muy baja, la intensidad de la berginización es pequeña, porque el cracking aún carece de importancia.

3.^a La naturaleza de la primera materia tiene una gran influencia. Las que son fácilmente crackingadas deben ser berginizadas a una temperatura más baja que las que sufren el cracking más difícilmente. Los autores han encontrado que para el asfalto de Méjico (peso específico, 1,024 a

20 grados) la temperatura más favorable para la berginización en autoclave fijo es de 385 a 390 grados.

Estas conclusiones están copiadas del extracto de la comunicación presentada por M. Waterman y Perquin al Congreso de Combustibles líquidos celebrado en París en octubre de 1922, publicada en el *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia* de enero de 1923.

Hasta la fecha, en Renania existen varias fábricas que tratan aceites pesados y hulla por el procedimiento de Bergius; para describir el procedimiento y aparatos empleados tomaremos como ejemplo la fábrica de la Deutsche Bergin, A. G., en Rheinau, capaz para 20.000 toneladas de aceites pesados y asfaltos de la Trinidad, empleando hidrógeno fabricado por el procedimiento de reducción del vapor de agua por el hierro y regeneración del metal por la acción del gas de agua sobre el óxido de hierro producido.

El aparato está croquizado en el esquema número 155; el aparato principal es una retorta o autoclave de acero de dobles paredes por entre las que circula una corriente de nitrógeno a la misma presión y temperatura que la que tiene el hidrógeno dentro del autoclave. Esta disposición es debida a que el acero pierde su característica de resistencia cuando se halla en contacto con el hidrógeno a elevada temperatura, por cuyo motivo se le rodea de una atmósfera de nitrógeno, gas inerte, para que la envolvente exterior no esté en contacto con el hidrógeno, y a la envolvente interior se le opone una presión de nitrógeno igual a la de hidrógeno para que no se deforme.

El autoclave suele llevar unos agitadores para remover los petróleos densos, procurando que se mezclen fácilmente con el hidrógeno, agitadores que se mueven mecánicamente, como la mayoría de las operaciones que se efectúan en la sala de autoclaves, porque siendo el manejo peligroso están aislados de todos los demás aparatos y, en series paralelas, metidos en fuertes cámaras de hor-

Bergius

migón armado de gran resistencia, y los mandos se hacen a distancia.

La capacidad de los autoclaves viene a ser de 3,5 metros cúbicos, y su producción de una tonelada de aceites ligeros en veinticuatro horas. La temperatura del hidrógeno y de los petróleos dentro del autoclave es de 400 a 450 grados, y la presión de 180 a 200 atmósferas para esa temperatura, por lo que se comprende lo expuesta que es la operación a esas presiones y dada la característica del acero de perder la resistencia en presencia del hidrógeno y en caliente.

El aceite denso entra por la tubería A, calentándose en el economizador-calentador B a expensas del calor de los productos tratados a su salida del autoclave, y entra en el autoclave a presión por una bomba y por el tubo *x*). El conducto de salida de los hidrocarburos y del hidrógeno del autoclave está protegido hasta el economizador por un revestimiento refractario *e*).

El hidrógeno lo toma la bomba P del gasómetro L, y a presión es introducido en el horno de tubos D, donde adquiere la temperatura necesaria a su paso por las tuberías E, calentadas por el gas de los mecheros *a*); después de calentado el hidrógeno pasa por el tubo *d*) al autoclave.

El nitrógeno para la contrapresión sigue un ciclo, saliendo del compresor H, calentándose en parte al paso por el aparato G, por la conducción *t*) *s*), y entrando en el horno D, donde adquiere la misma temperatura que el hidrógeno, pasando por las tuberías F y entrando en el espacio entre ambas paredes del autoclave por la tubería *n*). La salida la efectúa por *v*), y por G pasa a calentar al hidrógeno, que sale del compresor y entra en este aparato, ya a menor temperatura, por la conducción *c*).

La mezcla de aceites ligeros y de hidrógeno sale arrastrada por este gas del autoclave y, después de pasar por el economizador calentador B, va a expansionarse a la cámara

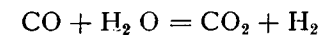
ra I, donde los hidrocarburos más pesados se liquidan y pasan por *w*) al recipiente K.

El hidrógeno y los hidrocarburos más ligeros pasan al condensador J, donde se liquidan los últimos, y pasan al recipiente K, donde se separan del hidrógeno y de los gases.

La operación es continua, porque el hidrógeno arrastra los productos ligeros, y los residuos más pesados se extraen continuamente también del autoclave para no producir depósito en el mismo, que lo llenaría y precisaría interrumpir la operación.

Sobre el procedimiento para producir el hidrógeno, no sólo para este método que lo emplea en pequeña cantidad, sino para todos los procedimientos de hidrogenación, se ha discutido bastante sobre cuál es el método más económico. En Londres dió Edgar Knowles una conferencia en 1926 en la Society of Chemical Industry, indicando que el hidrógeno juega un papel importantísimo en la hidrogenación de hidrocarburos y que no sólo debe mirarse el precio de obtención, sino su pureza, porque muchos hidrógenos obtenidos químicamente no dan un buen resultado.

El más económico resultó ser el Haber Bosch, que consiste en hacer pasar sobre un catalizador una mezcla de gas al agua y de vapor de agua; el óxido de carbono se transforma en gas carbónico y pone en libertad un volumen igual de hidrógeno



obteniéndose un volumen de H sensiblemente igual al volumen de gas al agua empleado. El gas carbónico se separa por disolución en el agua, pero siempre tiene nitrógeno, y su separación y la de algún óxido de carbono no se obtiene totalmente, por lo que ese hidrógeno no debe emplearse.

El procedimiento Lane es el que se ha empleado al principio de la hidrogenación y tiene el inconveniente de tener trazas de óxido de carbono y compuestos sulfurados que

l j
Knowles

Haber

...locidad al procedimiento de hidrogenación; este ...amiento es el corriente de descomposición del vapor de agua por el hierro y regeneración del hierro por el gas al agua.

El del procedimiento Linde, obtenido por licuefacción del gas al agua, también es impropio, porque se obtiene como subproducto y contiene óxido de carbono en cantidad, siendo inferior en calidad al de Lane.

Según Knowles, el hidrógeno más puro y más conveniente para estas operaciones es el obtenido por disociación electrolítica del agua destilada. Puede obtenerse un metro cúbico de hidrógeno a 0 grados y 760 milímetros, con 2,4 amperes hora de gasto de corriente. El consumo de agua es algo mayor que la teórica, que es un 10 por 100. Actualmente se emplean para la separación del hidrógeno y el oxígeno unas células formadas por tejido de amianto, que tienen un funcionamiento perfecto y permiten el empleo de los gases obtenidos sin purificación previa de ninguna clase.

B. Procedimiento de Sester Murrie.—Incluimos este procedimiento de transformación de hidrocarburos entre los de hidrogenación sin catalizador, porque está fundado solamente en la descomposición de los petróleos lampantes por el agua caliente. Como el vapor de agua, se descompone asimismo y ocurren acciones de hidrogenación a costa del hidrógeno del agua, formándose hidrocarburos distintos de los que se sometieron a tratamiento y generalmente más ligeros que los productos primitivos, es un método moderno e interesante.

La base del procedimiento es pulverizar el agua caliente y el hidrocarburo, haciendo reaccionar unos productos con otros, calentándolos a temperatura determinada y bajo presión.

El procedimiento ha sido puesto en práctica y el aparato

es el que se dibuja en la figura 156. Un recipiente C sirve de depósito de los petróleos lampantes que van a tratarse y está puesto en comunicación con un depósito de aire comprimido por las llaves y tuberías 13) y 14) y a). Está unido al pulverizador B por la tubería 19) y su llave b).

Otro recipiente análogo D contiene agua y está unido al depósito de aire comprimido por la tubería 12) y al pulverizador B por intermedio de un serpentín de caldeo 2) y del tubo 1) que cierra la llave s). El serpentín 2) está colocado dentro de un horno cuyas paredes son de ladrillos refractarios y tienen por objeto calentar el agua antes de que entre en el pulverizador y calentar los productos a la salida del pulverizador B. Este horno está calentado por los mecheros de gas 8); la tubería 8') es la de entrada del gas y la 11) para aire comprimido. Los gases de la combustión son evacuados por la chimenea S, que tiene su regulador de tiro 29).

La mezcla de agua y petróleo lampante se pulveriza en el aparato B, y la mezcla de vapores pasa por el conducto 6) al serpentín 5) colocado en el horno—donde se efectúan las reacciones de formación de los nuevos hidrocarburos. Los productos de la reacción, por la tubería 10) al refrigerante formado por el serpentín 20), que está metido en una caja con agua fría E. Los hidrocarburos condensables vienen a reunirse en el recipiente T, que puede ser vaciado por la tubería 25), mientras que los gases pasan al gasómetro G.

La canalización que une el condensador al recipiente T lleva una válvula de seguridad 27) que evita las sobrepresiones.

El pulverizador está representado en las figuras 157-59; está constituido por una cámara en forma de cruz, unida por el tubo 6) al serpentín de reacción, y en cuyo interior hay tres inyectores J para el agua caliente y otros tres J' para los petróleos, y gracias a la disposición de las tuberías v) y w), y que rodean al pulverizador y están unidos con las de los petróleos y el agua, 3) y 4), se puede, manio-

brando las llaves t) y t'), hacer que entren por unas o por otras ambos productos conforme nos convenga. Lleva su manómetro correspondiente.

Los inyectores se detallan en la figura 160; se componen de un tubo X unido, por ejemplo, al depósito de petróleo C, mediante el tubo 52), y que regula la admisión por la válvula cónica H, y el agua se hace llegar por el tubo concéntrico al primero Z y por la entrada 50).

La marcha de la operación es la siguiente: se calienta el horno hasta temperatura de 750 grados C y, enviando presión del aire comprimido sobre el petróleo y el agua, se abren las llaves de paso y se envían a los inyectores, donde se vaporizan y se expansionan al mismo tiempo que se descomponen, como se ha indicado anteriormente. La mezcla se lleva rápidamente al serpentín de reacción, donde, a la temperatura elevada a que se la somete, hay combinación de elementos y de moléculas de los hidrocarburos, formándose nuevos compuestos.

La presión que reina en el aparato depende únicamente de la temperatura, y ésta es variable y se determina conforme a la clase de hidrocarburos que se someten a tratamiento.

La temperatura está constantemente vigilada por los pirómetros 57) y 58) y puede regularizarse, así como la presión por los manómetros 35) y 28).

Este procedimiento no ha debido ser aún empleado industrialmente o por lo menos no tenemos noticia de ello. Es muy moderno, pues ha sido patentado en 1924 en los E. U., y todavía no es tiempo de que se haya extendido y puedan saberse sus ventajas e inconvenientes, porque hasta conseguir arrastrar al capital para que se verifique la primera instalación práctica, hacen falta muchos ensayos y pruebas.

HIDROGENACION CON CATALIZADORES.

CATALIZACION.

Después de los trabajos clásicos de Sabatier, Ipatiew, Zelinsky, Mailhe, etc., que han dado a conocer la importancia que tienen los catalizadores sobre la hidrogenación y transformación de los hidrocarburos del petróleo, se ha abierto un nuevo camino a la química para encontrar procedimientos de hidrogenación en que vayan salvándose las dificultades que en sí encierran los métodos de pirogenación por sus elevadas temperaturas y presiones, o modifiquen como convenga las propiedades de los productos de las operaciones de transformación y refinado de petróleos.

Ya hicimos indicación en el cracking auxiliado por sustancias catalíticas que el níquel, el hierro y sus óxidos eran catalizadores que favorecían a la hidrogenación en presencia de un exceso de hidrógeno y a bajas temperaturas. Tienen también acción catalítica el cobre, el estaño, el cobalto, el cinc, el aluminio y sus óxidos y algunos compuestos clorurados y sulfurados.

Son materias catalíticas los cuerpos adsorbentes, las tierras aluminosas, el carbón, la piedra pómez, el grafito coloidal, etc.

La hidrogenación directa con catalizador y a la presión ordinaria transforma la naftalina en tetralina y decalina, que han sido empleadas por los alemanes como substitutos de la gasolina, mezclando la primera con benzol y disolviendo en alcohol la mezcla.

En la misma forma y mediante catalizadores se obtiene el cicloexanol, los hexahidrofenoles, partiendo de los fenoles; la anilina, partiendo del nitrobenceno; las acetonas, partiendo de los carburos aromáticos, etc.

Mailhe opina que todas las especies de petróleos derivan

de estas transformaciones catalíticas, y no sería nada extraño que así fuese, pues es una tal cantidad de métodos catalíticos los que se han ensayado en estos últimos años, que en ese orden ascendente todo podrá producirse por catálisis.

Para que la catalización dé los resultados apetecidos, deben los cuerpos que se van a tratar desembarazarse de los venenos de los catalizadores, porque de otro modo la actividad de los mismos desaparecerá en poco tiempo y quizá la catálisis no llegará a producir completamente sus efectos.

Una operación de hidrogenación en presencia de catalizadores, por ejemplo, de un petróleo denso, constará de dos partes: 1.^a Tratamiento de separación de los venenos de los catalizadores, y 2.^a Tratamiento con vapor de agua o con hidrógeno en presencia de catalizadores (de preferencia de los que activan la hidrogenación), a una temperatura superior a la que sería necesaria para la formación de compuestos simplemente hidrogenados.

Los catalizadores ya hemos indicado cuáles son, aquellos que sirven como activantes; comprenden los óxidos difíciles de reducir de los elementos de 4.^o y 7.^o grupos (titanio, vanadio, cromo, manganeso), o sus sales con los elementos hidrogenantes, por ejemplo, cromato de cobre, vanadato de hierro, cromato de níquel, así como los óxidos y otros compuestos de los metales alcalinos, alcalino térreos y térreos.

Estos compuestos activantes pueden ser adicionados de ácido silícico, si así se desea, en cantidad suficiente para formar espineles, la chabasía, etc.

Las temperaturas se escalonan entre 500 y 700 grado y la operación puede hacerse a todas las presiones, aunque es conveniente que sea a la presión ordinaria, o si es necesario, a presión reducida.

La operación de separar el veneno de los catalizadores

se efectúa de varias maneras: a) Haciéndoles pasar en forma de vapor sobre los óxidos de metales, cuyos sulfuros no son descompuestos por el hidrógeno o el vapor de agua a la temperatura de trabajo. b) Por medio de un tratamiento que lo mismo puede ser en forma de vapores o líquido con los gases, conteniendo hidrógeno en presencia de catalizadores hidrogenantes activados, preparados con ayuda de los metales cuyos sulfuros son fácilmente reductibles. Esta operación puede efectuarse al mismo tiempo que la operación principal o con antelación y a una temperatura más baja.

Por ejemplo, tratemos un gas oil, que supongamos contiene compuestos sulfurados. El vapor de gas-oil, mezclado con el hidrógeno se hace pasar a la presión ordinaria sobre un catalizador caliente preparado, reduciendo por el hidrógeno una mezcla de óxido de cobre y de anhídrido crómico; el petróleo que se separa al enfriamiento, se lava con sosa cáustica para quitarle el hidrógeno sulfurado y se hace pasar con vapor de agua sobre níquel calentado, activado con ayuda de alúmina y nitrito potásico. Se enfrían y condensan los gases resultantes de la reacción y se obtiene una gasolina de bajo punto de ebullición.

Cuando se utiliza el vapor de agua como agente de descomposición, convienen para el tratamiento los petróleos de Edeleanu y los aceites de alquitranes de carbonización a baja temperatura, y deben tratarse después de una operación de cracking, con lo que el resultado será inmejorable.

Para activar la superficie de los catalizadores metálicos, particularmente del níquel, que estén destinados al tratamiento de petróleos o aceites pesados, se puede operar por oxidación con ácido hipocloroso o alguna de sus sales y proceder en seguida a una reducción por el hidrógeno.

Se puede operar del modo siguiente: el metal catalítico después de limpiado con agua, si es necesario, se sumerge

en una disolución de ácido hipocloroso, preparado por electrólisis o por acción de un ácido sobre el hipoclorito de calcio. Se lava nuevamente con agua la masa catalizadora y se reduce por el hidrógeno a la temperatura de 250 a 350 grados.

Esta activación puede hacerse en el mismo aparato de hidrogenación si se tiene la precaución de que esté recubierto interiormente de níquel, cobre o esmalte, o si es de vidrio.

Método catalítico de Sabatier y Mailhe. — La base del procedimiento es tratar los petróleos por el cracking en presencia de un catalizador, que es generalmente el cobre, calentado a 600 grados, y realizando la operación a la temperatura ordinaria.

Según indica el profesor Mailhe, la idea directriz que les llevó a encontrar este procedimiento fué ver las dificultades que existían para tratar los petróleos de Pensilvania, que cuentan con un 55 por 100 aproximadamente de hidrocarburos que hierven entre 150 y 300 grados por el cracking, que exigiría presiones muy elevadas que serían difíciles de realizar.

Estudiado este asunto, llegaron a convencerse de que al contacto de catalizadores metálicos, que pueden ser el hierro o el cobre, los hidrocarburos llegan a un desdoblamiento intenso en otros hidrocarburos que tienen menor proporción en carbono; se obtienen gases, una gasolina análoga a la del cracking y un residuo pesado de densidad próxima a la unidad.

Los petróleos lampantes pueden por este procedimiento llegar a desdoblarse en la misma forma en gases, gasolinas y residuos que hierven cerca de 300 grados.

Todos estos productos son muy ricos en olefinas, hidrocarburos no saturados, etc. La composición de los gases, según Mailhe, es:

Carburos etilénicos	44,1	por 100
Hidrocarburos forménicos ..	54,0	—
Nitrógeno.....	1,3	—

La proporción de olefinas podría llegar a ser superior a 50 por 100 y un 35 por 100 de etileno, y el resto de sus homólogos, propileno, butileno, etc. Estos gases son muy ricos, pudiendo desarrollar corrientemente 15.000 calorías y en algunos casos hasta 18.000.

La base de este procedimiento han sido los experimentos de Sabatier, que hacía pasar vapores de hidrocarburos sobre cobre y notaba una transformación de los hidrocarburos. Recordando una experiencia hecha por Aisinman sobre un destilado de keroseno, de Bustenari, según el método de Sabatier, hizo pasar esos vapores, mezclados con hidrógeno, sobre cobre, y aunque el peso específico sólo descendió desde 0,826 a 0,822, la composición había variado.

Destilado de keroseno		Idem después, método Sabatier	
Comienzo ebullición..	110°	.....	150°
Fracción antes, 250°...	0,8192 — 87,7 %/o.....	.....	0,8026 — 69 %/o
Idem sobre 250°...	0,8869 — 12,3 %/o.....	.....	0,8435 — 31 %/o

Sabatier, de acuerdo con Haller y Senderens, se propuso utilizar ese método para desodorización de destilados de aceite mineral, enviando los vapores mezclados con hidrógeno sobre níquel pulverulento o cobalto a temperatura comprendida entre 150 y 350 grados. Para proteger la masa contra el envenenamiento del catalizador por diversas impurezas (sulfurosas, por ejemplo) de los vapores destilados, éstos pasarían sobre cobre calentado primeramente, que destruiría las substancias nocivas.

El método Sabatier Mailhe afortunadamente ha entrado en vías de desarrollo, construyéndose una fábrica en Fo-

rest-les-Bruselles, para tratar unas 10 toneladas de petróleo denso por día, obteniendo tres toneladas de gasolina y unos 3.700 metros cúbicos de gas y 1.500 kilogramos de residuo. Se ha construido colindante a la fábrica de gas de la Compagnie Continentale du Gaz, para tener colocada su producción de gas combustible y ver cómo se va ampliando la producción.

El esquema de la fábrica construida está en la figura 161; consta de tres tanques: uno de 1.000 metros cúbicos para petróleo fresco, otro de 800 metros cúbicos para productos catalizados y un tercero para gasolina de 400 metros cúbicos. Una cisterna para aceites densos de 300 metros cúbicos, M, completa los depósitos.

La fábrica se divide en dos partes. La primera, A, es la de catalización, y la segunda, B, de destilación de productos catalizados.

En la primera los hornos de catálisis están en el segundo piso. Son dos hornos, C, de 20 tubos catalizadores. El catalizador metálico se coloca dentro de los tubos en forma de hilos colocados longitudinalmente. La longitud de los tubos es de 3,50 metros y su diámetro de 10 a 15 centímetros. Se caldean por gas pobre, que se obtiene en un gasógeno de placa giratoria, D, colocado en el primer piso.

El petróleo bruto se toma del depósito de 1.000 metros cúbicos, a un recipiente que está encima del edificio, y de allí pasa a los hornos. Una vez verificada la reacción, los productos pasan a un condensador ordinario, E, enfriado con agua del río. Los productos líquidos pasan al tanque de 800 metros cúbicos. El gas después de lavado con aceites pesados en la sala F, que contiene un lavador, contador de gas y el extractor, pasa a la fábrica de gas. Los aceites pesados que han servido para lavar el gas se tratan luego por catálisis,

El laboratorio, G, la oficina, H, y almacenes, están colocados en el primer piso.

I, J, K, son los recipientes de salida y bombas de cada uno de los depósitos ya indicados.

La segunda parte de la fábrica, B, de destilación está instalada algo deficientemente; los productos catalizados se destilan en una gran caldera a fuego desnudo, L, y el fraccionamiento se hace en una columna, N, de platillos, y la destilación se lleva hasta la obtención de la brea que va a la cisterna, M. En esta instalación no se recupera la mayor parte del calor con el gasto correspondiente.

La gasolina obtenida es un líquido amarillento con color más bien desagradable y persistente, con más de 40 por 100 de hidrocarburos etilénicos. Podría ser refinada hidrogenándola en presencia del níquel, muy dividido, o por el procedimiento de Linman.

Una tonelada de petróleo viene produciendo 370 metros cúbicos de gas de 15,500 calorías, 350 litros de gasolina catalítica con punto de ebullición de 30 a 180 grados y con densidad de 0,800 y 150 kilogramos de residuo líquido de densidad 1,0. Desde el principio la gasolina conservada ha quedado sin modificación, no obteniéndose producto alquitranoso por polimerización ni adquiriendo color obscuro.

Procedimiento Linman.

La base es vaporizar los hidrocarburos mezclados con hidrógeno y hacer pasar los vapores por catalizadores metálicos, como el hierro, por ejemplo. El hidrógeno está obtenido por la acción del vapor de agua sobre las limaduras de hierro a temperatura elevada.

Existía la suposición de que las materias brutas debían ir a la destilación pirogenada exentas de agua, porque la pequeña cantidad de ella que contuviesen atacaba a los aparatos y producía una pequeña cantidad de hidrógeno que no era favorable a la operación.

Linman supone que todo esto era debido a que los petróleos no llevaban la cantidad de agua necesaria para producir el hidrógeno suficiente para la operación, y hace que por medio de vapor de agua se provea de la cantidad de ella que considera necesaria, aprovechando al propio tiempo la acción catalítica del hierro.

El aparato para realizar la operación está indicado en la figura 162.

En el interior de un horno, A, están colocadas tres retortas de hierro, B, C y D, vidriadas interiormente y recubiertas por el exterior de un revestimiento de material refractario, de tal modo que los gases combustibles que sirven para el caldeo no pueden ejercer ninguna acción destructora sobre ellas. La materia prima se introduce en la retorta que ha de operar (por ejemplo, C) en una naveta de hierro, I. Las dos retortas B y D, pueden llenarse con limaduras de hierro en cartuchos intercambiables, *n*).

El vapor de agua que proviene de un generador cualquiera entra por el tubo, E, que atraviesa el horno para recalentarse al grado que se desee y pasa al cilindro D por el tubo F, que como está lleno de limadura produce fácilmente hidrógeno.

Las tres retortas, B, C y D, pueden ponerse en comunicación mediante el tubo G y las llaves de paso *p*, *q* y *r*). Las retortas B y C comunican directamente entre sí por el tubo H, y la B puede comunicar con la alargadera o tubo M por los tubos *i* y *k*, y la C por el tubo *j*).

La alargadera no es otra cosa sino un tubo de bastante longitud, cilíndrico, que comunica con la torre N, llena en su parte inferior de limaduras de hierro *v*) y en la superior por una materia porosa en *w*).

Los gases que salen de este aparato por el orificio *u*) son enviados, según su naturaleza, a refrigerantes o a gasómetros, para que condensen los productos arrastrados, o si son gases permanentes los almacenen.

Para la puesta en marcha se puede proceder de dos maneras:

1.º Se introduce vapor de agua por E-F, a una presión de media atmósfera. Reacciona sobre las limaduras y se disocia, fijándose el oxígeno sobre el hierro *m*) y quedando el hidrógeno en libertad. Se abren las llaves *q* y *r*), y el H pasa a reaccionar sobre los hidrocarburos, colocados en L y calentados a la temperatura del horno.

Los productos de la reacción pueden ser condensados en el recipiente M o en la retorta B, donde la limadura de hierro es susceptible de verificar la reacción y descomposición, yendo entonces los productos al recipiente M por el tubo *l*).

Algunas veces se produce en M algún depósito de carbón.

2.º El segundo medio de proceder consiste en disociar el agua en presencia del vapor de los hidrocarburos. A este efecto se cierra la llave *q*) y se abren las *p* y *r*). De esta manera el hidrógeno formado en D pasa por la retorta B y circula en contra corriente por delante de los vapores de hidrocarburos que salen de la retorta C por el tubo H. La comunicación con el recipiente M se hace en este caso por el conducto K.

Las materias sólidas y porosas que existen en la parte alta de la torre N determinan una cierta presión en el aparato que es necesaria para la disociación de los vapores. Por otra parte, estas materias se oponen al paso fácil entre sus intersticios de las partículas de alquitrán, que son arrastradas mecánicamente por la corriente de vapores.

Esta materia porosa tiene, sin embargo, el inconveniente de retener los hidrocarburos ligeros. Para evitar la complicada operación a que daría lugar la extracción con ayuda de vapor recalentado, va dispuesta esta torre sobre la alargadera M, con objeto de que el filtro esté caliente y los compuestos ligeros destilen.

Aplicado al alquitrán de lignito se han obtenido los resultados siguientes:

Empleando el primer procedimiento de puesta en marcha, por cada 25 kilogramos de alquitran de lignito se han obtenido 20 kilogramos de gasolina pesada, 0,5 kilogramos de carbono puro en la naveta y cinco metros cúbicos de gas pesado.

Con el segundo método se han obtenido, para 25 kilogramos de primera materia, 10 kilogramos de gasolina pesada, 15 metros cúbicos de gas pesado y dos kilogramos de carbono.

Es un buen procedimiento para tratar alquitranes de lignito y fracciones pesadas, porque produce mucha gasolina, que fraccionada por una segunda destilación da productos de buena calidad.

Procedimiento de la Société Luxembourgeoise des Hydrocarbures. — Es un procedimiento de hidrogenación y descomposición pirogenada, empleando catalizadores metálicos y obteniendo el hidrógeno naciente por medio del hidrógeno sulfurado.

El esquema de la instalación está diseñado en la figura 163, que representa una instalación de tratamiento de petróleos densos, con aprovechamiento de calores perdidos y a baja presión.

Los petróleos llegan a la caldera de vaporización por la tubería *a*). Esta se encuentra calentada por los mecheros *b*) y por tubos de caldeo *c*) que atraviesan la caldera y salen por *d*) para recogerse en la cámara de caldeo de la caldera de vapor B y recalentar el mismo en el economizador C, siendo después conducidos al canal de tiro D, desde donde se hacen pasar al grupo H de hidrogenación para aprovecharlos o se conducen a la chimenea E, maniobrando oportunamente la llave de tiro y compuerta *n*).

Los petróleos que entran en la caldera se vaporizan y se descomponen por cracking, siendo conducidos por el tubo desfleador *e*) a los condensadores F y G, enfriados por agua que entra por los tubos *f*) y sale por *g*).

Los residuos de la descomposición pirogenada van a parar a la cisterna inferior *m*) y se extraen por la llave y tubería *o*).

El primer condensador está refrigerado por los productos de la condensación, que recogidos en el recipiente I, donde van a parar los procedentes de los condensadores F y G, se enfrían y vuelven por la tubería *r*) a servir de líquido refrigerante al condensador F y al *e*) por la tubería *q*), vaporizándose de nuevo *t*), llegando por la tubería *s*) al aparato de hidrogenación H.

Este aparato consta de un serpentín recalentador, J, y de un par de cámaras de hidrogenación, K y L, que contienen un relleno metálico.

Se emplea para la hidrogenación el hidrógeno naciente que proviene de la reducción del hidrógeno sulfurado por la masa metálica de una de las cámaras, que se toma del gasómetro M, y por el serpentín calentador J comunica con ambas cámaras por tuberías y llaves de paso.

Las cámaras K y L se utilizan alternativamente: una para la hidrogenación y la otra para la producción de hidrógeno naciente, invirtiendo la marcha para regenerar el relleno metálico que antes fué sulfurado.

Si en las cámaras de hidrogenación fuese precisa una mayor temperatura que la que le suministran los gases de combustión de la caldera A se podrían calentar por los mecheros *t*).

Esta patente y método, que es de fin del año 1927, se está actualmente poniendo en marcha por la Empresa propietaria.

Procedimiento Melamid.—Presenta también ventajas, porque emplea presiones poco elevadas y los aparatos son económicos de instalación. Como catalizador emplea el estaño, y el hidrógeno se introduce en el aparato a una presión que está en razón inversa de la temperatura, por lo que

si la reacción se lleva a alta temperatura, la presión del hidrógeno es muy poco superior a la ordinaria.

El aparato en que se verifica la reacción está esquematizado en la figura 166. Consta de una retorta o autoclave, A, de paredes de acero recubiertas de una segunda pared de estaño por el interior, B, y colocado sobre un macizo de material refractario calentado por el hogar *b*) a una temperatura de unos 300 a 350 grados, si ha de introducirse el hidrógeno a unas 15 atmósferas, y a cerca de 800 grados si se ha de operar casi a la presión ordinaria.

El petróleo entra en el aparato por la tubería *a*), y después de pasar por la caja de pulverización *k*), pasa al autoclave A.

El hidrógeno se toma del gasógeno H y pasa al autoclave por intermedio del compresor D, que le da la presión que se convenga, según la temperatura del autoclave.

El tratamiento dura unas seis horas, durante las cuales los cuerpos quedan en las cámaras A, verificándose las reacciones en presencia del estaño que cubre las paredes. Transcurrido este lapso se abre la llave de paso de los productos, y la mezcla de vapores de hidrocarburos e hidrógeno pasan a varias cámaras, C, que se superponen unas a otras, formadas por tabiques de hierro recubiertos de estaño, y también están recubiertas de estaño las paredes de las cámaras obligándose a la corriente gaseosa a circular entre tabiques en laberinto y a continuar lentamente la reacción en presencia del catalizador, para prolongar su acción lo más posible.

Ya de estas cámaras pasan a un enfriador F, donde se expanden los vapores y comienza la condensación de algunas fracciones que van al depósito E y las restantes en el condensador tubular G se acaban de liquidar y pasan al separador de hidrógeno E, que pasa al gasómetro para comenzar de nuevo el ciclo. Los gases no condensados con el resto de hidrógeno no arrastrado por los líquidos va a la

caja J de absorción, donde los hidrocarburos ligeros son recogidos y el hidrógeno separado de los gases.

Tiene este procedimiento la ventaja de trabajar a débiles presiones, que siempre debe ser la característica de los métodos de catalización, que evita maquinaria de compresión y simplifica mucho los gastos de instalación.

Procedimiento Fischer.— También emplea el estaño como catalizador y es semejante al método de Melamid.

En la figura 165 está un esquema de su instalación. Consta de un horno especial, B, formado por tubos horizontales dispuestos en series paralelas formando un serpentín, como la mayor parte de los hornos de cracking, pero con la particularidad de que interiormente están recubiertos estos tubos de una capa de estaño, y que están recibiendo directamente el fuego del hogar para poder llegar a la temperatura del rojo, contrariamente a lo que se suele hacer en el cracking.

La mezcla del petróleo denso y del hidrógeno se hace en el recipiente A, y ambos penetran a presión por el tubo *c*) en el serpentín del horno calentado al rojo, vaporizándose y verificándose la reacción en presencia del estaño.

Los productos obtenidos, aún en vapor pasan por una cámara de enfriamiento E y una de expansión F, y más tarde a los aparatos de condensación G y a las torres de condensación I, y los gases a J, donde está la instalación de absorción por el carbón activado y separación del hidrógeno que vuelve al ciclo de la operación.

Este procedimiento tiene menos aceptación que el anterior, pues la acción del catalizador no es tan prolongada.

Su autor lo recomienda para el tratamiento directo de alquitranes y para el de los cresoles, para producir benceno y tolueno.

Procedimiento de la Allgemeine Ges, für Chemische Industrie.—Los aceites pesados o hidrocarburos de punto de ebullición alto se tratan por catálisis con aceite amarillo pardusco obtenido por la acción del cloruro de aluminio sobre los aceites de hidrocarburos desembarazados de substancias solubles en anhídrido sulfuroso líquido.

Los aceites de hidrocarburos pueden librarse de estas substancias por su tratamiento con anhídrido sulfuroso líquido o con otros disolventes, o bien por tratamiento con el carbón activo, la sílice o ácido sulfúrico.

El catalizador obtenido puede ser empleado para tratamiento de hidrocarburos como el gas oil, desembarazados o no de substancias solubles en el anhídrido sulfuroso líquido.

Procedimiento Rostin.—Ha sido empleado desde hace tiempo en Alemania y Bélgica, y se utiliza para hidrogenar la gasolina de modo que pueda sufrir el tratamiento de refinación por el ácido sulfúrico sin experimentar pérdidas de importancia.

Se verifica en las mismas refinerías, instalando una torre llena de virutas de cobre que se introduce en circuito entre la caldera de destilación y el condensador.

Claro es que hay que calentar la torre en forma que no se produzcan condensaciones y los destilados estén en estado de vapores.

Se hace llegar a la torre, en el mismo sentido que los vapores de los destilados, una corriente de hidrógeno sulfurado que reacciona sobre el cobre, produciendo hidrógeno naciente, con el cual se satura la gasolina que se condensa en los aparatos posteriores.

El grave inconveniente de este procedimiento es que la regeneración de las limaduras de cobre es un problema de difícil solución práctica.



Procedimientos de la I. G. Farbenindustrie Akt, Ges, de Francfort.—Tiene por objeto un primer procedimiento: transformar los hidrocarburos aromáticos en otros de pesos atómicos menores, haciendo pasar estos compuestos llevados al estado de vapor y mezclados con dos veces, por lo menos, su volumen de vapor de agua sobre un catalizador capaz de hidratarlos y de hidrogenarlos. Como subproductos, se obtienen gas carbónico e hidrógeno, pudiendo servir para la fabricación de alcohol sintético.

El catalizador puede ser un cuerpo único que posea estas dos cualidades o la mezcla de otros dos catalizadores diferentes que posea cada uno, una de las propiedades requeridas. La casa propietaria de la patente cita una lista de cuerpos, entre los que figuran todos los metales conocidos —como catalizadores, níquel, cobalto, cobre, hierro, metales ligeros, el cinc y sus compuestos, los óxidos de titanio, vanadio, cromo, manganeso. Las primeras materias serán desembarazadas de todo producto nocivo, azufre, arsénico, metales, carbonilos, etc.

Puede aplicarse con éxito al alquitrán de la hulla, a los aceites naftalénicos o creosóticos, y permitirá obtener benceno o fenol, conteniendo débiles proporciones de homólogos superiores. Por otra parte, por una hidrogenación previa es posible transformar los fenoles en carburos de hidrógeno y no se obtendrán más que carburos aromáticos de punto de ebullición más bajo.

Por ejemplo, se hacen pasar en presencia del hidrógeno vapores de naftaleno y de fenol sobre un catalizador obtenido, reduciendo una mezcla de molibdato amónico y óxido de cinc; después se hacen pasar por una mezcla de pasta de sexquióxido de níquel, alúmina y arcilla reducida por el hidrógeno y a cuya pasta se haya añadido vapor de agua. Se obtendrán, en la primera fase, hidrocarburos formados por la reducción de los fenoles, y, en la segunda, esos mis-

mos hidrocarburos convertidos, así como la naftalina en benceno y sus homólogos.

Otro de los procedimientos de esta Empresa, de hidrogenación de petróleos, consiste en hacer pasar los gases reductores calientes mezclados con los aceites líquidos, sobre catalizadores, que están formados por una aleación de 10 por 100 de cromo, 2 por 100 de molibdeno, 10 por 100 de cobalto y 75 por 100 de hierro.

Para que la mezcla entre los petróleos y los gases sea lo más íntima posible ha establecido dos disposiciones: Una consiste en disponer una capa de sustancias porosas, como vidrio en lana o trozos finos, cuarzo, carbón, trozos de cerámica o de ladrillos molidos finamente; sobre la capa se hace llegar, en capas también, la corriente de petróleos o de aceites minerales, y el gas reductor viene por debajo entre la capa de sustancias porosas. La otra disposición consiste en sumergir en el líquido unos tubos por donde viene el gas calentando los extremos de salida de los tubos con resistencias eléctricas que están entre paredes porosas para que el gas salga con la temperatura deseada.

Otra patente moderna, de la misma Empresa, indica que para obtener un mejor rendimiento en petróleos de bajo punto de ebullición se debe emplear un exceso de gas hidrogenante, de modo que la presión parcial de los productos sea menor que el décimo de la presión total. Como catalizador indica óxidos de cromo y molibdeno, y como temperaturas y presión óptimas, 475 grados C y 200 atmósferas.

Los productos condensados contienen 60 por 100 de gasolina, cuando se regula la cantidad de aceite bruto, de modo que se obtenga un metro cúbico de líquido para 15 metros cúbicos de gas hidrógeno empleados en la operación.

Uno de los más importantes estudios verificados por esta Empresa ha dado lugar a las siguientes conclusiones, que están patentando en un procedimiento: Para obtener, a par-

tir del carbón, de aceites minerales, de betunes, etc., hidrocarburos de bajo punto de ebullición, se encontrará siempre ventaja en preparar primeramente los líquidos intermedios por una destilación, una carbonización a baja temperatura; se obtienen en seguida los hidrocarburos deseados tratando las fracciones cuyo punto de ebullición esté comprendido entre 250 y 350 grados en presencia de diferentes catalizadores a alta temperatura y a 50 atmósferas de presión como mínimo.

Distingue los catalizadores para el cracking, metales del tercero y cuarto grupos, mezcla de hierro-cobre, carbón activado, sílice y los catalizadores para hidrogenación, cobalto, molibdeno, tungsteno. Haciendo, pues, pasar alquitrán sobre carbón activo y después sobre cobalto, a 450 grados y bajo 200 atmósferas de presión, se obtiene un producto conteniendo un 90 por 100 de bencina.

Procedimiento Spilker & Zerbe.—Fundamenta el método de cracking hidrogenante, que propone, en la propiedad que posee el ácido yodhídrico de disociarse fácilmente en hidrógeno y yodo, según una reacción reversible. Podrían, pues, los compuestos orgánicos, como el carbón, alquitranes, hidrocarburos, descomponerse e hidrogenarse si se les somete, mezclados con hidrogenantes, a una presión de 50 a 200 atmósferas, en presencia de pequeñas cantidades de yodo, de ácido yodhídrico o de un cuerpo capaz de poner en libertad el yodo; por ejemplo, el yoduro ferroso, variando la temperatura de 200 a 500 grados C.

Empleando el naftaleno bruto podrían obtenerse carburos aromáticos de bajo punto de ebullición, tetra o decahidronaftalenos y otros hidrocarburos. El rendimiento en productos ligeros llegaría a ocho kilogramos de hidrocarburos, pasando antes de 200 grados para diez kilogramos de naftalina tratada.

Del mismo modo, un alquitrán de hulla daría amoníaco,

20 por 100 de hidrocarburos, pasando antes de 200 grados; 30 por 100 de aceites para Diesel y 20 por 100 de aceites para engrase.

La ventaja de este procedimiento sería poder emplear los productos sin hacerles sufrir ninguna purificación anterior, pues las impurezas, tales como fenoles, bases, compuestos sulfurados, se reducen parcial y aun totalmente sin molestar la buena marcha del método.

Procedimiento de la Allgemeine Ges, Für Chemische Industrie.—Propone un método que se podría llamar cracking químico, porque se diferencia de los demás que actúan a temperaturas muy elevadas y presiones superiores a 50 atmósferas.

Para transformar los hidrocarburos de punto de ebullición elevado, convirtiéndoles casi completamente en productos de bajo punto de ebullición, se les trata primeramente por el anhídrido sulfuroso líquido para separar los productos no saturados, y se verifica el cracking, rompiendo sus moléculas con una pequeña cantidad (de 3 a 4 por 100) de cloruro de aluminio anhídrido o de otro producto semejante y repitiendo varias veces la operación.

**Procedimiento de la Société Anonyme du Petrole Syn-
tetique.**—Para obtener del metano hidrocarburos más ricos en carbono que el metano primitivo.

Se hace pasar el metano en débil corriente por tubos de hierro o acero recubiertos de materias refractarias, como la sílice, el carborundum, y calentados gradualmente; después se deja enfriar el gas rápidamente, conservándole, no obstante, bajo una presión de 40 a 50 centímetros de mercurio hasta su enfriamiento completo. Se obtendrá una cierta cantidad de hidrógeno y de hidrocarburos más ricos en carbono que el metano y principalmente no saturados.

Este procedimiento es importantísimo, porque dadas las

enormes cantidades de gas metano que se producen, la transformación en hidrocarburos líquidos tendría la aceptación que se merece.

La Société Internationale des procédés Prudhomme-Houdry ha presentado una patente en fin del año 1927, fundándose en que en la hidrogenación de hidrocarburos pesados para obtención de otros más ligeros no es indispensable la presencia de los catalizadores, a condición de que los gases hidrogenantes, como el hidrógeno y el vapor de agua, hayan sido atomizados por paso a través de un filtro metálico antes de ser mezclados con los hidrocarburos que se quieren transformar.

Este método también tendría, si eso es cierto, una importancia muy grande, porque suprimiendo el peligro del envenenamiento de los catalizadores, que es lo que obliga a efectuar gastos de consideración, y no teniendo que substituirlos, el método catalítico había dado un enorme paso en la industria del petróleo.

La Sociedad presenta un aparato para aplicar ese método, aparato muy sencillo, que consta de una cámara de hidrogenación y de una o varias cámaras llenas de materia pulverulenta metálica, formada por polvo de níquel y de óxido de níquel, aglomerado con piedra pómez.

Los hidrocarburos llegan directamente a la cámara de hidrogenación, mientras que los gases hidrogenantes se hacen pasar por esas cámaras en contacto con los catalizadores metálicos, y después entran en la cámara de hidrogenación. Los vapores de ambos pasan a los aparatos de condensación ordinarios.

Hasta que no se verifiquen pruebas industriales nada puede decirse del resultado de este procedimiento; pero como no se puede dar explicación alguna de la acción que pueda tener ese polvo metálico sobre un gas hidrogenante, no se atreve nadie a augurar lo que puede llegar a ser en el campo industrial.

Procedimiento y aparato de Bianchi-Guardabassi. —

Tiene interés porque reúne en el mismo aparato y en la misma operación la destilación de los combustibles sólidos, el cracking y la hidrogenación de los gases producidos.

Se compone de una reunión de cilindros calentados exteriormente y atravesados por agitadores, figura 164, como indica en A y C, que son los cilindros con sus agitadores S y R, donde se introducen los cuerpos sometidos a la destilación, removiéndolos constantemente.

Estos cilindros están recubiertos por una cámara, D, para gases, conteniendo una rejilla horizontal, K, a la cual están suspendidas gran número de cadenas, l, que se mueven en virtud de la acción de los mismos agitadores sobre las materias que llenan los cilindros.

Las primeras materias entran en el aparato por B, donde hay una tolva con su distribuidor m), recorren en toda su longitud, gracias a los agitadores inclinados R y S, los cilindros A y C, saliendo por n) los residuos de la destilación.

Los gases producidos atraviesan el espacio K, enteramente llenado por las cadenas l, antes de escaparse por P. Estas cadenas y, en general, todas las partes del aparato en contacto con los gases calientes, están recubiertas por un catalizador hidrogenante, tal como el níquel reducido, la magnesia, los óxidos de hierro o de cobre, fijados por una capa de silicato o de otra substancia del mismo género.

Este aparato puede servir en todos los casos en que se busque hidrogenar gases o vapores, aunque estén mezclados con los alquitranes primarios, y es eficaz dada la agitación de los gases y la multiplicidad de los puntos de contacto con el catalizador.

Es de temer que este dispositivo sea algo fragil y que las cadenas sometidas a una agitación constante se destruyan con facilidad y rápidamente.

Se han efectuado pruebas que han dado un resultado po-

sitivo; pero como no ha debido instalarse para uso industrial, no hay dato alguno de sus resultados.

Procedimiento Bergius. — Bergius emplea la catálisis para la transformación de los hidrocarburos de los gases, conforme a la patente que pidió en noviembre de 1925, para hidrogenar por catálisis los hidrocarburos o el carbón (patente inglesa número 244.730).

En la hidrogenación del carbón o de los hidrocarburos a alta presión, los gases que contienen metano y un poco de hidrógeno son transformados en gases ricos en hidrógeno para ser utilizados de nuevo, sometiéndolos a tratamientos sucesivos por el vapor a diferentes temperaturas. El primer tratamiento por el vapor tiene lugar a alta temperatura y provoca la transformación de metano en hidrógeno y óxido de carbono, mientras que el segundo tratamiento transforma el óxido de carbono resultante en hidrógeno y gas carbónico, por la acción catalítica bien conocida, siendo finalmente absorbido el óxido de carbono del modo habitual. No es necesario transformar todo el óxido de carbono formado, y el tratamiento de los gases en la fase a alta temperatura puede ser regulado de modo que quede una cierta cantidad en el gas regenerado.

En el procedimiento cíclico, la acumulación de los gases extraños, particularmente del nitrógeno, está evitada separando una gran parte de los gases de la circulación. Este procedimiento puede ser aplicado a la preparación de gases ricos en hidrógeno, a partir de gases conteniendo metano y un poco de hidrógeno, tales como los de los hornos de cok.

En la instalación representada en la figura 167 los gases vienen de una cámara de hidrogenación 1) y pasan desde el primer momento por un condensador 2), un separador de líquido 3) y los epuradores 4) y 5) para desembarazarlos de la bencina y del hidrógeno sulfurado respectivamente. Después de haber sido mezclados con el vapor admitido por

el tubo 7), los gases son conducidos a un aparato de regeneración por sobrecaldeo 6); en el cual la primera reacción a alta temperatura se ha de efectuar. De aquí pasan mezclados con el vapor y con el agua que viene por el tubo 9) al aparato de baja temperatura 8), que contiene un catalizador, por ejemplo, óxido de hierro; los gases que salen de él están rápidamente enfriados en el refrigerador 10), comprimidos más tarde por la bomba 11) y desembarazados del óxido de carbono en el lavador 12). De allí se toman con la bomba 13), que los inyecta a presión en la cámara de hidrogenación 1), en la que los gases de fresca hidrogenación son introducidos por el conducto 14). El exceso de gases usados se extrae del ciclo por la tubería 16).

III.—TRANSFORMACION DE LOS COMBUSTIBLES

POR MEZCLA

Otro de los procedimientos de transformación de los combustibles líquidos es el de mezcla de varias fracciones diferentes de hidrocarburos, o de petróleos entre sí y con otros cuerpos combustibles.

Es evidente que teniendo distintas fracciones de petróleo, por mezcla de unas con otras, podemos llegar a obtener un petróleo de composición determinada.

Si esto se hace corrientemente en todas las industrias, no hay que suponer que no se haga en la de petróleos, que es más sencillo, desde el momento que las fracciones comerciales tienen límites de densidad y temperatura de ebullición suficientemente amplios para que puedan ser obtenidos mezclando carburos de diferentes grupos.

Por consiguiente, lo mismo que cuando la gasolina no tenía salida en el mercado, se mezclaba parte de gasolina con petróleo lampante, vendiéndola como petróleo de alum-

brado; en la actualidad, el petróleo lampante, que tiene poca salida, por una parte pasa a la gasolina, haciendo crecer un poco el límite superior de su punto de ebullición, con lo cual los petróleos lampantes ligeros pasan a unirse al grupo gasolina, y mezclando los petróleos lampantes densos con los aceites medios se obtiene un producto intermedio, que es el gas oil o Diesel oil, que tiene menos de 40 por 100 de productos que hierven antes de 270 grados, o sean petróleos lampantes y el resto de petróleos semidensos, admitiendo una densidad entre 0,833 y 0,880.

El fuel oil, que no es otra cosa que un residuo para combustible y formado de aceites densos, admite hoy una densidad comprendida entre 0,875 y 0,920 en el comercio, que, como se ve, comparándola con el gas oil, puede considerarse como fracciones sucesivas, no siéndolo, puesto que entre ambos están todos los lubricantes o aceites pesados y semidensos; esto es debido a que la parte de petróleo lampante que se mezcla con el residuo pesado para formar el fuel oil disminuye su densidad.

Para mejorar el rendimiento de las gasolinas y de los combustibles líquidos en los motores, se han propuesto numerosas mezclas, que todas tienden a suprimir la combustión ondulatoria y permitir acercarse lo más posible con la compresión al punto de autoencendido de la compresión adiabática. Otras mezclas tienden a disminuir la formación de carbono en las cámaras de los motores y regularizar la combustión.

Esto puede conseguirse mezclando petróleo lampante en un 30 por 100 a un 70 por 100 de alcohol absoluto; empleando gasolina y alcohol metílico.

A continuación damos varias mezclas que han tenido un buen éxito:

- a) 50 por 100, petróleo lampante:
50 por 100, gasolina.
1,5 por 1.000, plomo tetraetilo,

o bien variar las proporciones en la forma de las mezclas 2 y 3 que se indican a continuación:

	2	3
Petróleo lampante...	20 por 100	30 por 100
Gasolina	80 por 100	70 por 100
Plomo tetraetilo.....	2/1,000	2/1,000

La naftalina, mezclada con la gasolina, retarda el punto de inflamación, porque tiene un punto de combustión espontánea muy elevado, de unos 574 grados.

El plomo tetraetilo, llamado también etil gasolina y etil fluido, en América, es un producto rico en radical etilo (C_2H_5) y se vende disuelto en dibromuro de etileno o cualquier otro disolvente halógeno, para mezclarlo con la gasolina en proporciones de 1 a 4 por 1.000, con objeto de aumentar el rendimiento en los motores de explosión.

El hierro carbonilo tiene propiedades análogas y se utiliza en Alemania fabricado por la Badische Anilin und Soda Fabrik.

Combustible antidetonante. — En la misma forma para dar propiedades antidetonantes a las gasolinas, se ha procurado mezclarlas con otras substancias; según Aveharius, si se mezcla el petróleo o la gasolina con una débil proporción de un ácido graso de peso molecular elevado, tal como los ácidos oleico, palmítico, esteárico, ricinoleico, linoleico, cerótico, mirístico o láurico, se obtiene un combustible de estas propiedades.

Con el mismo fin se podrían emplear compuestos orgánicos correspondientes a estos ácidos, tales como éteres, aldehidos, lactonas o los productos obtenidos por la acción sobre estos ácidos del oxígeno, ozono, de los halógenos, etc. La proporción a emplear sería bastante débil; por ejemplo, se conseguiría una gasolina antidetonante con una mezcla de gasolina y 0,5 por 100 de trioleína.

En forma análoga y aprovechando sales metálicas, orgánicas o minerales se consigue hacer la gasolina conductora de la electricidad y antidetonante al propio tiempo. Las sales más indicadas son el nitrato de plomo, o el de cobre, los fenatos, cresolatos y carbonatos metálicos, el bis-muto trifenolado y el naftenato de amonio.

Por ejemplo:

1.º Se disuelve 0,5 kilogramos de nitrato de cobre en un kilogramo de hidroexalina y se mezcla con 100 kilogramos de bencina, se deja reposar durante algunos días y se separa un líquido amarillo conteniendo las impurezas.

2.º Se disuelve 100 kilogramos de litargirio en 50 de cresol, se diluyen en 15.000 kilogramos de cresol y se reúnen con 100.000 kilogramos de bencina, se deja reposar y se decanta del precipitado que se forma.

Combustible coloidal.—Durante la guerra y dadas las grandes dificultades para encontrar combustible, se aceptó la idea de Plauson, consistente en mezclar residuos pesados de la refinación del petróleo, o sea fuel oil, con carbón pulverizado y esta mezcla continuar porfirizándola hasta que adquiriera estado coloidal, empleándola como combustible líquido.

Se consiguieron combustibles suficientemente bien preparados, pero necesitan un tratamiento muy prolongado. Cuando terminó la guerra se olvidó algo este asunto, que ahora va de nuevo resurgiendo.

El procedimiento más moderno para realizar esta mezcla de un modo más práctico es el de Lamlong Hodgson, que vamos a exponer. El fundamento es verificar la mezcla del carbón pulverizado y el petróleo denso y calentarla bajo presión, impidiendo toda vaporización. El líquido obtenido puede servir, bien como combustible, bien como primera materia para una destilación, para obtener pretróleos ligeros. Es suficiente para esto dejar desprenderse las ma-

terias volátiles del líquido todavía caliente, pudiendo facilitar esta evaporación empleando vapor de agua para arrastre.

La mezcla de carbón y de combustible obtenido en el tambor *h*), figura 168, está inyectada por la bomba *p*) en el serpentín *e*), calentado que está a 400 ó 500 grados y a una presión de 10 a 50 atmósferas.

La mezcla se hace pasar a la cámara *c*), donde se deja reposar a una presión ligeramente superior a 10 atmósferas. Las cenizas pasan a la parte inferior, de donde se extraen más tarde. El líquido, ya en estado de emplearse como combustible, puede extraerse por la tubería *i*) a la bomba que se lo lleve a los depósitos y, en caso de que deba ser destilado, los vapores ligeros se toman por la tubería *a*) hacia la torre de rectificación.

La Trent Process Corporation tiene pedida una patente semejante, siendo en este caso el disolvente del carbón, además de los aceites pesados compuestos orgánicos simples, como el benzol, alcohol. La mezcla se calienta a 400 grados, durante varias horas, bajo presión suficiente para impedir toda vaporización y se agita la mezcla para facilitar la dispersión del carbón en el líquido y su disolución.

De todas maneras, estos procedimientos no han sido aplicados industrialmente hasta hoy, y el combustible coloidal no se utiliza ni tiene salida comercial.

Combustibles de reemplazo.—La cuestión de los combustibles de sustitución de la gasolina y el petróleo es una de las más difíciles y constituye un verdadero problema nacional de los pueblos que no estamos dotados de yacimientos de petróleo.

En Francia, en Bélgica, siguiendo los pasos de Alemania, que durante la guerra tuvo que fabricarse combustibles líquidos por todos los procedimientos que halló a mano, se han hecho estudios muy profundos para llegar a la adop-

ción de un carburante nacional, que esté, si no desprovisto totalmente de gasolina, mezclado a ella, introduciendo en esa mezcla productos nacionales de coste económico que abaraten el carburante. Esto en la actual situación de Francia se comprende que es problema urgente, porque ha consumido en 1926 dos millones de toneladas de petróleo y ha tenido que tributar el extranjero más de 3.000 millones de francos y en 1927 unos 3.500 millones.

En países agrícolas y que no tienen yacimientos de petróleo se ha buscado desde el primer momento en los alcoholes una solución favorable.

El inconveniente del alcohol etílico industrial 95-96 grados es que la gasolina no se disuelve completamente, porque, según los carburos que constituyan la gasolina, puede ser más o menos soluble. Si está formada por hidrocarburos aromáticos es bastante soluble; si por carburos ciclo-exánicos, menos, y casi insoluble la constituida por carburos alifáticos saturados. En cambio, empleando alcohol absoluto es soluble. Así, pues, para verificar la mezcla de gasolina y alcohol no hay más procedimientos que emplear alcohol absoluto o buscar un tercer cuerpo miscible con ambos.

Como cuerpos miscibles pueden adoptarse: el benzol, la acetona, los alcoholes, isopropílico, isobutílico, butílico, amílico, el cicloexanol, el butiliresol, el aceite de ricino.

Como las gasolinas son más solubles cuanto más ligeras son, también se ha recurrido para aumentar la solubilidad a cargarlas de vapores de hidrocarburos ligeros.

En Francia han adoptado el empleo de la mezcla 50 por 100 de alcohol absoluto y 50 por 100 de gasolina y se hacen trabajos detenidos para ver si se puede definitivamente adoptar como combustible nacional para el automovilismo. Estos estudios han probado que las mezclas a menores proporciones, por ejemplo, a 10 ó 20 por 100 de alcohol, tienen inconvenientes graves respecto a la estabilidad y no pueden recomendarse.

Esta mezcla tiene inconvenientes, en primer lugar, como el alcohol es combustible rico en oxígeno tiene menor potencia calorífica que los petróleos e hidrocarburos, y por tanto, el rendimiento en el motor es menor, lo que se observa por un aumento en el consumo de 8 al 15 por 100, y en segundo lugar, el mayor inconveniente es el precio del alcohol, que siendo tan elevado, no recomienda la mezcla.

Parece ser que mejor que la mezcla alcohol-gasolina es la de alcohol-benzol, al 50 por 100, pero deben ser productos puros, y tampoco se deben disminuir las proporciones de alcohol porque se vuelve inestable la mezcla.

Para terminar, vamos a reseñar algunas mezclas de las que fueron empleadas como substitutivos de la gasolina en la época de escasez creada por la guerra europea, una vez que este problema aún está sin solución y no creemos tenga otra, sino los procedimientos modernos de hidrogenación de combustibles sólidos, pues el empleo de alcoholes ha de ser siempre antieconómico de no hallarse otros procedimientos de obtención de los alcoholes:

MEZCLAS ADOPTADAS EN ALEMANIA

Fórmula de Schrauth.

Benzol.....	50 por 100	densidad.
Tetralina.....	25 —	0,886 a 15 grados.
Alcohol.....	25 —	

Fórmula Ostwald.

Benzol.....	1/3.
Tetralina.....	1/3.
Alcohol.....	1/3.

Fórmulas del Dr. Hempel.

I. Alcohol de 95 grados.....	4 partes.
Benzol de 90 grados.....	1 parte.
II. Alcohol de 95 grados.....	4 partes.
Benzol bruto.....	1 parte.

En ambos casos se añaden 200 gramos de naftalina disueltos en un litro de benzol.

III. Alcohol a 95 grados, mezclado con aceite bruto de la destilación del alquitrán y 200 gramos de naftalina disuelta en un litro de aceite ligero.

MEZCLAS USADAS EN AFRICA DEL SUR

Naftalita I. Alcohol etílico.....	55 por 100
— Eter.....	44,9 —
— Amoníaco.....	0,1 —
Naftalita II. Alcohol etílico.....	54 —
— Eter.....	45 —
— Trimetilamina.....	1 —
Naftalita III. 5 por 100 de éter añadido a una mezcla de alcohol y benzol.	

La trimetilamina se añade para evitar la formación de ácido acético oxidante.

FRANCIA

Gasolina de turismo.....	900
Alcohol.....	100
Fenol.....	35,5
Cicloexanol.	17,5

OTROS CARBURANTES

Cosmolina. Está compuesta de 70 por 100 de benzol, alcohol o gasolina, un 30 por 100 de naftalina, 1,5 por 100 de cresol y 0,5 por 100 de nitronaftalina y naftilamina en partes iguales.

El ketol proviene de la transformación del butirato de cal y tiene un poder calorífico de 9.300 calorías, es antidetonante y no se hidroliza. Puede emplearse solo o mezclado con alcohol de 80 grados, en proporciones de 20 por 100 de ketol y de 80 por 100 de alcohol y en diversas proporciones puede mezclarse también con benzol.

Le Gaulois. Está compuesto a base de acetileno unido a un 65 por 100 de benzol, 25 por 100 de gas oil y 10 por 100 de aceite de pizarras, que se mezclan en un carburador mezclador que debe colocarse antes del carburador ordinario.

Finalmente, como substitutivos de la gasolina para alumbrado daremos el cuadro que como resultado de sus estu-

dios publicó la Comisión del Grisú, para aplicarlo a las lámparas mineras de seguridad:

COMPOSICIÓN CENTESIMAL EN VOLUMEN

Alcohol.....	77,50	62,50	62,00
Benzol.....	22,50	22,50	16,00
Gasolina.....	—	15,00	—
Esencia de trementina.....	—	—	7,50
Aceite de flemas (fusel).....	—	—	14,50

Potencia lumínica comparada a la de la gasolina en la lámpara para Marsaut sin coraza....	0,77	0,98	1,42
---	------	------	------

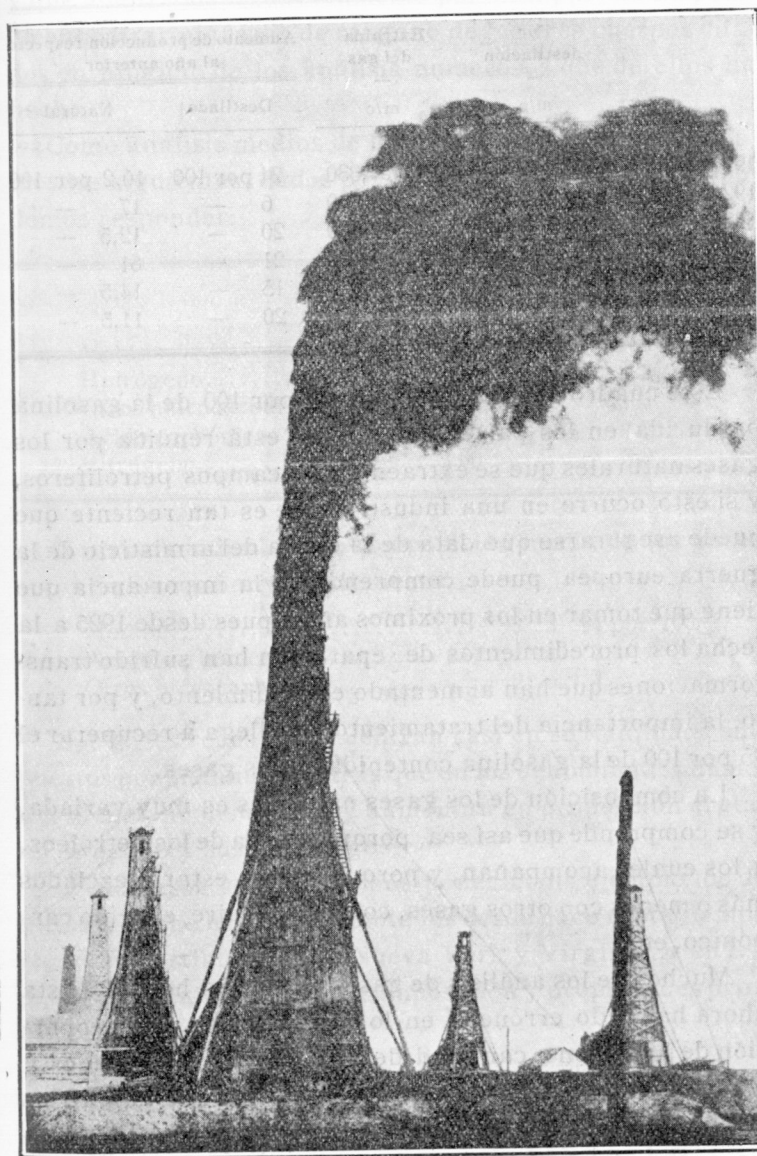
TERCERA PARTE

I.—GASES NATURALES COMBUSTIBLES

Los petróleos siempre vienen acompañados de gases naturales; también hay muchos puntos donde los sondeos se hacen tan sólo para la explotación de gases naturales, sin que acompañe petróleo alguno. Aunque sea a la ligera, tenemos necesidad de ocuparnos en este trabajo de los gases naturales, porque de ellos se extrae gran cantidad de combustibles líquidos y quedaría incompleto este estudio si no reseñásemos las características de los gases, su composición aproximada y los métodos de extracción de la gasolina y bencina que de ellos se separa.

Para que pueda dársele a esta nueva rama de la industria petrolífera la importancia que merece, vamos a reseñar unas cifras que van a probar el interés que va adquiriendo el tratamiento.

Desde 1920 a 1925 se han producido en América las siguientes cantidades de gasolina:



Fot. 15.—Sonda en erupción en Bibi-Eybat, Rumania, ocurrida en 15 de mayo de 1924. Profundidad del sondeo, 368 metros. Duración, tres horas, expulsar cc más de 2.000.000 de pies cúbicos de gas natural a presiones enormes.

	Por destilación	Extraída del gas	Aumento de producción respecto al año anterior	
	m/c	m/c	Destilada	Natural
1920.....	17.955,468	1.454,330	24 por 100	10,2 por 100
1921.....	19.080,884	1.701,000	6 —	17 —
1922.....	22.863,000	1.912,300	20 —	12,5 —
1923.....	27.800,000	3.085,300	21 —	61 —
1924.....	31.856,000	3.531,000	15 —	14,5 —
1925.....	41.331,000	4.200,000	20 —	11,5 —

Este cuadro demuestra que el 10 por 100 de la gasolina producida en los países americanos está rendida por los gases naturales que se extraen de los campos petrolíferos, y si esto ocurre en una industria que es tan reciente que puede asegurarse que data de la época del armisticio de la guerra europea, puede comprenderse la importancia que tiene que tomar en los próximos años, pues desde 1925 a la fecha los procedimientos de separación han sufrido transformaciones que han aumentado el rendimiento, y por tanto, la importancia del tratamiento, que llega a recuperar el 95 por 100 de la gasolina contenida en los gases.

La composición de los gases naturales es muy variada, y se comprende que así sea, porque lo es la de los petróleos, a los cuales acompañan, y porque suelen estar mezclados más o menos con otros gases, como son el aire, el ácido carbónico, etc.

Muchos de los análisis de gases naturales hechos hasta ahora han sido erróneos, en lo que se refiere a la proporción de hidrógeno, cantidad de hidrocarburos saturados y óxido de carbono y, por consiguiente, hay que admitirlos con alguna reserva. Como ejemplo podemos citar los análisis que se daban de gases petrolíferos de Pensilvania en que aparecían con proporciones de 1 por 100 de óxido de carbono, 1 por 100 de olefinas y 35,92 por 100 de hidrógeno,

y que analizados cuidadosamente por Philipps, no ha podido encontrar ni trazas de ninguno de los tres cuerpos citados en ninguno de los análisis numerosos que de ellos ha hecho.

Como análisis medios de los gases de Pensilvania citamos los siguientes, dados por Ledebur, y de los que no podemos responder:

	En volumen	En peso
Metano.....	70,00	77,8
Hidrógeno.....	20,00	2,7
Otros hidrocarburos ...	6,00	11,6
Acido carbónico.....	1,00	2,0
Nitrógeno.....	3,00	3,9

Garwisch indica, como composición media de los gases secos de Ssurachany, la siguiente:

Metano.....	93 a 94 por 100
Acido carbónico.....	4 a 5 —
Otros hidrocarburos.....	2 a 1 —

Los gases secos se encuentran casi en su totalidad compuestos por metano, mientras que en los denominados húmedos el metano disminuye y aumentan en proporción el etano, propano y sus homólogos.

Como gases secos podemos poner como ejemplo los de Pittsburg, que han sido explotados desde hace tanto tiempo para combustibles, los de Nueva York y Virginia, y en España, el de Caldones, cuya composición y propiedades principales son las siguientes:

Metano.....	95,51
Hidrógeno.....	0,46
Etano.....	2,14
Nitrógeno.....	1,89
Peso del litro de gas.....	0,743
Densidad.....	0,575
Calorías.....	9,553

En Pittsburg se ha dado el caso de encontrarse en el mismo distrito un gas que sólo se componía de metano y de 1,2 por 100 de nitrógeno, a 700 pies de profundidad, y a 2.295 pies ya contenía 5,2 por 100 de metano.

El gas de Pittsburg viene a tener una densidad de 0,643, desprendiendo por metros cúbicos 7.400 calorías, que equivalen a 11,500 calorías por kilogramo.

En Kissarmas la proporción del gas en metano es de 99 por 100, que también puede darse como caso excepcional.

Los gases húmedos contienen hasta un 15 por 100 de hidrocarburos no saturados de la serie etilénica, como ocurre en los yacimientos del Oeste de Virginia; en Queensland (Australia) contienen carburos aromáticos en proporción de un 5,8 por 100, y en Terrebone (Luisiana) se han encontrado en condensados del gas carburos cíclicos de la serie $C_n H_{2n-2}$.

El ácido carbónico, en general, acompaña al gas en muy pequeñas cantidades, pero en algunos puntos, como ocurre en Balachany y en Bibi-Eybat, los gases han dado proporciones del 25 a 40 por 100 y algunas veces hasta el 53 por 100 en la zona de Gabian Herault, donde se ha llegado a encontrar puntos en que el gas estaba casi formado exclusivamente por óxido de carbono.

También contiene a veces aire, aunque en cantidad no muy grande, y se han encontrado en Dexter (Kansas) gases conteniendo hasta 82,87 por 100 de nitrógeno, con 14,33 de metano y 0,1 de oxígeno, y en Oregón, Hendersen da detalles de haber analizado un gas compuesto de 97,9 por 100 de nitrógeno y 2 por 100 de metano.

Algunos gases contienen pequeñas proporciones de helio, argón y neón. En los campos petrolíferos de Kansas han llegado algunos manantiales a dar una proporción en helio de 1,84 por 100. Se observa la particularidad de que los gases ricos en helio lo son también en nitrógeno en ex-

ceso y que las proporciones respectivas de ambos cuerpos crecen y decrecen simultáneamente.

Estos gases se desprenden generalmente bajo una presión enorme que ha pasado algunas veces de 100 kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando la sonda toca en la bolsa de gas, la expansión de los gases es tan violenta que la sonda es lanzada fuera del orificio y saltan trozos de rocas a alturas verdaderamente notables. (Fotografía número 15.)

En los sondeos hechos en Vaux-en-Bugey por la Société de Recherches et d'exploitations petrolíferes se encontró la bolsa de gas a 223 metros y salió el gas con mucha violencia, estimándose el gasto en 113.000 metros cúbicos en las veinticuatro horas. Se procuró no cortar completamente la salida para que la presión no excediese de 15 atmósferas al regular el gasto.

Las presiones corrientes oscilan ordinariamente entre 20 y 30 atmósferas, considerándose agotado un yacimiento cuando la presión desciende a dos kilogramos por cm^2 .

En Hungría, en Kissarmas la producción de gas ha alcanzado en los años 1907 a 1909 la cifra de un millón y medio de metros cúbicos en las veinticuatro horas, hasta que fué posible obturar la sonda y regularizar el gasto.

En los Estados Unidos se emplean anualmente más de 12.500 millones de metros cúbicos, que representan un capital de más de 300 millones de pesetas, empleados en la industria y calefacción.

En Rumania se aprovecha casi todo el gas en la producción de gasolinas y en el caldeo de las refinerías petrolíferas, pero también se utilizan en industria y como combustible más de 100 millones de metros cúbicos al año.

Tratamiento de los gases naturales.—La circunstancia de observarse en las canalizaciones de gases combustibles naturales, que se formaban depósitos de productos hidro-

carburados líquidos, que de cuando en cuando era necesario hacer salir de las tuberías, hizo que se pensase en un aprovechamiento de estos combustibles, que generalmente tenían densidades comprendidas en 0,6 y 0,650 y cuya composición era de hidrocarburos próximos al pentano normal.

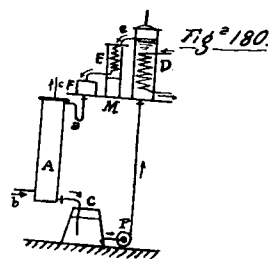
Verificados ensayos cuidadosos se llegó a la conclusión de que los gases naturales pesados sometidos a una presión daban nacimiento a alguna cantidad de hidrocarburos líquidos; también se vió que se obtenían análogos resultados por un enfriamiento llevado hasta cierto límite.

Los gases naturales secos dan menos cantidad de hidrocarburos líquidos que los gases húmedos.

El rendimiento medio viene a ser de 1,5 a 3 galones por 1.700 pies cúbicos de gas, que equi-

vale, traducido al sistema métrico, a 0,793 litros por metro cúbico de gas. El peso específico medio de la gasolina obtenida es de 0,62 a 0,66.

Para extracción de la gasolina del gas natural pueden seguirse varios procedimientos:



1.º Por enfriamiento y presión.

2.º Por lavado con petróleos o disolventes líquidos.

3.º Por absorción, por productos porosos.

Los gases procedentes de campos petrolíferos dan más rendimiento en gasolina que los demás gases naturales, porque arrastran algunos hidrocarburos líquidos y vapores de estos hidrocarburos, que dada la temperatura a que se halla el subsuelo, la tensión de estos vapores es considerable, y como la acción de los gases saliendo del sondeo burbujeando entre los petróleos es una acción semejante a la de las columnas de destilación, los gases se cargan de vapores de hidrocarburos líquidos.

A medida que la presión baja, los productos volátiles desprenden más vapores y se ha observado que cuando la

presión disminuye, aumenta el tanto por ciento de productos liquidables en los gases que se desprenden de los sondeos.

1.º **Tratamiento por enfriamiento y presión.**— Hay varios métodos dentro de este tratamiento, porque puede hacerse el trabajo solamente por compresión, solamente por enfriamiento y por ambos combinados.

El procedimiento de compresión sencilla no presenta ventajas porque el rendimiento no es el que puede obtenerse combinándolo con el enfriamiento. Tiene que tenerse en cuenta que el gas al comprimirse se calienta y los vapores de los hidrocarburos ligeros tienden a permanecer en el estado gaseoso por el aumento de temperatura, aunque con la compresión experimenten tendencia a volver al estado líquido; son, pues, dos acciones contrarias que se destruyen en parte y disminuyen el rendimiento. Por esta razón las instalaciones han sido todas modificadas adoptando el método de compresión y enfriamiento combinados, que es el que ha dado resultados satisfactorios y el único empleado hasta ahora, que al aparecer el tratamiento de absorción por carbones activados va ganando terreno a todos los demás por su máximo rendimiento y facilidades de instalación.

La operación de compresión y enfriamiento se verifica de la siguiente manera:

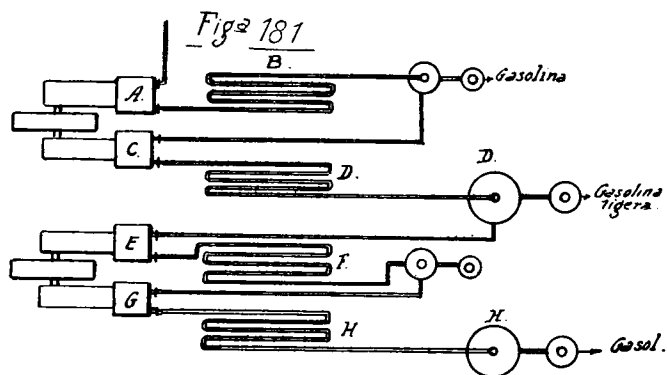
El gas es aspirado por un compresor A (figura 181) Compound y pasado por el cilindro de baja compresión que trabaja a 6-7 atmósferas; a la salida de ese cilindro, en vez de pasar directamente al de alta compresión, se hace pasar el gas ya comprimido a siete atmósferas por un refrigerador tubular B, donde se condensan algunos productos que se depositan en la parte baja del mismo.

De este enfriador pasan los gases al segundo cilindro del compresor, que eleva la presión a unas 20 atmósferas C.

A la salida de este aparato los gases son llevados a una cámara de expansión D, donde se expanden y enfrían por segunda vez, condensándose todos los productos volátiles que acompañan a los gases y separándose de los mismos, que pasan a un segundo compresor.

En este segundo compresor vuelve a repetirse el ciclo de compresión E, enfriamiento F y segunda compresión G, obteniéndose los siguientes productos:

La gasolina, en el primer enfriador B, que son los productos más pesados, cuya tensión de vapor no pasa de 10 libras por pulgada cuadrada a 100 grados Fahrenheit.



La gasolina ligera o gas liquidado, que tiene una tensión de vapor que está comprendida entre 10 y 25 libras por pulgada cuadrada y se deposita en D.

El gasol o gas liquidado comprimido, que se recoge en tubos a presión en H y que se emplea en estado gaseoso por su gran poder calorífico de 13 300 calorías kilogramo y permite alcanzar temperaturas de 2.300 grados en la llama.

Las dos clases de gasolina se mezclan en diferentes proporciones para dar las distintas clases de tipo comercial que se emplean.

Esta es, en tesis general, la forma de tratamiento; ahora los diversos métodos difieren en la manera de verificar la expansión, puesto que la expansión se realiza como medio

de enfriamiento, para llegar a temperaturas próximas a los 100 grados bajo cero, que no de otro modo se puede conseguir que los gases cedan las materias volátiles arrastradas.

Georges Claude, el creador de los métodos modernos para preparación del aire líquido, explica el fundamento de su procedimiento de expansión en la siguiente forma: «Si comprimimos un gas cualquiera, o el aire, y después lo dejamos expandir en un cilindro de un motor, por ejemplo, desarrolla un trabajo y se enfría, precisamente, una cantidad equivalente al trabajo de expansión. Este enfriamiento, si la presión es poco elevada, también es pequeño; pero si colocamos el tubo que lleva el aire comprimido al motor para expansionarse dentro de otro tubo por el que dejemos salir el aire frío producto de la expansión de la embolada anterior, al pasar el aire comprimido hacia el cilindro se enfriará, entrará ya frío en ese cilindro, se expansionará y la temperatura final será mucho más baja que la que hubiese dado sin este dispositivo. Como el gas expansionado cada vez sale más frío por el tubo que rodea al de entrada de aire comprimido, conseguiremos hacer descender la temperatura por este procedimiento hasta cerca de 100 grados, con presiones poco elevadas.»

Aplicado este procedimiento a su aparato ha conseguido liquidar el aire, y aplicando este medio a la separación de gases y de vapores de hidrocarburos ligeros se consigue llegar a una temperatura de 70 grados y se puede llevar a menos de dos gramos de benzol por metro cúbico la concentración de un gas natural en hidrocarburos ligeros.

La fuerza necesaria para estas instalaciones suele ser de unos 90 a 100 caballos de vapor para un tratamiento de unos 100.000 metros cúbicos en veinticuatro horas. Hay que tener siempre presente en la compresión de gases combustibles, efectuar enfriamientos entre los ciclos de compresión para evitar una elevación de temperatura del gas que pueda ocasionar mezclas explosivas.

M. Barbezat ha propuesto otro método que consiste en expansionar el gas llevándolo a turbinas donde se enfría y rinde el trabajo de la expansión. Sin embargo, en este caso, como en todos los que no emplean una acción de recuperación del frío, que es en la que está fundado el procedimiento Claude, precisa una presión mucho mayor para que el trabajo de la expansión lleve a un enfriamiento, tal como precisa para la condensación de los hidrocarburos ligeros y para su separación del gas.

Taneimer y George llevan los gases a una centrifugación después de la expansión, con objeto de separar las moléculas condensadas de hidrocarburos de las gaseosas. A ese fin, la expansión se hace en una turbina a la salida de la que son tomados los gases y lanzados por la centrifuga. Estos procedimientos no han sido aplicados industrialmente.

Las instalaciones industriales se componen siempre de motores de gas que funcionan con el combustible que se ha tratado y suelen ser instalaciones formadas de grupos que pueden transportarse de un punto a otro, puesto que los de gases son manantiales eminentemente variables. A ese fin, son unidades de 100 caballos a lo sumo, que se manejan fácilmente.

El precio de costo por este procedimiento, empleando débiles presiones, es mucho más económico que tratando los gases por disolventes líquidos, pues el precio de esos disolventes y las pérdidas del solutivo que no puede recuperarse totalmente, compensan los gastos de fuerza motriz, que son los característicos de este método.

2.º **Por lavado o disolución en líquidos.** — *Absorción.*

Es un verdadero método de absorción, que unas veces no es otra cosa que una verdadera disolución, pero que otras llega a ser una combinación. Claro es que lo que caracteriza al procedimiento es que tiene que ser absolutamente

esencial que la disolución, la combinación o la absorción, como queramos llamarla, pueda ser destruída bajo la influencia de la temperatura, del vacío o de un medio análogo, con objeto de recuperar el disolvente y separar de él el cuerpo disuelto, también sin modificación apreciable.

La palabra absorción para distinguir este método ha sido propuesta por Bregueat, con objeto de distinguirlo de la disolución simple; llama, pues, absorbentes aquellos líquidos que no sólo disuelven, sino forman una combinación o asociación molecular fácilmente dissociable.

Este método puede llegar a un rendimiento muy próximo a 100 por 100 en el caso de formarse verdaderas combinaciones. Gracias a él, durante la guerra se han podido recuperar grandes cantidades de alcoholes, éteres y benzoles que de otro modo no hubiesen podido tratarse por condensación, porque sus proporciones en los gases eran muy débiles y esta gran dilución hacía poco aptos los otros procedimientos; pero hay que insistir en que esos rendimientos no pueden obtenerse con disolventes, sino con absorbentes.

El mecanismo de la absorción, con simples disolventes, es exactamente el que hemos expuesto en la destilación y en la rectificación. Es un lavado de vapores como el que se verifica en las columnas analizadoras. Otro inconveniente de los simples disolventes es que suelen ser también volátiles y los gases arrastran al lavarse una cantidad de los disolventes más o menos importante.

A temperaturas elevadas se necesitaría una cantidad enorme de un disolvente para recuperar una pequeña porción de un cuerpo arrastrado por los gases, y a esas temperaturas tiene que ser un absorbente potente para que dé resultado desde el punto de vista económico. Esto es debido a que las tensiones de los vapores aumentan con la temperatura y la facilidad de absorción es mayor para tensiones pequeñas; luego será mayor a temperaturas bajas que a temperaturas elevadas.

Como ya hemos visto que la absorción se verifica con desprendimiento de calorías, en muchos aparatos se procura enfriar el absorbente por medio de serpentines de refrigeración.

Un esquema de una instalación de absorción está dibujado en la figura 181. El recipiente A es el de absorción, donde se verifica el contacto entre el líquido absorbente y el gas a tratar; el primero penetra por la tubería *a*) que va a parar a la parte alta del recipiente, mientras que los gases circulan en sentido contrario y entran por la tubería *b*) de la base, saliendo ya tratados por la tubería *c*). El absorbente juntamente con el cuerpo absorbido salen del recipiente por la tubería *d*) a la caja C y son tomados por la bomba P que les conduce al evaporador D.

Un serpentín recalentador efectúa la destilación de la substancia absorbida, que es más volátil y que pasa por la tubería *e*) a un condensador. El líquido absorbente pasa al refrigerante E y de allí al depósito de alimentación del absorbedor. Un recuperador de calor, colocado en M, substituyendo al refrigerante y que calentase a la mezcla que va a pasar al evaporador, disminuiría el gasto de combustible.

El aparato absorbedor A puede ser cualquier aparato de contacto de los descritos cuando la destilación por columnas analizadoras, es preferible aparatos a chorreo, o aparatos a espiras, a resortes, que los aparatos de platillos a burbujeo. El fin perseguido no es otro que el de poner en contacto íntimo el gas y el líquido absorbente.

Procedimiento Bregueat.—Es un método muy bien estudiado que permite la absorción de cantidades de productos muy diluidos en los gases, desde 2 a 4 gramos por metro cúbico de gas en adelante. Empleo de absorbentes neutros y poco costosos, con lo cual pueden emplearse metales comunes para los aparatos de tratamiento, que de no ser neutros los productos son fácilmente atacados y corroídos.

El aparato de Bregueat está diseñado en el esquema nú-

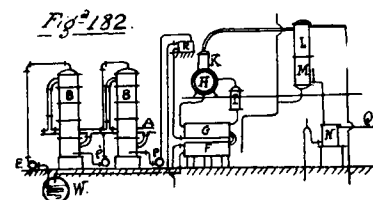
mero 192, formado por un par de aparatos lavadores B, de contacto a contracorriente, en donde penetra el absorbente inyectado por la bomba E, que lo toma del depósito correspondiente. Los gases entran por la tubería A y puede emplearse un lavador o los dos conforme a las necesidades. Los absorbentes y el cuerpo absorbido salen del lavador y elevados por la bomba P pasan a un depósito regulador R, y de éste al evaporador H, por intermedio de un recalentador-recuperador G y de un recalentador I.

Del evaporador H sale una mezcla de vapor de agua y vapores del producto absorbido que pasa por un desflemador K, un condensador L y un refrigerante M, y condensado el líquido recuperado y parte de agua del vapor se decanta el primero en N y pasa por la tubería Q a los depósitos correspondientes.

El absorbente sale caliente del vaporizador H y se refresca en el recuperador de calor G y más tarde en el refrigerante F, pasando al depósito correspondiente W.

Los absorbentes que emplea Bregueat son los cresoles o fenoles cresílicos, orto, para y metacresol, C_7H_8O , y los mismos efectos se obtienen con las orceínas y con otros varios compuestos de función fenólica.

La mayoría de los cuerpos volátiles que se trata de recuperar por estos procedimientos, no se disuelven en estos cuerpos de función fenólica, pero forman una asociación molecular compleja que es fácilmente dissociable por el calor. Como hierven a temperaturas superiores a 225 grados, pueden separarse muy bien por evaporación los bencoles y gasolinas que hierven de los 80 a los 150 grados.



Para la absorción de los hidrocarburos ligeros, gasolinas, benzoles, etc., sea cualquiera el procedimiento o aparato que se emplee, se han venido empleando siempre como disolventes los petróleos densos. Estos cuerpos son realmente disolventes, pero las más de las veces no son perfectos absorbentes, y por tanto, no se realizan las operaciones con la eficiencia que sería precisa, y conviene emplear cuerpos de una función absorbente más marcada.

Estudiando los resultados de la recuperación de benzoles de los gases del alumbrado o de los hornos de cok, ha probado Grebel que los gases después del tratamiento por los aceites pesados contenían todavía 11 gramos de benzol por metro cúbico. Tratando estos gases por los cresoles se consigue un rendimiento mucho más grande, pues mientras los petróleos densos absorben un 2 o 3 por 100 de benzol en las mismas condiciones absorben los cresoles del 10 al 15 por 100. Luego hace falta mucho menos absorbente para la misma proporción de cuerpo absorbido y es por tanto más económico el método.

Sainte Claire Deville propuso el aceite de antraceno destilado a 270 grados para absorber el benzol y la naftalina. M. Baril ha probado una mezcla de aceite de naftalina $2/5$ y de aceite de antraceno $3/5$, que tiene 1,07 de densidad y absorbe 6,25 por 100 de benzol.

Bregueat emplea también en vez de la naftalina, que tiene inconvenientes por su estado sólido, los hidruros de naftalina (la tetralina, decalina, etc.), que presentan las ventajas sin llevar los inconvenientes.

La Compañía Bethlehem Steel emplea para el benzol los productos fenolados compuestos del timol y xilenol, que hierven entre 215 y 240 grados y son algo más económicos que los cresoles. Estos favorecen la absorción de las fracciones ligeras y los hidruros la de las fracciones pesadas.

La tetralina ha de emplearse mucho en el porvenir porque no se polimeriza, ni se resinifica y no absorbe ni el va-

por de agua, ni las impurezas sulfurosas y cianúricas de los gases del alumbrado. Por otra parte, la temperatura influye muy poco en la absorción con este cuerpo. El precio tampoco es elevado, pues viene a ser de 43 a 45 pesetas los 100 kilogramos franco bordo Hamburg.

El procedimiento Carpentier utiliza como absorbente el alquitrán, pero es tres veces menos eficaz que el petróleo denso.

En América el petróleo denso que se utiliza tiene 0,850 de peso específico y destila de 250 a 300 grados. El aceite denso de hulla es algo más absorbente. De estos cuerpos hace falta emplear de 1,5 a 2 litros por metro cúbico de gas tratado.

En Inglaterra el aceite de hulla empleado debe tener una densidad de 1,020 a 1,030 y no hervir nada bajo 200 grados y haber destilado un 70 por 100 a los 300 grados, pero menos de un 90 por 100.

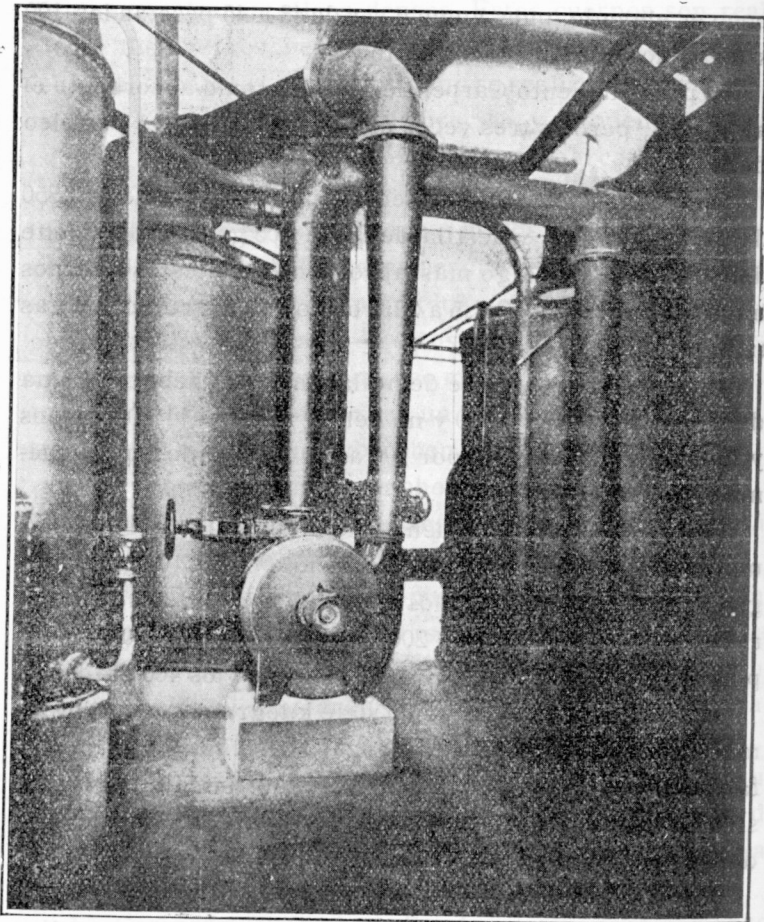
Según Berthelot, un buen aceite de lavado debe destilar un 5 por 100 antes de 200 grados y un 90 por 100 a los 300 grados, con punto seco a los 380 grados, y un aceite ordinario debe destilar antes de 200 grados un 5 por 100 y un 85 por 100 a los 300 grados, con punto seco a los 400 grados.

El consumo de vapor es de siete kilogramos por kilogramo de producto recuperado, benzol o gasolina, en las buenas fábricas, y en las que tienen instalaciones algo antiguas sube a unos 10 o 12 kilogramos trabajando con aceites densos.

Por el procedimiento Bregueat se reduce el gasto de vapor a cinco kilogramos por kilogramo de benzol o gasolina y los aparatos son menos costosos en una mitad. Además aprovechan más el producto a recuperar, porque avanzan la operación, dejando más agotado el gas resultante.

Sobre este punto se discutió extensamente en el Congreso de Combustibles líquidos de 1922, presentando Berthelot la proposición admitida de que se considere un gas

como bien agotado en benzol o gasolina cuando contenga tres gramos solamente, por metro cúbico, con el trabajo con aceites densos y que el máximo debe ser de cinco gramos.



Fot. 18.—Instalación de recuperación de gasolinas con absorbentes tipo «Acticarbone» para 3,000 kilogramos de carbón activado.

Verdaderamente, estos procedimientos no se habían desarrollado en grande escala antes de 1914, desde el punto de vista de economía y de eficacia, y como ya hemos dicho anteriormente, se consideraba como agotado prácticamente

un gas cuando sólo contenía 11 gramos por metro cúbico. Después de esa época, la carestía de jornales, de materiales y las primeras materias ha traído consigo un aquilataamiento en todo lo que se relaciona con recuperaciones, porque hay que buscar la economía en el empleo de materias de fabricación que valen el doble o el triple de lo que antes costaban.

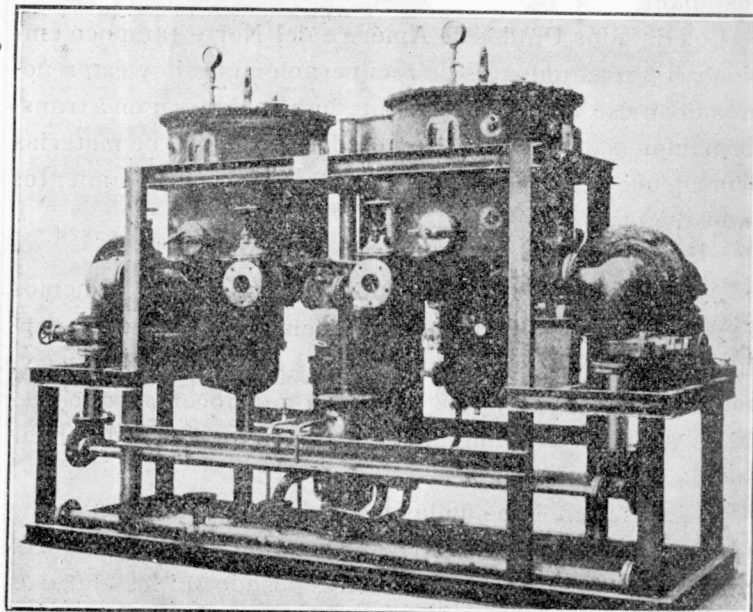
Los Estados Unidos de América del Norte tampoco empleaban procedimientos de recuperación que hoy están poniendo en uso y que seguramente han de dar origen a transformaciones de todos estos métodos de ahorro de materias primas, que originen un gran avance en los procedimientos industriales.

3.º **Por adsorción por productos porosos.**—No hemos de repetir aquí lo que hemos dicho en el párrafo correspondiente a la adsorción de gases por los carbones activados y, por consiguiente, sólo nos resta dar a conocer algunos detalles sobre el tratamiento de gases naturales y describir instalaciones verificadas.

Es indiscutible que dadas las cualidades eminentemente adsorbentes del carbón activado, que no tienen comparación con las que poseen los aceites pesados ni los hidruros de naftalina y cresoles, tiene que ser mucho más seguro y sencillo el tratamiento por los carbones activados.

Se le oponen, por parte de los defensores de los procedimientos de absorción por líquidos, que el carbón activado es muy frágil y debe tener vida muy corta. Le suponen un plazo de tres meses solamente de duración. La mano de obra es más elevada, por motivo de la discontinuidad del procedimiento, y se necesita una mayor fuerza, porque debe trabajarse con el vacío para alturas de dos metros de capa de filtro. Se supone que para 100.000 metros cúbicos de gas por día, con una velocidad de paso por el carbón de 82 milímetros por segundo, con la altura de capa antes indicada, la pérdida

de carga sería de 170 milímetros, siendo precisos 2,5 kilowatios-hora, o sea 22.000 kilowatios-hora por año, admitiendo un rendimiento del 80 por 100 del absorbedor. El gasto de vapor lo calculan en cinco kilogramos por kilogramo de gasolina o benzol. Todos estos datos hay que tener en cuenta que corresponden a las primeras instalaciones de carbón



Fot. 19.—Aparato industrial transportable de recuperación de gasolinas y benzoles, con dos absorbedores de tipo de parrilla horizontal, de la Société de Recherches et d'Exploitations pétrolifères, para carbón Acticarbone.

activado, y por tanto, están muy modificados y reducidos.

Procedimiento Urbain.—La instalación está representada en la figura 128 para 3.000 kilogramos de gasolina por día, análoga a la de la Sociedad Nafta Limanowa, en Boryslaw (Polonia). Consta de tres absorbedores A del tipo ya descrito en el capítulo de la Adsorción, que gracias a la disposición de las tuberías de colectores *a-b* y *c-d* y de las cuatro que las unen, forman una red de comunicación que

puedè aislarse cualquier aparato y hacer entrar y salir le gas y los productos por los puntos que se desee. Esta instalación de absorbedores comunica por la tubería *m-n* con un condensador refrigerador tubular B, donde se verifica la condensación de la gasolina, un segundo condensador C y un decantador o florentín D para separarle del agua.

De estas instalaciones hay montadas actualmente en Polonia ocho, que suman más de 40 toneladas diarias de gasolina extraída de gases naturales.

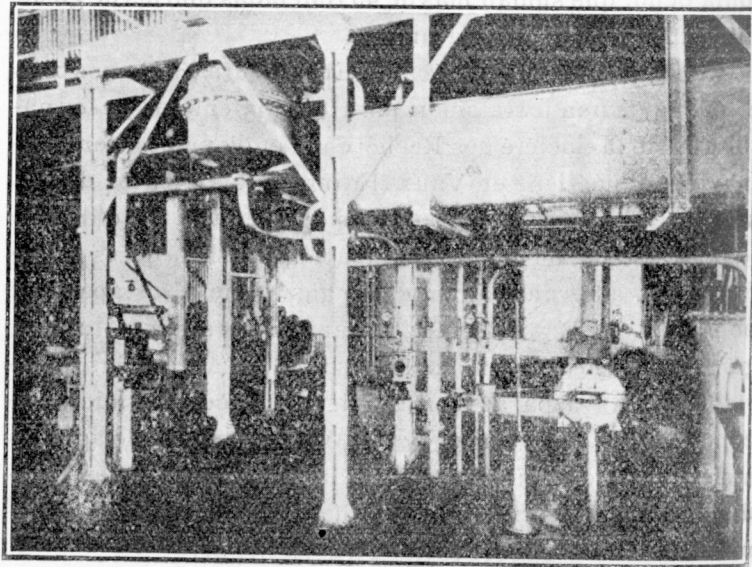
Procedimiento Acticarbone.—En la figura 130 damos otro esquema de una instalación para tratamiento de gases naturales de la Société des Recherches et d'exploitations petrolifères, que tiene en Vaux (Francia) yacimientos de gases naturales que explota. El sistema es tan sencillo que toda la instalación queda reducida a dos absorbedores A que funcionan alternativamente. El gas viene a los aparatos por la tubería B y sale para los gasómetros por la tubería general C. Los vapores de la gasolina pasan por las tuberías D y van a parar a un refrigerador-condensador que condensa los hidrocarburos volátiles y el vapor de agua, y ambos productos liquidados pasan al florentín o decantador F, donde se separan, y de allí al depósito de almacenamiento.

El costo del kilogramo de gasolina extraída del gas no pasa de 10 a 15 céntimos de valor total; la casa constructora asegura un rendimiento de 90 por 100, un gasto de vapor de 2,5 kilogramos por kilogramo de gasolina recuperada y un consumo máximo de carbón activado de un kilogramo por tonelada de gasolina recuperada. Los gases naturales en Vaux tienen una proporción de 25 a 30 gramos por metro cúbico, y los aparatos empleados son del tipo de 3.000 kilogramos de carbón activado de carga.

Hasta la fecha tienen instaladas 17 centrales de recuperación de gasolina en Francia y una en Polonia, con cargas de más de 70 toneladas de carbón activado.

Procedimiento Carbo Unión.—En la figura 129 damos un esquema de la instalación que acaba de instalar en Rumania la Sociedad Astra Romana para recuperar de 13 a 20.000 kilogramos diarios de gasolina de los gases de los sondeos de petróleo.

La concentración de la gasolina en el gas es de 140 gra-

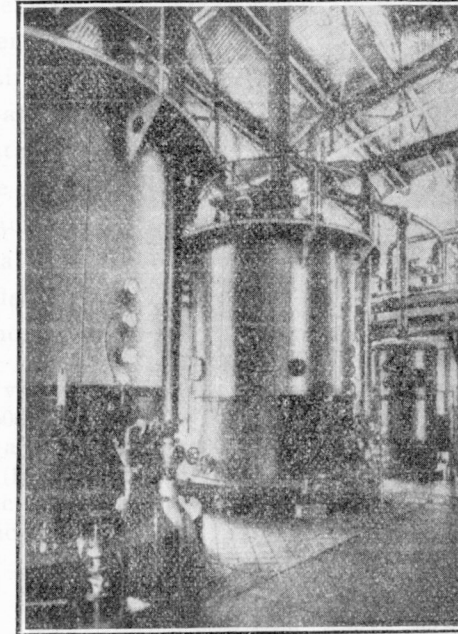


Fot. 20.—Instalación de desgasolinación, de la Societé Petrolul Buciresti, en Bucarest, instalada por la Carbo-Unión. Parte de los aparatos de regulación y medida, probetas de gasto y motores.

mos por metro cúbico y desciende algunas veces hasta 100 gramos. La instalación que trabaja con concentración viene a dar un rendimiento muy próximo al 100 por 100. La Sociedad constructora explica este alto rendimiento porque admite que el procedimiento de ensayo de los gases Burrell-Oberfell ha dejado de hacer constar la existencia de algunos hidrocarburos imposibles de condensar por el procedimiento de ensayo y que, sin embargo, el carbón los ab-

sorbe y condensa la instalación, porque trabaja a refrigeración por hielo.

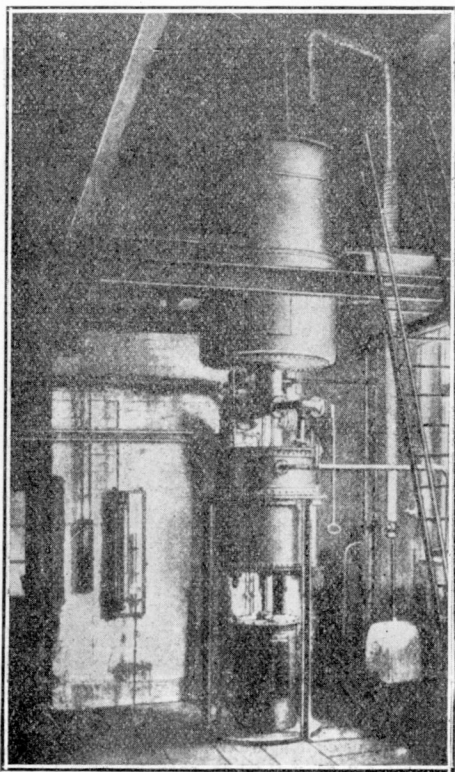
Consta de seis absorbedores, de los que tres están constantemente en trabajo de absorción y los otros tres en la destilación de la gasolina y secado de carbón activado. La operación es continua durante las veinticuatro horas. Los



Fot. 21.—Sala de absorbedores de la instalación de la Sociedad Astra Rumana, representada en la figura 129. En primero y segundo término, los absorbedores *e* y *d*), y al fondo, economizador de vapor *g*), y tuberías a los condensadores *h* e *i*).

gases pasan primeramente por dos absorbedores limpiadores que tienen una carga de materias deshidratantes calizas para absorber la humedad del gas, que entra seguidamente de estos purificadores *r* y *s* a la serie de absorbedores *a*, *b*, *c* (suponiendo que los otros tres *d*, *e* y *f* estén en la destilación y secado).

La mezcla de gasolina y vapor de agua sale por la tubería general *t-t'* y pasa por el recuperador *g*, que a expensas del calor de esos productos suministra vapor de agua para el principio de la destilación de la gasolina, luego ya más refrigerada la mezcla pasa a los condensadores *h*), *i*)



Fot. 22.— Aparato para recuperación del benzol, tipo Carbo-Unión, para pequeñas instalaciones.

y al compresor *l*, que después de comprimir la mezcla la envía al condensador-refrigerador *m*. Este ciclo sólo se emplea para la gasolina de primera pasada, o sea la que comienza a destilar el absorbedor, mientras se calienta con serpentín, que son los vapores más ligeros y más difícil-

mente condensables; por eso se les comprime y por expansión se les enfría y condensa. En cuanto ya se admite el vapor de agua para aumentar la destilación de la gasolina, ya pasan los productos a los condensadores *h-e i*) y después ya no van al compresor, sino al refrigerador *k*. Estas dos gasolinas de ambas operaciones se reúnen o la primera se mezcla con bencina pesada para obtener un producto más ligero que la bencina.

Los ventiladores *n*) y *o*) y un ventilador auxiliar *p*) de reserva sirven para inyectar el aire frío, que ha de refrescar a los absorbedores después del secado.

La instalación está dotada de todos los medios de verificación de las temperaturas en todos los puntos deseables y de regulación de la presión del vapor.

Los gastos que intervienen en la operación pueden calcularse del siguiente modo, para una recuperación de 1.000 kilogramos de gasolina:

Gasto de vapor. 3 a 4.000 kilogramos.....	a 0,007	21,00	a	28,00
Fuerza, 500 a 1.000 kilowatios-hora	a 0,15	7,50	a	15,00
Agua, 10 a 30 metros cúbicos	a 0,20	2,00	a	6,00
Jornales (1).....		5,40	a	8,10
Carbón activado		2,86	a	7,15
Varios, aceites, etc.....		5,60	a	9,80
		44,36		74,05
		TOTAL PESETAS.....		

que viene a ser un gasto de 0,0444 a 0,074 pesetas por kilogramo de gasolina recuperada.

En los jornales (1) hemos calculado dos obreros o tres obreros por relevo de ocho horas, que pueden vigilar cómodamente la instalación de 10.000 kilogramos, y mucho mejor las más pequeñas. Los gastos mayores corresponden a instalaciones más pequeñas y montadas con menos eficiencia.

Aumentando gastos de Dirección, administración, amortizaciones, etc., puede muy bien calcularse como máximo

de 0,13 a 0,22 pesetas por kilogramo de gasolina recuperada, que es trabajo efectuado económicamente y que deja margen a todos los beneficios.

Otros métodos. — Desde hace poco tiempo parece que existe una tendencia a emplear procedimientos mixtos en los que intervienen primeramente el método de compresión y se termina la operación por el de absorción.

En este caso el trabajo de compresión no se lleva más que a unas ocho atmósferas, y pueden emplearse compresores menos potentes y las instalaciones son más fáciles de conducir. Una vez comprimido y expandido rápidamente, al penetrar en los absorbedores, el gas está en condiciones de que todos los productos volátiles sean rápidamente absorbidos, porque se encuentran en un estado de comienzo de condensación y de separación del gas que es muy favorable a la operación. Sin embargo, no podemos dar detalles de marcha de ninguna instalación, porque seguramente no habrán sido industrialmente desarrollados.

(Continuará.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de agosto de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	429.176
Antracita.....	1.844
TOTAL.....	431.020

Coque..... 15.000 toneladas.
Aglomerados..... 13.936 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.334

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.017
Lignito.....	15.401
TOTAL.....	17.418

Producción de coque: 610 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	37.240

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.546
Antracita.....	11.376
TOTAL.....	32.722

Aglomerados..... 4.285 toneladas.
Coque..... 3.473 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.129

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	60.671
Antracita.....	18.660
TOTAL.....	79.331

Aglomerados..... 15.174 toneladas.
Coque..... 1.486 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.298
Antracita.....	12.867
TOTAL.....	32.165

Aglomerados..... 15.185 toneladas.
Coque..... 67 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.229
Coque de gas.....	369 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.000
Aglomerados de hulla.....	6.523 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	6.707

Valencia

Coque metalúrgico..... 9.063 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 385 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 32.753 toneladas.
 Aglomerados..... 2.594 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.962
Aglomerados.....	37
Coque de gas.....	230

Producción de combustibles durante los meses de enero a agosto de 1929

	Meses anteriores	Agosto	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	305.063	44.747	347.810
Hulla.....	3.743.363	584.748	4.228.111
Lignito.....	241.532	29.762	271.294
TOTAL	4.286.958	659.257	4.847.215
Coque.....	344.473	63.051	407.524
Aglomerados.....	306.715	56.119	362.834

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a agosto de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Agosto	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	2.416.693	297.045	2.713.738
Benzol 50 por 100 (medio)...	120.135	22.182	142.317
Solvent-nafta (pesado).....	260.186	62.313	322.499
Otros tipos.....	385.911	45.501	431.412
TOTAL	3.182.925	427.041	3.609.966
Aceites crudos (alquitranes)	21.306.214	3.129.693	24.435.907

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	3.257.133	517.526	3.774.659
Gasolinas y similares.....	280.924	40.865	321.789

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de agosto de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	70.355
Coruña (Galicia).....	15.121
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	3.121
Granada-Málaga.....	45.887
Huelva.....	38.669
Jaén.....	1.915
Murcia.....	10.722
Oviedo.....	8.365
Santander.....	68.537
Sevilla.....	10.570
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	65.868
Vizcaya.....	253.717
Zaragoza.....	2.986
TOTAL.....	593.213
Meses anteriores.....	3.107.918
TOTAL A LA FECHA.....	3.701.131

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	>	8.184	>	>	>
Coruña.....	>	>	>	>	>
Guipúzcoa.....	1.488	1.716	>	>	>
Oviedo.....	9.422	10.391	>	>	>
Santander.....	4.305	3.004	>	>	>
Sevilla.....	>	>	>	>	>
Valencia.....	10.300	14.864	>	>	>
Vizcaya.....	40.111	50.736	>	>	>
TOTAL.....	65.626	88.895	>	>	>
Meses anteriores	414.303	536.917	1.294.286	>	>
T. A LA FECHA.	479.929	625.812	1.294.286	>	>

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	>	>
Badajoz.....	>	>
Barcelona-Lérida.....	280	>
Ciudad Real.....	99	>
Córdoba.....	403	323
Guipúzcoa.....	444	>
Murcia.....	1.692	>
Oviedo.....	>	2.205
Santander.....	6.070	>
TOTAL.....	8.988	2.528
Meses anteriores.....	57.938	4.868
TOTAL A LA FECHA.....	66.926	7.396

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	>	>	>	337.000	>
Huelva....	363.635	1.376.000	>	>	>
Murcia....	>	>	>	>	>
Oviedo....	>	>	103.000	71.000	>
Sevilla....	1.559	>	>	>	29.000
TOTAL..	365.194	1.376.000	103.000	408.000	29.000
Meses anteriores.	2.040.595	7.585.591	333.406	4.005.845	162.000
T. FECHA.	2.405.789	8.931.591	436.406	4.413.845	191.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.097
Oviedo.....	118
TOTAL.....	1.215
Meses anteriores.....	10.648
TOTAL A LA FECHA.....	11.863

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	15	,
Badajoz.....	338	,
Barcelona-Tarragona.....	393	176
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	596	,
Córdoba.....	2.575	4.376
Granada-Málaga.....	133	968
Guipúzcoa.....	40	304
Jaén.....	6.290	1.630
Murcia.....	1.345	4.660
Santander.....	1.103	,
Sevilla.....	,	,
TOTAL.....	12.828	12.114
Meses anteriores.....	82.302	66.860
TOTAL A LA FECHA.....	95.130	78.974

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se destina a la Escuela de Capataces de Bilbao al Ingeniero tercero D. Francisco Rived Revilla.

Se destina al Distrito minero de Huelva al Ingeniero tercero D. Urbano Gámir Montejo.

Se destina al Distrito minero de Granada al Ingeniero primero D. Darío Arana.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de septiembre de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de septiembre de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Almería...	Benahadux.....	Demasia a la mina San Antonio..	Azufre....	6,9487	D. Antonio Villazón.
Idem.....	Gádor.....	La Llave.....	Idem.....	72	Idem.
Idem.....	Benahadux.....	Parker.....	Idem.....	30	D. Francisco Clemente Baeza
Idem.....	Gádor.....	Sicilia.....	Idem.....	9	» Gregorio Martínez.
Idem.....	Idem.....	Santa Ana.....	Idem.....	60	D. ^a Ana Orland.
Idem.....	Idem.....	Italia.....	Idem.....	15	D. Gregorio Martínez.
Idem.....	Benahadux y Gádor...	Ntra. Sra. de Araoz...	Idem.....	116	» Francisco Clemente Baeza
Idem.....	Enix.....	Texas.....	Idem.....	88	Idem.
Idem.....	Lucainena de las Torres	San Antonio de Padua.	Hierro....	28	D. Andrés Rivas Pérez.
Idem.....	Pechina.....	El Complemento.....	Idem.....	15	» Joaquín López.
Idem.....	Padules.....	Ampliación a Virgen del Mar...	Idem.....	21	» Luis Soria.
Idem.....	Níjar.....	Victoria.....	Idem.....	47	» Toribio Alvarez García.
Idem.....	Almería.....	Solución.....	Indeterminado..	24	» Manuel Fernández de Córdoba.
Idem.....	Idem.....	Victoria.....	Idem.....	20	» Carmelo Briñón.
Idem.....	Níjar.....	Mi Antonio.....	Oro.....	151	» Antonio Abellán Gómez.
Idem.....	Idem.....	Mi Paco.....	Idem.....	108	Idem.
Idem.....	Alhama de Almería	María.....	Plomo.....	100	D. Juan Lázaro de la Rosa.
Idem.....	Cuevas de Vera.....	Demasia a Veir para ver.....	Idem.....	0,0057	» Ubaldo Abad.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Ampliación a Bar...	Idem.....	0,0052	» Antonio de Haza.
Ciudad Real	Anchuras.....	La Raia.....	Plomo.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Enjambre.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Horcajuelos Norte.....	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Idem.....	Navapeones.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Fresnedosilla.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	El Brillante.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Horcajuelos Sur.....	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Los Pozuelos de Calatrava..	La Milagrosa.....	Hierro....	24	D. Adrián Serrano.
Idem.....	Idem.....	Santo Domingo.....	Idem.....	18	» Evelio Muñoz.
Idem.....	Villar del Pozo.....	Palmira.....	Idem.....	24	» Virgilio Moreno.
Coruña.....	Boiro.....	Ampliación a la mina Florita...	Estaño....	37	» Manuel Sojo Núñez.
Gerona.....	Ribas del Fresser.....	Carmelina.....	Carbón....	20	» Esteban Vázquez.
Idem.....	San Feliú de Buxalleu.	Leby Margarita.....	Hierro....	115	» Dionisio Ortego.
Idem.....	Biradella.....	Abel.....	Petróleo..	20	» Ricardo Costa.
Idem.....	Montagut y Oix.....	3. ^a Ampliación a Mercedes.	Idem.....	103	» Anselmo de Riu.
Idem.....	Viure.....	Mami Natalia.....	Idem.....	20	» Ricardo Costa.
Granada...	Güéjar-Sierra.....	Previsión.....	Calamina..	21	C. ^a General de Electricidad.
Idem.....	Dílar.....	Almadén 2. ^o	Cinabrio..	35	D. Leonardo Montalbes.
Idem.....	Albolote.....	Ntra. Sra. de los Angeles...	Indeterminado..	19	» Pedro Moreno Agrela.
Idem.....	Güéjar-Sierra.....	Pepito.....	Idem.....	33	Sdad. Mármol y Minerales Sierra Nevada.
Idem.....	Idem.....	Nuestra Reina.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Albuñuelas.....	Toribio.....	Plomo.....	20	D. José López Martínez.
Idem.....	Orjiva.....	San Fernando y San Diego.	Idem.....	26	» Fernando Estévez.
Guipúzcoa.	Oyarzun.....	Aumento a Incensoro..	Hierro....	4	S. A. Minas de Cartes.
Lérida.....	Llanera.....	2. ^a Demasia a Sellés ..	Salas alcalinas.	8	Sociedad General de Industria y Comercio.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Sellés.....	Idem.....	3	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a Demasia a Sellés...	Idem.....	1,58	Idem.
Idem.....	Molsosa.....	Demasia a Pinós.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Pinós.....	Demasia a Pinós 3. ^a ...	Idem.....	35	Idem.
Idem.....	Idem.....	Demasia a 2. ^a Pinós...	Idem.....	6	Idem.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS
Lérida.....	Pinós.....	Demasia a Pinós 3. ^a ...	Sales alcalinas..	20	Sociedad General de Industria y Comercio.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Pinós.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Pinós 3. ^a ...	Idem.....	21	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	31	Idem.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Pinós.....	Idem.....	2	Idem.
Idem.....	Pinós y Molsosa.....	Idem.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Riner.....	Demasia a 3. ^a Nueva Cardona	Idem.....	16	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a Dem. ^a a 3. ^a Nueva Cardona	Idem.....	7	Idem.
Idem.....	Idem.....	1. ^a Dem. ^a a 3. ^a Nueva Cardona	Idem.....	2,99	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a Dem. ^a a 3. ^a Nueva Cardona	Idem.....	7	Idem.
Navarra....	Baztán.....	Bienvenida.....	Hierro.....	49	D. Francisco Echevarría.
Idem.....	Idem.....	Suerte.....	Idem.....	18	Idem.
Idem.....	Donamaría.....	Navarra.....	Idem.....	322	Idem.
Idem.....	Valle del Baztán.....	Esperanza 2. ^a	Idem.....	436	Idem.
Oviedo.....	Langreo.....	Carbonera 2. ^a	Hulla.....	8	D. Luis González del Busto.
Idem.....	Idem.....	Carbonera 3. ^a	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Cabrales.....	María Lucía.....	Mercurio..	46	D. Manuel Martínez Cordero.
Idem.....	Cabrales y Onís.....	Eduardo 2. ^o	Idem.....	20	Idem.
Orense.....	Beariz.....	Santa Juana.....	Estaño.....	130	D. Enrique Vidiella.
Idem.....	Castelle.....	Conchita.....	Idem.....	10	» Manuel Rodríguez.
Idem.....	Castelle y Amonge.....	Luis Belarmino.....	Idem.....	60	» Luis Gil.
Idem.....	Gomesende.....	Ampliación a Sultana.....	Idem.....	160	» Julio Junquera.
Idem.....	Irijo.....	Tangra.....	Idem.....	220	Idem.
Idem.....	Idem.....	Santa Tecla.....	Idem.....	20	D. Manuel Prieto.
Idem.....	Viana del Bollo.....	San José.....	Prata arsenical.	12	» Maximino de Castro.
Idem.....	Buenavista.....	Florida.....	Idem.....	160	» José María Casaña.
Idem.....	La Orotava.....	El Milagro.....	Idem.....	20	» Arturo Verganza.
Soria.....	Berlanga de Duero.....	Los Jerónimos.....	Cinabrio..	32	» Luis González Prieto.
Idem.....	Idem.....	Las Jerónimas.....	Hierro.....	102	» Serafín Esparza.
Idem.....	Idem.....	Trinidad.....	Idem.....	72	» Luis González Prieto.
Tarragona..	Tivisa.....	Consuelo.....	Hierro.....	35	Sociedad Colectiva Burida, Ferrer y Lozano.
Zaragoza...	Villarreal del Huerva..	El Rosario San José....	Idem.....	20	D. Domingo Guily.
Idem.....	Remolinos.....	Manolita.....	Sal.....	5	» Mariano Molinos.

Catastro minero

Se ha practicado la rectificación del catastro minero de las provincias de Almería, Ciudad Real, Coruña, Gerona, Granada, Guipúzcoa, Lérida, Navarra, Oviedo, Orense, Salamanca, Santa Cruz de Tenerife, Soria, Tarragona y Zaragoza.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto-ley declarando que el Estado, con carácter de descubridor, y cuando se trate de yacimientos minerales en que la producción ofrezca un especial interés, bien para el mayor desarrollo industrial o agrícola del país, bien para fines relacionados con la defensa del Reino, podrá reservarse los terrenos en que dichos yacimientos se hallen enclavados, con tal de que se encuentren francos y registrables minерamente considerados. ("Gaceta" del 8.)

EXPOSICIÓN

Señor: El Decreto-ley de Bases de 29 de diciembre de 1868, fundamento de nuestra legislación minera, con sus dos principios esenciales de facilidad para la concesión y seguridad en la posesión, y su espíritu de amplia liberalidad, contribuyó por modo extraordinario al desenvolvimiento de la minería nacional, llevándola al notable grado de desarrollo en que hoy se encuentra.

Los preceptos de aquella disposición fueron con tanto acierto concebidos y desarrollados, que pudieron sostenerse con carácter de absoluta generalidad hasta el año 1914, y pueden aún hoy conservarse en vigor para la concesión y aprovechamiento de un buen número de substancias del reino mineral.

Mas el año indicado, con motivo de la gran guerra, pudo apreciarse que cuando se trata de substancias minerales indispensables para la preparación de abonos agrícolas, para las necesidades de industrias vitales a la economía nacional o para fines relacionados con la defensa del Reino, es de absoluta necesidad estar preparados para movilizar las reser-

vas naturales del subsuelo patrio, y ello no puede realizarse más que con una intervención activa del Estado, a la cual constituía un obstáculo insuperable la liberalidad apuntada en nuestra legislación minera, que permite, mediante el pago de un reducido canon de superficie, tener inactivas las concesiones y otorgar a los particulares el derecho a obtener cualquier número de pertenencias en todo terreno que mineramente considerado se halle franco y registrable.

Ello dió origen a la promulgación del Real decreto de 1.º de diciembre de 1914, reservando al Estado la facultad de excluir temporal o definitivamente del derecho público de registro aquellos terrenos francos que designe el Ministerio de Fomento, con objeto de investigar, descubrir y en su caso aprovechar yacimientos de las substancias minerales a que hemos hecho referencia.

Comprobada posteriormente por empresas particulares la existencia en la región catalana de muy importantes yacimientos de sales potásicas, de tan vital interés para el desarrollo de la Agricultura, comprendió el Poder público que la concesión y aprovechamiento de los mismos no podían quedar sujetos solamente a los preceptos del expresado Decreto-ley de Bases, y en su virtud, se promulgó en 24 de julio de 1918 la llamada ley de Minas potásicas, declarándolas sujetas a la intervención del Estado en cuanto a la concesión, explotación y regulación y venta de los productos se refiere, en la forma y términos que la misma prescribe.

En cuatro artículos adicionales de la expresada Ley se recogieron los preceptos del Real decreto de 1.º de octubre de 1914 relativo a reservas de terrenos a favor del Estado; pero no refiriéndose concretamente a las sales potásicas, sino dándole un carácter de mayor generalidad al hacer extensivo aquel articulado a toda clase de yacimientos en que la producción sea considerada como de interés general, lo cual demuestra que el legislador, ante la consideración de

que dicho Decreto no tenía carácter de verdadera Ley, quiso conferírsele estructurándolo de paso en la forma que se estimó más conveniente al interés público.

En realidad parece lógico que estas disposiciones adicionales se hubieran desarrollado, por su carácter de cierta generalidad, en una ley especial distinta de la de Minas potásicas, y ello, que entonces no se reputó indispensable, se hace cada vez más necesario, ya que, debido a los constantes progresos de la técnica, el índice de las substancias minerales de marcado interés público resulta de día en día acrecentado.

Estimándolo de esta manera, el Gobierno de V. M. ha creído conveniente recoger en un cuerpo de doctrina las disposiciones adicionales de la referida Ley, complementándolas con arreglo a mayores previsiones y modificando alguno de sus preceptos en forma más adecuada a la soberanía nacional, todo ello con arreglo a las normas y fundamentos que a continuación se expresan.

El resultado de los estudios e investigaciones realizados en los terrenos que el Estado estime conveniente reservarse temporalmente, al efecto de descubrir y, en su caso, aprovechar, nuevos criaderos de substancias que considere de interés nacional, puede ser vario y diferentes, por tanto, deberán ser las decisiones que el mismo Estado adopte en vista de aquel resultado.

Puede éste, considerando la hipótesis más favorable, ser negativo en orden a la existencia del criadero en la zona reservada o, por lo menos, contrario a la posibilidad de una explotación remuneradora, y en este caso, la consecuencia no puede ser otra que la renuncia por parte del Estado a la continuación de la reserva y la consiguiente declaración de nueva franquicia y registrabilidad de los terrenos objeto de aquélla, que aun sin contener las substancias que el Estado buscaba, pueden acaso encerrar otras de menor interés público, pero capaces de aprovechamiento industrial.

Puede ocurrir también que dentro de los terrenos objeto de la reserva temporal aparezcan criaderos de substancias minerales de la índole que se viene considerando, pero en circunstancias tales, que no permitan establecer solamente sobre ellos una explotación de la debida importancia y existan en sus inmediaciones minas de esas mismas substancias otorgadas anteriormente a particulares, que podrian extender fácilmente su laboreo a aquellos criaderos con un aprovechamiento más económico y racional de los mismos, en cuyo caso procede su cesión por el Estado a los mineros colindantes, distribuyéndoles entre ellos en la forma y modo más conveniente, desde el punto de vista técnico, si bien dicha cesión haya siempre de hacerse bajo las condiciones especiales previstas en la ley de Minas potásicas que sean aplicables al caso y gravando su explotación con un canon especial por tonelada extraída, aparte de los impuestos mineros generales, gravamen que está perfectamente justificado por el desembolso que al Estado habría producido el estudio e investigación de aquellos criaderos.

Finalmente, la última hipótesis que cabe considerar es el caso más favorable de que los estudios y trabajos realizados hayan demostrado cumplidamente la existencia de yacimientos minerales de señalada importancia y susceptibles por sí solos de explotaciones intensas y económicas, en cuyo caso procede indudablemente que la reserva temporal de los terrenos sea elevada a definitiva.

Ahora bien; para estos casos de reserva definitiva prevé el artículo adicional 4.º de la ley de Minas potásicas la explotación directa de los yacimientos por el Estado, o su arriendo o su enajenación, y si bien a las dos primeras previsiones no cabe oponer ningún reparo, la enajenación tiene el grave inconveniente de que el Estado se desprenda permanentemente de la propiedad de una parte del subsuelo nacional, lo que no debe admitirse; pudiéndose lograr un resultado análogo mediante el otorgamiento de concesiones

mineras especiales por tiempo limitado, aunque amplio, fijándose un capital mínimo y una cantidad también mínima de mineral a explotar, reconociéndose al Estado una participación progresional en los beneficios de la Empresa, el derecho a intervenirla técnica y administrativamente, y si preciso fuera, la obligación del pago de una cantidad alzada en metálico al otorgarse la concesión.

Claro está que esas condiciones especiales, siguiendo el espíritu de nacionalización de la industria minera que inspiró el Real decreto de 14 de junio de 1921, deberán otorgarse solamente a españoles o Sociedades constituidas y domiciliadas en España, y que para mayor garantía habrán de ser acordadas en Consejo de Ministros.

Es de señalar que dado el tiempo transcurrido desde la promulgación del Decreto-ley de Bases de 1868 y la actividad incesantemente desplegada por los particulares, el descubrimiento de los nuevos yacimientos minerales que puedan existir en el subsuelo nacional no es ya empresa fácil que pueda ser acometida sólo por la iniciativa particular, siendo necesario para poder conseguir un aumento en el índice de nuestra riqueza minera que el Estado continúe perseverantemente la actividad que viene desplegando sobre el particular, con la inteligencia y decidida cooperación del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas.

Los estudios que constantemente realiza el Instituto Geológico y Minero de España, en el orden expresado, vienen traduciéndose en la reserva temporal de un buen número de terrenos; mas las posibilidades presupuestarias del Estado en asuntos de carácter tan aleatorio como el que nos ocupa no le permiten efectuar simultáneamente en aquellos terrenos reservados, y en los que continúe reservándose, los trabajos de investigación necesarios, por cuya circunstancia se hace conveniente admitir para llevarlos a cabo con la rapidez posible el concurso de aquellas entidades particulares a quienes los asuntos mineros puedan interesar, y precisa-

mente para facilitar ese concurso se prevé también la posibilidad de otorgar en los terrenos reservados temporalmente concesiones mineras especiales, en forma análoga a la indicada para los que hubieran sido objeto de reserva definitiva, pero imponiéndolas además la condición de realizar un plan mínimo de investigaciones en el tiempo y forma más convenientes al interés público.

Complemento de las disposiciones que en los aspectos indicados ahora se dicten serán otras que el Poder público ha de estudiar en orden al beneficio de los yacimientos minerales que queden sólo sujetos a la legislación minera ordinaria, con objeto de estructurar sus explotaciones en la forma más conveniente a la economía nacional, como se ha hecho ya con satisfactorios resultados por lo que a los carbones y minerales de plomo se refiere.

Fundado en cuanto queda expuesto, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Real decreto-ley.

Madrid, 7 de septiembre de 1929.—Señor: A. L. R. P. de V. M., *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO-LEY

Núm. 1.957.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros, y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º El Estado, con carácter de descubridor, cuando se trate de yacimientos minerales en que la producción otrezca un especial interés, bien sea para el mayor desarrollo industrial o agrícola del país, bien para fines relacionados con la defensa del Reino, y previos estudios realizados por las Jefaturas de Minas de los Distritos y por el Instituto Geológico y Minero de España, podrá reservarse

los terrenos en que dichos yacimientos se hallen enclavados, con tal de que se encuentren francos y registrables minieramente considerados.

No entrarán en los terrenos que puede reservarse el Estado los espacios francos considerados como demasías, para cuya concesión tienen preferencia, conforme a la vigente legislación minera, los dueños de las minas colindantes. Tampoco entrarán en esos terrenos a reservarse por el Estado los comprendidos entre concesiones por registros particulares cuya superficie no llegue a 40 hectáreas, salvo en los casos de concentraciones extraordinarias de mineral. Estos terrenos se adjudicarán por los Gobernadores civiles a los concesionarios de minas colindantes, previa propuesta formulada por el Instituto Geológico y Minero de España, oyendo a la Jefatura de Minas del Distrito respectivo.

Art. 2.º A los efectos del artículo anterior, cuando de los estudios efectuados por el Instituto Geológico se deduzca la probabilidad de que en alguna comarca determinada existan yacimientos minerales de la índole anteriormente expresada, se excluirán temporalmente del derecho público de registro minero los terrenos francos que se consideren necesarios, los cuales se demarcarán, aunque con carácter provisional, a favor del Estado.

Art. 3.º Los terrenos así excluidos temporalmente por el Estado del derecho público de registro minero podrán, según los casos y previos los requisitos que más adelante se expresan:

- a) Ser declarados de nuevo libremente francos y registrables;
- b) Ser declarados registrables y su concesión sujeta a las disposiciones aplicables de la ley de Minas potásicas de 24 de julio de 1918, debiendo figurar necesariamente entre las condiciones especiales que con arreglo a lo preceptuado en la misma pueden serle impuestas, la de quedar gravada la explotación de un modo permanente, con un canon a fa-

vor del Estado sobre cada tonelada de producto que sea librado por el concesionario, bien al consumo nacional, bien a la exportación;

c) Ser elevada a definitiva la exclusión temporal.

Cada una de estas tres decisiones podrá referirse a la totalidad de la zona reservada o a la parte reservada que en cada caso se determine.

El acuerdo a) se adoptará cuando de los estudios realizados se derive fundadamente la falta de probabilidades de que existan en toda la zona o en la parte de la misma a que el acuerdo se refiera yacimientos minerales de la índole expresada en el artículo 1.º, sin que ello sea óbice para que puedan existir otros minerales cuyo aprovechamiento no revista aquel interés especial.

El acuerdo b) procederá en los casos en que, aun existiendo yacimientos de aquella índole, sus características sean tales que no permitan establecer, dentro de la zona reservada o de la parte de la misma objeto de la decisión, una explotación de la debida importancia, y existan lindando con los mismos concesiones mineras anteriormente otorgadas a entidades o particulares que puedan extender a ellos fácilmente sus trabajos, con un aprovechamiento más económico y racional de aquellos yacimientos.

El acuerdo c) será de aplicación cuando los estudios y trabajos realizados hayan demostrado cumplidamente la existencia de yacimientos minerales importantes y susceptibles por sí solos de explotaciones intensas y económicas en los terrenos objeto de la exclusión definitiva del derecho público de registro.

Art. 4.º Las propuestas para aplicación de lo prescrito en el artículo anterior, serán formuladas en todo caso por el Instituto Geológico y Minero de España, e informadas por el Consejo de Minería, resolviéndose por acuerdo del Consejo de Ministros sin ulterior apelación.

Art. 5.º Cuando proceda aplicar el acuerdo b) del ar-

tículo 3.º, es decir, cuando se declaren registrables (aunque sujetos a las prescripciones de la ley de Minas potásicas, en lo que se refiere a intervención del Estado en la explotación, regulación y venta de los productos y de la obligatoriedad de trabajar las concesiones, ya para investigarlas, ya para explotarlas) terrenos reservados temporalmente a favor del Estado, su concesión se otorgará a los concesionarios de las minas colindantes, distribuyéndolos convenientemente entre los mismos, previa propuesta formulada, con arreglo a las circunstancias particulares de cada caso, por la Jefatura de Minas del distrito respectivo e informe del Instituto Geológico y Minero de España y del Consejo de Minería, cuyos propuesta e informe, aparte las condiciones especiales que proceda imponer, se referirán expresamente a la cuantía del canon a favor del Estado que permanentemente habrá de gravar la venta de los productos procedentes de los terrenos objeto de la concesión. Cuando todas las minas colindantes pertenezcan al mismo concesionario, se adjudicará a éste el total de los terrenos.

Art. 6.º La exclusión definitiva, o sea la reserva a favor del Estado, de un criadero descubierto, siguiendo los trámites prescritos en el artículo 2.º, se llevará a cabo mediante Real decreto por el Ministro de Fomento y según acuerdo del Consejo de Ministros, previos informes del Instituto Geológico y Minero de España y del Consejo de Minería. Toda exclusión de esta clase se hará pública en la *Gaceta de Madrid* y en el *Boletín oficial* de la provincia respectiva, deslindando minuciosamente la demarcación reservada.

Art. 7.º El Estado podrá en cada caso explotar por su cuenta los yacimientos minerales comprendidos en cualquier zona definitivamente reservada, o bien ceder ésta a españoles o Sociedades constituidas y domiciliadas en España a título de concesión minera especial, que en vez de por el Gobierno civil respectivo, será otorgada por el Ministro de Fomento, previo acuerdo del Consejo de Minis-

tros, por un tiempo limitado que no podrá exceder de sesenta años, quedando, al finalizar éste, a favor del Estado todas las obras e instalaciones hechas y material adquirido, fijándose un capital mínimo y una cantidad mínima también de mineral a explotar por años; reconociéndose al Estado una participación progresional en los beneficios de la Empresa explotadora, ya sea en metálico, ya en productos acabados, a elección del mismo, y el derecho a designar un Interventor técnico, Ingeniero de Minas, el Ministro de Fomento y otro administrativo, del Cuerpo Pericial de Contabilidad, el Ministro de Hacienda; pudiendo imponerse también, cuando la importancia del yacimiento lo aconseje, la obligación del pago de una cantidad en metálico al otorgarse la concesión.

Si el Estado hubiera de realizar directamente la explotación de alguno o algunos de los criaderos descubiertos, se plantearán y ejecutarán las labores bajo la dependencia del Ministerio de Fomento, confiándose la dirección de éstos a Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas, que ejercerán sus funciones sometiéndose a la inspección de un Comité técnico, presidido por un Inspector general de dicho Cuerpo y constituido por los Ingenieros jefes y por un funcionario del Ministerio de Hacienda, actuando de Secretario un Ingeniero subalterno, también de Minas.

Art. 8.º El Estado, con objeto de poder acelerar en beneficio del interés público la investigación de los terrenos reservados temporalmente, sin traspasar las consignaciones presupuestarias, podrá, previo acuerdo del Consejo de Ministros, a propuesta del de Fomento, otorgar como concesión minera especial a entidades particulares alguno o algunos de aquellos terrenos reservados temporalmente. Las condiciones en que habrán de otorgarse dichas concesiones serán las mismas que se indican en el artículo anterior, salvo lo que se refiere a la posibilidad de imponer el pago de una cantidad alzada al otorgarse la concesión, ya

que el Estado nada habrá de gastar en las investigaciones, y al mínimo anual de explotación, que, por tratarse de yacimientos sin investigar aún, no podrá fijarse en el momento que se otorgue la concesión, sino después de terminadas las investigaciones y concedida la importancia real del yacimiento. Deberá, en cambio, fijarse, al otorgar la concesión, la cantidad mínima que la entidad concesionaria habrá de invertir en los trabajos de investigación, así como el plazo máximo en que hayan de ejecutarse, bien entendido, que el programa de dichas investigaciones habrá de ser hecho por el Instituto Geológico y Minero de España, de acuerdo con la entidad concesionaria.

Art. 9.º Quedan derogados los artículos adicionales de la ley de Minas potásicas de 24 de julio de 1918, quedando el Ministerio de Fomento encargado de dictar las disposiciones aclaratorias y complementarias que sean precisas para la aplicación del presente Real decreto-ley.

Dado en Palacio a siete de septiembre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real decreto creando un organismo con el título de Instituto de Estructuración Minera. ("Gaceta" del 8.)

EXPOSICIÓN

Señor: Preocupación constante del Gobierno, no privativa de España, sino cada día más universalmente sentida y apreciada, es la de estimular y fomentar el desarrollo de sus fuentes naturales de riqueza, para colocarse en condiciones ventajosas en la lucha económica entablada entre todos los pueblos.

En España, aparte de la agricultura, que constituye el más esencial elemento de prosperidad y del bienestar colectivo, ningún sector de la producción merece mayor interés que la minería, industria extractiva genuinamente nacio-

nal, a cuyo desenvolvimiento y progreso han estado unidos, en todas las épocas de nuestra historia, el poderío y engrandecimiento de la Patria.

Todos los pueblos y todas las razas que han dominado nuestro suelo han dedicado intensos esfuerzos y extraordinarias energías a la utilización de las cuantiosas riquezas contenidas en él, y causa todavía asombro el examen de los vestigios que se conservan en todas nuestras zonas mineral de explotaciones de muy remotos tiempos, en las que alcanzan a comprender fácilmente su magnitud y desarrollo, si se tiene en cuenta los elementos medios de trabajo de que entonces podía disponerse.

Más tarde, ya en el siglo XIII, Reales disposiciones justifican, no sólo la existencia de minas de diversos metales, sino su riqueza y generalidad, pues son muy numerosas las mercedes o concesiones otorgadas a varios partidos, Obispos y provincias, hasta que en 1559 la Pragmática de 10 de enero permitió a todos los vasallos indistintamente descubrir y beneficiar las minas, pagando una cuota al Real Erario, fomentándose con esta manera intensamente todo género de exploraciones.

Los descubridores de América continuaron después la historia minera de España, llevando a aquellas tierras sus aficiones y conocimientos, impulsaron su minería en tal forma, que en una parte muy importante de la gran prosperidad nacional en los siglos de su mayor poder, se deben a los beneficios obtenidos por el laboreo y por el tratamiento de las minas de oro y plata que, en gran abundancia, se explotaban en los dos continentes.

No conservamos actualmente una situación tan privilegiada; pero nos mantenemos aún, en las estadísticas de producción mundial de algunos minerales, en lugares preferentes, y la riqueza contenida en nuestro subsuelo representa todavía cifras muy considerables, aunque sea de lamentar que en los dos últimos años el valor de los productos obte-

nidos en el ramo de labores representa una considerable baja, que puede cifrarse aproximadamente en más de 80 millones de pesetas, aunque tenga compensación satisfactoria por el beneficio en el país de los minerales extraídos.

Pero no puede dudarse de que nos hallamos en el momento más racional y más oportuno para desarrollar nuestra producción mineral. Hemos agotado prematuramente muchos preciosos criaderos, sin haber obtenido gran beneficio de su explotación; otros de los más conocidos y renombrados están en vías de agotamiento, y no estamos seguros de poder substituir estas importantes riquezas más que en el caso en que las investigaciones y constantes estudios encomendados a los organismos técnicos que del Estado dependen, den resultados satisfactorios. Por otra parte, la sangría constante de nuestras grandes exportaciones de primeras materias al Extranjero merecen muy especial atención, por si fuera posible su transformación en el país, con grande y positivo beneficio para nuestra economía.

Los Reales decretos de 7 de enero y 1.º de abril de 1927, que reorganizaron el Instituto Geológico de España, encomendándole la misión de estudiar y de impulsar la minería del país, dan a esta misión un carácter esencialmente científico que debe completarse con otras orientaciones de índole económica que permitan obtener el máximo beneficio posible de la utilización de nuevos descubrimientos y del tratamiento de las materias descubiertas. De aquí se deduce la necesidad de crear un nuevo organismo, dependiente de la Dirección de Minas del Ministerio de Fomento, que tenga a su cargo tan delicada e interesante finalidad.

Ejemplos también de esta orientación de la política del Gobierno son la creación del Consejo Nacional de Combustibles y del Consorcio del Plomo en España, organismo que funciona sin auxilio pecuniario alguno del Estado, siendo de reconocer que sin la actuación acertada y constante de ambos, no hubieran podido evitarse grandes trastornos y que-

brantos económicos en los interesantes sectores de la producción, a cuyo desenvolvimiento dedican su actividad, en momentos en que la baja de precios en los mercados internacionales produjo en el nuestro muy serias preocupaciones.

El estudio de la producción minera española, la catalogación sistemática de esta riqueza, su transformación acertada y científica desde el punto de vista industrial y un bien organizado intercambio de productos han de contribuir de una manera eficaz y positiva al desarrollo de nuestra riqueza, dando un gran impulso a la minería española, por la coordinación acertada del esfuerzo particular y de Empresas, con la tutela razonable del Estado, evitando la posibilidad de explotaciones codiciosas y desordenadas mediante el establecimiento de estructuraciones que permitan mayores rendimientos y costes de labores más reducidas.

Claro está que para que puedan ser llevados a la práctica algunos de los proyectos de estructuración que formule el Instituto de que se trata, será necesario introducir en nuestra legislación minera, singularmente en el Decreto-ley de Bases de 29 de diciembre de 1868, algunas reformas, con independencia del Real decreto-ley relativo a reserva de terrenos a favor del Estado y su ulterior aprovechamiento por explotación directa o mediante concesión minera especial, que con esta misma fecha tiene el Gobierno la honra de someter a la aprobación de V. M., y lógico es que el proyecto de tales reformas sea estudiado y propuesto al Ministerio de Fomento por el propio Instituto de Estructuración Minera en el plazo más breve que le sea posible.

Una vez acordadas aquellas reformas, la minería nacional se desarrollará al amparo del Decreto-ley de Bases de 1868, convenientemente modificado, cuando se trate de substancias minerales cuyo aprovechamiento no revista un interés especial, con arreglo a las prescripciones de la ley de Minas potásicas, debidamente generalizadas, siempre que se trate de substancias cuya producción se considere

de marcado interés público, y con sujeción a los preceptos del Real decreto-ley relativo a reserva de terrenos y concesiones mineras especiales cuando se trate de terrenos estudiados o reconocidos previamente por el Estado, siendo entonces llegado el momento de recopilar todas las disposiciones dictadas en orden a la materia promulgándose un Código Minero, como es firme propósito del Gobierno de S. M. y aspiración repetidamente exteriorizada por importantes sectores de la economía nacional.

Por otra parte, la reforma que se propone en el presente Real decreto no representa alteración sensible en el presupuesto del Estado, ni sacrificio para el Erario, pues la propuesta se limita a utilizar más acertadamente los grandes conocimientos y el gran deseo de trabajo de los Ingenieros que constituyen el Cuerpo Nacional de Minas, encomendándoles una misión más en armonía con su cultura técnica de la preferentemente administrativa que actualmente desempeña, con mayor satisfacción de su espíritu y más positivo beneficio para el Estado, y especialmente para el país, a cuyo engrandecimiento debemos todos consagrar nuestro esfuerzo; no dudando el Gobierno de V. M. que con la eficaz colaboración del Instituto Geológico y Minero de España, en lo que se refiere a estudios geológicos e investigaciones mineras, y del proyectado Instituto de Estructuración, por lo que afecta al más económico, completo y racional aprovechamiento, transformación y comercio de las substancias útiles del reino mineral contenidas en el subsuelo patrio, nuestra minería podrá alcanzar un alto grado de desarrollo y perfección, con ventajas positivas para la economía nacional.

Fundado en las anteriores consideraciones, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 6 de septiembre de 1929. — Señor: A L. R. P. de V. M., *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO

Núm. 1.967.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros, y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con el título de Instituto de Estructuración Minera se crea un organismo cuya finalidad será conocer, ordenar y estructurar la producción minera de España; vigilar y encauzar el comercio y transformación de las substancias minerales y de los materiales que se obtengan directamente de su tratamiento, así como proponer a la Superioridad las reformas legislativas que sean convenientes para el más fácil cumplimiento de aquellos fines.

Art. 2.º El Instituto dependerá de la Dirección general de Minas y Combustibles, afecta al Ministerio de Fomento; será regido por una Junta que estará presidida por un Inspector general o Ingeniero jefe del Cuerpo de Ingenieros de Minas, elegido libremente por el Ministro de Fomento, y de la que formarán parte los tres Jefes de Sección de aquella Dirección general; un representante del Ministerio de Hacienda, otro del de la Economía Nacional y otro del Ministerio de Trabajo; cuatro representantes de los mineros, uno por cada una de las cuatro Divisiones territoriales de que luego se hablará, designados por las Cámaras Mineras correspondientes a cada una de ellas; tres Ingenieros nombrados por el Ministerio de Fomento, a propuesta de la Asociación de Ingenieros de Minas de España, prefiriendo a los que más se hayan destacado en la industria minerometalúrgica nacional, y un Secretario, Ingeniero de Minas, también designado libremente por aquel Ministerio.

Art. 3.º Los servicios encomendados al Instituto estarán divididos en cuatro Secciones generales y una especial, a saber:

Sección primera.—Catalogación, Estadística y Publicaciones.

Segunda.—Producción.

Tercera.—Transformación.

Cuarta.—Información sobre importaciones y exportaciones.

Sección especial.—Sales potásicas.

Art. 4.º A los fines del Instituto de Estructuración Minera, se distribuirá el territorio nacional en las cuatro Divisiones siguientes:

Primera. Norte y Noroeste (Vascongadas, Santander, Oviedo y Galicia).

Segunda. Centro (Castilla).

Tercera. Aragón (Cataluña y Levante).

Cuarta. Andalucía y Extremadura.

Para cada una de estas divisiones se nombrará un Ingeniero jefe del Cuerpo de Minas, teniendo a sus órdenes el personal facultativo que se designe del que actualmente forma parte de las plantillas de los distritos mineros.

Art. 5.º La Sección primera del Instituto formará un catálogo completo de los yacimientos conocidos que contenga nuestro subsuelo clasificado por substancias, indicando en el mismo las concesiones existentes, productivas e improductivas, las posibilidades económicas de su explotación o las dificultades que se oponen a ella; recopilará los datos estadísticos referentes a la industria minerometalúrgica y se encargará de hacer las publicaciones correspondientes a los trabajos del Instituto.

Art. 6.º La Sección segunda estudiará los precios de coste en las distintas ramas de la producción interior y en cada una de las regiones y zonas mineras, proponiendo las medidas que considere más acertadas para el fomento y desarrollo de las explotaciones, incluso la creación de Sindicatos productores y la estructuración de las concesiones mediante la posible concentración de la propiedad en forma más

adecuada para el establecimiento de los servicios y servidumbres más importantes de la minería y del beneficio de sus productos en el país.

Art. 7.º Dicha Sección segunda estudiará también las condiciones de la producción de los minerales destinados total o parcialmente a la exportación y los medios conducentes a intensificarla, en los casos de verdadera conveniencia para la economía nacional, cuando los mercados interiores no puedan absorber aquélla, asegurando en todos los casos el abastecimiento de las industrias nacionales de transformación.

Art. 8.º La Sección tercera del Instituto tendrá a su cargo cuantos asuntos se relacionen con la transformación directa de los minerales y materias contenidas en el subsuelo nacional, estableciendo una clasificación de aquéllos, según que se dediquen exclusivamente al mercado interior o al exterior o a ambos fines.

Art. 9.º Esta Sección tercera realizará un completo estudio de los medios más convenientes para asegurar, en cuanto sea posible, el abastecimiento completo del país y la máxima intensidad de la transformación de nuestros minerales.

Propondrá, cuando lo estime oportuno, la creación de industrias nuevas, los lugares de su emplazamiento y las condiciones económicas en que deban establecerse, así como las agrupaciones, inteligencias, sindicación o consorcio de las existentes, con el fin de mejorar y abaratar sus productos.

Art. 10. Prestará una atención especial al estudio de cuantos problemas se relacionan con la destilación o hidrogenación de los combustibles y con el fomento de las industrias de la obtención de productos derivados de aquéllos, de acuerdo con los demás organismos a los que están encomendados análogos fines, y especialmente con el Consejo Nacional de Combustibles y el Monopolio de Petróleos.

Art. 11. La Sección cuarta del Instituto informará, a petición de los Centros respectivos, cuanto se relaciona con el comercio interior y exterior de minerales y primeras materias y de productos obtenidos de su transformación directa.

Podrá proponer, para su resolución por el Centro correspondiente, la creación de organizaciones con fines comerciales, tanto en el país como en el Extranjero, tales como Sindicatos de venta, Oficinas de exportación, Confederaciones, Consorcios, Delegaciones en el Extranjero y cuantas puedan contribuir al desarrollo y racional intercambio de nuestros productos con aquellos que la economía española pueda necesitar para su desenvolvimiento.

Art. 12. Para el cumplimiento de estos fines, la Sección cuarta del Instituto informará, en todos los casos, acerca de los derechos arancelarios de importación y exportación de minerales y productos directamente obtenidos de su transformación.

Art. 13. Informará, cuando así se lo ordene el Ministerio de quien dependa la explotación, acerca de los arreglos o convenios que puedan establecerse para la venta de los productos obtenidos en las minas y salinas propiedad del Estado.

Art. 14. Formulará las propuestas que considere convenientes para la economía nacional en cuanto se refiere a tarifas de transporte de minerales, impuestos, derechos de puerto, tarifas de carga y descarga en los mismos, utilización de medios mecánicos para abaratar su manipulación y cuantas tiendan a facilitar el comercio y el tratamiento de minerales.

Art. 15. La Oficina reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas, y la Junta superior de explotación de las mismas, conservando las propias atribuciones que les fueron concedidas por la ley de Minas potásicas de 24 de julio de 1918 y Reglamento para su aplicación de

23 de octubre del mismo año, pasarán a constituir, dentro del Instituto de Estructuración Minera, la Sección especial de Sales potásicas a que hace referencia el artículo 3.º del presente Real decreto, quedando el Ministro de Fomento autorizado para modificar de Real orden la forma en que ambas se hallan constituidas, si así lo estimara conveniente.

Art. 16. Con objeto de lograr la debida coordinación, los servicios de la Sección de Estadística del Consejo de Minería formarán parte de la Sección primera del Instituto de Estructuración.

Art. 17. En el plazo más breve posible, pero que no excederá de seis meses, el Instituto presentará al Gobierno su propuesta razonada relativa a reformas de orden legislativo, que ha de comprender de modo especial la obligación de los concesionarios de coordinar sus trabajos de explotación con las normas de estructuración que se fijen en cada caso, la forma de definir las indemnizaciones a que hubiera lugar, los casos de expropiación forzosa y los de caducidad de aquéllos abandonados o cuyas explotaciones no hayan sido comenzadas cuando los concesionarios no acepten cooperar en la forma y cuantía en que, como consecuencia del plan de estructuración aprobada, les corresponda.

Art. 18. Quedan derogadas cuantas disposiciones anteriores se opongan a lo preceptuado en los artículos precedentes, y autorizado el Ministro de Fomento para dictar las aclaratorias y complementarias que sean precisas para su debido cumplimiento.

Dado en Palacio a seis de septiembre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden que declara desierto el concurso anunciado por la de 26 de junio del año actual para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de horizontes acuíferos y de comprobación de estudios geofísicos en el anticlinal de Leva (Burgos). (“Gaceta” del 14.)

Núm. 285.

Ilmo. Sr.: Celebrado el concurso anunciado en la *Gaceta de Madrid* del 2 de julio último para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de horizontes acuíferos y de comprobación de estudios geofísicos en el anticlinal de Leva (Burgos), al que se ha presentado una sola proposición, suscrita por D. Ricardo Icardo Fontán, vecino de Bilbao, en nombre de la Sociedad Anónima Española de Sondeos Foraky.

Visto el informe que con fecha 7 del corriente ha emitido el Instituto Geológico y Minero de España acerca de dicha proposición, según el que no puede estimarse todo lo ventajoso que fuera de desear para los intereses del Estado, por lo que entiende procedente se declare desierto el referido concurso y se anuncie uno nuevo:

Considerando que la base 18 del pliego de condiciones prevé esta contingencia y determina que «caso de no encontrarse aceptables ninguna de las proposiciones se declarará desierto el concurso»,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con el parecer del mencionado Instituto, ha tenido a bien disponer que se declare desierto el concurso acordado por Real orden de 26 de junio último, cuyo pliego de condiciones fué inserto en la *Gaceta de Madrid* de 2 de julio siguiente, y se devuelva a D. Ricardo Icardo, autor de la única proposición presentada al mismo, la fianza de 3.000 pesetas y documentos que acompañó a su oferta.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 11 de septiembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

De Real orden número 1.234 se dispone que la organización corporativa del trabajo en las minas, canteras y establecimientos mineros, se verifique conforme a la distribución que se indica. ("Gaceta" del 19.)

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales, por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....</i>	765
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de agosto de 1929	874
Producción de combustibles durante los meses de enero a agosto de 1929.....	877
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a agosto de 1929.....	877
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de agosto de 1929.....	878
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	881
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de septiembre de 1929.....	882
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.— Real decreto-ley declarando que el Estado, con carácter de descubridor, y cuando se trate de yacimientos minerales en que la producción ofrezca un especial interés, bien para el mayor desarrollo industrial o agrícola del país, bien para fines relacionados con la defensa del Reino, podrá reservarse los terrenos en que dichos yacimientos se hallen enclavados, con tal de que se encuentren francos y registrables minieramente considerados.....	887

	<u>Páginas</u>
Real decreto creando un organismo con el título de Estructuración Minera.....	897
Real orden que declara desierto el concurso anunciado por la de 26 de junio del año actual para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de horizontes acuíferos y de comprobación de estudios geofísicos en el anticlinal de Leva (Burgos).....	907
De Real orden número 1.234 se dispone que la organización corporativa del trabajo en las minas, canteras y establecimientos mineros, se verique conforme a la distribución que se indica	908

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE



TRATAMIENTO Y REFINO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. ALFONSO DE SIERRA Y YOLDI

(Continuación.)

CUARTA PARTE

ESTUDIO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS
MINERALES

Sería incompleto este trabajo si no añadiésemos un capítulo en el que, aunque sea a la ligera, hagamos un estudio de las propiedades físicas y químicas de los petróleos y de su composición, seguido de algunas palabras referentes a los alquitranes, de los cuales se derivan, otra serie importante de combustibles líquidos empleados en la industria, y el más importante de todos, el benzol, que substituye frecuentemente a los combustibles líquidos naturales en las escaseces y penurias.

Para fundamentar las bases científicas que hemos expuesto en los anteriores capítulos de afino, refino y tratamiento de los petróleos, es absolutamente preciso que acom-

pañe el estudio de las características de esos aceites minerales tan empleados y en medio de todo tan desconocidos.

Es tan interesante el estudio de los combustibles líquidos de cuyas transformaciones se derivan tantos otros cuerpos hidrocarbonados que tienen aplicación en la industria, que puede decirse que forma una verdadera química especial, de la que aún sólo conocemos los comienzos y a la que la industria ha de deber numerosos adelantos, porque existe ancho campo para los investigadores que quieran gastar sus energías en una tarea que aunque sea ruda y a veces bien ingrata, ha de encontrar un gran apoyo en la industria petrolífera, que está ávida de transformaciones que la permitan avanzar con la rapidez que requiere la ciencia moderna en sus maravillosas concepciones mecánicas.

Para realizar más fácilmente ese estudio químico precisa una mayor aproximación del elemento investigador, que no se pierdan tantos esfuerzos inútiles, recopilación de experiencias, publicaciones continuadas que relacionen unos estudios con otros y les den cierta unidad, sin la que todo serán opiniones encontradas, como actualmente ocurre, sin ninguna ventaja para la ciencia.

I.—COMBUSTIBLES LIQUIDOS NATURALES PETROLEOS

a) **Composición de los petróleos.**—Tal como se halla en el reino mineral el petróleo bruto, es una mezcla muy compleja de cuerpos pertenecientes a los grupos químicos más diversos, entre los que figuran carburos de hidrógeno, ácidos, fenoles, bases y combinaciones sulfuradas que hacen de su estudio uno de los problemas más difíciles de la química, por lo que hasta hoy, y no obstante los trabajos de insignes químicos, no se ha llegado a determinar su composición exacta. Esta dificultad no estriba solamente en la

mezcla de esos grupos, sino en que cada uno de ellos encierra tantas combinaciones isómeras, que existe una dificultad, que pudiéramos llamar insuperable, para aislarlos al estado de pureza química, y si tenemos en cuenta que el número de isómeros posibles aumenta con el peso molecular, se comprende que la dificultad de separación sea mayor, conforme se tratan fracciones de orden más elevado, que presentan al mismo tiempo la desventaja de no poderse fácilmente separar por destilación fraccionada que, a temperaturas elevadas, en que comienzan las descomposiciones moleculares, inevitables de los hidrocarburos, ya no es procedimiento aplicable ni seguro, y sin embargo, es el más importante.

Por esta causa las investigaciones verificadas hasta la fecha no nos han llevado al conocimiento de los componentes de los petróleos constituidos por fracciones de alta temperatura de vaporización y sólo se conocen los de bajos y medios puntos de ebullición.

Según Ehram, la composición de los petróleos brutos no es constante ni como elementos, ni como proporción de los mismos; varía casi con cada muestra tomada en cada centro petrolífero y quizá en cada campo de explotación.

En general, puede decirse que los componentes más importantes de los petróleos son hidrocarburos de punto de ebullición elevado y que no son de naturaleza aromática; de ellos, los más ligeros, no suelen ser solubles en ácido sulfúrico diluido, ni concentrado y sí los más pesados; algunas veces se encuentran ligeras cantidades de hidrocarburos aromáticos en los petróleos brutos, como indican Krämmer y Böttcher, que los han podido separar de los petróleos de Oelhein.

Además de los hidrocarburos entra en la composición de los petróleos algunos ácidos, bases, fenoles y combinaciones sulfuradas; pero la cantidad de todos estos cuerpos componentes es tan pequeña relativamente a la de los hidro-

carburos que los constituyen en su mayor proporción, que puede concluirse que el estudio de los petróleos se convierte en el de los hidrocarburos.

La composición elemental de los petróleos, según Holde, es la siguiente:

Carbono.....	75,9 a 88,70	por 100
Hidrógeno.....	9,6 a 14,80	—
Oxígeno.....	0,1 a 6,90	—
Nitrógeno.....	0,02 a 1,10	—
Azufre.....	0,01 a 2,20	—

de la cual podemos deducir la composición media, que será:

Carbono.....	85,00 a 86,00	por 100
Hidrógeno.....	12,00 a 13,00	—
Oxígeno.....	0,5 a 1,5	—
Nitrógeno.....	0,0 a 0,5	—
Azufre.....	0,0 a 2,0	—

La proporción de oxígeno, azufre y nitrógeno es algunas veces bastante irregular; en los que han estado expuestos al aire puede elevarse hasta un 6,0 por 100.

La composición elemental para algunos petróleos de distintas procedencias se detalla en el cuadro núm. I.

Hasta la fecha, la lista más completa de los hidrocarburos del petróleo se debe a M. Day (Handbook of the Petroleum Industry) (1922), y es la siguiente:

Serie de las parafinas.....	$C_n H_{2n+2}$
Serie de las olefinas.....	$C_n H_{2n}$
Serie de las diolefinas.....	$C_n H_{2n-2}$
Serie acetilénica.....	,
Serie di-acetilénica.....	$C_n H_{2n-6}$
Hidrocarburos isocíclicos.	
Serie del benceno.	
Serie de los naftenos.....	$C_n H_{2n}$
Serie del naftaleno.	
Serie de los terpenos monocíclicos.	
Serie del antraceno.	
Serie de las diolefinas cíclicas.	
Serie de las diolefinas dicíclicas.	
Serie dicíclica saturada.	
Serie policíclica saturada.	

Cuadro I.—COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE PETRÓLEOS.

Procedencias	C	H	S	N	O
Pensilvania.....	86,06	13,88	0,06	—	—
Texas.....	85,05	12,30	1,75	0,70	—
California.....	84,00	12,70	0,75	1,70	1,20
México.....	83,70	10,20	4,15	—	—
Oklahoma.....	85,70	13,11	0,40	0,30	—
Kansas.....	84,15	13,00	1,90	0,45	—
Bakú.....	86,21	13,49	—	—	0,30
Galitzia.....	86,18	13,82	—	—	—
Alsacia.....	85,38	12,68	—	—	1,94

De los grupos indicados anteriormente de hidrocarburos, los que se hallan en mayor proporción en los petróleos brutos son: Los hidrocarburos forménicos o parafínicos (saturados, acíclicos). El grupo de nafténicos (no saturados, cíclicos). Los hidrocarburos aromáticos (cíclicos) del grupo de benceno y algunos del naftaleno o antraceno.

En menor proporción se encuentran las diolefinas y los carburos etilénicos u olefinicos y los terpénicos.

Las distintas series suelen caracterizar los petróleos de diferentes procedencias; así, vemos que la serie forménica o parafínica caracteriza las fracciones poco densas de los aceites de Pensilvania, mientras que la serie de los naftenos es la que impera en los de Rusia; en los de Texas, las series $C_n H_{2n-2}$ parece predominar, mientras que en los alemanes es el grupo del metano y también en los rumanos. Los de Pechelbroon están constituidos por hidrocarburos nafténicos y por asfaltenos los de Wietze (Hannóver), en tanto que los de Borneo y Sumatra son ricos en carburos aromáticos. El grupo de las olefinas se ha encontrado poco representado en los petróleos brutos, pero caracteriza, en cambio, los aceites minerales de pizarras bituminosas.

Dada esta diferencia de hidrocarburos constituyentes se comprende que existan grandes diversidades de productos

derivados de los petróleos brutos de los diferentes yacimientos y que no sean iguales, ni las fracciones de destilación de los petróleos de diferentes comarcas, ni los productos comerciales finales.

Aunque hayamos de volver más tarde sobre la distinción de los petróleos de diferentes yacimientos mundiales, para formarse idea clara de los diferentes rendimientos en carburos ligeros, medios y pesados, obtenidos en la destilación de los petróleos, copiamos el cuadro número II, debido a Kissling, de su obra *Das Erdöl Industrie*.

Sachs tiene la opinión de que el petróleo se considera como relativamente inerte desde el punto de vista químico, cuando en realidad fácilmente es objeto de transformaciones químicas. Muchos hidrocarburos constituyentes sufren modificaciones bajo la influencia de una elevación moderada de temperatura, inferior a las empleadas para la descomposición. Engler demuestra que los hidrocarburos del petróleo que entran en ebullición por encima de 200 grados, se descomponen por la destilación. Este fenómeno está demostrado por la disminución de viscosidad sufrida por los aceites que han sido llevados a una temperatura próxima a la indicada, y si existe disminución de viscosidad, ésta no puede explicarse sino por transformación química que ha tenido que ocurrir en la mezcla de cuerpos que forman el aceite. Se puede erigir, en tesis general, que los hidrocarburos densos se disocian a una temperatura relativamente inferior a la que necesitan para descomponerse los hidrocarburos de punto de ebullición menos elevado.

Es una opinión muy generalizada, entre los que se ocupan de los petróleos, que en el porvenir esta mezcla de hidrocarburos ofrecerá grandes recursos a los químicos en sus investigaciones en busca de nuevos productos; pero hasta hoy, puede decirse que no han sido verificadas tentativas serias para separar el petróleo en una serie de sus componentes.

CUADRO II.

PROCEDENCIA	Densidad	Color	FRACCIONES DE DESTILACIÓN					Proporción en parafina
			0° 150°	150 200°	200 300°	sobre 300°		
<i>Aceites ligeros.</i>								
Washington	791	muy claro.	11,52	55,36	9,88	21,40	elevada.	
Virginia	796	id.	13,00	49,20	11,21	25,11	id.	
Tiona	798	id.	17,00	47,42	10,90	23,63	id.	
Elk Country	802	claro.	14,83	47,30	11,28	25,70	débil.	
Pensilvania	812	medio.	10,94	47,98	13,02	27,30	elevada.	
Bradfort	817	id.	10,20	47,57	12,77	29,33	débil.	
Starcana	825	id.	1,83	63,93	12,01	21,78	elevada.	
Borzosandonino	827	oscuro.	18,25	60,95	6,98	12,81	muy grande.	
<i>Aceites pesados.</i>								
Schodnica	935	medio.	17,39	38,05	19,08	24,65	débil.	
Rumania	837	oscuro.	1,10	49,57	23,87	25,36	muy grande.	
Canadá	844	muy oscuro.	4,87	37,66	23,43	34,00	pequeña.	
Indiana	849	id.	5,00	33,64	25,47	35,71	débil.	
N. Gales del S.	856	id.	1,20	42,51	26,46	29,12	elevada.	
Bakú	871	oscuro.	0,96	37,25	26,67	34,25	trazas.	
Galitzia	887	muy oscuro.	4,62	36,55	23,19	33,32	id.	
Java	888	id.	1,50	35,10	31,79	30,28	débil.	
Birmania	897	id.	—	23,62	30,67	44,50	muy grande	
Oheim	909	oscuro.	—	17,97	29,48	52,44	trazas.	
Pechelbroom	890	negro.	2,96	23,34	25,95	46,25	débil.	
Japón	922	muy oscuro.	0,37	18,71	25,91	54,28	id.	

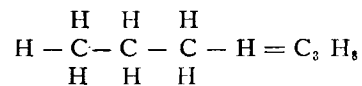
Los trabajos de Brow y Carr («Pure Hydrocarbons from Petroleum»), publicados en *Ing. and Eng. Chem.*, 1926, página 718) han mostrado que esta separación no presenta demasiadas dificultades para aquellos elementos constitutivos que tengan puntos de ebullición bajos. Así, llegaron ambos químicos a fraccionar una gasolina producida por destilación ordinaria obteniendo el isopentano, el pentano, el exano y su isómero, el eptano y el octano, el iso-octano y el nonano y trazas de otros productos.

Charles B. Mabery ha llevado a la práctica un método de disolución fraccionada, por el empleo de una mezcla de alcohol y de éter, permitiendo la separación rigurosa de los hidrocarburos pesados, del aceite lubricante, y hace la correspondiente descripción en su artículo «The Composition of Mid-Continent Petroleum», insertado en *Ing. and Eng. Chem.*, 1926 (pág. 814).

Otros estudios semejantes continuados llegarían a demostrar la naturaleza de los componentes individuales del petróleo y podrían, combinándolos y sometiéndolos a reacciones termales distintas, llegar a establecer, como indica Sachs, unas bases racionales de un refino o de un cracking, al propio tiempo que dar lugar a nuevas materias para la industria.

b) Características de las series de hidrocarburos componentes.

Hidrocarburos de la serie del metano.—Son los carburos acíclicos saturados, que reciben los nombres de serie de las parafinas, o hidrocarburos forménicos, carburos grasos y serie del grisú. Tienen por fórmula $C_n H_{2n+2}$ y por símbolo, puesto que son de cadena abierta, para el propano, por ejemplo:



En el cuadro número III queda indicada la nomenclatura, fórmula y características principales de los términos más corrientes de la serie. Son gaseosos los primeros términos hasta el butano, y sólidos, a partir del $C_{13} H_{28}$ en adelante, los más densos.

Contiene numerosos isómeros, a partir del butano, y aumentan conforme acrece la molécula en átomos de carbono. En los petróleos de Pensilvania se han podido aislar todos los isómeros teóricamente posibles del butano, pentano y exano; a partir de aquí, sólo han podido separarse cuatro de los nueve isómeros posibles del eptano; dos de los 18 del octano y dos de los correspondientes al nonano y decano. Mabery consiguió separar los términos $C_{11} H_{24}$ y $C_{33} H_{72}$ fundiendo a 72 grados, pero no se sabe si en forma normal o si se tratará de alguno de los isómeros, como parece ser desde el momento en que los puntos de fusión y ebullición son inferiores y los pesos específicos superiores a los preparados sintéticamente por Krafft, que son, sin duda alguna, los normales.

Krafft consiguió aislar una parafina dura, de términos superiores, fundiendo entre 85 a 93 grados y comprendiendo 48 a 50 átomos de carbono. Koss consiguió separar de la Ozoquerita de Tscheleken un hidrocarburo, que funde a 93 grados, y Beilstein y Wiegand, de la misma clase de roca extrajeron un carburo, fundiendo a 79 grados, que han denominado «lekeno», de estructura normal.

Los homólogos superiores de la serie del metano son los principales constituyentes de las parafinas, o sea de elementos pesados y cristalizables, que dejan depositar los residuos de destilación de los petróleos. Hay muchos químicos que tienen la opinión que estos términos superiores de la serie forménica no existen en los petróleos, sino que se forman por polimerización de otros carburos más ligeros durante la destilación; esta opinión está combatida por otros muchos.

La parafina parece existir bajo dos formas isómeras: una, amorfa, y otra, cristalina. La amorfa es susceptible de llegar a cristalizar si se le somete a tratamiento apropiado, lo que también es objeto de vivas discusiones.

Como la parafina no es un cuerpo, sino una mezcla de gran número de carburos, las propiedades físicas de esa mezcla varían mucho, no sólo para petróleos diferentes, sino hasta para el mismo petróleo, según los métodos de extracción y separación que se emplean. No debe perderse de vista esta circunstancia cuando se comparan las proporciones en parafina de distintos petróleos, y debe tenerse en cuenta que como los procedimientos de separación de las parafinas de bajo punto de fusión son buenos para separarlas de los aceites, pero no de las parafinas de alto punto de fusión, que quedan unidas a las primeras, puede llegarse a anomalías, como la de antiguos autores que evaluaban en un 40 por 100 la proporción de parafina de los petróleos de la Isla de la Sonda y en un 27 por 100 la de los petróleos de Goosny, datos que, rectificadas por Engler y Charitschow, dieron los resultados de 7,4 y 7,0 por 100, respectivamente.

Como regla general, puede decirse que todos los aceites minerales contienen parafinas en distintas proporciones, y podemos concluir con Mabery que existe una relación entre la proporción de parafina y de hidrocarburos saturados de bajo punto de ebullición, en tal forma, que a mucha parafina corresponden muchos hidrocarburos saturados ligeros.

De acuerdo con esta teoría están las conclusiones de Engler afirmando que en los petróleos ricos en naftenos no hay que esperar muchas parafinas. Así, vemos que los petróleos de Bakú de alta proporción en naftenos sólo contienen un 1 por 100 de parafina, y por el contrario, los de Tscheleken, cuya proporción en hidrocarburos saturados aumenta, llegan hasta el 4 por 100 en parafina. Los petróleos

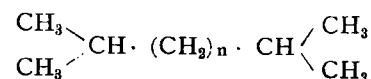
rumanos parafinosos tienen menores densidades que los que no lo son, demostrando que en los primeros hay una menor cantidad de productos ligeros que en los segundos. Claro es que no debemos dar a esta regla una generalidad completa, pues hay excepciones, como lo demuestran las experiencias de Herr probando que petróleos de Ssurachany parafinosos son más densos que otros de Balachany que no lo son.

Una cuestión muy interesante para nosotros es la relación que parece existir entre la proporción en parafina de los petróleos y la profundidad del yacimiento. En la mayor parte de los casos se ha podido observar que a mayor profundidad correspondía una mayor proporción en parafina, como se deduce de las observaciones de Siegfried Wielcziński y Scheller, pero, por desgracia, habiendo muchas observaciones en sentido contrario, y no habiéndose encontrado una explicación satisfactoria que decida a pronunciarse por ninguna de las dos opiniones, sólo como dato que pueda orientarnos alguna vez, lo anotamos.

Respecto a las opiniones de las dos clases distintas de parafina que se supone existan en los petróleos, es lo suficientemente interesante la cuestión que más tarde ha de volver a tocarse para el refinado de petróleos, para que no tengamos más remedio que exponer algunas ideas que aclaren el problema.

Los experimentos de Zalezciéky obteniendo parafina de los petróleos parafinosos, después de refinados, de los sin destilar y la observación de la Ozoquerita ponen de manifiesto, que en el primer caso se obtiene parafina dura y cristalina, que en el segundo se obtiene blanda y amorfa y que en la Ozoquerita existe la amorfa, compuesta por los términos superiores de la serie del metano, pero también existe parafina cristalina y puede aislarse. Luego queda evidentemente probado que lo mismo en la parafina-amorfa extraída de los petróleos, como en la que existe en la Ozoquerita, hay parafina cristalizada.

Zalozcieky supone que la parafina amorfa no llega a cristalizar porque lo impiden otros cuerpos que obran como coloidales con respecto a ella y no la dejan cristalizar, y por esa razón la obtenida de los petróleos refinados es cristalina, porque esas sustancias coloidales han sido descompuestas por el refino o han pasado al estado cristalino durante la destilación. Esas sustancias pueden ser resinas o asfaltos, pues se ha observado que si se eliminan esas resinas por el ácido sulfúrico, se pueden observar al microscopio un mayor número de cristales de parafina que los que existían en el petróleo antes del tratamiento; pero esta parte no está bien demostrada, y hasta la fecha no se puede decir con fundamento cuáles son los cuerpos que impiden la cristalización de la parafina. Según Zalozcieky, la parafina cristalina pertenece a la serie de carburos normales cuya estructura será $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$ y la amorfa sería una isoparafina, por ejemplo, de la estructura



que en el curso de la destilación se desdoblaria en dos moléculas gaseosas de etileno y en parafina cristalina, y el resultado de la destilación sería transformar la protoparafina amorfa en piroparafina cristalina.

Gurwitsch, que ha analizado al microscopio numerosos ejemplares de alquitranes y petróleos de los Cárpatos, ha podido hacer constar la existencia en todos ellos de cristales de parafina sin haber estado tratados por disolvente alguno. Teniendo en cuenta que en muchas vaselinas naturales que parecían amorfas se ha podido observar con el microscopio que estaban formadas por pequeños cristales, tanto más pequeños cuanto más concentrado había sido el aceite mineral en la destilación que les había dado nacimiento, llega a suponer que en la parafina debe ocurrir algo análogo y que la totalidad de los carburos parafínicos sólidos

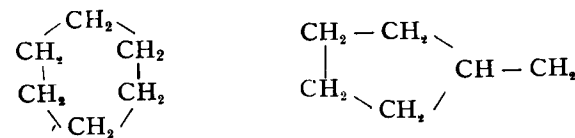
deben encontrarse al estado cristalino, dependiendo el grado de cristalización de la viscosidad de los otros constituyentes, lo que análogamente podía ocurrir en la Ozokerita. En este caso no existe la protoparafina, y este vocablo tendría que aplicarse a la mezcla de parafina con sustancias viscosas que impiden la cristalización en mayor tamaño.

Marcusson, en sus estudios entre la parafina y la ceresina, llega a suponer que la parafina destilada se compone de hidrocarburos parafínicos normales y la ceresina de isocarburos. Esta hipótesis tampoco se halla comprobada y la cuestión no está completamente resuelta.

Los hidrocarburos parafínicos se caracterizan por su falta de afinidad por los demás cuerpos, que les ha dado el nombre, y resisten bien la acción de los ácidos sulfúrico y nítrico concentrados, del permanganato de potasio y el ácido crómico. El ácido bromhídrico y el yodhídrico en caliente hasta 250 grados no atacan a las parafinas.

Hidrocarburos nafténicos.—Son estos carburos cíclicos, descubiertos por Markownikoff y Oglobin, y correspondientes a la serie polimetilénica los que forman la casi totalidad de las fracciones inferiores de los petróleos de Bakú y de Galitzia, aunque van disminuyendo en las fracciones superiores sin desaparecer, caracterizando a estos petróleos. Se sujetan a la fórmula general C_nH_{2n} , que es la misma de los carburos etilénicos, de cadena abierta, pero se aproximan más a los hidrocarburos saturados de la serie del metano que a las olefinas.

Pueden tener una composición cíclica exagonal o pentagonal, como se ve por las siguientes, que corresponden al exanafteno,



y son semejantes a las estructuras del exametileno y del pentametileno.

Hasta ahora no se ha determinado más que la estructura del pentanafteno, exanafteno y octonafteno, pero se desconoce la de los naftenos superiores de la serie. No se han podido aislar más que los normales y algunos isómeros hasta $C_{15}H_{20}$. En los aceites de Rusia y de Pensilvania se han aislado también términos hasta $C_{26}H_{32}$.

Los hidrocarburos cíclicos están en relación estrecha con los carburos aromáticos por los naftenos y nafterpenos, hidrocarburos cíclicos también que poseen las fórmulas C_nH_{2n-2} y C_nH_{2n-4} . Estos cuerpos pueden considerarse casi como naftenos deshidrogenados o bien, como opina Guareschi, como derivados parcialmente hidrogenados de los hidrocarburos aromáticos.

Estos hidrocarburos nafténicos no se atacan por el ácido sulfúrico, ni aun concentrado; el ácido fumante les ataca algo para formar los ácidos sulfónicos y las resinas. El permanganato potásico, sea en solución neutra o alcalina, no produce casi acción oxidante sobre ellos, y las mezclas de ácidos nítrico y sulfúrico no reaccionan más que en caliente, dando derivados nitrados.

El ácido nítrico diluido, de densidad 1,025 a 1,075, en tubo cerrado y calentado a 120 o 130 grados ataca a los naftenos, formando derivados mononitrados secundarios y derivados binitrados. El ácido nítrico, de densidad 1,535 a 0 grados reacciona sobre los naftenos oxidándolos y a la temperatura ordinaria la reacción es muy enérgica. El cloro y el bromo obran sobre ellos lo mismo en frío que en caliente, dando derivados de sustitución.

Los hidrocarburos cíclicos de las series del naftileno y nafterpeno se atacan muy bien por el ácido sulfúrico descomponiéndose, por cuyo método pueden separarse de los naftenos. Según Gurwitsch, estos hidrocarburos cíclicos no son aromáticos, porque no se comportan como ellos.

Hidrocarburos aromáticos.—Pertenece a la serie del benceno que se agrupa bajo la fórmula C_nH_{2n-6} , aunque en algunos petróleos existen de la serie de la naftalina C_nH_{2n-12} y de la serie del antraceno C_nH_{2n-18} . Se encuentran en todos los aceites minerales ensayados hasta la fecha, pero en pequeñas cantidades en la generalidad de los casos, excepción hecha de los petróleos de Java, Borneo, las islas de la Sonda, donde se ha extraído de ellos el tolueno.

Por ensayos verificados por Edeleanu y Gané sobre petróleos, por tratamiento con mezcla sulfónica, encontró que los derivados nitrados aumentaban considerablemente con la densidad del destilado tratado. De aquí supusieron que los carburos aromáticos aumentaban en proporción conforme se avanzaba en fracciones de densidad más alta. Esto no es completamente cierto porque esos derivados nitrados pueden ser debidos a radicales fenoles o análogos, como cadenas laterales correspondientes a otros hidrocarburos.

También se ha discutido mucho sobre si los hidrocarburos aromáticos existían en el petróleo bruto o se formaban en la destilación como productos de descomposición de otras combinaciones. Poni ha comprobado, efectuando una destilación especial, calentando una retorta en baño de arena, que no podían formarse hidrocarburos aromáticos, y como, sin embargo, los ha encontrado, ha concluido que existen en el petróleo.

Se caracterizan los hidrocarburos aromáticos por la facilidad con la que se pueden substituir a sus átomos de hidrógeno grupos nítricos y sulfúricos cuando se les trata por ácido nítrico o por ácido sulfúrico concentrados.

En la oxidación, los carburos de cadenas laterales se oxidan completamente y en su función queda un grupo carboxilo CO_2H por cada cadena lateral, quedando el núcleo bencénico inalterable.

Los halógenos les atacan y forman derivados de sustitución halogenados, que tienen una acción más débil de reacción que los halogenados de la serie grasa o saturada y son más resistentes a la sustitución.

Cuadro IV.—SERIE DE LAS PARAFINAS = C_n H_{2n} + 2

	Fórmula	Densidad a 15 grados	Punto de ebullición — Grados	Temperatura de fusión — Grados
Metano.....	C ₁ H ₄	0,559	- 164	>
Etano.....	C ₂ H ₆	0,446	- 84	>
Propano.....	C ₃ H ₈	0,535	- 34	>
Butano.....	C ₄ H ₁₀	0,600	1	>
Isobutano.....	»	»	- 17	>
Pentano.....	C ₅ H ₁₂	0,626	37,3	>
Metilbutano.....	»	0,638	30,4	>
Exano.....	C ₆ H ₁₄	0,663	68,6	>
Iso-exano.....	»	»	61	>
Eptano.....	C ₇ H ₁₆	0,699	89,9	>
Iso eptano.....	»	»	91	>
Octano.....	C ₈ H ₁₈	0,718	125,4	>
Iso-octano.....	»	0,720	119,5	>
Nonano.....	C ₉ H ₂₀	0,733	149,5	- 51
Nonano a) (Lemoine)...	»	0,742	135	>
Nonano b) (Lemoine)...	»	0,743	129,5	>
Decano.....	C ₁₀ H ₂₂	0,745	158,5	- 30
Undecano.....	C ₁₁ H ₂₄	0,765 (1)	182	- 26
Dodecano.....	C ₁₂ H ₂₆	0,776	202	>
Tridecano.....	C ₁₃ H ₂₈	0,792	216	>
Tetradecano.....	C ₁₄ H ₃₀	0,796	238	>
Pentadecano.....	C ₁₅ H ₃₂	0,809	260	>
Exadecano.....	C ₁₆ H ₃₄	»	278	>
Eptadecano.....	C ₁₇ H ₃₆	0,776 (2)	170 (2)	22,5
Octododecano.....	C ₁₈ H ₃₈	0,776	185,5	28
Nonadecano.....	C ₁₉ H ₄₀	0,777	193	32
Eicosano.....	C ₂₀ H ₄₂	0,777	205	36,7
Eneicosano.....	C ₂₁ H ₄₄	0,778	215	40,4
Docosano.....	C ₂₂ H ₄₆	0,778	224	44,4
Tricosano.....	C ₂₃ H ₄₈	0,778	234	47,9
Tetracosano.....	C ₂₄ H ₅₀	0,778	242	51,1
Pentacosano.....	C ₂₅ H ₅₂	0,779	248	53,6
Parafina.....	C ₃₀ H ₆₂	0,780	253	58,5
Pentatriacosano.....	C ₃₅ H ₇₂	0,782	266	74,7

Las densidades hasta el decano a 0°—; (1) las densidades a 15 grados. (2) Las densidades a la temperatura de fusión y el punto de ebullición a 16 miligramos de mercurio. Los demás puntos de ebullición son a presión de 760 miligramos.

Cuadro V.—SERIE DE LOS NAFTENOS = C_n H_{2n}

	Fórmula	Densidad	Punto de ebullición — Grados
Pentanafteno o pentametileno ..	C ₅ H ₁₀	0,751	50
Exanafteno, exametileno o cicloexano.....	C ₆ H ₁₂	0,778	80,8
Exanafteno o metilpentametileno.....	C ₆ H ₁₂	0,747	72
Eptanafteno o metilexametileno.	C ₇ H ₁₄	0,766	103
Eptanafteno o dimetilpentametileno.....	C ₇ H ₁₄	0,741	91
Octonafteno o dimetilexametileno.....	C ₈ H ₁₆	0,773	120,8
Octonafteno.....	C ₈ H ₁₆	7,771	118
Nonanafteno.....	C ₉ H ₁₈	0,781	135
Decanafteno.....	C ₁₀ H ₂₀	0,795	161
Undecanafteno.....	C ₁₁ H ₂₂	0,849	182
Duodecanafteno.....	C ₁₂ H ₂₄	0,865	197
Tetranafteno.....	C ₁₄ H ₂₈	0,839	240
Pentadecanafteno.....	C ₁₅ H ₃₀	0,830 (1)	247

Las densidades a 0 grados; (1) la densidad a 16 grados.

Cuadro VI.—SERIE DE LAS OLEFINAS = C_n H_{2n}

	Fórmula	Punto de ebullición — Grados	Peso específico
Etileno.....	C ₂ H ₄	- 105	0,978
Propileno.....	C ₃ H ₆	- 48	>
Butileno.....	C ₄ H ₈	- 5	>
Amileno o penteno.....	C ₅ H ₁₀	37	0,663
Exileno.....	C ₆ H ₁₂	69	0,669
Eptileno.....	C ₇ H ₁₄	98	0,703
Octileno.....	C ₈ H ₁₆	124	0,722
Nonileno.....	C ₉ H ₁₈	140	>
Decileno.....	C ₁₀ H ₂₀	160	0,771
Undecileno.....	C ₁₁ H ₂₂	190	0,782
Duodecileno.....	C ₁₂ H ₂₄	216	>
Tridecileno.....	C ₁₃ H ₂₆	235	0,791
Tetradecileno.....	C ₁₄ H ₂₈	241	>
Pentadecileno.....	C ₁₅ H ₃₀	245	0,813
Exadecileno o ceteno.....	C ₁₆ H ₃₂	274	0,795
Eicodecileno.....	C ₂₀ H ₄₀	>	0,794
Ceroteno.....	C ₂₇ H ₅₄	>	0,792
Meleno.....	C ₃₀ H ₆₀	375	>

Cuadro VII.—SERIE DE LAS DIOLEFINAS = C_n H_{2n-2}

	Fórmula	Punto de ebullición — Grados	Peso específico
Alлено.....	C ₃ H ₄	»	Gaseoso
Piperileno.....	C ₅ H ₈	42	»

Cuadro VIII.—SERIE DEL ACETILENO = C_n H_{2n-2}

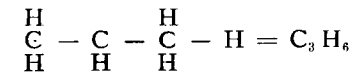
	Fórmula	Punto de ebullición — Grados	Peso específico
Acetileno.....	C ₂ H ₂	+ 1	0,920
Allileno o propandieno.....	C ₃ H ₄	»	»
Crotonileno.....	C ₄ H ₆	27	»
Butandieno.....	C ₄ H ₆	»	»
Exoileno.....	C ₆ H ₁₀	78	0,710

Cuadro IX.—HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

	Fórmula	Punto de fusión — Grados	Punto de ebullición — Grados	Densidad
C _n H _{2n-6}				
Benzol.....	C ₆ H ₆	4,45	80,5	0,894 a 0
Toluol.....	C ₇ H ₈	- 90	110	0,882 a 0
Ortoxileno.....	C ₈ H ₁₀	- 22	142	»
Metaxilol.....	»	»	140	0,866 a 0
Paraxileno.....	»	15	138,5	»
Pseudocumeno.....	C ₉ H ₁₂	»	169,5	0,888 a 15
Metisilol.....	»	»	165	0,865 a 15
Hemellitol.....	»	»	175	0,901 a 15
Etilbenzol.....	C ₈ H ₁₀	»	137	»
Cumeno.....	C ₉ H ₁₂	»	»	»
Durol.....	C ₁₀ H ₁₄	81	196	»
Isodurol.....	»	»	195	»
Cymeno.....	»	»	180	»
C _n H _{2n-8}				
Stiroleno.....	C ₈ H ₈	- 20	144,5	0,907 a 15
C _n H _{2n-10}				
Indeno.....	C ₉ H ₈	- 2	182	1,008
Hydrindeno.....	»	»	176	0,957 a 15

Fórmula	Punto de fusión — Grados	Punto de ebullición — Grados	Densidad	
C _n H _{2n-12}				
Naftalina.....	C ₁₀ H ₈	79,5	218	1,151 a 15
Dihidronaftalina.....	C ₁₀ H ₁₀	15,5	212	»
Tetrahidronaftalina....	C ₁₀ H ₁₂	»	206	0,981 a 12
Metilnaftalina a).....	C ₁₁ H ₁₀	22	240	1,028 a 11
Metilnaftalina b).....	»	32	245	»
Dimetilnaftalina.....	C ₁₂ H ₁₂	»	264	1,008
C _n H _{2n-14}				
Acenafteno.....	C ₁₂ H ₁₀	95	278	»
Difenilo.....	»	70	254	»
C _n H _{2n-16}				
Fluoreno.....	C ₁₃ H ₁₀	116	295	»
C _n H _{2n-18}				
Antraceno.....	C ₁₄ H ₁₀	216	360	»
Dihidroantraceno.....	C ₁₄ H ₁₂	108	313	»
Monometilantraceno....	C ₁₅ H ₁₂	207	sobre 360	»
Isometilantraceno.....	C ₁₄ H ₁₀	202	sobre 360	»
Dimetilantraceno.....	»	224	sobre 360	»
Fenantreno.....	C ₁₄ H ₁₀	96	320	»
Fluoranteno.....	C ₁₅ H ₁₀	109	250 a 60 m/m	6,63
Pireno.....	C ₁₆ H ₁₀	148	sobre 360	7,2 (vapor)
Criseno.....	C ₁₈ H ₁₂	250	436	»
Hidruro de criseno.....	C ₁₈ H ₂₈	»	360	»
Truxeno.....	C ₂₇ H ₁₈	365	»	»
Crisógeno.....	»	280	»	»
Reteno.....	C ₁₈ H ₁₈	99	350	»
Sucistereno.....	»	160	sobre 300	»
Piceno.....	C ₂₂ H ₁₄	330	518	»
Trifenilbenceno.....	C ₂₁ H ₁₈	307	»	»
Crackeno.....	C ₂₄ H ₁₈	308	500	»

Hidrocarburos etilénicos.—Se conocen con el nombre de olefinas, porque el tipo que representaba el grupo era el gas etileno (al que llamaban «gaz oleffiant»). Son carburos alifáticos o grasos de cadena abierta, que tienen por fórmula C_n H_{2n}, y por símbolo, por ejemplo, para el propileno,



El primer término de la serie sería el metileno, al que correspondería la fórmula CH₂, y que no existe, pero sí

existe el radical metileno, que tiene un papel importante en la denominación de muchos hidrocarburos de la serie. Por esta razón el primer término es el etileno o bicarburo de hidrógeno C_2H_4 .

A partir de este miembro hay dos series de hidrocarburos: la primera, o de cadena abierta, cuyo símbolo ya hemos indicado anteriormente, y la segunda, de cadena cerrada, o cíclicos, cuyos símbolos son



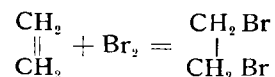
el primero correspondiente al trimetileno y el segundo al exametileno.

Estos carburos se encuentran en todos los petróleos en proporciones muy diversas, pero se reconocen generalmente en débil proporción y puede concluirse que las fracciones de peso molecular elevado de los petróleos contienen más cantidad de estos hidrocarburos no saturados que las fracciones ligeras.

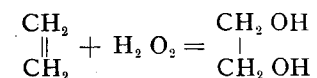
Son, en general, estables estos hidrocarburos, pero tienen la propiedad de dar compuestos de adición, tendiendo a la saturación.

Se unen, pues, fácilmente al hidrógeno, al ozono y a los cuerpos halógenos. Si el elemento al cual se unen es el hidrógeno, forman carburos saturados de la serie C_nH_{2n+2} .

Si se unen al cloro, bromo, etc., forman cloruros, bromuros, etc., etilénicos.



Con los ácidos clorhídrico, bromhídrico, dan compuestos de adición, y con el ácido hipocloroso, dan clorhidrinas de glicoles y con el agua oxigenada producen glicoles



Tanto el ácido sulfúrico concentrado en caliente como el fumante en frío, producen compuestos de adición, ácidos alkilsulfúricos. El etileno da ácido sulfónico o ácido etil-sulfúrico, que se descompone al contacto del agua en alcohol etílico. El amileno da alcohol amílico terciario.

Esta hidratación puede producirse por la acción prolongada del ácido sulfúrico a la temperatura ordinaria. Cuando el ácido sulfúrico ataca en caliente y se emplea en exceso, estos hidrocarburos se polimerizan; son también agentes de polimerización el cloruro de cinc y el fluoruro de boro.

Se oxidan fácilmente, produciendo compuestos oxigenados con menor número de átomos de carbono. El ácido nítrico en frío no les oxida.

Los compuestos de doble ligazón entre los átomos de carbono, dan la reacción del ozono, o sea que disueltos en un disolvente conveniente fijan ozono en frío si se hace pasar a través de la solución por burbujeo una corriente de aire ozonizado. En esto se distingue de los compuestos a doble ligazón benzénicos o a triple ligazón.

La propiedad de formar compuestos de adición con el bromo o el yodo, permite identificarlos en el análisis de los petróleos, por el índice de yodo, o sea por la cantidad de yodo fijada. Y esa misma propiedad con el ácido sulfúrico permite separarlos de los aceites de alquitranes y petróleos.

Las olefinas se aproximan a los hidrocarburos de la serie del nafteno por la proporcionalidad de sus elementos, pero se distingue por su mayor densidad y viscosidad y por su menor resistencia a la acción de los ácidos. En cambio, sometidos a la descomposición pirogenada, los naftenos se transforman en hidrocarburos bencénicos y las olefinas y las parafinas no.

Otros carburos no saturados. — Aunque todos los hidrocarburos que vamos a citar se encuentran poco representados en los petróleos, porque sus cantidades, de existir, serán exiguas, como se han hallado en algunos, no queremos dejar de citarlos.

Diolfinas. Corresponden a la serie del Aleno, que tiene por símbolo general $C_n H_{2n-2}$; son hidrocarburos de doble unión entre dos átomos de carbono.

Serie acetilénica. Esta serie, que consta de corto número de términos y que tiene por tipo al acetileno, está representada por el símbolo $C_n H_{2n-2}$ y caracterizada por la triple ligazón entre dos átomos de carbono.

Estas series y las dos series cíclicas de hidrocarburos de símbolos $C_n H_{2n-2}$ de naftenos y $C_n H_{2n-4}$ de los terpenos, parcialmente hidrogenadas, tienen todas las mismas reacciones que los hidrocarburos etilénicos, pues todos son carburos no saturados; por consiguiente, en el reconocimiento con el yodo o con el bromo hay que tener en cuenta que todos darán reacción. También son iguales en lo que respecta a su facilidad de oxidación y polimerización.

c) Otros componentes de los petróleos.

1) *Oxígeno y combinaciones oxigenadas.* — La proporción de oxígeno de los petróleos ya hemos dicho que es muy variable, y como es una mezcla que tiene facilidad para oxidarse al aire, se comprende que entre unos y otros petróleos han de existir diferencias, según la procedencia del aceite y el tiempo que lleva en contacto con la atmósfera. Los análisis que hizo Sainte-Claire Deville pusieron de manifiesto que petróleos extraídos de 50 metros de profundidad sólo contenían 2,4 por 100 de oxígeno y esta proporción ascendía a 4,1 por 100 a los 12 metros y a 6,9 a la superficie para otros ejemplares. Los que provienen de profundidades grandes, como suelen ser la mayoría de los

que se extraen, no suelen contener por encima de 0,5 por 100 en oxígeno, y por tanto, no tiene importancia.

Ácidos petrólicos. — Se llaman así todos los ácidos contenidos en el petróleo, que pueden ser de varias clases, y entre ellos los más interesantes y que están en mayor cantidad son los ácidos nafténicos.

Los ácidos nafténicos son ácidos grasos, de carácter saturado y de fórmula general $C_n H_{2n-1} CO_2 H$. Parecen, según las observaciones de Markonikow y de Gurwitsch, tener un radical nafténico y una fórmula carboxilica, pero no está perfectamente determinado si provienen de otros cuerpos que no sean los naftenos y deben tener otra fórmula diferente; nosotros hemos adoptado la fórmula carboxilica y el radical nafténico.

Estos ácidos fueron aislados por Eichler del aceite de Ssurachany (Bakú), siendo encontrados 12 términos de la serie y les dió la fórmula general de los ácidos grasos $C_m H_{2m} O_2$.

Suponiéndolos formados por oxidación de los naftenos de cadena lateral, hay que admitir la idea de Engler de que los aceites ricos en naftenos tienen que contener más ácidos que los del tipo parafinoso, lo que parece verificarse en la mayoría de los casos, siendo más ricos en ácidos nafténicos los aceites de Bakú que los de Pensilvania.

Según Scultz, los aceites más ricos en parafina contienen sólo 0,05 por 100 en el tipo de Boryslaw y los más pobres 0,84 a 0,30 por 100.

Gurwitsch ha obtenido en su laboratorio proporciones comprendidas entre 0,83 y 0,07 por 100 para el tipo corriente de Ssurachany y Bibi-Eybat y de 0,100 a 0,136 por 100 para los tipos más cargados en Balachany y Binagady. Sólo encontró un análisis de 0,600 para aceites de Romany.

Ahora bien; las proporciones de acidez no son las mismas para cada fracción de destilado. El siguiente cuadro dará una buena idea:

	Acidez en tanto por 100 de SO ₃	Proporción en tanto por 100 de ácidos nafté- nicos puros
Gasolina.....	Trazas.	Trazas.
Keroseno.....	0,09	0,5
Aceite solar.....	0,28	2,2
Acite para taladros.....	0,21	1,9
Aceite para máquinas	0,12	1,4
Aceite para cilindros.....	0,03	0,4

Del cuadro anterior Gurwitsch extrae la consecuencia de que son más ricos en ácidos nafténicos los destilados medios.

Como los ácidos grasos forman jabones con la lejía de sosa, el procedimiento general de separación de los ácidos nafténicos de los petróleos es proceder a un lesivado con lejía de sosa; esto se efectúa para los destilados ligeros y aun en frío se realiza la separación; pero para los destilados densos hay que tener en cuenta que con la lejía alcalina los aceites pesados forman emulsiones, como se ha indicado en el refino. Hay que proceder, pues, a calentar a 60 ó 70 grados el aceite y la lejía que debe ser diluida (a razón de 1 a 2 por 100 de sosa) y agitar prudentemente, y siempre es conveniente diluir el aceite denso con algo de gasolina.

La separación de los ácidos entre sí ya es más difícil y se realiza mediante la esterificación de la mezcla ácida y el fraccionamiento de los ésteres. De todos modos es difícil, y para los ácidos de los kerosenos y fracciones ligeras ha podido llevarse a cabo, pero no completamente para los de los destilados densos.

Los demás ácidos, como los fórmico, acético que pueden contener los petróleos, no tienen importancia alguna y en el refino se separan con facilidad.

Otros compuestos oxigenados.—Los más importantes de

los demás compuestos oxigenados de los petróleos son las resinas y asfaltos.

Las resinas son unas combinaciones oxigenadas que como composición media, según Holde, se puede admitir:

H.....	8	a	12	por 100
C.....	83	a	86	—
O.....	4	a	8	—
S.....	2	a	8	—

y además, 0,9 a 1 por 100 de cenizas de SO₄ Ca y SO₄ Na₂.

La proporción en resinas aumenta mucho cuando se analizan las fracciones ligeras y las pesadas. Para el keroseno no excede de 0,30 por 100 y asciende para los aceites de máquinas a 8,1 y para los cilindros a 14 por 100. El alquitrán de aceite contiene hasta 39 por 100.

Los asfaltos son componentes de los petróleos que son sólidos a la temperatura ordinaria, insolubles en el alcohol y casi insolubles en el éter, y en cambio muy solubles en el benceno, cloroformo, sulfuro de carbono, etc. Tienen la siguiente composición elemental:

C.....	86 a 90	por 100.	S.....	0,6 a 1,4	por 100.
H.....	6 a 8,5		O.....	1,1 a 6,8	
			N.....	trazas.	

El ácido cloro sulfónico los ataca enérgicamente y desprenden Cl H. Con la formalina y el ácido sulfúrico forman formolitos, aun en disolución en CH Cl₃. Los asfaltos duros son insolubles en gasolina.

Dan la reacción del yodo lo mismo que las resinas; por consiguiente, debe tenerse en cuenta para no suponer una proporción mayor de la debida de hidrocarburos no saturados cuando se trate algún petróleo por ese procedimiento. El índice elevado de yodo que poseen es debido a la adición de los halógenos sobre los átomos de azufre o de oxígeno, según indica Marcusson.

Cuando se conserva el aceite bruto algún tiempo, se nota

aumento en la cantidad de asfalto duro, que es debida a polimerización del asfalto blando y de las resinas. También se forma por destilación de los aceites densos.

El asfalto blando o pez asfáltica parecen ser una transición entre los aceites minerales y los asfaltos duros; por esa razón cuando se conserva mucho tiempo un petróleo se advierte aumento en asfalto duro, insoluble en la gasolina.

La proporción de asfaltos duros viene a ser de 1,74 a 4,5 por 100 de asfalto duro y de 11 a 18 por 100 de pez asfáltica.

La pez asfáltica es insoluble en la mezcla éter-alcohol.

Fenoles y ésteres.—También pueden contener los petróleos ligeras proporciones de fenoles y ésteres. Los primeros se retiran por los álcalis en compañía de los ácidos nafténicos, de los cuales se pueden luego separar tratando la mezcla por el alcohol metílico en presencia de ácido sulfúrico o clorhídrico, se les vierte en agua fría, donde se depositan los fenoles, si se agrega lejía de sosa diluida. La proporción de fenoles es muy pequeña. En cuanto a los ésteres deben destruirse en la destilación en parte y pasar en el resto al destilado, eliminándose con las parafinas blandas al separar éstas del petróleo.

2) *Combinaciones sulfuradas*—Los petróleos tienen generalmente una proporción en azufre que viene a ser 1 por 100 o poco más, y sólo en casos excepcionales se encuentran petróleos con un 4 o 4,5 por 100 en azufre.

El azufre puede estar en forma libre y combinada. El libre no estorba realmente porque puede separarse con facilidad, puesto que se desprende en forma de hidrógeno sulfurado en la destilación; por consiguiente, no tiene importancia.

El combinado, después de las experiencias de Mabery, se ha podido averiguar que está formando sulfuros de alquiles, de los cuales se han podido aislar el sulfuro de metilo, de etilo, de propileno normal, de isobutileno, de pentileno, etc.

Estas combinaciones ya sabemos que son difíciles de separar del petróleo, y como sobre ese asunto ya hemos insistido, no es preciso repetirlo.

También en muchos casos parece estar el azufre en combinaciones de tiófeno, y Hager ha encontrado en un petróleo americano unas trazas de sulfuro de carbono que no han sido halladas en ningún otro aceite mineral.

3) *Combinaciones nitrogenadas.*—Estas ya no tienen verdaderamente importancia, porque son muy fáciles de separar y su proporción es exigua; el petróleo rumano sólo contiene de 0,09 a 0,12 por 100 de N. y el de Pensilvania 0,008. Se halla en combinaciones básicas que parecen ser derivados, básicos de la piridina o la quinoleína y algunas veces ligeras cantidades de sales de amonio. El tratamiento por el ácido sulfúrico diluido las elimina.

Propiedades físicas de los petróleos.

Densidad.—El peso específico de los petróleos es muy variado y muy importante, porque juega un gran papel en la práctica para la clasificación de los productos derivados de los petróleos; asimismo intervienen la densidad para el almacenamiento y el transporte, y sin duda ninguna para el refinado, porque en la densidad se fundan muchos procedimientos de separación de los componentes del petróleo.

La densidad de los petróleos varía entre 0,730 y 1,04; ahora bien: los petróleos brutos de gran densidad, como son, por ejemplo, el petróleo de Persia, que tiene 1,016 de peso específico, y el de Gur (Cáucaso), que llega a 1,038, estudiados por Baskakow, y el encontrado por Redwood para un aceite mineral de Méjico, son unas mezclas muy impuras y con mucho asfalto que no deben tomarse como verdaderos petróleos brutos, que corrientemente no alcanzan sino a 0,900 de densidad.

En la práctica se consideran como petróleos brutos aque-

llos que tienen hasta 0,900 de densidad y de aquí en adelante como aceites pesados asfálticos, entre los que se pueden citar los de Plooze, en Galitzia; los de la isla Santamy Binagady, en el Cáucaso; los de Hannóver y los de Tsíntea, en Rumania. Fuera de Europa son pesados los de Argelia, Méjico y Japón. Los petróleos americanos se caracterizan por una menor densidad y los rusos por ser más densos. Los primeros suelen estar comprendidos entre 0,765 y 0,940 y los segundos entre 0,785 y 0,960.

En el siguiente cuadro damos algunos ensayos comparativos de petróleos de América y de Rusia, tanto brutos como refinados, según Holde, y en el cuadro II, debido a Rissling, ya citado cuando tratamos de la composición de los petróleos, pueden notarse esas diferencias de densidad.

También en el cuadro segundo que sigue damos una idea comparativa de las distintas densidades de los destilados para petróleos rusos y petróleos americanos.

	Petróleo bruto.	Petróleo refinado.
<i>Rusos:</i>		
De Boulfroy.....	0,851	0,820
De Balachany.....	0,871	0,829
De Batum.....	0,877	0,830
<i>Americanos:</i>		
De Pensilvania.....	0,790	0,770
De Wáshington.....	0,791	0,772
De Mac Donald.....	0,795	0,776
De la Standard Oil.....	0,822	0,801

FRACCIÓN	Petróleo ruso	Petróleo americano
	Densidad.	Densidad.
140 - 160 grados.....	0,782	0,755
190 - 210 grados.....	0,820	0,786
240 - 260 grados.....	0,845	0,812

La densidad de los aceites minerales y petróleos varía con la temperatura, dependiendo los coeficientes que hay que adoptar en cada caso de la naturaleza de los petróleos; de su densidad y de las temperaturas extremas del país.

En Francia se admite en la práctica corriente que a un aumento de temperatura de un grado centígrado corresponde una disminución de densidad de

0,0008	para	petróleos	de	densidad	próxima	a	0,700.
0,0007	id.	id.	id.	id.	id.	a	0,800.
0,0006	id.	id.	id.	id.	id.	a	0,900.

en la práctica se miden las densidades en grados Baumé y están relacionadas con el peso específico corriente por la fórmula

$$B = \frac{140}{d} \times 130$$

en que B es la densidad en grados Baumé y *d* la densidad con respecto al agua.

Se ha observado que la densidad está unas veces en razón directa de la profundidad en que se ha captado el petróleo y otras en razón inversa; es decir, que en unos puntos la densidad aumenta con la profundidad y en otros es al contrario. En el primer caso se encuentran los campos petrolíferos de Balachany, Bibi-Eybat y Alsacia, y en el segundo algunos distritos petrolíferos de Pensilvania, Grosny, en el Cáucaso y Wietze, en Hannóver.

En Balachany se ha dado el caso curioso en una sonda de estar produciendo petróleo de densidad de 0,867 a los 420 metros de profundidad, y por un movimiento del terreno taparse la parte inferior del taladro y abrirse un tubo a los 330 metros, por cuya rotura siguió ascendiendo petróleo, pero la densidad disminuyó a 0,812. Análogamente a este hecho se ha observado también el de ir disminuyendo la densidad con la profundidad en ciertas capas de Pensilvania, donde Höfer indica, en su obra *Das Erdöl*, que

cortadas tres capas de arenas petrolíferas, se han encontrado petróleos de 0,777 a 0,800 de densidad para la más profunda, de 0,823 para la media y de 0,875 a 0,848 para la superior.

También pueden citarse casos en que el petróleo va aumentando en densidad en el mismo pozo, con el tiempo, pues en Ssurachany una erupción acaecida en una sonda dió petróleos, que fueron variando de densidad desde 0,831. que medía el 17 de noviembre a 0,834 el día 18 y 0,838 el día 19 del mismo mes.

Estudiados por Berendorft estos fenómenos en el Distrito de Balachany, pudo comprobar que en el anticlinal Ssurachany-Balachany se observaban los fenómenos directos en la rama de Ssurachany, y los inversos en el flanco SO. del anticlinal, hasta los 240 metros, pero a mayor profundidad se vuelven directos. Esto ha conseguido explicarse porque el petróleo se encuentra sometido a evaporaciones y oxidaciones aun en capas subterráneas muy profundas, siempre que éstas sean porosas y permeables al aire, y estos dos fenómenos llevan aparejado el aumento del peso específico. Por otra parte, está generalmente admitido que los petróleos emigran y se filtran entre las capas permeables y en estas filtraciones las materias ligeras son las que pasan más fácilmente, siendo retenidas las materias densas y viscosas; si la emigración ha sido de abajo arriba, el petróleo más ligero estará en las capas superiores, y si fué en sentido contrario, el más ligero se encontrará en las capas inferiores.

Aplicada esta teoría en el caso de Balachany, se pudo comprobar que en la parte Ssurachany las capas petrolíferas se encuentran cubiertas y protegidas por una fuerte capa de arcilla que las aísla de la acción atmosférica, y en el flanco SO. del anticlinal la capa de arcilla se encuentra destruída, por lo que las capas superiores han sufrido la acción oxidante de la atmósfera que va disminuyendo has-

ta que a una profundidad de 240 metros ya ha cesado, y el peso específico sigue entonces la ley general de la región.

En los casos en que la relación es directa, los trabajos de Berendorft han demostrado que el gradiente, o sea el crecimiento por metro de profundidad del peso específico, aumenta también con la profundidad, según el siguiente cuadro:

Profundidad	Peso específico	Gradiente
190 metros	0,7817	0,0000566
296 —	0,7875	0,0001609
360 —	0,7976	0,0002118
394 —	0,8084	0,0002682
526 —	0,8402	0,0002833
580 —	0,8555	0,0003150
600 —	0,8618	»

Como el peso específico varía en razón directa con la proporción de hidrocarburos pesados que contiene, aumentará con la temperatura de ebullición de los mismos, y por tanto, las fracciones de alta temperatura de ebullición serán más densas que las de baja.

Para calcular el peso específico de un petróleo, partiendo de sus componentes, o el de una mezcla de varios petróleos, partiendo de los pesos de los que intervienen, hay que partir de la base de suponer que los petróleos no sufren ni dilatación ni contracción al mezclarse. Esto no es cierto, porque se ha observado que si se trata de petróleos ricos en parafina puede haber un aumento de volumen debido a la disolución de partículas de parafina sólida en el petróleo que se mezcla, y como la disolución de la parafina va acompañada de un aumento notable de volumen, puede ocurrir que la mezcla tenga menos peso específico que los componentes, como demuestran las experiencias de Engler y Boehm.

Puede darse el caso contrario cuando se mezclen petróleos densos o residuos pesados de destilación con gasolinas

o fracciones ligeras, y la contracción será tanto mayor cuanto más cantidad de resinas y asfaltos tengan y menos proporción en parafina. Excepto en estos casos especiales, se pueden calcular los pesos específicos por la ley de las mezclas, suponiendo que no existe ni dilatación ni contracción.

Propiedades térmicas.—Son para nosotros las más importantes, y por esa razón hemos de detenernos algo en su estudio, puesto que son la base de la destilación y del empleo de estos cuerpos como combustibles.

Calor específico y calor de vaporización.—Estos datos de los petróleos, que tienen una importancia grande para las determinaciones de las condiciones de caldeo, de vaporización y de condensación, han sido casi totalmente descuidados en los petróleos, y todas las operaciones que se verifican en las refinerías se hacen por métodos puramente empíricos.

Los calores específicos entre 0 y 100 grados están próximos a 0,5, y en general crecen cuando la densidad decrece. En la práctica se suelen adoptar las siguientes cifras:

Petróleos brutos.	} Para aceites pesados tipo ruso..... 0,45 Para aceites ligeros tipo americano. 0,50
Para las gasolinas, aproximadamente .....		0,45
Para los petróleos lampantes.	0,50
Para los aceites de engrase.....	0,55

Esto no es absolutamente cierto, porque del cuadro obtenido por Mabery y Golstein, que sigue, se deduce que esas cifras prácticas no están de acuerdo con los escasos resultados estudiados:

	Densidad	Calor específico
Petróleos de Pensilvania.....	0,810	0,500
Idem de Japón	0,862	0,453
Idem de Rusia.....	0,908	0,435
Idem de California.....	0,960	0,398

Y tampoco es completamente cierta esa relación que parece existir entre la densidad y los calores específicos, que disminuyen cuando ésta aumenta, pues el aceite de Wietze tiene por densidad 0,888 y por calor específico 0,403, que no encaja en ese cuadro anterior.

También puede decirse que el calor específico crece con la temperatura, y puede deducirse de los trabajos de Bailey y Edwards que el valor del aumento por grado puede considerarse como de 0,0009.

Rey, en Comptes rendus de l'Academie des Sciences, da como fórmula para determinar los calores específicos de los petróleos comprendidos entre 0,800 y 0,820 de densidad la siguiente:

$$0,50 + 0,00007 \cdot t.$$

Para los calores latentes de vaporización se suelen también tomar en la práctica valores comprendidos entre 80 y 100 calorías; pero hay que tener en cuenta que el calor latente de vaporización disminuye cuando la temperatura aumenta, y en series homólogas disminuye también cuando la densidad aumenta, como demuestra la siguiente escala encontrada por la Sociedad Nobel para los petróleos de Bakú (Gurwitsch):

Peso específico	Temperatura de ebullición	Calor latente — Calorías-kgs.
0,640	40°	80,06
0,698	72	74,95
0,742	92	68,25
0,761	100	66,63
0,796	155	53,60
0,812	175	51,60

Para calcular el calor de vaporización latente de un petróleo se puede hacer uso de la fórmula práctica siguiente, debida a Trouton,

$$C^1 = 22,5 \cdot T,$$

en que C^l es calor latente y T la temperatura de ebullición absoluta.

El calor de vaporización total $C^t = C^l + C^a$, en que C^t es calor total y C^a es cantidad de calor necesaria para elevar un kilogramo de petróleo de 0 grados a la temperatura de ebullición normal bajo la presión atmosférica, viene a ser para los petróleos de 130 a 190 calorías.

Coefficiente de dilatación y conductibilidad. — Para los petróleos puede concluirse que el coeficiente de dilatación disminuye conforme aumenta el peso específico, para los derivados de un mismo petróleo disminuye conforme aumenta el punto de ebullición y para una misma fracción aumenta conforme crece la temperatura. Para los aceites parafinosos el coeficiente de dilatación tiene un máximo que corresponde a la temperatura de fusión de la parafina, que viene a ser de 10 a 20 grados, decreciendo a temperaturas mayores.

En el cuadro siguiente damos la tabla de Engler con los coeficientes de dilatación de algunos petróleos para que sirva de norma:

	Peso específico	Coefficiente, dilatación entre 0 y 50°
Pensilvania.....	0,816	0,000840
Canadá.....	0,828	0,000843
Alsacia.....	0,829	0,000843
Virginia.....	0,811	0,000839
Schawabviller (Alsacia).....	0,861	0,000858
Valquia.....	0,862	0,000808
Galitzia oriental.....	0,870	0,000813
Rangoon.....	0,875	0,000774
Cáucaso.....	0,882	0,000817
Galitzia occidental.....	0,885	0,000775
Ohio.....	0,887	0,000748
Bakú.....	0,890	0,000784
Oedesse (Hannóver).....	0,892	0,000772
Pechelbronn.....	0,892	0,000792
Valaquia.....	0,901	0,000748
Oberg (Hannóver).....	0,944	0,000662
Wietze.....	0,955	0,000647

Sobre la conductibilidad calorífica sólo se tienen ligeros datos obtenidos por Landolt, que son los que siguen:

Petróleo, a 15°.....	0,000355
Petróleo Kaiser Q, a 34°.....	0,000382
Aceite de parafina.....	0,000346
Aceite de cilindros.....	0,000290

Estas cifras dan la conductibilidad absoluta, o sea calorías que pasan en un segundo a través de una capa de un centímetro de espesor y de un centímetro de sección para una diferencia de temperatura de un grado C, siendo la conductibilidad absoluta del agua de 10 a 18 grados de 0,00154.

Los coeficientes de dilatación son importantes para calcular los aparatos, conducciones, tuberías, etc., y para determinarlos en un caso particular, deberemos emplear la fórmula

$$C = \frac{V_l - V}{(t_l - t) V} + a$$

en que V_l y V son los volúmenes del petróleo a las temperaturas t_l y t (final e inicial) y a el coeficiente de dilatación del vidrio, que es 0,000025 generalmente.

Para casos en que se necesite mucha exactitud puede emplearse el dilatatómetro de Holde, que es un matraz de vidrio, de cabida de 30 centímetros cúbicos, de forma esférica, con un largo cuello graduado de 0,7 milímetros de diámetro, con una capacidad de 850 milímetros cúbicos. Se determina primero el volumen inicial a la temperatura de la habitación, y el volumen a la temperatura T_l se halla sumergiendo el dilatatómetro en un recipiente calentado por el vapor de los cuerpos o mezclas cuya temperatura de vaporización den la temperatura deseada. Por ejemplo, con éter etílico, que hierve a 35 grados, con cloroformo, que hierve a 61 grados, etc. Los dilatátómetros se llenan y vacían con

ayuda de tubos capilares metálicos de latón o cobre, por aspiración y por insuflación de aire, respectivamente.

Punto de ebullición y evaporación.—En una mezcla tan compleja como el petróleo es imposible fijar un punto de ebullición. Ya hemos tratado de ello en la destilación de las mezclas, y hemos visto que, como no es constante en estos casos la temperatura a la que la tensión de los vapores iguala a la atmosférica, no existe punto determinado de ebullición.

Como la tensión de los vapores que se forman depende de varios factores, que son la rapidez del caldeo y las dimensiones del recipiente con respecto al volumen del líquido contenido, el punto de ebullición de los petróleos dependerá de esos factores. Si, por ejemplo, calentamos dos matrazes que contengan uno más líquido que otro, en el que contenga menos podrán evaporarse mayor cantidad de líquidos antes que la tensión de los vapores llegue a igualar a la atmosférica, y como los productos ligeros son los que se evaporan primeramente en este matraz, se habrán evaporado mayor número de productos ligeros que en el segundo; comenzará, pues, la ebullición en el matraz más lleno a temperatura inferior a la que existirá en el menos lleno cuando iguale la tensión de vapores a la atmosférica, pues en éste al principiar la ebullición evaporarán líquidos más densos, puesto que los más ligeros se habían ya evaporado y los más densos evaporan a mayor temperatura.

Si la operación de caldeo se ejecuta con rapidez, los productos ligeros arrastran con sus vapores a productos más pesados y, por tanto, la destilación comienza a temperatura más baja cuando se efectúa lentamente, que no existe tal arrastre, y cuando comienza la ebullición hay productos más ligeros para evaporar.

Los petróleos se caracterizan, como todas las mezclas, en que la fase líquida se encuentra a una temperatura distinta que la fase vapor. Ya hemos visto en la destilación las cur-

vas características, y aquí sólo vamos a reseñar algunas cifras para que se vean las diferencias que existen entre ambas temperaturas, según las experiencias de Graefe:

CANTIDAD DESTILADA	TEMPERATURAS		
	del vapor	del líquido	Diferencia
	Grados	Grados	Grados
Comienzo de ebullición.....	110	216	116
Trazas.....	130	220	90
1 por 100.....	150	230	80
2 por 100.....	172	240	68
4 por 100.....	186	250	64
8 por 100.....	208	270	72
10 por 100.....	220	280	60
15 por 100.....	247	300	53

Vemos, observando las cifras anteriores, que la diferencia es mayor al principio de la operación y va disminuyendo poco a poco. Esta diferencia es mucho menor en la práctica, porque en las grandes calderas, dada la cantidad de líquido, ni existen tantas pérdidas de calor por radiación como en los laboratorios, ni el líquido está a temperatura tan uniforme. En la práctica, pues, deben presuponerse las siguientes:

	TEMPERATURAS		
	del vapor	del líquido	Diferencia
	Grados	Grados	Grados
Al principio de la operación.....	40	55	15
Después de 24 horas.....	100	130	30
Después de 48 horas.....	220	245	25
Después de 72 horas.....	310	345	35

que han sido tomadas en una operación de caldeo de 70 toneladas y son más aproximadas a lo que puede esperarse en la práctica.

Los puntos de ebullición de los petróleos para las diferentes presiones se hallan de acuerdo con la fórmula de Duhring:

$$\frac{T - t_p}{100 - t_c} = K$$

en que T es la temperatura de ebullición del petróleo a 760 miligramos y t_p la del mismo líquido a la presión p), y 100 al de ebullición del agua a 760 miligramos y t_c la del agua a la presión p), y K es un coeficiente casi constante para un petróleo determinado y variable para la clase de aceite mineral que se considere que vacila entre 1,80 y 1,23, según la densidad disminuya de 0,892 a 0,746. Las variaciones de la constante para un mismo petróleo son muy pequeñas, y debemos, para nuestros cálculos, considerarla como constante.

Como regla práctica podemos admitir que los petróleos cuya densidad sea inferior a 0,900 comenzarán a hervir a temperatura inferior a 100 grados (generalmente, de 50 a 100 grados), y los más densos de 0,900 no comenzarán a hervir hasta después de 100 grados.

En cuanto a la evaporación, los petróleos podemos considerarlos como cuerpos que emiten vapores a la temperatura y presión ordinaria, y tantos más cuantas mayores fracciones volátiles les compongan. La intensidad de evaporación depende de muchos factores, entre los que se encuentran el clima del país, la colocación del recipiente, en lo que afecta a su exposición al sol o a los vientos, la altura de la capa de petróleo que esté en el depósito y la distancia que hay entre la capa superior del líquido y la salida de los vapores al aire.

Algunas cifras prácticas podrán fijar las ideas. En Bakú, el keroseno conservado en recipientes cerrados pierde durante el verano un medio por 100 de su peso por mes, y la gasolina de segunda destilación hasta un 2 por 100 de su

peso y quizá algo más. Para la Rusia Central se puede dar como término medio por año un 1 por 100 sobre los kerosenos y un 4 por 100 para las gasolinas, como pérdidas, en climas ya más fríos que los de Bakú.

Naturalmente, a la pérdida por evaporación corresponde un aumento de peso específico en el petróleo restante y un aumento de viscosidad.

Estos aumentos pueden fijarse por el cuadro siguiente:

PROCEDENCIA	Densidad inicial	Aumento del P. S. por 1 por 100 de evaporación
Balachany.....	0,8578	0,0011
Bibi Eybat.....	0,9688	0,0015
Balachany.....	0,8748	0,0013

La viscosidad puede aumentar, por 1 por 100 de evaporación, 0,136 a 0,140 (Engler a 20 grados), y el punto de inflamación crece de 4,5 a 5 grados (Branken) y de 3,4 a 3,8 grados (aparato Martens Pensky).

Inflamabilidad y explosión.—Todos los petróleos son inflamables a diferentes temperaturas que no suelen estar muy lejos de 0 grados, si tienen materias ligeras por bajo de esta cifra, y, en cambio, si son densos, como los de Hanóver, pueden no serlo hasta los 70 u 80 grados.

Los puntos de inflamabilidad y de ignición están en relación con el de ebullición; así, Holde, que ha ensayado numerosas muestras de petróleos, nos da para la gasolina las siguientes cifras:

	Grados	Grados	Grados	Grados
Punto de ebullición.....	50 a 60	60 a 78	70 a 88	80 a 100
Punto de inflamabilidad	— 58	— 39	— 45	— 22
Punto de ignición.....	»	— 34	— 42	— 19

Las gasolinas y petróleos, como todos los combustibles que emiten vapores, forman con el aire mezclas combustibles explosivas entre ciertos límites de enriquecimiento del aire en esos vapores, porque las mezclas muy pobres en gases combustibles no son explosivas, ni las demasiado ricas en vapores tampoco. Se llama, pues, límite inferior de explosión de una mezcla la menor proporción en riqueza necesaria para que la mezcla sea explosiva, y límite superior la proporción máxima a partir de la cual no hay ya explosión.

En los petróleos no tenemos que considerar sino el límite inferior, porque, generalmente, los vapores no tienen tensión suficiente para que la mezcla sea explosiva sin que una llama exterior la inflame, que es el caso en que conviene no dejar de tener en consideración el valor máximo.

Empleando la fórmula de Thorton (*Philosophical Magazine*, 1917, pág. 190), el límite inferior de explosión para las mezclas de hidrocarburos es:

$$E_i = m(2n - 1),$$

en que *m* es el número de moléculas de carbono y *n* el número de átomos de oxígeno necesarios para la combustión completa de una molécula. Este mismo químico indica que el límite superior está dado en los casos de hidrocarburos por el doble del volumen de vapores de carburos necesarios para una combustión completa. Siguiendo a dicho experimentador, para los diferentes hidrocarburos que se indican en el cuadro siguiente, no han diferido mucho los valores calculados por la fórmula de los obtenidos por la experiencia:

	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
	calculado	observado	calculado	observado
CH ₄	6,25 por 100	5,6 por 100	12,5 por 100	14,8 por 100
C ₂ H ₆	3,2 —	3,1 —	7,9 —	10,7 —
C ₃ H ₈	2,17 —	2,17 —	5,55 —	7,35 —
C ₄ H ₁₀	1,65 —	1,55 —	4,35 —	5,7 —
C ₅ H ₁₂	1,35 —	1,35 —	3,57 —	4,5 —

Para la gasolina, los límites encontrados por Biluchowski (1), Eitner (2) y Holde (3), son los indicados en el cuadro siguiente:

	Límite inferior		Límite superior	
Gasolina de Galitzia de 0,622 de densidad (1).....	2,9 por 100	—	8,1 por 100	—
Gasolina punto de ebullición 105 grados (2).....	2,4 —	—	4,9 —	—
Gasolina (3).....	2,5 —	—	4,8 —	—
Vapor de benceno.....	2,7 —	—	6,3 —	—
Pentano.....	3,5 —	—	4,8 —	—

Los puntos de inflamación, para los derivados de los petróleos, son los que se indican en el estado siguiente, obtenidos bien por el procedimiento y aparato de Martens-Penzky o por el de Breken:

	Martens-Penzky		Breken	
Keroseno pesado.....	106	—	115	—
Aceite solar.....	148	—	160	—
Aceite de máquinas.....	196	—	212	—
Aceite de cilindro.....	215	—	236	—
Aceite bruto (Bakú).....	30	—	46	—
Mazout.....	96	—	119	—

Estas cifras son las medias de varios ensayos; por eso no son muy precisas, y hay que observar, además, que para los petróleos y derivados los puntos de inflamabilidad oscilan en límites de 10 a 15 grados.

Ormandy y Creven indican en sus trabajos que el punto de inflamabilidad (obtenido en vaso cerrado) es casi proporcional a la temperatura de ebullición, y puede suponerse igual a 0,736 por el punto de ebullición para el límite inferior o a 0,800 por el punto de ebullición para el límite superior.

Según Gurwitsch, los valores indicados en el cuadro de la página 951 por Holde como puntos de ignición e inflamabilidad de las gasolinas, son los correspondientes a mezclas que se encuentran en el límite superior de explosión, pues los límites inferiores de la gasolina son superiores a 20 grados todos los puntos de inflamabilidad.

Poder calorífico.—La determinación del poder calorífico para las gasolinas y derivados de los petróleos es importantísimo, porque precisamente han de ser utilizados como combustibles. Generalmente, este poder calorífico está comprendido entre 9 y 12.000 calorías.

El poder calorífico decrece cuando crece la densidad, pero esta regla no se aplica sino para los petróleos de la misma región, pues depende de la composición de los aceites minerales y varía mucho para distintas comarcas.

Para determinar el poder calorífico de los petróleos pueden usarse las fórmulas de Dulong o de Mendelejew, indicadas a continuación, que no dan sino resultados aproximados, siendo la de Dulong la que suele dar un resultado algo excesivo. Siempre es mejor ensayarlo prácticamente por la bomba Mahler.

$$\begin{aligned} \text{(Dulong)} \quad Q &= 345 (H - 180) + 80 C + 24 S. \\ \text{(Mendelejew)} \quad Q &= 81 C + 300 H - 26 (O - S). \end{aligned}$$

Las proporciones en H, C, O y azufre se colocan en las fórmulas donde indican sus símbolos respectivos.

Sherman y Krop han dado otra fórmula empírica que traduce los resultados de un gran número de ensayos hechos con petróleos americanos:

$$B. T. U. = 18,650 + 40 (Bé - 10)$$

que traducida al sistema métrico se convierte en

$$Q = 10,360 + 5,600 \left(H - \frac{1}{d} - 1 \right),$$

una vez que la British Thermal Unit es igual a 1,8 grandes calorías, y finalmente la fórmula bien conocida de Sainte-Claire Deville

$$P \cdot \text{cal. kg.} = 8,080 C + \left(H - \frac{O}{8} \right) 34 \cdot 500.$$

que da con bastante aproximación los calores de combustión de los aceites minerales.

A continuación damos algunas cifras obtenidas por Sherman y Krop en sus ensayos sobre petróleos americanos:

	Densidad.	Calorías Kilogramos
Pensilvania.....	0,8509	11,143
Idem.....	0,8324	10,990
Ohio.....	0,8048	11,149
Idem.....	0,8418	10,950
Virginia occidental.....	0,8237	10,981
Idem.....	0,8261	11,123
Texas.....	0,8914	10,690
Idem.....	0,9155	10,560
Idem.....	0,9336	10,600
California.....	0,9158	10,318
Idem.....	0,9644	10,327

En los análisis precisos hay que establecer la diferencia entre el calor de combustión obtenido en la bomba calorimétrica, donde interviene el calor de condensación del vapor de agua y el poder calorífico verdadero. Esto se obtiene por la siguiente fórmula, donde Q es el obtenido en la bomba y q el que debemos considerar:

$$q = Q - 650.$$

Punto de solidificación.—Suele estar en relación, para los petróleos y sus derivados, con la proporción de parafina que contiene el petróleo bruto de que dependen; pero como

indica Gurwitsch, hay sin duda otras causas que intervienen en este fenómeno y no son bien conocidas aún, porque muchas veces no existe tal relación. Para los petróleos rusos, los derivados ligeros, como las gasolinas y kerosenos, se conservan líquidos aun a 80 grados bajo 0. Los aceites de engrase según van aumentando en densidad van teniendo más alto el punto de solidificación; por ejemplo, el aceite solar a — 64 grados, el de máquinas a — 11 grados, el de cilindros a 4 grados sobre 0.

Solubilidad.—Los petróleos son poco solubles en el agua, pues solamente al cabo de algún tiempo y con agitación se consigue que el agua tome olor y gusto a petróleo y pueda el análisis acusar ligeras cantidades. Son más solubles los hidrocarburos ligeros que los pesados. Herz indica haber encontrado que la ligroína se disuelve en el agua en proporción de 0,227 gramos por 100 gramos de agua.

Se disuelven bien en el éter, benceno, sulfuro de carbono, cloroformo, en el alcohol amílico, excepción hecha de los asfaltos, que no son solubles, y en el alcohol etílico, donde se disuelven bien las partes ligeras y poco las densas.

A su vez, los aceites minerales no disuelven más que ligerísimas cantidades de agua y de alcohol. Se mezclan bien con los cuerpos que acabamos de indicar como disolventes y parece que disuelven a algunos óxidos metálicos y metales, pero en estado coloidal, pues de otro modo no ejercen sobre ellos influencia.

La característica de los petróleos es el gran poder disolvente que ejercen sobre los gases y vapores. Oglobin ha hecho constar de sus experimentos que el keroseno puede absorber isobutileno gaseoso hasta 220 veces su volumen. Para el metano el poder disolvente de los petróleos y derivados es menor, y se ha reconocido que disminuye conforme aumenta la densidad de los derivados disolventes.

Para los gases inorgánicos se ha comprobado que el poder absorbente de los derivados ligeros es muy superior al

del agua. Disuelven el gas sulfuroso en proporción 10 veces mayor que el agua, preferentemente los aceites pesados, que llegan a admitir hasta un 25 por 100 de su peso, y el amoníaco los absorbe en proporción del 40 al 50 por 100 de su peso.

También son buenos disolventes para las grasas y aceites todos los petróleos que contengan carburos aromáticos, disminuyendo la capacidad de disolución si los aceites vegetales contienen oxiácidos.

Los petróleos disuelven también al yodo, al azufre y a los óxidos, de los metales pesados, sobre todo si el petróleo es rico en azufre.

Viscosidad y tensión superficial.—Una de las propiedades más importantes de los petróleos es la viscosidad, que permite la fabricación de grasas consistentes y aceites lubricantes. El frotamiento interno o viscosidad es una resistencia que oponen las moléculas de los flúidos al desplazarse unas sobre otras y se mide generalmente por el tiempo que tarda en salir por un orificio determinado una cantidad de líquido, o sea por la velocidad de salida. Si se compara esta velocidad de salida con la del agua, se llega a determinar la viscosidad relativa del líquido de que se trate, y si se mide sin relacionarla con la del agua, en unidades cm. gr. sec., se obtiene la viscosidad absoluta.

La viscosidad absoluta puede determinarse por la cantidad de líquido que sale por un tubo capilar, cuyo radio sea r y l la longitud medidos en cm.; p , la presión utilizada para vencer la resistencia de frotamiento en el tubo capilar, y v , el volumen de líquido salido en t segundos. La ley de Poiseuille da la fórmula:

$$V_a = \frac{\pi \cdot p \cdot r^4 \cdot t}{8 \cdot l \cdot v}$$

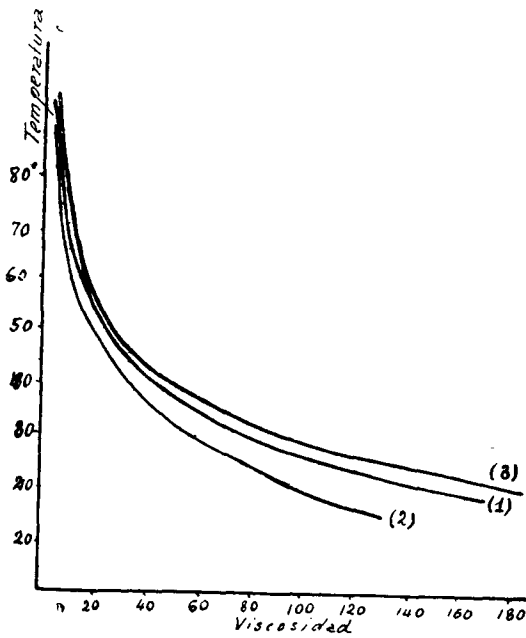
Como este procedimiento es largo, se utiliza generalmente el viscosímetro de Engler o los de Lamanski-Nobel, Redwood, Sayboldt, etc., determinando la viscosidad rela-

tiva, con relación al agua, en grados Engler, y de ella puede pasarse a la verdadera, empleando la fórmula de Ubbelohde y tablas especiales para este objeto. La fórmula es la siguiente:

$$V = s \left(4.072 \frac{T}{T_e} - 3.513 \frac{T_e}{T} \right)$$

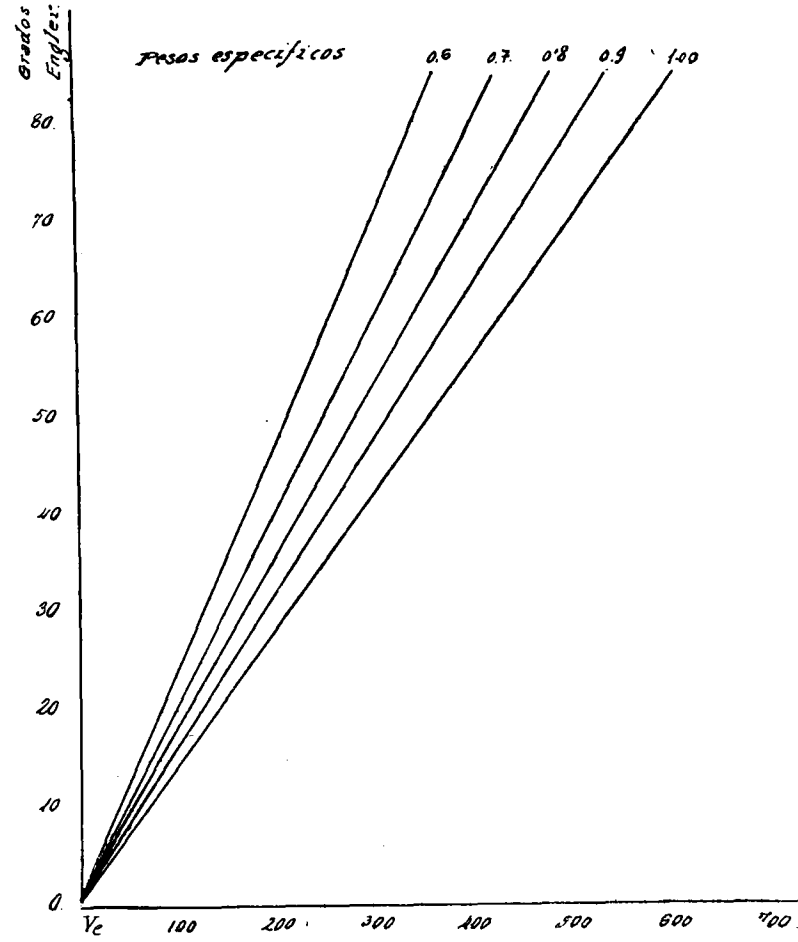
en que T es el tiempo de salida del aceite en el viscosímetro y T_e el de salida del agua en el mismo aparato.

La viscosidad disminuye con la temperatura, como pue-



de verse en las curvas que se dibujan en el gráfico adjunto, para un aceite de engrase de máquinas (1), para el mismo aceite refinado casi hasta decoloración total por el ácido sulfúrico (2) y para una mezcla de aceite de taladros y aceite de cilindros. Vemos que el refinado hace deformarse la curva de viscosidad, aplanándose con relación a la que corresponde al aceite bruto.

La presión también ejerce influencia sobre la viscosidad en forma que aumenta con ella. También damos en el gráfico de la presente página dos curvas de variación de la vis-



Viscosidad específica con relación al agua a 20° = 1.

cosidad con la presión de las cuales la A) es para un aceite de máquinas y la B) es para aceite de cilindros. Por las curvas se ve el aumento considerable que sufre la viscosidad a las presiones elevadas. Johnston ha hecho la obser-

vación de que un aceite de engrase ha llegado a consistencia de manteca a presión de 4.000 kilogramos por centímetro cuadrado.

La viscosidad depende también de la composición química de los petróleos, variando según las fracciones que integran los destilados.

Parecen tener una mayor viscosidad los naftenos, y después, en orden decreciente, los hidrocarburos aromáticos, carburos saturados, olefinas y diolefinas.

A continuación vemos la diferencia de viscosidad entre los naftenos y los carburos parafínicos de puntos de ebullición concordantes, en un cuadro debido a Mabery y Matews:

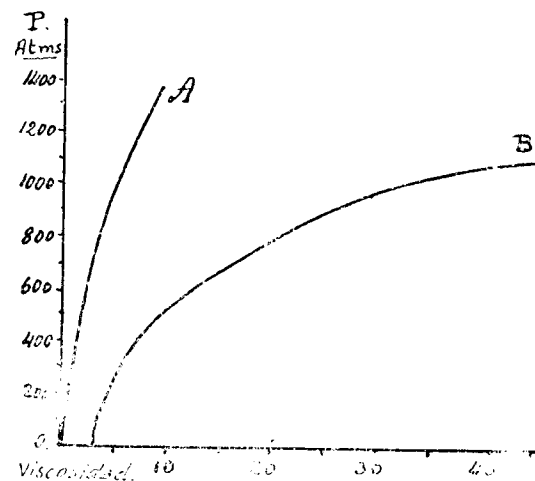
	Punto ebullición a 50 m/m Hg.	Densidad	Viscosidad
Naftenos...	274 a 276	0,835	15,63
Parafinas..	273 a 276	0,775	8,51
Naftenos...	294 a 296	0,841	21,23
Parafinas..	294 a 296	0,781	10,88

En las mezclas, la viscosidad de la mezcla no puede calcularse por la fórmula de las mezclas partiendo de las viscosidades de los componentes, porque se ha advertido que es siempre un poco menor. En el Chemiker Zeitung (1914, página 857) publicó Molin un artículo sobre las determinaciones de las viscosidades de las mezclas de petróleos y una tabla para determinar más fácilmente la de una mezcla de dos aceites distintos partiendo de las viscosidades de los componentes.

La viscosidad es de gran importancia en los petróleos porque no sólo interviene en la fluidez de los aceites lubricantes, sino en la de los petróleos de alumbrado cuya potencia ascensional en la mezcla depende y está en razón inversa de la viscosidad.

En el gráfico que acompaña podemos ver la relación de la viscosidad específica con relación al agua, respecto a los grados Engler y a la densidad del aceite, y encontrar, por tanto, la viscosidad específica, conocido el grado Engler y la densidad o viceversa.

La tensión superficial de los petróleos es otro fenómeno físico muy importante en el tratamiento de los mismos y que conviene tener presente. Se ha visto que la tensión su-



perficial en los petróleos está relacionada con la densidad, con el peso molecular y con la composición.

Si la densidad aumenta, la tensión superficial con relación al aire, crece y la tomada con relación al agua decrece. Para un mismo número de átomos de carbono en la molécula, la tensión con relación al aire crece si se pasa de los hidrocarburos parafínicos a los naftenos, de éstos a los aromáticos y de estos últimos a los no saturados, y lo contrario en lo que respecta a la tensión con relación al agua. La proporción en resinas y en ácidos nafténicos disminuye la tensión superficial con relación al agua, por lo que las tensiones de los destilados brutos suelen ser inferiores a las de

los refinados correspondientes, y a la inversa, para la tensión al aire.

El cuadro siguiente, debido a Gurwitsch, nos pone de manifiesto algunas tensiones para petróleos de Bakú:

	Peso específico	Tensión superficial en dinas por cm ² , con relación al	
		Aire	Agua
Petróleo de Ssurachany.....	0,797	25,8	27,8
Petróleo de Balachany.....	0,875	28,9	27,1
Petróleo de Bibi-Eybat.....	0,880	29,2	22,0
Petróleo de Binegady.....	0,932	31,0	19,0
Petróleo de Isla-Swajatoj.....	0,918	30,7	17,3
Gasolina primera calidad.....	0,714	20,4	49,7
Gasolina segunda calidad.....	0,740	21,9	46,2
Keroseno bruto.....	0,826	26,7	35,5
Keroseno refinado.....	0,824	26,1	42,2
Pironafta (keroseno denso).....	0,861	27,3	39,8
Aceite brocas refinado.....	0,894	31,8	28,9
Aceite máquinas bruto.....	0,912	36,0	31,9
Aceite máquinas destilado.....	0,909	35,7	34,0
Aceite cilindros refinado.....	0,916	35,7	27,4
Acidos nafténicos de keroseno ...	0,961	31,8	1,8

Uno de los fenómenos que provienen de la tensión superficial y de los que más importancia tienen en los petróleos es la formación de emulsiones. Ya hemos dicho algo de esta cuestión al tratar de la deshidratación de los aceites minerales.

La mezcla de dos líquidos de diferentes densidades, que no se disuelven, no da lugar, en general, sino a una penetración de moléculas finamente divididas del uno en el otro, que en el momento en que cesa la agitación o la causa que produce esta penetración van separándose en dos capas, según sus densidades. Esto ocurre en los petróleos también si están refinados.

Pero en los petróleos brutos no suele ocurrir así, sino

que esa mezcla finamente dividida de gotitas, casi microscópicas, de petróleo y de agua, por ejemplo, no se destruye cuando cesa la causa que produjo la agitación y la emulsión subsiste, y aunque haya una separación de parte del aceite y parte del agua que forman las dos capas superior e inferior en el recipiente donde se opere, siempre se observa entre ambas una capa de emulsión que no se destruye fácilmente, como ya hemos podido comprobar en el capítulo de deshidratación.

Esto es debido a que la tensión superficial en el caso de las mezclas, no es la misma que en el caso de un solo líquido determinado y sigue el principio de Gibbs. Cuando la tensión superficial de los dos constituyentes de la mezcla no sea la misma, el cuerpo cuya tensión superficial sea menor tiende a acumularse cerca de la superficie, ya sea esta superficie la libre del líquido o la de separación con otro líquido cualquiera. Luego cuando un aceite bruto, que puede considerarse, casi siempre, como una mezcla de hidrocarburos y de compuestos resinosos, se mezcle con el agua, o se ponga en contacto con otro líquido o fluido, las composiciones resinosas que tienen una tensión superficial menor que la del hidrocarburo constituyente del petróleo tenderán a acumularse cerca de la superficie del líquido. Si por una causa cualquiera producimos una agitación y dividimos en pequeñas porciones el petróleo bruto, las sustancias resinosas dentro de cada porción o gota tenderán a formar la superficie de contacto de la molécula de petróleo con la de agua y se formarán esas pequeñas esferas microscópicas de petróleo recubiertas de una película de sustancias resinosas que constituyen la emulsión. Esa película impide que la acción de la tensión superficial se verifique y las gotas de petróleo ya no se reúnen nuevamente, mientras por una acción cualquiera no se consiga desgarrar o separar, en parte, esa película de sustancia de pequeña tensión superficial y pueda el petróleo desarrollar su acción libremente.

Como es muy razonable y se deduce del principio de Gibbs, la acción de estos cuerpos resinosos debe ser más grande para derivados del petróleo ligeros que para los densos, porque cuanto más diferencia exista entre la tensión superficial del destilado y de la materia resinosa, mayor caída de tensión existirá en la superficie por la acumulación de la materia asfáltica. Así ocurre que la acción de la resina sobre el keroseno es mayor que sobre un aceite de máquinas, y la emulsión en el primer caso es estable y más difícil de destruir que en el segundo.

Los jabones nafténicos tienen la misma acción que las resinas, puesto que son cuerpos de tensión superficial muy débil. También Bankroft ha probado que los coloides tienen propiedades análogas y favorecen la emulsión, bien del agua en el aceite, bien del aceite en el agua, recibiendo los nombres de hidrófilos los segundos y de hidrófobos los primeros. Finalmente, la electrización también favorece o destruye las emulsiones y se carga positivamente aquella sustancia cuya constante dieléctrica sea mayor, que generalmente suele ser el agua, en el caso de emulsión de petróleos y agua. También intervienen en la formación de emulsiones los polvos finos, de arena, de arcilla, etc.

Propiedades ópticas.—La coloración de los petróleos ya la hemos indicado en el cuadro II, al hablar de la composición de los diferentes petróleos; suele ser amarillento para los aceites americanos y pardo o rojizo para los demás, más o menos obscuro. Hay también aceites casi incoloros, como ocurre con los de Ssurachany, cerca de Bakú, pero son excepciones.

La fluorescencia que tienen todos los petróleos y sus derivados, excepto los muy ligeros, que son los únicos que pierden esa propiedad, es otra característica de los petróleos que no ha podido ser explicada, pues no se conoce la causa, como tampoco la de la coloración a que antes nos hemos referido.

Otras características de los petróleos son el poder rotatorio y el poder refringente. El primero es la propiedad de hacer girar el plano de luz polarizada. El giro suelen verificarlo la mayor parte de los aceites hacia la derecha, pero hay algunos, como los de Borneo y Java, que lo hacen girar hacia la izquierda y algunos son ópticamente inactivos. En los destilados se observa que el poder rotatorio es nulo en los destilados inferiores y va creciendo conforme aumenta la temperatura de ebullición hasta llegar a un máximo y después desciende nuevamente.

Parece existir ese máximo para las fracciones cuyo punto de ebullición está entre 250 y 300 grados.

El poder refringente crece también con la temperatura de ebullición en los destilados de un mismo petróleo bruto, y para los poderes de refracción de diversos petróleos se ve que varían paralelamente a su peso específico y que los carburos saturados tienen menores índices de refracción que los naftenos y éstos menores que los de los hidrocarburos aromáticos correspondientes.

Las propiedades de actividad óptica reconocidas en los petróleos no han podido ser explicadas, aunque hay numerosas teorías. La que parece más verosímil es la de Marcussou y Engler, que suponen deben ser debidas a productos de transformación de la colesteroína o de la fitosterina. Lo que vendría a corroborar la hipótesis de Engler sobre la formación de los petróleos partiendo de grasas animales.

Propiedades eléctricas.—La constante dieléctrica de las fracciones de petróleo está comprendida entre 1,78 y 2,15 aumentando desde las fracciones inferiores a las superiores.

La resistencia a la ruptura eléctrica es una propiedad muy estimable de los petróleos que da origen a los aceites de los transformadores para alta tensión. Esta resistencia no está en relación con la resistencia óhmica, o poder aislante, pues mientras que la resistencia óhmica disminuye con la temperatura, la resistencia a la ruptura aumenta. La

resistencia a la ruptura disminuye mucho con la humedad del aceite, en tal forma que con sólo proporciones de 0,05 por 100 hace disminuir en el 50 por 100 la resistencia al paso de la chispa eléctrica. También se ha visto que cuando el petróleo tiene compuestos de azufre la resistencia es menor.

La conductibilidad eléctrica de los petróleos viene a ser la siguiente:

Para la gasolina.....	10-18
Para el benceno.....	4.10-17
Para el éter-petróleo.....	10-14
Para la parafina.....	10-18

La conductibilidad de los petróleos aumenta mucho con la temperatura, porque su resistencia y su capacidad de aislamiento disminuyen, y si el petróleo está húmedo se hace sentir mucho más fuertemente.

La gasolina tiene el poder de electrizarse fácilmente, y lo mismo los petróleos ligeros, por frotamiento y, como consecuencia de ellos, pueden ocasionarse chispas que den lugar a incendio por inflamación de los vapores. Puede hacer nacer esa electrización el frotamiento de la gasolina con las tuberías, y la carga será tanto más grande cuanto mayor sea la velocidad de salida o de paso de la gasolina por la tubería. Puede llegarse a cargas de más de 2.000 voltios, que son peligrosas para los depósitos de petróleo. Si el recipiente es pequeño, la carga puede pasar a tierra más rápidamente, pero si es grande, a veces no tiene medios de descargarse y se producen chispas. Análogamente, en el refinó de los kerosenos y de las gasolinas, si se emplean agitadores o la corriente de aire comprimido, pueden sobrevenir incendios por electrización de la fracción de petróleo ligero si se interrumpe la entrada de aire para la agitación, como se ha visto algunas veces. Esto puede evitarse introduciendo una corriente de vapor de agua al terminar la inyección de aire por algunos momentos.

Rither recomienda para depositar la gasolina, disolver en ella jabón de magnesia, que aumenta la conductibilidad, o cualquier otro jabón.

ACCIÓN DE LOS DIVERSOS AGENTES QUÍMICOS SOBRE LOS PETRÓLEOS

Acción de los halógenos.—Los cuerpos halógenos atacan a los petróleos, separando los hidrocarburos no saturados que posean una doble ligazón, por lo menos, de todos los demás grupos saturados. En éstos substituyen uno o varios átomos de hidrógeno, o bien verifican una substitución con ruptura molecular, y en los no saturados se adicionan dos átomos sobre cada doble ligazón.

El ataque de los halógenos a los hidrocarburos saturados es pequeño en los carburos parafínicos, y va siendo más fácil en los nafténicos y aromáticos. El cloro es el que ataca más enérgicamente que los demás halógenos. El yodo y el bromo forman con los naftenos derivados mono y poli-substituidos.

A temperatura elevada y auxiliados por catalizadores, los halógenos pueden transformar los naftenos, o con separación de hidrógeno, transformado el ciclo exametilénico en bencénico, o con isomerización, pasando del ciclo hexagonal al pentagonal.

Acción del oxígeno y cuerpos oxidantes.—Los petróleos ya hemos indicado que se oxidan en presencia del aire. Generalmente, la oxidación se realiza sobre los carburos no saturados, y en los demás grupos, en aquellos hidrocarburos de cadenas laterales y ramificadas de peso molecular elevado. Las fracciones ligeras se oxidan difícilmente. La oxidación atmosférica se facilita por la acción de la luz, y en algunos casos comienza bajo la acción de la luz. A la

larga, esta oxidación atmosférica se hace sentir sobre todos los hidrocarburos ligeros o pesados.

Esta oxidación puede también acelerarse con el empleo de catalizadores, por corrientes locales débiles o galvánicas y por descargas eléctricas. La acción del calor favorece grandemente a la oxidación, pero en este caso ya se emplea el aire bajo presión.

Las parafinas tratadas por oxidación en estas condiciones producen ácidos grasos que pueden emplearse para la fabricación de jabones. En la oxidación de los petróleos por el aire se producen asfaltos artificiales.

En la destilación puede también verificarse una oxidación por el oxígeno del aire, con formación de ácidos, que deben evitarse. Uno de los fenómenos de la oxidación es la inflamación espontánea, que debe evitarse en los petróleos. Las experiencias de Holm dan las cifras siguientes para temperatura de inflamación espontánea de los petróleos:

Gasolinas.....	415 a 460 grados.
Aceite de máquinas.....	380 a 410 —
Benceno.....	520 —

Las fracciones que hierven a temperaturas altas se inflaman antes que las ligeras. Los hidrocarburos saturados se inflaman a temperaturas más elevadas que los no saturados, y los aromáticos son los que se inflaman a temperaturas más elevadas que todos.

La acción del ozono transforma a los hidrocarburos de doble ligazón y a los bencénicos en ozónidos, fijando cada uno una molécula de oxígeno. El ozónido corresponde a la fórmula $C_{17}H_{20}O_8$; se disuelve en el éter, cloroformo y en el benceno. También se disuelve en soluciones acuosas de álcalis. Haciendo hervir con agua los petróleos ozonizados, se destruyen los ozónidos con formación de ácidos. Los carburos parafínicos se dejan también oxidar ligeramente por el ozono, y los aromáticos se atacan a la temperatura ordinaria.

Los demás oxidantes reaccionan sobre los petróleos con ruptura de la molécula y quemando parte del carbono, transformándolo en gas carbónico, y con frecuencia se produce resinificación. La acción es muy compleja y no ha sido bien estudiada hasta la fecha.

Acción del ácido nítrico.—Este ácido produce sobre los petróleos dos acciones distintas: la de oxidación y la de nitración. Según los factores que intervengan, concentración del ácido, temperatura, composición del petróleo, así se llegará a uno u otro de los resultados. Atacando en forma concentrada o con mezcla sulfonítrica, se atacan fácilmente los carburos saturados y pueden separarse de los demás en forma de derivados nitrados. Si se ataca con ácido concentrado y a temperatura elevada, se verifica la oxidación de los carburos, tanto nafténicos como los parafínicos secundarios y terciarios, y no hay que decir que con mayor facilidad a todos los no saturados, con producción de ácidos y de compuestos nitrados.

La nitración de los carburos parafínicos es más difícil y hay que hacerla tratando por el ácido fumante los petróleos a la temperatura de ebullición.

La acción del ácido nítrico sobre los productos derivados de alto punto de ebullición es mucho más fácil y se obtienen derivados nitrados.

Acción del ácido sulfúrico y del azufre.—La acción del ácido sulfúrico está ya demasiado detallada en el refino para que vayamos a ocuparnos de ella.

El azufre reacciona sobre los carburos no saturados, con desprendimiento de hidrógenos sulfurados y formación de un residuo carbonoso y destilación de alquitranes rojizos de olor desagradable.

Tratando los hidrocarburos aromáticos por el ácido sulfúrico concentrado y el aldehído fórmico se obtienen los

formolitos. Es una reacción específica, porque sólo reaccionan los carburos aromáticos y, por tanto, sirve para probar su presencia. Puede reemplazarse la formalina por el metilal.

II.—COMBUSTIBLES LIQUIDOS OBTENIDOS

DE MODO INDIRECTO

a) Por destilación.

En la industria pueden obtenerse petróleos y aceites minerales por destilación de los combustibles sólidos y por la de las pizarras bituminosas y disodílicas. En el primer caso se producen los alquitranes en primera destilación, que a su vez, en segundas destilaciones y rectificaciones producen aceites ligeros y pesados que se utilizan en la industria. En el segundo caso, la destilación de las pizarras produce directamente aceites brutos, llamados de esquisto, que por destilaciones sucesivas y refinados producen tipos comerciales.

Vamos a estudiar ligeramente los productos obtenidos en esas destilaciones que nos interesan, es decir, los alquitranes en los primeros casos y los aceites de esquisto en el segundo.

Alquitranes de hulla.—No puede establecerse una base general que nos indique la composición media de los alquitranes de hulla, porque, como es natural, este producto depende de tres factores principales y según sean unos y otros así ha de resultar el producto. Depende de la naturaleza del combustible, porque hay hullas muy diferentes y los alquitranes no pueden ser iguales si las primeras materias no lo son. Depende de la temperatura a que se realice la

destilación, y finalmente, de las condiciones en que ésta se realice y de su duración.

Como un dato para fijar las ideas, daremos los análisis de Mills de la composición elemental de varios alquitranes de hulla:

	De Londres	De Chanelcoal
Carbono.....	77,58	85,33
Hidrógeno.....	6,33	7,33
Oxígeno.....	14,50	6,06
Nitrógeno.....	1,03	0,83
Azufre.....	0,16	0,43

Los alquitranes de hulla provienen, en general, de la fabricación de gas o de la del cok. El alquitrán de los hornos de cok difiere de los de las fábricas de gas en que contienen menos carbono libre, además de que los componentes de ambos difieren algo en cantidad.

En cuanto al carbono libre, la proporción de los alquitranes de las fábricas de cok no suele exceder de 10 a 12 por 100 y, generalmente, se encuentra entre 2 y 6 por 100. El de las fábricas de gas puede llegar a 23 por 100, aunque tampoco suele exceder de 12 a 14 por 100. Parecen tener más carbono libre los alquitranes de hornos de retortas horizontales que los de las verticales.

La proporción en carbono libre del alquitrán, según Köhler, influye mucho en la densidad, como demuestran las siguientes cifras:

Carbono libre							
por 100.....	5,00	12,42	14,00	15,07	18,24	20,93	23,75
Densidad....	1,11	1,15	1,16	1,17	1,18	1,20	1,22

Según los análisis de Jayne, para los alquitranes americanos vemos también que la densidad crece con la proporción en carbono libre, siendo, por ejemplo, de 1,22 para una

proporción de 24 a 25 por 100 y ascendiendo a 1,28 ó 1,30 para una proporción de 30 a 40 por 100.

La teoría de la formación del alquitrán que más parece aproximarse a la realidad es la de Berthelot, que supone: que en la destilación de los combustibles, el hidrógeno y el carbono se combinan directamente bajo la acción del calor, formando metano y etano; que una parte del metano se transforma en acetileno, y que este hidrocarburo, por condensación, pasa a benceno, del cual se derivan todos los hidrocarburos de la serie aromática que se encuentran en los alquitranes. Ya hemos hablado, cuando la transformación de los hidrocarburos por el calor, de estas teorías y no hemos de volver sobre las mismas.

Bunte, sin embargo, ha demostrado que la formación de los alquitranes se produce en los primeros períodos de la destilación de preferencia, y en esos momentos la temperatura de las retortas no ha llegado a ser la necesaria para que se produzca la cantidad máxima de acetileno precisa para las reacciones de Berthelot.

Heintz prueba asimismo con sus trabajos que la mayor parte del alquitrán se forma a temperatura inferior a 500 grados.

Aparte de estas opiniones existen otras muchas, de las que unos, como Schultz y Krämer, no admiten que se formen partiendo del acetileno, sino de los fenoles que, según el primero, se forman antes de los demás cuerpos, o de compuestos hidrocarbonados superiores, según el segundo.

Otros, como Russig y Heusler, suponen que la formación es debida a la descomposición de la molécula celulósica del carbón, el primero, y el segundo a la destilación de sustancias que ya se encuentran en el carbón; luego ambos creen que no se forman por síntesis de los elementos, sino por descomposición de cuerpos que existen en el carbón sin aislar aún.

Finalmente, Pictet y Ramseyer, destilando la hulla con

el benzol en ebullición han hallado los mismos hidrocarburos y alcoholes que habían encontrado por la destilación en el vacío, en la cual no se producen descomposiciones, sino separación de sustancias volátiles.

No ha sido, pues, explicada de una manera satisfactoria la formación de los compuestos del alquitrán y sólo podemos limitarnos a exponer las hipótesis, sin inclinarnos por ninguna de ellas; ya que no podemos estar seguros de cómo se forma, vamos a decir algo de sus derivados y de sus componentes.

Dadas las investigaciones de Jacobsen, Anschütz, Krämer, los alquitranes se componen:

De hidrocarburos parafínicos, hasta los términos sólidos $C_{25}H_{48}$.

De carburos etilénicos, hasta el eptileno normal C_7H_{14} .

De diolefinas, hasta el término C_8H_{10} .

De hidrocarburos bencénicos y aromáticos de las series del estirolo, indeno, fluoreno y antraceno, hasta el piceño $C_{22}H_{14}$.

Compuestos oxigenados, tales como acetonas, cresoles y naftoles.

Compuestos sulfurados: sulfuro de carbono, tiófenos y azufre libre.

Compuestos nitrogenados, como amoniaco, metilaminas, anilinas, bases pirídicas, entre los compuestos básicos, y entre los neutros, el pirrol, carbazol, nitrilo benzoico.

Compuestos ácidos: ácido acético, ácido fénico, etc.

Dada la composición tan compleja de los alquitranes, se comprende que haya grandes diferencias entre unos y otros, pues a poco que varíen las proporciones de unos y otros componentes, se advierte la disemejanza de los alquitranes.

La influencia de la temperatura en la operación de destilación, y por tanto, en la formación de los alquitranes, es grande; ya hemos indicado que, según las experiencias de Heintz, antes de los 500 grados se produce la mayor canti-

dad de alquitranes, y ciertamente, entre los 250 y los 450 grados, es cuando las descomposiciones de las materias úlmicas son activas y comienza la aglutinación del combustible. Si se eleva la temperatura comienzan a verificarse polimerizaciones y condensaciones de los hidrocarburos y aumentan los hidrocarburos aromáticos, y cuando la temperatura sobrepasa los 800 grados, ya todos los productos volátiles se han gasificado y la disociación de los hidrocarburos se hace notar por los depósitos de carbono.

Los alquitranes que se producen a temperaturas bajas no son, por tanto, iguales a los que se recogen a temperaturas elevadas, y conviene ocuparse de la composición de unos y otros.

Las alquitranes primarios, que son los producidos a bajas temperaturas, son menos ricos en hidrocarburos aromáticos, pero en cambio contienen más carburos saturados y nafténicos, que pueden llegar hasta 45 a 50 por 100, más agua y otros productos oxigenados, ácidos, fenoles y creoles, que pueden elevarse a 25 ó 30 por 100.

En cambio, los alquitranes de alta temperatura son más cargados de hidrocarburos aromáticos y en asfaltos y carburos de la serie cíclica y en aceites densos.

Para la producción de alquitranes con miras a la de aceites minerales, hay que tratar de la carbonización a baja temperatura y lentamente, mientras que para la producción de gas hay, por el contrario, que aumentar la proporción en materias volátiles gasificadas y hay que elevar la temperatura para descomponer los hidrocarburos.

En el cuadro siguiente damos las densidades y fracciones dadas en la destilación por diversos alquitranes, procedentes de diferentes industrias, para que se vea la gran diferencia que existe entre los rendimientos, la cantidad de carbono libre y ácidos, y hasta en la densidad, siendo casi todos los ensayos de una misma clase de carbón empleado, pero tratado de diferente manera, a distinta temperatura y

INDUSTRIA DE QUE PROVIENE	Carbón empleado.	Densidad.	C. libre por 100.	Aceites ácidos por 100.	DESTILACIÓN EN LA RETORTA					Brea por 100.	
					Hasta 170°	Hasta 230°	Hasta 270°	Hasta 300°	Hasta 330°		
Alquitrán de altos hornos.....	—	0,954	—	—	—	2,90	—	—	—	33,00	55,60
Alquitrán coalita.....	—	1,058	0,15	23,00	—	14,00	13,60	6,97	—	29,00	41,70
Alquitrán coalita.....	—	1,070	—	—	10,80	—	20,00	—	—	30,00	39,20
Alquitrán de gas, r. vert.....	Silkstone.	1,084	3,60	—	6,70	—	21,70	—	—	22,00	48,50
Alquitrán de gas al agua.....	Durham.	1,090	1,38	0,0	—	5,80	9,16	—	—	34,34	34,91
Alquitrán de gas al agua.....	Durham.	1,092	trazas.	0,0	1,39	15,45	—	—	—	42,39	18,23
Alquitrán de gas, r. incl.....	Durham.	1,095	2,60	—	4,40	—	28,50	—	—	19,20	47,50
Alquitrán de gas, r. vert.....	—	1,100	2,40	—	5,85	—	12,32	—	—	26,90	49,75
Alquitrán de cok.....	Durham.	1,106	—	—	1,60	4,70	—	18,0	—	34,00	30,50
Alquitrán de gas, r. vert.....	Durham.	1,113	4,0	5,30	13,00	—	24,00	—	—	9,00	50,00
Alquitrán de gas, cámaras.....	—	1,180	11,10	—	0,40	—	10,20	—	—	30,10	53,90
Alquitrán de cok.....	Durham.	1,198	10,50	3,00	9,40	—	9,80	—	—	24,80	51,00
Alquitrán de cok.....	Durham.	1,220	17,25	3,00	4,90	—	18,40	—	—	9,00	60,00

a distinta marcha de la operación y en diferente horno, que tiene gran importancia por la mayor o menor facilidad de transmisión de carbón. Ese cuadro debido, a Hooper y publicado en *Journal of Gas Lighting* (1911), es muy interesante por ese concepto.

Los rendimientos de los carbones en alquitrán varía mucho según la clase de combustibles que se emplee, y mientras que los carbones secos dan de 1 a 2 por 100, y los grasos no vienen a pasar del 4 por 100, los de llama larga llegan al 10.

En la destilación ya hemos dado los rendimientos de la destilación de las distintas clases de alquitranes, de las diferentes industrias, y sólo nos queda, para acabar, indicar el rendimiento aproximado de los alquitranes primarios, que dadas las indicaciones de Fischer, viene a ser:

Aceites ligeros, hasta 100°.....	3 por 100.
Idem medios, hasta 200°.....	10 por 100.
Idem pesados, hasta 300°.....	12,5.
Resinas, sobre 300°.....	15 por 100.

Alquitrán de lignitos.—Son de color más claro que los de hulla y también es menor su densidad, que varía de 0,850 a 9,10. La densidad es menor cuanto más parafina contienen, por lo que son más ricos los pocos densos y de mayor valor comercial, pues actualmente el alquitrán de lignitos sólo se emplea para extraer la parafina y aceites de parafina.

La composición de los alquitranes de lignitos viene a ser en su mayor parte hidrocarburos saturados desde el eptano en adelante hasta el eptacosano, todos comprendidos entre puntos de ebullición que oscilan de 99 a 270 grados. De estos hidrocarburos vienen a contener hasta 65 por 100; entre los no saturados contienen hidrocarburos etilénicos y acetilénicos, de los que no se han podido identificar hasta la fecha más que el exileno y el extileno. También se encuentran algunos naftenos, comprobados por Heusler, y entre

todos estos hidrocarburos constituyen un 30 por 100 del alquitrán.

Hidrocarburos aromáticos de la serie del benceno se han encontrado pocos, pero ha podido demostrarse la presencia del benceno, tolueno y xilol y los isómeros de este último; de la serie antracénica $C_n H_{2n-18}$ se ha encontrado el píceno.

Compuestos oxigenados, contiene fenoles, cresoles; compuestos nitrogenados, algo de amoníaco y aminas; en cuanto al azufre puede variar su proporción entre 0,4 y 3 por 100 en forma de compuestos orgánicos, tiófeno y tióxeno, encontrados por Heusler.

Los alquitranes de lignito de Sajonia rinden aproximadamente:

	Densidad.	Por 100
Aceite fotógeno.....	0,815 - 0,835	8 a 19
Idem solar.....	0,870 - 0,920	10 a 45
Idem de engrase.....	0,920 - 0,950	5 a 6
Idem de parafina.....		28 a 39
Parafina.....		1 a 4
Brea.....		8 a 14

En conjunto, la destilación de los lignitos da un aceite bruto que suele llegar a 23 o 24 por 100 y la masa de parafina que oscila entre 50 y 60 por 100, algunos aceites de parafina densos hasta un 2 por 100 y de residuo hasta un 4 por 100; el resto son gases, agua y pérdidas de un 12 a un 20 por 100.

Los alquitranes americanos vienen a destilar:

De 0 a 150°.....	6 al 11 por 100.
De 150 a 300°.....	40 al 42 —
Sobre 300°.....	27 al 34 —

Como hemos indicado en los alquitranes de hulla, el máximo rendimiento de los lignitos en alquitrán se verifica

cuando la destilación es lenta y a temperatura comprendida entre 500 y 550 grados. El rendimiento no excede de un 4,5 por 100 en los mejores casos, siendo sólo de un 2 a 3 cuando se destila rápidamente y a alta temperatura.

Siendo muy interesante en los lignitos la destilación a baja temperatura para la producción de alquitranes, vamos a dar algunos detalles de las experiencias de Laffargue y Jaughey. Destilados a baja temperatura los lignitos, cuyas características se indican en el cuadro siguiente, se han obtenido las conclusiones que vamos a indicar:

	a.	b.	c.	d.
Humedad.....	5,50	15,00	55,00	26,00
Materias volátiles.....	37,00	40,00	30,00	31,50
Cenizas.....	13,00	10,00	10,00	11,50
Carbono fijo.....	44,50	35,00	5,00	31,00
Nitrógeno.....	1,25	0,75	0,25	0,50
Azufre.....	—	5,00	0,80	5,90
Alquitrán obtenido por 100 kilogramos de materias volátiles.....	20,50	47,00	13,00	11,50

1) Se ha demostrado que elevada la temperatura sobre 500 grados, que en opinión generalmente admitida es la óptima para detener la destilación, la cantidad de aceites interesantes por sus empleos aumenta sensiblemente después de 650 grados. Los ensayos siguientes, verificados con los lignitos *b* y *d*), los demuestran:

	ALQUITRÁN	
	A 500°	A 700°
Lignito <i>a</i>).....	61	71
Lignito <i>b</i>).....	35	36

2) Por debajo de 400 grados los productos de la destilación, salvo en lo que se refiere al agua de reacción, eran despreciables para los lignitos *a* y *b*). Los *c* y *d*) comenzaron a dar algunos aceites alquitranosos ricos en parafina y conteniendo aceites buenos para engrase.

La parafina hallada (por 100 de alquitrán) ha sido en los ensayos totales: *a*) = 3,3; *b*) = 2,3; *c*) = 30,0; *d*) = 15,0.

Para todos los lignitos la mayor parte de los aceites obtenidos se diferencian de los petróleos y de las pizarras bituminosas, no solamente por la presencia de fenoles, sino independientemente de ello.

3) Observando los productos de la destilación de los alquitranes que se indican en el cuadro siguiente, vemos que los aceites ligeros, excepción hecha del lignito *d*), han sido menos abundantes que en la destilación corriente a alta temperatura, que también va en contra de la opinión generalmente admitida.

Los aceites medios son abundantes, los constituyen principalmente fenoles y no contienen esos aceites, ni naftalina ni antraceno.

Los aceites pesados son también más abundantes que en la destilación a alta temperatura; por ejemplo, en el lignito *a*), la cantidad producida es el doble de lo que daba en destilación para cok. Los aceites pesados son muy parafinosos, y la parafina es abundante, sobre todo en los *c*) y *d*). No tienen naftalina ni antraceno, y convienen bien para aceite Diesel. Los *c*) y *d*) contienen aceites propios para engrase.

Las breas son menos abundantes, con relación a las materias volátiles y a los alquitranes, que las producidas a alta temperatura y menos cargadas de carbono.

Los gases quedan reducidos a una mitad de los que producirían en hornos de cok, pero el gas, comparado con el que se produce en el principio de la destilación del cok, es más rico, aunque esté más diluido en ácido carbónico:

POR 100 DE ALQUITRÁN	a	b	c	d
Aceites ligeros.....	7,00	12,5	15,50	19,50
Aceites medios.....	27,00	29,00	9,50	34,00
Aceites pesados.....	40,00	36,00	30,00	30,00
Aceites de parafina.....	»	16,00	35,00	17,00
Brea grasa.....	32,00	30,00	»	»
Residuo carbonoso.....	»	»	19,00	8,50
Parafina.....	3,3	2,3	30,00	15,00
Fenoles, en los aceites medios.....	45,00	40,00	15,00	42,00

Como resumen de estas experiencias se deduce:

Que la destilación a baja temperatura, lenta y progresiva, debe continuarse hasta 750 grados, temperatura que asegura el máximo de aceites y de amoníaco. Que no rinde esta destilación más alquitranes que la corriente a alta temperatura, pero da menos brea, más aceites medios y pesados, una cantidad análoga de aceites ligeros y menos gas, más rico, y que el azufre suele formar compuestos como el ictiol, que acompaña a los aceites ligeros y presenta valor en vez de ser un inconveniente.

Aceites minerales de pizarras disodílicas.—Las pizarras bituminosas producen por la destilación un aceite bruto, que tiene que refinarse con cuidado, aguas amoniacaes y gases incondensables en una proporción aproximada de

Aceite bruto.....	4 a 15 por 100.
Aguas amoniacaes.....	3 a 6 —
Gases.....	3 a 5 —

Estos aceites brutos son parafinosos, y en la destilación se comportan como los petróleos.

Las pizarras de Autun producen, en cambio, aceite bruto, agua amoniacal y un alquitrán rico en parafina.

La composición de este alquitrán es análoga a los antes indicados, pero no contienen fenoles.

El rendimiento que suelen dar estas pizarras es:

RENDIMIENTO en litros por tonelada	FRANCIA			ESCOCIA	
	1893	1913	1923	1893	1913
En aceite bruto.....	47	90	90	123	90
En sulfato amónico.....	0	13	13	11	18

El refino, si se lleva hasta la parafina, produce en Autun:

Gasolina.....	5 litros por tonelada.
Aceites lampantes.....	20 — —
Aceites pesados.....	10 — —
Alquitrán.....	35 — —
Parafina.....	3 kilogramos.

Pero como la extracción de la parafina es cara, no se suelen producir más que las cuatro primeras clases de productos, con lo cual los aceites lampantes aumentan a 22 litros y los densos a 18 litros por tonelada.

Los aceites brutos escoceses destilados vienen a producir por tonelada de esquisto:

Gasolina.....	8,55 litros.
Aceites lampantes.....	22,50 —
Aceites pesados.....	35,10 —
Parafina.....	9,75 —

La densidad de los aceites brutos escoceses es de 0,870 a 0,880, y suelen estar mezclados con polvos minerales que proceden de la destilación en las retortas, de las pizarras y principios básicos que hay que separar por refino químico. Estas materias básicas son las impurezas más perjudiciales por el mal olor que dan a los petróleos y por la rapidez con que se oxidan, tomando un tinte rojizo que oscurece el aceite bruto al contacto del aire. Este aceite tiene consis-

tencia espesa y se solidifica a 30 grados, y por eso se le llama, aunque impropriamente, alquitrán de esquisto.

En las pizarras escocesas se ha observado que están formadas por carbono, hidrógeno y alúmina, no estando combinados el carbono y el hidrógeno formando hidrocarburos, sino en un estado especial, pues no puede extraerse de estas pizarras ninguna substancia grasa con ayuda de disolventes ni aun después de una pulverización.

Para formar el aceite es, pues, preciso descomponer las pizarras por una temperatura muy elevada capaz de poner en libertad al hidrógeno y volatilizar una parte del carbono, que se unen en proporciones variables, formando los hidrocarburos. Pero hay que hacerlo con ciertos cuidados, evitando que el hidrógeno se transforme en gases permanentes por la acción del calor sobre sus vapores, pues en ese caso no se obtendrían hidrocarburos en parte y todo el hidrógeno convertido en gas permanente estaría en pura pérdida y el rendimiento en aceite de la pizarra disminuiría, así como la calidad sería peor por contener mucho carbón.

Por esta causa puede variar la calidad de los aceites brutos obtenidos y su rendimiento si la operación no se lleva con eficiencia.

Si las pizarras son algo carbonosas contienen asfalto y, en ese caso, vendría a aumentarse la proporción en aceites producida, pero la calidad desmerecería porque la parte de celulosa que envuelve al betún o asfalto es carbonosa y produce por pirogenación un alquitrán que es peor que el de aceite de esquisto. En ese caso, para evitar la mezcla, puede destilarse la pizarra bituminosa a temperatura baja (que no exceda de 450 a 500 grados), que basta para la vaporización del betún que destila a 310 grados, dejando la parte carbonosa que no se descompone sino al rojo sombra sin descomponer.

Alquitrán de turba.—La destilación de la turba produce alquitrán, aguas amoniacaes y gases. El alquitrán tiene

un fuerte olor empireumático y rinde por destilación aceites parafinosos y fenolados.

Según Ryan, el rendimiento de 100 kilogramos de turba seca y destilada es el siguiente:

	Brutos — Kilogramos	Purificados — Kilogramos
Aceites ligeros	16	12
Aceites pesados	30	25
Aceites a engrase	15	15
Parafina.....	12	8
Asfalto.....	16	16
Gas y pérdida.....	11	23

La densidad del alquitrán de turba es de 0,896 a 0,965.

El rendimiento en alquitrán es de 2 a 3 por 100 para la turba de Islandia y de cuatro a cinco para la de Baviera, llegando el de Hannóver a 9 por 100.

b) Por transformación.

Los combustibles líquidos obtenidos por transformación no tenemos que estudiarlos, porque o esa transformación es originada por el calor y es una descomposición pirogenada de otros combustibles, ya estudiada con detalle, lo mismo en cuanto a los productos que a la operación se refiere, o se trata de procedimientos de hidrogenación o catalización, que en lo que se refiere a los combustibles líquidos, están también detalladamente estudiados para los de origen mineral, que son los únicos a que tenemos que circunscribirnos.

c) Por síntesis.

No es caso de detenernos mucho en los ensayos de laboratorio realizados, tanto por Berthelot para obtener el alcohol etílico, partiendo del etileno disuelto en el ácido sulfúrico concentrado, cuanto por Patart para formar el alcohol metílico, partiendo del hidrógeno y del óxido de carbono. Todos son procesos de síntesis que no tienen cabida en este trabajo, puesto que no puede abarcar todos los combustibles líquidos.

Hasta hoy la mayor parte de los procedimientos siguen reducidos a trabajos de laboratorio, que aún no tienen aplicación industrial ni podrán tenerla mientras los precios de los catalizadores que suelen emplearse y de las materias que entran en juego no permitan una producción con economía.

Los trabajos de Fischer y Tropsch sobre su carburante «Synthol» tienen alguna mayor importancia industrial, porque se han verificado pruebas en motores de explosión, con buen resultado, ya solo, ya mezclado con otros carburantes, como el benzol y el alcohol, y vamos a detenernos unos momentos para detallar sus características.

Estos químicos intentaron hacer del óxido de carbono, o del gas de agua, un carburante, y fijándose en el segundo trataron de reducirlo por el hidrógeno bajo presión, para lo cual se comprimió a 125 atmósferas y se le hizo pasar a un tubo calentado a 450 grados, que encerraba compuestos de hierro recubiertos de carbonato de potasio. Se condensaron los gases y se obtuvo un destilado ácido, separándose en dos capas, una de ellas aceitosa. Estaba compuesto el destilado de 10 por 100 de ácidos (fórmico, acéticos, propiónico, isobutírico, etc.), un 20 por 100 de alcoholes, aldehidos (metílico, etílico, propílico, acetona), un 11 por 100 de aceite parcialmente soluble en el agua, un 48 por 100 de

aceite destilable por arrastre con vapor de agua (propionaldehido, dietilacetona, alcoholes superiores, ésteres e hidrocarburos) y un 2 por 100 de aceite no destilable por vapor de agua.

Separada la capa aceitosa, refinado por neutralización y nuevamente destilado, el aceite tiene las características siguientes:

Densidad.....	0,8289			
Poder calorífico.....	8.200	calorías kg. máximo.		
— —	7.540	— —	mínimo.	

Volatilidad a 200°, el 97 por 100		
— a 120°, el 64	—	
— a 80°, el 11	—	

Es un líquido claro, muy móvil, amarillento limpio. Fué ensayado comparativamente con el benzol en una motocicleta de cuatro caballos vapor, dando:

	Benzol	Synthol	Alcohol Synthol	Benzol Alcohol Synthol
Peso específico.....	0,879	0,829	0,854	0,840
Poder calorífico por kil.	9570	7540	8580	7740
Idem íd. por litro.....	8410	6250	7330	6500
Kilómetros recorridos..	2,9	3,0	3,2	2,0

Fueron ensayados 100 centímetros cúbicos para cada uno y la velocidad de la motocicleta fué constante de 25 kilómetros por hora para los cuatro ensayos. Se observa que el trabajo del synthol es superior al del benzol y se hace notar que su poder calorífico es inferior, luego hay factores distintos al poder calorífico para el rendimiento en trabajo, observación que debe tenerse en cuenta para el ensayo de combustibles líquidos.

Es, pues, un carburante líquido que puede emplearse, y actualmente el autor estudia los medios de llevar a la prác-

tica industrial su producción, partiendo de gas de agua formado con alquitranes primarios de destilación a baja temperatura.

d) Por mezcla.

Estos combustibles líquidos que han sido ya reseñados, como están compuestos de otros conocidos, como son los hidrocarburos, ya estudiados con los petróleos y alcoholes, combustibles sólidos pulverizados, etc., no merecen otro estudio en detalle que a nada conduciría.

FIN

BIBLIOGRAFIA

- Abel.*—Chemisker Zeitung (1905).
Aldebert.—Situation petrolifère actuelle au Caucase.
Allen.—Chemisker Zeitung (1906).
— Oil and its geology Arizona (1918).
Alvarado.—Tectónica y Petróleos de los Cárpatos (1926).
Aisinman.—Taschenbuch für die mineralöl industrie (1896).
— Destructive distillation in der Erdöl industrie.
— Dingl Four. CCXCVII. Hef. 2 (1895).
Aschan.—Chemie der alicyklischen Verbindungen.
Ascher.—Les lubrifiants, nature, examen, et emploi (1925).
Aron.—L'exploitation du pétrole en Roumanie et le Congrès de Bucarest (1909).
Areitio y Larrinaga.—Reconocimiento de la disodila en la marga de la Serranía de Lorca.
Aubert.—Les combustibles liquides.
Auld et Dunstan.—Ind and Ing Chem (1926).
Balen.—Sur l'Ozokerita de Boryslaw (1888).
Baril.—Destillation pyrogénée.
Battle.—The Handbook of Industrial oil engineering.
Berthelot.—Traité élémentaire de Chimie organique (1886).
Baumann et Schotten.—Pharm. Centrall (1883).
Beck.—Gisements métallifères.
Beeby Thompson.—Oil Field exploration and development.
Bergius.—Die Aufwundung hoher Drucke Beichemischen vorgangen und eine nehbildung des entstehungsprocessus des Steinkohle.
— Neue methode zur Verarbeitung von Mineralöle und Kohle.
Berline.—Sur l'emploi des supercentrifuges dans l'industrie du pétrole.
Bereng.—Le pétrole et la France (1920).
Berby Thompson.—Petroleum Mining (1916).
Bergelius.—Chimie, minerale, vegetale et animale.
Bonin.—Les combustibles pour moteur a combustion interne.
Boverton Reedwood.—Petroleum (1913).
Boverton.—Petroleum and his Products (1913).
Bousquet.—Les richesses minerales des Indes Orientales Neerlandaises (1904).

- Broocks*.—The Chemistry of Gasolines (1926).
Braeckel.—Der dreissigjährige Petroleumkrieg (1913).
Brannt.—Petroleum (1895). (Philadelphi).
Brown et Carr.—Pure Hydrocarbons from Petroleum (1926).
Brunschweig.—L'Industrie des schistes bitumineux en France (1924).
Burton.—The work of the petroleum geologist (1918).
Burroughs.—Bibliography of pétroleum and allied substances (1915).
Byasson.—Sur l'origine du pétrole (1871).
Camprenon.—Essais des combustibles.
Campbell.—Contributions to economic Geology. L (1908-10).
— Petroleum Refining. Clark.
Clavier.—Le Pétrole de Zante (1893).
Colomer.—Combustibles Industriels.
Crema.—Il petrolio nel territorio di Framutola (1902).
Cross.—A Handbook of Petroleum, Asphalt and natural Gas. Bull Kansas City Testing Laboratory, 17.
Chambrier.—L'exploitation du pétrole par puits et galeries.
— Historique de Pechelbronn (1919).
Cunningham.—Oil findingd (1911).
Chantard.—Les problèmes de l'origine des pétroles (1914).
Chesneau.—L'Industrie des huiles de schiste en France et en Ecosse (1893).
Charitschkow.—Russische Erdöl-fundorte.
Damour et Carnot.—Les sources de l'énergie calorifique.
Daly.—Water surfaces in the oil Fields (1918).
Day.—A Handbook of the Petroleum Industry (1922).
Delbridg.—Journal of Franklin Institute (1926).
Delehaye.—Huiles minerales (1911).
Demaret.—Les Champs de Pétrole des Etats-Unis d'Amerique (1905).
— Industria petrolui in Romana.
Deutsch.—Le pétrole et ses aplications (1891).
De Clercy.—L'Industrie des pétroles en Galicie (1893).
— L'Industrie de l'Ozokerite in Galicie (1894).
Detrie.—L'hydrogenation du phenol.
Donand.—Le pétrole.
Donah.—Versuche mit fettreichen Pech, 1893. Chemisker Zeitung.
Duhem.—Thermodynamique et Chimie.
Dorsey Hager.—The search for news oil pools in the Units-States (1918).
Dupaigne.—Le pétrole, son histoire, sa nature (1872).
Egloff y Morsell.—Determination of unsaturated aromatic naphtene and paraffinn Hydrocarbons in Motor fuels and their automotive equivalents. Ind and Eng Chem (1926).
Egloff. Morrell.—Corrosion of Pressure still equipement. Petroleum developement and Technology in 1926 (1927).

- Ehrsam*.—Fabrication des huiles minerales et pyrogenées (1917).
Eldrige.—Paper of on asphalt an bituminous rock deposits (1901).
Elliot y Brandky.—The diffusion of the petroleum trough Fullers Earth, woth notes on its geologie significance (1911).
Elliot y Mashall.—The fractionation of crude petroleum by capillary diffusion (1908).
Eger.—Die Destillation producte der Erdöls in ihrer Verwendung als Leuchtöl. Chem. Revue (1898).
Engler.—Das Erdöl von Bakú (1886).
Engler und Höfer.—Das Erdöl (1909 1911).
— Das Erdöl und seine Verwandten (1912).
Engler und Jeziorsky.—Erdöl, in Verhandl des Vereins für Gewerhefleisch (1887).
Espasa.—Enciclopedia Universal Ilustrada, tomo XLIV.
Faura.—La nacionalización de la bencina (1917).
Fernández de Castro.—Descubrimiento de nafta en la isla de Cuba (1883).
Favre.—Gisements de bitume de Lausan et de Pechelbronn (1879).
Fischer.—Kraftgaz (1911).
— Manuel pour l'essai des combustibles.
Fischer und Schader.—Ueber die Unwandkung der kohle in Oele durch Hydrierung.
— La determination du goudron primaire.
— Entstehung und Chemische struktur der kohle.
Gandoin.—Depolimerisation des hydrocarbures lourds.
Galingaert.—J. Amer Cim. Coc. (1923).
Golyer.—The significance of certain Mexican oil field temperatures (1918).
— Oil in southern Taumalipas (1918).
Gräfe.—Das bitume der Brankole (1904).
Grabau.—Stratigraphic relations of the oil productug to the oil bearing shales, in Paleozoic in North America .
— Involving a new theory if oil distribution.
Graham y Shatwell.—The artificial production of coal and the hydro- generation of coal and oil.
Guareschi.—Nouva Enciclopedia di Chimica.
Guischin.—Les combustibles liquides.
Gurwitsch.—Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarbeitung (1913).
Hardel.—La recherche et l'exploitation du pétrole (1921).
Hassempfung.—Sur l'Ozokerite (1884).
Heurteau.—L'industrie du pétrole en Californie (1905).
— Sur le pétrole et l'Ozokerite de Galicie (1879).
Henry.—Baku and eventful history (1905).
— Oil transport (1907).

- Henry.*—Oil fields of the empire (1910).
— Thirty-five years of oil transport (1908).
Hicks.—The laboratory book of mineral oil testing (1912).
Höfer.—Das Erdöl und seine Verwandten.
Höfer y Veith.—Die Erdöl industrie (1882-92).
Höfer und Engler.—Hipótesis sobre la formación de los petróleos.
Ber. d. deutsch Chem. XXI.
Höfer.—Die Petroleumindustrie Nordamerikas (1887).
Holde et Gauthier.—Traité d'Analyse des Huiles minerales.
Holde.—Untersuchungen der kohlenwasserstofföle und Fette (1913).
Hinrichsen.—Die Chemie der Kohle.
Ihlder.—Du goudron brut (Angew Chem, 1904).
Kayser.—Untersuchung über die natürliche asphalte (1879).
Kissling.—Das Erdöl, seine Verbreitung und Verwendung (1908).
— Die Erdölindustrie (1908).
Khöler.—Die Chemie und Technologie d. natürlichen u Künstlichen asphalte (1904-1913).
Krämer et Böttcher.—Ber. d. deutsch Chem XX (1887).
Krämer y Sarnow.—Sur l'asphalte, sa provenance, Congrès de Budapest de l'Association internationale pour l'essai de produits industriels.
Laffargue et Jaugey.—Essais de distillation a basse temperature (1922).
Laudolt Bornstein.—Physicalische chemische tabellen.
Langrogne.—Exploitation par puits et galeries des gisements petrolifères (1921).
Launay (De).—Gîtes minéraux et metallifères.
— Richesses minerales de l'Asie (1910).
— Decouverte de terrains petrolifères dans le Limoges.
Lecat.—L'azotropisme (1918).
Leproux.—Etat actuel de l'industrie du naphte dans la province d'Apcheron (1892).
Leslie et Pothoff.—The cracking of Petroleum oils. Ind and Eng Chem (1926).
Lewkousky.—Chemicals technology of oils (1904).
Mabery.—The Composition of Petroleum (Contribution from the Chemical laboratory of Can School of applied Science, 1902).
— Investigation of the composition of petroleum (1902).
Mabery y Hudson.—Investigations of american petroleum (1897).
Mahler.—Etude des combustibles.
Malatesta.—Le goudron et ses derivés.
Marcusson.—Laboratoriumsbuch für die Industrie der Oele und Fette (1911).
Mailhe.—Transformation catalytique des huiles vegetales et animales en pétroles.

- Mariller.*—Carbonisation des bois, lignites et tourbes.
— Condensation, distillation et recuperation des sous produits des lignites.
— Distillation et rectification des liquides industriels.
Massé.—Le gaz (1914).
Massé et Baril.—La distillation de la Houille.
Maucas.—Production mondiale du Pétrole (1907).
Mayer.—Die Oelfeuerungsanlage auf der Weltanstellung zu Chicago (1894).
Mendelejew.—Erdölindustrie in Pensilvanien und auf dem Kaucaus (1877).
Mendelejef.—Sur l'origine du pétrole (1877).
Messmer.—Das Erdöl (1913).
Mencke.—Die Geschäftsmethoden d. Standard Oil C° (1908).
Miron.—Les huiles minerales (1897).
Molinari.—Chimica organica (1912).
Moore.—Oil and gas resources of Kansas.
Moller.—Versorgung der Welt mit Petroleum (1910).
Montagne.—The rise and progress of the Standard Oil C° (1903).
Musprat.—Encyklopedisches Handbuch der Tescnichen Chemic (1898).
Newberry.—Carbonaceous Matter in bitumenous Shales (1883).
Neuburger et Noalhat.—Technologie du pétrole (1901).
Nivoit.—Cours de Geologie.
Nobel.—L'industrie du pétrole a Bakú (1885).
Noalhat.—Technologie du pétrole (1898).
Noldeke.—Vorkomen und Ursprung der Petroleum.
Norton.—Artificial dyestuffs in United States (1916).
Northrop.—Petroleum in 1917 (1919).
Nothomb-Besombe.—Traitements des charbons et des huiles minerales par le procedé Bergius.
Ochsenins.—Dysodil (1889).
Oehler.—Composition du goudron brut (1899).
Oliphant.—Petroleum, natural gas (1897).
Osmond.—The chemistry of cracked gasolines (1926).
— Advances in refining technology during 1926.
Oswald.—Grundriss der Kollöidchemie.
Pacchioni.—La ricuperazione del benzolo del gas iluminante (1915).
Pantukoff.—L'industrie du naphte in Galicie (1898).
Petit.—Guide du sondeur au pétrole (1907).
— Recherche et exploitation du pétrole.
Piedboeuf.—Petroleum Zentraleuropas (1883).
Potonie.—Die Entstehung der steinkohle und verwander Bildungen einschliesslich des Petroleums (1910).

- Potonie.* — Formation de la huile et des minéraux analogues y compris le pétrole (1905).
- Post Heumann.* — Traité d'analyse Chimique.
- Pribilla y Syroczyński.* — Sur l'ozokerite de Boryslaw (1888).
- Quitka.* — Arbeiten der Bakuschen Section der Kaiserlich Russischen Technischen Gesellschaft (1889-1891).
- Ragosin.* — La distillation rationelle des huiles minerales.
- Rakusin.* — Untersuchung des Erdöles.
— Polarimetrie des Erdöles.
- Ramdohr.* — Die Gasfeuerung (1881).
- Rateau.* — Sur l'Ozokerite de Boryslaw (1887).
- Reedwood.* — The minerals oils (1897).
— A treatise of Petroleum (1901).
— Petroleum. The geographical distribution and geological occurrence (1914).
- Reedwood and Eastlake.* — The Petroleum technologists pocket book.
- Rechenberg.* — Theorie der Gewinnung und der Trennung der ätherischen Oele durch Destillation.
- Riche et Alphen.* — Le Pétrole (1896).
— Journal de Pharmacie et de Chimie. XXX.
- Ritmann.* — Thermal reactions of petroleum hydrocarbons in the vapor phase (1915).
- Rosenthal.* — Composition du goudron brute (1893).
- Riche et Roume.* — L'industrie du pétrole aux Etats Unis (1894).
- Ross Mässler.* — Die Petroleum und Schmierölfabrikation (1893).
— Ferarbeitung der Naphta.
— Chemie der gesamten Oelindustrie (1907).
- Rost.* — Tiefbohrtechnik (1908).
- Ragosin.* — Der Wettbewerb des russischen und amerikanischen Petroleums (1899).
- Sachanem et Tilitscheyew.* — Untersuchungen über den cracking process (1927). Petroleum Zeitschrift.
- Sachs.* — Etat actuel de l'industrie du raffinage du pétrole par la méthode du cracking (1926). Revue Petrolifère.
- Says.* — La fabrication du coke et les produits de la distillation de la houille.
- Scheithauer-Musprat.* — Paraffin und Mineralöle.
- Schmidt.* — Tratado de Química farmacéutica (1915).
- Schmutz.* — Die Flussigen Brennstoffe (1912).
- Schneider.* — Ueber die Kaukasische Naphtaproduction (1887).
— Der Petroleumhandel (1902).
- Schwarz.* — Die Mineralölindustrie Oesterreichs-Ungarns.
- Sheriff.* — The oils merchants manual (1914).
- Singer.* — Technologie des Erdöls.
- Spilker.* — Kokerei und Teerproducte.

- Simón y S. Bois.* — Carbonización de lignitos (1926).
- Sichevsky.* — Les régions petrolifères russes. Geologie, exploitation et raffinage.
- Stegmann.* — Gasfeuerung und Gasöfen (1881).
- Steiner.* — Tiefbohrwesen, Forderverfahren und electrotechnik in der Erdölindustrie (1926).
- Steinman.* — Compendium der Gasfeuerung (1900).
- Stewart.* — Les pétroles du sud-est de la Russie (1887).
- Strahlle.* — Gas Beleuchtung und gas industrie (1913).
- Strippelman.* — Die Petroleum industrie Oesterreich Deutschlands (1878).
- Syroczyński.* — Pétrole de Galicie (1885).
- Swoboda.* — Die Entwicklung der Petroleumindustrie (1895).
- Taffel.* — Die Nordamerikanischen Trust (1913).
- Tarbell.* — History of the Standard Oil Co.
- Tassat.* — Exploitation du Pétrole (1908).
- Thompson and Redwood.* — Handbook on Petroleum (1913).
— Petroleum (1913).
- Thompson.* — Oilfields of Rusia (1908).
— Petroleum Mining (1910).
- Tokenburg.* — Handbuch der Tiefbohrkunde (1900).
- Toniolo.* — L'industria dei prodotti derivati dal catrame (1915).
- Torón y Villegas.* — Obtención de combustibles líquidos mediante destilación de lignitos (1927).
- Trieme.* — Petroleum feuerung Patent. Tentelew. Sthal und Essen (1895).
- Tounier.* — Les Petroles de Bakou (1883).
- Ullman.* — Encyclopedie der Technischen Chemis. Vol. IV.
- Walltes.* — The gas and petroleum yieldung formations of the Central Valley of California (1891).
- Wischin.* — The Naphtène.
— Vademecum des mineralölchemiskers (1900).
- Wilson.* — Special corrosion problems in oil refining (1925).
- Wecks.* — The manufacture of coke — petroleum — natural gas (1894).
- Wolf.* — The russische Naphtaindustrie und der deutsche Petroleum marckt (1902).
- Yermoloff.* — Recherche et decouvertes de naphte dans le Caucase occidental (1907).
- Young.* — Fractional Destillation.
- Zuber.* — Geologie d. Erdölalagerungen in der Karpaten (1900).

REVISTAS

Boletín del Petróleo. Méjico.
Czasopismo naftowna. Cracovie.
Chemie et Industrie. Paris.
El Progreso de la Ingeniería. Berlin.
Ingeniería Internacional. New York.
Ingeniería. Madrid.
Journal of the Institution of Petroleum Technologist. London.
Journal des Pétroles. Paris.
Journal für Gasteleuchtung. Berlin.
Les Matières grasses. Paris.
Les combustibles liquides. Paris.
Moniteur des pétroles roumains. Bucarest.
Naphta.
Neftanoje Djielo. Moscou.
Oils News. London.
Oil Paint and drug reporter. London.
Petroleum. Berlin.
Petroleum Rewiew. London.
Petroleum Resources. U. S. A. Washington.
Petroleum and Oil Shale Industry. Moscou.
Revue générale des Pétroles. Paris.
Revue Petrolifère. Paris.
Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería. Madrid.
The Petroleum Times. London.
The Engeenering and Mining Journal. New York.
The national Petroleum news. Ohio.
The Petroleum World. London.

INDICE

PRIMERA PARTE

DESBASTE Y AFINO DE LOS PETRÓLEOS Y ACEITES MINERALES

	<u>Página</u>
I.—Operaciones preliminares.	
I.—Decantación y separación de gases.....	14
II.—Deshidratación.....	17
a) Por procedimientos físicos:	
1. ^a Caloríficos.....	18
Economizadores-recalentadores.....	20
Cálculo de los economizadores.....	23
2. ^a Eléctricos.....	29
3. ^a Mecánicos.....	33
Centrifugadora De Laval.....	37
Idem Hiffnete.....	41
Idem Perrier.....	42
Supercentrifugadoras.....	43
b) Por procedimientos químicos.....	45
c) Por procedimientos fisicoquímicos.....	46
III.—Almacenamiento de petróleos:	
Recipientes de aforo.....	48
Depósitos. A) De chapa de acero.....	50
B) Depósitos enterrados... ..	55
C) Aeración de los depósitos.....	58
D) Determinación del contenido.....	68
II.—Desbaste y afino por procedimientos físicos.	
CAPÍTULO I.—Destilación.—Estudio teórico:	
1. ^o Consideraciones generales.....	99
2. ^o Estudio teórico y leyes físicas:	
a) Destilación de mezclas binarias.....	101

	Página
b) Destilación de mezclas ternarias.....	110
Conclusiones	113
3.º Destilación sencilla	115
4.º Destilación fraccionada	121
5.º Aparatos y procedimientos	129
A) Calderas y alambiques:	
1.º Por caldeo directo.....	131
2.º Caldeo indirecto a vapor	139
Cálculo de superficie caldeo.....	140
Coste producción vapor.....	143
B) Columnas de destilación.....	145
1.º Caldeo por burbujeo.....	148
2.º Caldeo por serpentín.....	151
a) Mezcla por burbujeo.....	151
b) Idem por contacto.....	179
1. Por chorreo.....	179
2. Por agitación mecánica.....	183
3. Por paso a través de columnas llenas.....	186
6.º Condensación.....	189
Estudio teórico de la condensación.....	190
Efecto máximo de los condensadores.....	200
Clasificación de los condensadores	203
A) Desfleadores.....	204
B) Condensadores:	
1.º Condensadores simples.....	205
a) Enfriados por aire	205
b) Enfriados por agua.....	207
Condensadores a choque.....	214
2.º Condensadores mixtos.....	217
Condensadores homotermos	219
7.º Aparatos anejos:	
A) Cajas de distribución.....	224
B) Medición de los destilados	257
C) Regulación del vapor.....	260
D) Corrosión de los aparatos.....	262
CAPÍTULO II. — Destilación. — Modos de verificar el tratamiento:	
I. — Destilación discontinua.....	263
a) Consumo de combustible.....	265
b) Procedimiento americano antiguo.....	267
c) Procedimiento antiguo ruso.....	271

	Página
II. — Destilación continua.....	272
a) Aparatos para la destilación.....	272
b) Aparato de See	274
c) Aparato de Allen Masson.....	275
d) Aparato de Fischer.....	276
e) Aparato de Perrier.....	277
f) Aparato de Schouchow.....	279
g) Aparato Basket	281
h) Aparato Desmarais Frères.....	283
Calor necesario trabajando con recuperación de calores perdidos.....	286
III. — Destilación con vapor de agua.....	295
Procedimiento Nobel Henderson.....	308
Procedimiento Rossmesler.....	310
IV. — Destilación con gases inertes.....	347
Procedimiento Ragosin.....	349
Procedimiento Scheidenschur.....	351
Empleo del gas inerte.....	353
V. — Destilación en el vacío.....	354
Procedimiento Wecker	360
VI. — Destilación con vapor y vacío.....	362
Procedimiento de Peschelbronn.....	365
CAPÍTULO III. — Rectificación o segunda destilación.....	367
1.º Representación gráfica.....	369
2.º Aparatos.....	373
3.º Pasteurización.....	380
4.º Gasolinas. Procedimiento americano de rectificación.....	382
5.º Procedimiento Barbet.....	383
6.º Benzoles. Rectificación.....	385
7.º Extracción de los petróleos de Borneo.....	390
8.º Rectificación de residuos	392
9.º Rectificación del mazout	432
10. Aparatos y procedimientos para destilación de alquitranes y residuos pesados.....	434
CAPÍTULO IV. — Tratamiento por disolución.....	
Leyes de la disolución.....	444
1.º Tratamiento por disolución:	
Método de Aisinmann.....	447
Método The Solar Refining.....	448
Procedimiento Edeleanu.....	451
Procedimiento Landsberg.....	455
Procedimiento Doetschner.....	456

	<u>Página</u>
Método Actien Gesellschaft für Kohlensaure industrie.....	457
2.º Tratamiento por precipitación:	
Método de Charischow.....	457
Método de Daeschnes.....	458
Método de Diamand.....	458
Método de Holde.....	459
Recuperación de los petróleos arrastrados por los residuos de la destilación.....	459
CAPÍTULO V.—Adsorción.	
Consideraciones generales.....	462
Acción de los adsorbentes sobre los petróleos.....	468
1.º Adsorción por tierras aluminosas:	
a) Tratamiento por mezcla.....	476
b) Tratamiento por filtración.....	478
Tratamiento por la sílice gelatinosa.....	479
Caracteres de la adsorción.....	480
Marcha de la operación.....	481
Regeneración de la Sílice.....	482
Ventajas del método.....	483
2.º Adsorción por carbones.....	483
a) Carbón de huesos.....	485
b) Carbón de la preparación del prusiato potásico.....	488
c) Carbones activados:	
1.º Por simple calcinación.....	492
2.º Por gases activantes.....	494
3.º Por procedimientos químicos.....	505
Métodos de decoloración de petróleos.....	508
Adsorción de gases por los carbones:	
Consideraciones generales.....	511
Aparatos que se emplean.....	515
Características del tratamiento.....	523
CAPÍTULO VI.—Filtración.	
Consideraciones generales.....	527
1.º Filtración simple.....	528
Filtración por el vacío.....	529
Filtros a presión.....	529
Filtros prensa especiales.....	534
Filtración por centrifugación.....	536

	<u>Página</u>
2.º Filtración por cuerpos porosos.....	537
Tratamiento de los líquidos.....	541
Tratamiento de los vapores.....	544
III.—Desbaste y refino por procedimientos químicos.	
CAPÍTULO VII.—Refino por el ácido sulfúrico.	
I.—Actuación del ácido sobre los hidrocarburos.....	575
II.—Acción sobre asfaltos y resinas.....	580
III.—Idem sobre compuestos oxigenados y sulfurados.....	582
IV.—Condiciones de aplicación.....	582
V.—Cantidad y calidad del ácido.....	587
VI.—Aparatos empleados en el refino.....	590
VII.—Modo de operar y pérdidas.....	598
CAPÍTULO VIII.—Refino por los álcalis.	
I.—Acción de los álcalis sobre los petróleos.....	604
II.—Emulsiones y modo de destruirlas.....	606
III.—Hidrólisis de los jabones nalténicos y modo de evitarla.....	613
IV.—Cantidad y calidad de la lejía.....	614
V.—Aparatos empleados en el refino.....	615
VI.—Modo de operar y pérdidas.....	616
VII.—Tratamiento alcalino por la cal.....	620
CAPÍTULO IX.—Tratamiento completo ácido alcalino.	
I.—Refino de los aceites de engrase:	
a) Procedimiento ruso.....	621
b) Procedimiento americano.....	622
II.—Pérdidas en el tratamiento reunido.....	625
III.—Modificaciones que sufren los destilados.....	647
IV.—Epuración del mazout y de los aceites que no se prestan bien al refino.....	649
V.—Utilización de los residuos.....	653
VI.—Fabricación de los aceites de vaselina.....	651
CAPÍTULO X.—Tratamiento por los hipocloritos.	
Modo operatorio.....	661
CAPÍTULO XI.—Tratamiento por el cloruro de aluminio.	
Procedimiento de Heussler.....	664
Procedimiento de Litow.....	666
Procedimiento de Mac-Affee.....	667

	Página
Procedimiento de la Allgemeine Gesellschaft. Ch. I.	669
Procedimiento de Stransky	669
CAPÍTULO XII.—Desulfuración.	
Otros procedimientos de desulfuración	670
1.º Desulfuración antes de destilación	670
Procedimiento Thiele	670
Procedimiento Waterman Sissing	671
Procedimiento Melamid	672
Procedimiento Schiller	672
Procedimiento Bergius	672
2.º Desulfuración después de destilación	673
Procedimiento Blackmore	673
Procedimiento The Barrent Cº	673
Procedimiento F. Golin	674
CAPÍTULO XIII.—Desparafinación.	674
Desodorización	679
IV.—Refino por procedimientos físico-químicos.	
CAPÍTULO XIV.—Destilación acompañada de epuración química	
Procedimiento de Frasch	683

SEGUNDA PARTE

TRANSFORMACION Y AFINO DE LOS PETROLEOS Y ACEITES MINERALES

I.—Transformación por descomposición.

CAPÍTULO I.—Transformación de los petróleos por el calor.	
Estudio del fenómeno sobre los hidrocarburos constituyentes del petróleo	687
CAPÍTULO II.—Descomposición por pirogenación:	
Consideraciones generales	697
Procedimiento Blümer	704
Procedimiento Bernard	705
CAPÍTULO III.—Cracking o destilación destructora:	
I.—Consideraciones generales	706
II.—Reacciones que se producen	708

	Página
III.—Composición de los productos	713
IV.—Ventajas del cracking	717
V.—Inconvenientes del método	718
1.º Depósito de cok	718
2.º Corrosión de los aparatos	721
VI.—Diversos procedimientos de operar	725
a) Cracking en fase líquida	727
b) Cracking en fase vapor	727
c) Cracking con catalizadores	728
VII.—Los factores del procedimiento	729
CAPÍTULO IV.—Aparatos empleados en el cracking:	
Aparatos antiguos	733
I.—Procedimientos modernos. Fase líquida	765
1. Procedimiento Burton	765
2. Procedimiento Burton-Clark	767
3. Procedimiento Snelling	768
4. Procedimiento Dubbs	769
5. Procedimiento Cross	777
6. Procedimiento Stransky	780
7. Procedimiento Holmes Manley	781
8. Procedimiento Richey	782
9. Procedimiento Testelin-Renard	782
II.—Procedimientos modernos. Fase vapor;	
10. Método Ritman	783
11. Método Perellis	784
12. Método Hale	785
13. Método Petroleum Conversion Cp.	787
14. Método Kröussel	791
15. Método Kotzebue Bowman	793
Refino de los productos del cracking	795
III.—Cracking auxiliado por catalizadores	797
Procedimiento Seigle	800
II.—Transformación por combinación.	
CAPÍTULO V.—Hidrogenación:	
Consideraciones generales	802
I.—Hidrogenación sin catalizadores	803
A) Procedimiento Bergius. Berginización	803
Comparación entre el cracking y la berginización	809
B) Procedimiento Sester Murrie	816

	<u>Página</u>
II.—Hidrogenación con catalizadores.....	819
A) Método Sabatier Mailhe	822
B) Método Linmann.....	825
C) Método Societé Luxembourgeoise.....	828
D) Método Melamid.....	829
E) Método Fischer.....	831
F) Método Allgemeine Gesellschaft fur Chemische Industrie.....	832
G) Método Rostin.....	832
H) Método I. G. Farben Industrie.....	833
I) Método Spilker y Zerbe.....	835
J) Método Allgemeine Gesellschaft. C. I.....	836
K) Societé anonime de Petroles.....	836
L) Societé de procedés Prudhome.....	837
M) Método Bianchi-Guardabassi.....	838
N) Método Bergius.....	839
 III.—Transformación por mezcla.	
Consideraciones generales.....	840
Mejoramiento de las gasolinas.....	841
Combustibles antidetonantes.....	842
Combustible coloidal.....	843
Combustibles de reemplazo.....	844

T E R C E R A P A R T E

TRATAMIENTO DE LOS GASES NATURALES COMBUSTIBLES

Consideraciones generales y composición.....	848
1.º Tratamiento por enfriamiento y presión.....	855
2.º Tratamiento por disolución en líquidos.....	858
3.º Tratamiento por absorción por cuerpos porosos.....	865

C U A R T A P A R T E

ESTUDIO DE LOS COMBUSTIBLES LIQUIDOS MINERALES

I.—Combustibles líquidos naturales.

<i>Petróleos.</i> —a) Su composición.....	914
b) Caracteres de las series de los hidrocarburos com- ponentes.....	920
c) Otros componentes del petróleo.....	934
Propiedades físicas de los petróleos.....	939
Acción de los agentes químicos sobre los petróleos.....	967

II.—Combustibles obtenidos de modo indirecto.

a) Por destilación.....	970
b) Por transformación.....	983
c) Por síntesis.....	984
d) Por mezcla.....	986
BIBLIOGRAFÍA.....	987

FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe decir
9	12	conterráneos	coterráneos
9	17	Starsbourg	Stassbourg
10	4	que tratar	de tratar
10	17	refiera	refiere
14	1	hidratación	deshidratación
17	30	pueda	puede
18	12	por	para la
18	20	de hidratación	de deshidratación
29	18	en que en	en que
33	20 y 21	fuerza	mezcla
40	2 y 3	dida entre 60 y 80° centí- grados, que demuestra la disminución de visco- sidad del petróleo des- pués del tratamiento	dida entre 60 y 80° centí- grados
48	20	explicación	aplicación
64	18	trabajo	trabajo
66	6	de gasolina	de la gasolina
69	11	con ellas; no	con ellas, no
69	16	acción ninguna;	acción ninguna,
100	16	sencilla;	sencilla,
116	2	de vapor <i>d</i> a <i>L</i> .	de vapor <i>dL</i> a
134	13	resuperadores	recuperadores
181	6	expiras	espiras
184	18	y agita	agitan
184	19	verifiquen	y verifican
184	20	figura 48	figura 48 página 204
187	33	paso	peso
188	1	capa	chapa
191	22	figura adjunta	figura página siguiente
192	11	punto <i>m</i>	punto <i>m'</i>
203	1	reacción	sección
204	4	separar los	separarlos
204	10	evaporación	vaporización
204	23	figura	figura 33 página 135
220	13	baño de María	baño María
220	20	baño de María	baño María
220	33	esta	este
221	15	borlas	bolas
221	30	baño de María	baño María
222	4	baño de María	baño María
223	19	apura	depura
258	12	tubería <i>c</i>	tubería <i>e</i>
258	15	tubo <i>h</i>	tubo <i>a</i>
259	14	para diferentes de salida	para diferentes alturas de salida
259	32	cerrado	cerrada
260	16	colocada	colado

Página	Línea	Dice	Debe decir
260	32	hacer	hacerla
261	19	con la	la
261	21	destilación <i>d</i>	destilación
262	6	casle	carse
263	7	vapor	vapor de
263	32	deflemador	desflemador
264		La sección a la derecha de la figura 71 corresponde a la figura 75 página 276.	
267	19	plear en los calentadores y en	plear los recalentadores en
268	28	carburos	carburos ligeros
269	19	de parafinarlos	de deparafinarlos
269	28	necesario	necesaria
273	17 y 18	atravesar	travasar
276		Figura 75 falta la sección transversal que está por error a la derecha de la figura 71 página 276.	
296	25	formar	forma-
296	27	po-	por
302	27	petróleos	petróleo
308	1	deflemador	desflemador
309	1	tiros	tiro
310	24	nivel en el	nivel del
310	24	de la caldera	en la caldera
311	12	delgadas tuberías	estrechos orificios
349	4	posa	basa
350	20	pueda	puede
358	cuadro	Disminución de temperatura de ebullición para presiones de:	Disminución de la temperatura de ebullición para presiones de:
358	cuadro	temperatura, ebullición, fracción	temperatura de ebullición de la fracción.
358	10	deflegmadores	desflemadores
360	15	deflegmadores	desflemadores
364	1	como P menor 760	como P es menor
367	13	evaporización	evaporación
370	27	y más	y esas
370	28	$t; g_2$	$t; g_1$
370	28	$g_1; g_2$	$t_1; g_2$
370	32	$g, m_1; g_2 m_2$	$g, m_1; g_2 m_2$
374	9	porque	para que
378	5	Debeu	Debeuse
378	27	sino	si no
379	6	gasoil	gas-oil
379	6	fueloil	fuel-oil
381	29	tubería <i>h</i> que	tubería <i>h</i> por la que
386	18	Son	son
388	23	de los hornos	de los hornos de
388	29	se llaman	se emplean
449		Figura de la derecha	113 ^a
450	3	segundos; say bolt	segundos, say bolt
450	6	Idem	Idem
450	9	Idem	Idem
450	12	Idem	Idem

Página	Línea	Dice	Debe decir
464	29	ensayado	ensayada
471	33	Bakerofield	Bakerdfiel
472	1	hornblendas	hornablendas
476	29	el final	al final
480	26	Kieselguhr	Kieselgühr
493	33	cualquiera	cualesquiera
494	21 y 22	Exploitation	Exploitations
499	4	en carbones	de carbones
518	5	carbóu	carbón
524	27	en absorbedor	el absorbedor
537	7	y fracción	o fracción
647	9	Elaceceun	Eleceanu
648	35	adquiera	adquieren
664	24	un 40 60 %	un 40 a 60 %
671	32	Wateman	Waterman
675	19	a la presión	por la presión
686	29	cuidadosa	cuidadosamente
689	29	crackin	cracking
692	15	acetileno	acetileno
698	8	obervaron	ha observado
699	5	comienzan	comienza
699	11	son	fueron
703	32	remunerativos	remuneradores
708	23	nombrar	nombrarla
712	24	fenatraceno	fenantraceno
713	19	y calidad	en la calidad
713	21	a las	a los
729	33	demuetran	demuestran
766	13	masa total de	masa total, de
766	16	El residuo era	Los residuos eran
766	31	iodo	yodo
766	34	iodo	yodo
767	11	obstante el	obstante, el
768	31	que 1,10	que 9/10
782	8	raspetas	rasquetas
786	25	son los	son, el
791	4	ni	e
792	6	hace	hacen
795	26	plombito	plumbito
799	28	indirectos al	indirectos, al
800	28	especial:	especial,
808	3	Peschelbroon	Pechelbronn
808	18	Peschelbroon	Pechelbronn
812	32	crakingados	crakinizados
815	5	hidrógano	hidrógeno
820	31	grado	grados
832	4	pardusco	parduzco
855	28	67	6 ó 7
861	1	n.º 192	n.º 182
917	16	Pechelbroon	Pechelbronn

SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN EL DISTRITO MINERO DE SALAMANCA

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

AVILA

Estación de acimutes marcada con un hito de pórfido rojo en forma de prisma recto, de base cuadrada de 15 centímetros de lado y altura de 50, empotrado en el suelo, quedando dos centímetros aflorando su base superior.

Se ha situado al E. de la carretera a Cebreros y Toledo y a seis metros de su borde oriental y relacionado con el centro del registro de la conducción de aguas que abastece a la población, que se halla a 9,19 metros.

Al centro de la arqueta de la misma conducción, que se halla a 50,56 metros.

A la arista E. del depósito de gasolina para extinción de la langosta, a 59,80 metros.

Se hallan grabadas en su base superior las dos diagonales y un agujero en el centro que permite colocar un jalón.

Por observaciones de la Polar y la culminación de α

Aquilae, repetidas hasta obtener resultados concordantes, se ha determinado la latitud de la estación, que es:

40° 39' 15" N.

Por observaciones para acimutes de la Polar y su máxima digresión oriental, repetidas en diversas noches, se ha determinado la línea meridiana refiriendo a ella las visuales dirigidas a puntos fijos del terreno cuyos acimutes, una vez calculados, son los siguientes:

Al eje de la cruz de la torre de la catedral.. O. v. 7° 46' 55" N.
Al ídem íd. íd. del convento de Santa Ana.. O. v. 20° 49' 40" N.
Al ídem íd. íd. del ídem de San Antonio.... N. v. 5° 34' 25" E.
A la espadaña de la ermita de Sonsoles..... S. v. 12° 22' 5" E.
Al pico más alto de la Sierra de los Baldíos. S. v. 40° 58' 15" O.
Al eje de la cruz de la iglesia de San Pedro., O. v. 2° 43' 20" N.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de septiembre de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	404.360
Antracita.....	1.622
TOTAL.....	405.982

Coque..... 12.606 toneladas.
 Aglomerados..... 5.664 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.450

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.308
Lignito.....	14.508
TOTAL.....	16.816

Producción de coque: 617 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	32.461

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	18.778
Antracita.....	15.809
TOTAL.....	34.587

Briquetas.. 5.661 toneladas.
 Coque..... 3.469 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.134

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	60.415
Antracita.....	18.415
TOTAL.....	78.830

Aglomerados..... 13.707 toneladas.
 Coque..... 1.500 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.481
Antracita.....	11.058
TOTAL.....	30.539

Aglomerados..... 15.326 toneladas.
 Coque..... 67 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.187
Coque de gas.....	351 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.750
Aglomerados de hulla.....	6.623 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	5.620

Valencia

Coque metalúrgico..... 7.812 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... » toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.627 toneladas.
 Aglomerados..... 2.142 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.524
Aglomerados.....	269
Coque de gas.....	220

Producción de combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1929

	Meses anteriores	Septbre.	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	347.810	46.904	394.714
Hulla.....	4.228.111	553.553	4.781.664
Lignito.....	271.294	28.403	299.697
TOTAL.....	4.847.215	628.860	5.476.075
Coque.....	407.524	50.457	457.981
Aglomerados.....	362.834	49.392	412.226

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a septiembre de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Septiembre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	2.713.738	283.486	2.997.224
Benzol 50 por 100 (medio)...	142.317	5.427	147.744
Solvent-nafta (pesado).....	322.499	37.223	359.722
Otros tipos.....	431.412	48.418	479.830
TOTAL.....	3.609.966	374.554	3.984.520
Aceites crudos (alquitranes)	24.435.907	2.714.657	27.150.564

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	3.774.659	506.238	4.280.897
Gasolinas y similares.....	321.789	40.540	362.329

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de septiembre de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	61.648
Badajoz.....	3.259
Coruña (Galicia)....	10.063
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	3.053
Granada-Málaga.....	42.347
Huelva.....	26.373
Jaén.....	2.091
Murcia.....	22.758
Oviedo.....	9.885
Santander.....	60.736
Sevilla.....	9.536
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	57.036
Vizcaya.....	222.717
Zaragoza.....	2.476
TOTAL.....	553.478
Meses anteriores.....	3.701.131
TOTAL A LA FECHA.....	4.254.609

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	105	»	»	»
Coruña.....	»	»	»	»	»
Guipúzcoa.....	951	1.644	»	»	»
Oviedo.....	9.156	10.626	»	»	»
Santander.....	4.048	3.520	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	8.558	11.085	»	»	»
Vizcaya.....	17.783	48.242	»	»	»
TOTAL.....	40.496	75.222	»	»	»
Meses anteriores	479.929	625.812	1.294.286	»	»
T. A LA FECHA.	520.425	701.034	1.294.286	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	398	»
Ciudad Real.....	84	»
Córdoba.....	370	317
Guipúzcoa.....	291	»
Murcia.....	2.071	»
Oviedo.....	»	697
Santander.....	5.777	»
TOTAL.....	8.991	1.014
Meses anteriores.....	66.926	7.396
TOTAL A LA FECHA.....	75.917	8.410

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	409.517	»
Huelva....	329.126	1.281.984	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	75.234	65.100	»
Sevilla....	679	»	»	»	26.000
TOTAL..	329.805	1.281.984	75.234	474.617	26.000
Meses anteriores.	2.405.789	8.951.591	436.406	4.415.845	191.000
T. FECHA.	2.735.594	10.213.575	511.640	4.888.462	217.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	990
Oviedo.....	45
TOTAL.....	1.035
Meses anteriores.....	11.863
TOTAL A LA FECHA.....	12.898

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	64	»
Badajoz.....	252	»
Barcelona-Tarragona	420	61
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	637	»
Córdoba.....	2.281	3.703
Granada-Málaga	147	787
Guipúzcoa	41	»
Jaén	6.119	1.227
Murcia.....	1.448	4.781
Santander.....	1.016	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL	12.425	10.559
Meses anteriores	95.130	78.974
TOTAL A LA FECHA.....	107.555	89.533

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Pasa a situación de supernumerario el Ingeniero tercero D. Santiago Oller Martínez.

Reingresa en el servicio activo el Ingeniero tercero don Juan Jesús Inciarte Córdoba.

Ha fallecido el Ingeniero Jefe de segunda clase D. Melchor de Aubarede.

Con motivo del fallecimiento del Sr. Aubarede se produce el siguiente movimiento de escala:

Asciende a Ingeniero Jefe de segunda clase, D. Rafael Marín Menú; ídem a Ingeniero primero, D. José Lacal Planells; ídem a Ingeniero segundo, D. Pedro Novo Chicarro; ídem a Ingenieros terceros, D. Manuel López Ramírez, don Manuel Palacios Antón, D. José Silvariño González y don Pedro Zárraga Baena, quedando los tres primeros en situación de supernumerarios.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de octubre de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de octubre de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Alicante...	Alcoy.....	Elvira.....	Indeterminado..	4	D. Miguel Plá Linares.
Idem.....	Idem.....	Santa Rosa.....	Idem.....	9	» Romualdo Terol Pastor.
Idem.....	Agost.....	Resurgimiento.....	Sales alcalinas..	10	» Carlos Antonio Talavera.
Idem.....	Novelda.....	Amelia.....	Idem.....	10	» Nicasio Pérez Galdó.
Almería...	Benahadux.....	Demasia a la mina San Antonio..	Azufre....	6,9487	» Antonio Villazón y Villazón.
Idem.....	Idem.....	Parker.....	Idem.....	30	» Francisco Clemente Baeza
Idem.....	Gádor.....	La Llave.....	Idem.....	72	» Antonio Villazón y Villazón.
Idem.....	Idem.....	Sicilia.....	Idem.....	9	» Gregorio Martínez Martínez.
Idem.....	Idem.....	Santa Ana.....	Idem.....	60	D. ^a Ana Orland Córdoba.
Idem.....	Idem.....	Italia.....	Idem.....	15	D. Gregorio Martínez Martínez.
Idem.....	Lucainena de las Torres	San Antonio de Padua.	Hierro.....	28	» Andrés Rivas Pérez.
Idem.....	Padules.....	Ampliación a Virgen del Mar.	Idem.....	21	» Luis Soria Hernández.
Idem.....	Pechina.....	El Complemento.....	Idem.....	15	» Joaquín López López.
Huelva....	Almonaster la Real...	De la Quinta Hormiga.	Grafito....	20	Sociedad Española Grafitos Refinados, S. A.
Idem.....	Idem.....	Tercera Hormiga.....	Pirita de hierro.	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Hormiga.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Segunda Hormiga.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Aroche.....	La Capitana.....	Idem.....	20	D. Francisco Cáceres Morcillo.
Idem.....	Calañas.....	Santa Catalina.....	Idem.....	21	» Diego Hidalgo Peñas.
Idem.....	Jabugo.....	Santa Lucía.....	Idem.....	15	» Salvador Rodríguez Romero.
Jaca.....	Bedmar.....	San Manuel.....	Idem.....	8	» Manuel Romero Romero.
Idem.....	Cambil.....	La Española.....	Idem.....	20	» Francisco Banquell Salazar.
Idem.....	Martos.....	Jhonson.....	Idem.....	20	» Juan Molinos Fernández.
Idem.....	La Puerta Segura	Pinar.....	Idem.....	10	Compañía Minero Bético Manchega.
Idem.....	Guarromán.....	Aumento a Virgen de Begoña...	Plomo.....	11	D. Francisco López Eleicegui
Idem.....	Chiclana.....	Guadalmena.....	Idem.....	36	Minas del Centenillo, S. A.
Idem.....	Idem.....	Escamilla.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Chiclana Segura.....	Lolita 3. ^a	Idem.....	38	Compañía Minera de las Belmaras.
Idem.....	La Carolina.....	La Segunda.....	Idem.....	4	Sociedad Carolinense de Industrias.
Idem.....	La Puerta Segura	El Zángano 2. ^o	Idem.....	28	Compañía Minero Bético Manchega.
Idem.....	Idem.....	Anima 3. ^a	Idem.....	66	Idem.
Idem.....	Idem.....	Anima 4. ^a	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Marañosa.....	Idem.....	48	Compañía Minera de las Belmaras.
Idem.....	Linares.....	Canarias.....	Idem.....	4	Mancomunidad Miguel Zapata.
Idem.....	Orcera y Segura	Lolita 4. ^a	Idem.....	60	Compañía Minera de las Belmaras.
Idem.....	Segura y Chiclana	Los Hornillos 2. ^o	Idem.....	45	Minas del Centenillo, S. A.
Idem.....	Segura de la Sierra	Los Hornillos 3. ^o	Idem.....	47	Idem.
Idem.....	Segura de la Sierra y Chiclana	Almorchón.....	Idem.....	30	Idem.
Idem.....	Segura de la Sierra	Los Hornillos.....	Idem.....	88	Idem.
Idem.....	Idem.....	El Membrillo.....	Idem.....	20	Idem.
Málaga....	Estepona.....	Golunda.....	Hierro.....	15	S. A. Banco de Cartagena.
Idem.....	Idem.....	Jerónimo y Oscar.....	Idem.....	62	Idem.
Idem.....	Ronda.....	San Lorenzo.....	Petróleo..	400	D. Lorenzo Romero Vicente.
Murcia....	Aguilas.....	Magdalena.....	Hierro.....	40	Compañía Minera de Tehar, S. A.
Idem.....	Idem.....	Olid.....	Idem.....	82	Comp. ^a Minera Ibérica, S. A.
Idem.....	Idem.....	Reina Victoria.....	Idem.....	72	Idem.
Idem.....	Cartagena.....	Virgen del Carmen.....	Idem.....	28	D. Pedro Solano Ros.
Idem.....	La Unión.....	Idem.....	Idem.....	6	Mancomunidad Miguel Zapata e Hijos.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Elvira.....	Plomo.....	1,7300	Idem.
Salamanca..	Cilleros el Hondo.....	Flora 2. ^a	Estaño....	403	S. A. Minas de Río Tormes.
Idem.....	San Pedro de Rozados..	Alicia 3. ^a	Idem.....	180	Idem.
Sevilla....	Constantina y S. Nicolás del Puerto	Tres Amigos.....	Hierro.....	65	D. Manuel González Conde.
Idem.....	Puebla del Río.....	Victoria.....	Petróleo..	24	S. A. Islas del Guadalquivir.
Idem.....	Idem.....	Sevilla.....	Idem.....	131	D. Francisco Ramos Herrera.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Sevilla.....	Real de la Jara.....	Quiqui.....	Pirita de hierro.	20	D. Ricardo Talens Andreu.
Idem.....	Puebla Cazalla, Osuna y Marchena	K-1.....	Sal gema..	6,377	S. A. Kalium.
Idem.....	Puebla de Cazalla.....	K-2.....	Idem.....	1,491	Idem.
Idem.....	Puebla de Cazalla y Osuna.....	K-3.....	Idem.....	2,100	Idem.
Idem.....	Castillo de las Guardas.	San Fernando.....	Cinc.....	12	D. ^a Angela Barrera Vilches.
Tenerife...	Arafo.....	Lo Imposible.....	Indeterminado..	20	D. Rodolfo García Díaz.
Idem.....	Tacoronte.....	La Esperanza.....	Idem.....	10	» Cándido García Dorta.
Idem.....	Los Silos y Buenavista.	María Magdalena.....	Idem.....	30	» Gabino Dorta Pérez.
Idem.....	Los Silos.....	María de la Luz.....	Idem.....	10	Idem.
Idem.....	Buenavista.....	San Bartolomé.....	Idem.....	25	D. Avelino Dorta Pérez.
Idem.....	Santa Cruz de Tenerife	Las Goteras.....	Idem.....	15	Sociedad civil Las Goteras.
Idem.....	Santiago del Teide.....	San Fernando.....	Idem.....	40	Sociedad San Fernando.
Idem.....	Puente de la Cruz.....	La Esperanza.....	Idem.....	18	D. Juan Bethencourt Peña.
Idem.....	Granadilla.....	La Concepción.....	Idem.....	20	D. ^a Concepción Fierro Rodriguez.
Teruel.....	Alcaine.....	Antonia.....	Carbón.....	16	D. Cipriano Gil Luna.
Idem.....	Aliaga.....	Cerrado.....	Idem.....	4	» Pablo Navarro.
Idem.....	Castel de Cabra.....	Leonor.....	Idem.....	100	» Domingo Calatrué.
Idem.....	Castel de Cabra y Montalbán.....	Eugenia.....	Idem.....	132	» Eugenio Salarnier Conde.
Idem.....	Escucha.....	Martín.....	Idem.....	9	» Joaquín Martín Latorre.
Idem.....	Rillo.....	Enrique.....	Idem.....	8	» Enrique Benet Benet.
Idem.....	La Zoma y Cañizar.....	Trebol.....	Sulfato de hierro.	105	Sdad. Electroquímica de Flix.
Toledo.....	Sevilleja de la Jara.....	María.....	Cobre.....	6	D. Julián Fernández Madroñal.
Idem.....	Idem.....	Frajuela.....	Plomo.....	30	C. ^a Minera Bético Manchega.
Idem.....	Idem.....	San Antonio.....	Idem.....	9	D. Julián Fernández Madroñal.
Idem.....	Idem.....	La Cabra.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Idem.....	San Julián.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Esperanza.....	Idem.....	12	Idem.
Valencia...	Losa del Obispo.....	La Casa.....	Lignito.....	25	D. Eugenio Alonso Maravez
Idem.....	Gabardá.....	Santa Inés.....	Sub. ^a tarrocalcinea	125	» Fernando Ramírez Haro.
Idem.....	Bilbao.....	Domasia o Aumento a San Antonio.	Idem.....	6,1648	D. Eusebio Rodolfo Zabala.
Idem.....	Bilbao y Baracaldo.....	San Jerónimo.....	Idem.....	20	» Mariano Manau Chinchilla
Idem.....	Dima.....	Aumento a Tercera.....	Idem.....	63	» Manuel de Chávarri.
Idem.....	San Julián de Musques.				

Catastro minero

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro en las provincias de Alicante, Almería, Huelva, Jaén, Málaga, Murcia, Salamanca, Tenerife, Sevilla, Teruel, Toledo, Valencia y Vizcaya.

L e g i s l a c i ó n

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden núm. 294 que concede a D. Ramón Vivanco Carranza autorización para instalar en Sevilla una fábrica de baldosas de cemento. (“Gaceta“ del 2.)

Real orden núm. 295 que concede a D. José Borrás Salvadó autorización para instalar en Tortosa los aparatos que se indican para producir cemento natural. (“Gaceta“ del 2.)

Real orden disponiendo que durante el mes de octubre rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los fijados por Real orden de 31 de julio último. (“Gaceta“ del 2.)

Núm. 297

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de octubre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los que fueron fijados por Real orden de 31 de julio último, publicada en la *Gaceta de Madrid* del 1.º de agosto.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de septiembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que aprueba los Reglamentos, que se insertan, de los Laboratorios de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas. ("Gaceta" del 3.)

Núm. 298

Ilmo. Sr.: S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien aprobar los adjuntos Reglamentos de los Laboratorios de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas que propone la misma con fecha 21 de agosto de 1929.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 6 de septiembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

REGLAMENTOS DE LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS

A

Reglamento del Laboratorio de Metalografía.

Objeto del Laboratorio.

Artículo 1.º El Laboratorio de Metalografía de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas comprenderá las dependencias y servicios que integraban el Laboratorio de Investigaciones Metalográficas creado oficialmente por Real decreto de 9 de noviembre de 1912.

Serán objeto del Laboratorio de Metalografía:

1.º Las investigaciones y estudios que el desarrollo de la técnica aconseje.

2.º Las prácticas y enseñanza experimental de los alumnos de las asignaturas de Metalurgia general, Metalurgia especial y Siderurgia, Electrosiderurgia y Metalografía.

3.º La ejecución de ensayos, investigaciones y comprobaciones, tanto de carácter oficial como particular, que le sean confiados y quepan dentro de sus posibilidades.

Organización y personal.

Art. 2.º En armonía con la diversidad de sus funciones, el Laboratorio se dividirá en dos Secciones. La primera dedicada exclusivamente a la enseñanza y la investigación de carácter científico o docente, y la segunda, que se denominará Sección Industrial, a la ejecución y despacho de los ensayos, tanto oficiales como particulares.

Art. 3.º Será Director del Laboratorio el de la Escuela de Ingeniero de Minas, y Secretario el de la misma.

Art. 4.º Estarán adscritos a la primera Sección los Profesores numerarios de las asignaturas de Metalurgia general, Metalurgia especial y Siderurgia, Electrosiderurgia y Metalografía, de las cuales el de mayor categoría actuará como Jefe de Laboratorio.

Estarán igualmente agregados a esta primera Sección los Profesores auxiliares de las asignaturas enumeradas.

Art. 5.º El personal de la segunda Sección estará integrado por:

1.º Un Jefe de la Sección Industrial, cargo que desempeñará el Ingeniero actualmente encargado del Laboratorio de Investigaciones Metalográficas y Profesor auxiliar de Siderurgia, Electrosiderurgia y Metalografía.

2.º Los Ingenieros que en lo sucesivo entren a formar parte de la plantilla de este Laboratorio.

3.º El personal subalterno de Mecánicos, Preparadores y Mozos que requieran las necesidades del servicio.

El nombramiento del personal técnico de la segunda Sección será objeto de propuesta de la Junta de Profesores de la Escuela, en la forma establecida para la designación de Profesores numerarios y auxiliares.

El personal subalterno será nombrado, previa justificación de aptitud, con arreglo a las disposiciones que se hallen vigentes.

Deberes y atribuciones del personal.

Art. 6.º El Jefe de la Sección Industrial tendrá a su cargo el personal de la segunda Sección y estará obligado a:

Cuidar de que por el personal a sus órdenes se ejecuten los ensayos y se cumpla el presente Reglamento y cuantas disposiciones dicten el Director o el Jefe del Laboratorio.

Poner a disposición de los Profesores de la Sección primera el personal, material y local necesarios para la realización de las prácticas y trabajos de investigación científica o docentes, siguiendo las indicaciones del Profesor.

Aceptar o rechazar, razonadamente, las muestras que se presenten a ensayo, y firmar o visar los informes que han de servir de base a las respectivas certificaciones.

Distribuir el trabajo entre el personal a sus órdenes.

Vigilar la conservación y entretenimiento de las máquinas y aparatos.

Inventariar estos últimos y catalogar las colecciones y Bibliotecas del Laboratorio.

Elevar a sus Jefes cuantas proposiciones tiendan a implantar mejoras en el buen servicio del Laboratorio.

Proponer al Director la información de expedientes de separación del personal subalterno en casos de negligencia o incapacidad.

Comunicarse con el Director en cuanto concierne a los asuntos de la Sección segunda que no exijan la intervención del Jefe del Laboratorio.

Administración.

Art. 7.º La distribución de los fondos para cada ejercicio económico será hecha por los Profesores numerarios afectos al Laboratorio, de acuerdo con el Jefe de la Sección Industrial, y presentada a la aprobación del Director.

a) Gastos generales.

b) Adquisición de nuevos aparatos, obras y mejoras.

Los pedidos de material de uso corriente para el funcionamiento y conservación de los aparatos, así como para la realización de los trabajos del Laboratorio, se harán por el Jefe de la Sección segunda, dentro de los límites que la distribución anterior le conceda y con el visto bueno del Director.

La adquisición de nuevas instalaciones o aparatos se hará por el Jefe del Laboratorio, previo acuerdo de los Profesores de la Sección primera y del Jefe de la Sección Industrial, y con el visto bueno del Director.

La Secretaría realizará los cobros, pagos y formalizará las cuentas.

Ensayos.

Art. 8.º Se ejecutarán con carácter preferente los ensayos, exámenes de muestras y pruebas que sean necesarias para emitir los informes en cuantos asuntos oficiales requiera la Superioridad el dictamen o cooperación del Laboratorio.

Los particulares que deseen obtener certificaciones expresivas de los resultados de los análisis y ensayos encomendados a este Laboratorio, deberán solicitarlo mediante instancia elevada al Director de la Escuela, a la que acompañarán muestras adecuadas a las operaciones que hayan de practicarse. Estas certificaciones se extenderán por la Secretaría, con el visto bueno del Director, y transcribirán el resultado suscrito por el Ingeniero que realizó el ensayo visado por el Jefe de la Sección Industrial.

La Secretaría exigirá que a la presentación de cada solicitud de ensayo se acompañe el abono de su importe, según tarifa, expidiendo el correspondiente resguardo. Tomada la debida nota, la Secretaría remitirá al Laboratorio la instancia con las muestras recibidas.

Si por deficiencias de estas últimas o por cualquier otra causa no pudieran llevarse a cabo los ensayos, se pondrá a disposición del solicitante el importe que satisfizo.

Art. 9.º En el caso de presentarse algún trabajo cuyo despacho requiera medios de que no disponga este Laboratorio, se dará conocimiento al Director de la Escuela, quien resolverá lo procedente.

Art. 10. El Laboratorio de Metalografía se relacionará, por medio del Director de la Escuela, con los demás Laboratorios en todos aquellos casos en que se precise la colaboración de varios de ellos.

Art. 11. El personal subalterno adscrito a este Laboratorio, de capacidad comprobada con arreglo artículo 5.º, párrafo tercero, estará formado por:

Un Preparador, un Preparador fotógrafo, un Mecánico, un Mozo y un Ayudante.

Art. 12. Los Ingenieros procedentes de esta Escuela, a los alumnos que cursen sus estudios en ella, podrán verificar, previa autorización del Director, en el Laboratorio y bajo la autoridad del Jefe o Ingeniero del mismo, los ensayos, pruebas y experiencias que deseen. Les serán facilitados para ello los elementos de que se disponga y a su vez podrán aportar los que necesiten, haciéndose en tal caso inventario detallado de las aportaciones para su devolución.

Art. 13. El Director de la Escuela, oído al Jefe del Laboratorio, resolverá cualquier caso no previsto en este Reglamento.

TARIFAS DE LOS DERECHOS QUE HABRÁN DE SATISFACER LOS PARTICULARES QUE SOLICITEN ENSAYOS O ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE METALOGRAFÍA DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS

Pruebas mecánicas.

I. Ensayo de dureza por el método de Brinello, cinco pesetas.

II. Ensayos a la tracción sobre probetas cilíndricas o prismáticas:

a) Completo: carga de rotura, límite elástico, alarga-

miento relativo, estricción relativa (con preparación de cuatro probetas de 50 centímetros), 25 pesetas.

b) Idem corriente: carga de rotura y alargamiento relativo (con preparación de tres probetas de 50 centímetros), 20 pesetas.

c) Idem sobre probetas preparadas por el peticionario, 10 pesetas.

III. Ensayo de tracción sobre cables planos (tres probetas de 80 centímetros), 30 pesetas.

IV. Idem redondos (tres probetas de 90 centímetros), 30 pesetas.

V. Idem sobre alambres y cables de conducción eléctricas:

a) De diámetro inferior a cinco milímetros, cinco pesetas.

b) Idem comprendido entre cinco y 10 milímetros, 10 pesetas.

VI. Ensayo a la tracción sobre cadenas, 10 pesetas.

VII. Chapas (tres probetas de 50 centímetros), 20 pesetas.

VIII. Ensayo a la compresión (iniciación de grietas o rotura), 15 pesetas.

IX. Ensayo a la flexión: Flecha y carga de rotura (hasta un metro entre punto de apoyo), 20 pesetas.

X. Ensayo al choque en péndulo de Charpy, 15 pesetas.

XI. Ensayo a la torsión, 10 pesetas.

XII. Ensayo de dobladura de alambres, una peseta.

XIII. Ensayos a la fatiga: flexiones o choques repetidos, 10 pesetas.

XIV. Ensayos de fricción (sin incluir la preparación de las probetas), 20 pesetas.

En caso de encargarse el Laboratorio de la preparación de probetas, se hará a cargo del solicitante, fijando previamente el costo para cada caso.

XV. Estudios completos o parciales sobre puntos críti-

cos, temple, recocidos, propiedades físicas y mecánicas de metales y aleaciones. Precios convencionales.

Ensayos metalográficos.

XVI. Ensayo micrográfico, que comprende: pulimento de la muestra, ataque con reactivos y microfotografía de la misma. Por cada fotografía exigida, 10 pesetas.

XVII. Estudios e investigaciones metalográficas sobre series de aleaciones, construcción de diagramas fásicos, etcétera. Precios convencionales.

Advertencias.—Las muestras han de entregarse en el Laboratorio de la Escuela enteramente libres de gastos. El Laboratorio de la Escuela no garantiza ni la legitimidad ni la procedencia de las muestras examinadas y no devolverá las muestras o probetas ensayadas, que se reservan durante un año, plazo máximo en el cual se admitirán reclamaciones.

La solicitud de examen o de ensayos habrá de presentarse en papel sellado, con el timbre correspondiente, y para pedir la certificación del mismo es indispensable entregar la póliza necesaria. El abono de derechos precederá siempre a la ejecución de los ensayos.

B

Reglamento del Laboratorio de Electrotecnia y de Investigaciones radioeléctricas.

Artículo 1.º El Laboratorio de Electrotecnia constituye una dependencia de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas y tiene como misiones fundamentales:

1.º La enseñanza práctica y experimental de los alumnos de Electrotecnia de la mencionada Escuela.

2.º Efectuar los ensayos y comprobaciones, tanto oficiales como particulares, que se le encomienden, y con

arreglo a las normas establecidas en el presente Reglamento.

3.º La experimentación e investigación que los progresos de la técnica aconsejen.

Art. 2.º *El personal del Laboratorio.*

El personal del Laboratorio estará constituido por:

El Director y el Secretario, que lo serán los de la Escuela.

El Profesor numerario de Electrotecnia, como Jefe del mismo.

El Profesor auxiliar de la misma asignatura.

Los Ingenieros del Cuerpo de Minas que las necesidades del servicio requieran, cuyo nombramiento se hará con arreglo a las normas establecidas para el nombramiento de Profesores de la Escuela.

Los mecánicos, electricistas y peones necesarios, nombrados con arreglo a las disposiciones vigentes, previa prueba de aptitud.

Las funciones administrativas serán desempeñadas por el personal de este Laboratorio, con la cooperación de la Secretaría de la Escuela para la recepción de solicitudes, expedición de certificados, cobros y pagos y formalización de cuentas.

Art. 3.º *Prácticas de alumnos.*

Bajo la dirección del Jefe del Laboratorio, como Profesor de la asignatura, y con la cooperación del personal que éste designe, los alumnos realizarán las prácticas referentes a la asignatura de Electrotecnia.

Art. 4.º *Ensayos y comprobaciones.*

Los trabajos, ensayos y comprobaciones oficiales se solicitarán de oficio al Director de la Escuela, que decretará su cumplimiento dirigiéndose al Jefe del Laboratorio.

Si el trabajo encomendado exigiese medios de que no disponga el Laboratorio, el Jefe del mismo lo pondrá en conocimiento del Director, el cual resolverá en consecuencia.



Caso contrario, el Jefe designará el Ingeniero que ha de cumplimentar el trabajo.

Realizado el ensayo o comprobación, el Ingeniero encargado del mismo lo comunicará al Jefe en hoja en que se detallen los resultados obtenidos y cuantas observaciones estime pertinentes al objeto del mismo.

El Jefe lo comunicará de oficio al Director, que a su vez lo trasladará en la misma forma a la entidad oficial interesada, por conducto de la Secretaría.

De todo trabajo quedará una copia en el Laboratorio, que se archivará.

Los ensayos o comprobaciones de Empresas, Corporaciones o particulares se solicitarán en instancia dirigida al Director, pudiéndose utilizar para ello impresos, que se facilitarán en Secretaría. Este documento deberá ser reintegrado con los timbres que señalen las disposiciones vigentes.

Se acompañarán a la instancia las muestras o aparatos objeto del estudio pedido, de los cuales, así como de la instancia, se entregará el correspondiente resguardo al interesado.

El Director recibirá la instancia y ordenará el cumplimiento de lo pedido en ella al Laboratorio, que procederá en la forma especificada anteriormente para los ensayos oficiales.

Los derechos, según las tarifas aprobadas, se abonarán en metálico en el acto de solicitar el trabajo que figure en la instancia.

Si por cualquier circunstancia la comprobación no pudiere efectuarse por causas dependientes del Laboratorio, al notificarlo al interesado se pondrá a su disposición la cantidad depositada.

De los resultados obtenidos se darán los correspondientes certificados a los interesados que lo pidan, expedidos por la Secretaría, con el visto bueno del Director.

Art. 5.º *Experimentación e investigación.*

Todo Ingeniero procedente de esta Escuela o los alumnos que cursen estudios en ella podrán verificar, previa autorización del Director, en el Laboratorio, y de acuerdo y bajo la dirección del Jefe del mismo, los ensayos, pruebas y experimentos que deseen. Les serán facilitados para ello los elementos de todas clases de que se disponga. Podrán también aportar medios extraños, haciéndose en tal caso detallado inventario de los que aporten y reciban.

Art. 6.º *Atribuciones del Director.*

Elevar a la Superioridad las propuestas de la Junta relativas al régimen del Laboratorio.

Autorizar con su visto bueno los certificados de los ensayos y comprobaciones.

Art. 7.º *Atribuciones del Jefe del Laboratorio.*

Distribuir entre el personal a sus órdenes los distintos servicios y trabajos del Laboratorio.

Formar el presupuesto anual de gastos, que habrá de ser sometido a la Junta de Profesores, y rendir cuentas de los gastos autorizados.

Proponer a la Dirección cuantas medidas estime convenientes para mejora de los servicios.

Aceptar o rechazar los ensayos o comprobaciones que se soliciten y fijar las condiciones en que deben llevarse a cabo.

Pasar nota a la Secretaría de los resultados de los ensayos y comprobaciones efectuadas.

Dirigir, como Profesor de la asignatura de Electrotecnia, las prácticas de los alumnos.

Art. 8.º *Deberes y atribuciones de los Ingenieros.*

Cooperar en las prácticas de los alumnos.

Cumplir las órdenes que reciban del Jefe sobre los ensayos o comprobaciones a efectuar.

Redactar las notas con los resultados de los ensayos, que entregarán al Jefe.

Proponer al Jefe las mejoras que estimen convenientes.
Llevar el archivo y catalogación de todo lo concerniente al Laboratorio al ser designados para ello.

Art. 9.º *Obligaciones del personal subalterno.*

Auxiliar al personal facultativo en los trabajos a efectuar.

Cumplir las órdenes que reciben de sus Jefes.

Asistir al Laboratorio en las horas que fije la Dirección.

Art. 10. *Investigaciones radioeléctricas.*

Como perteneciente a la anterior, pero con funciones propias, actuará la Sección de Investigaciones radioeléctricas, designando la Dirección para esta Sección uno de los Ingenieros adscritos al Laboratorio.

Art. 11. El Laboratorio de Electrotecnia se relacionará con los demás por medio del Director de la Escuela en aquellos casos en que precise la colaboración de los mismos.

Art. 12. El Director de la Escuela, con el Jefe del Laboratorio, quedan facultados para resolver cualquier caso no previsto en este Reglamento.

LABORATORIO DE ELECTROTECNIA Y DE INVESTIGACIONES RADIOELECTRICAS

TARIFAS

1.º— *Medidas de resistencia.*

a) Método directo.

A una sola temperatura, 10 pesetas.

A varias temperaturas, por cada medida, cinco pesetas.

b) Método indirecto.

A una sola temperatura, 15 pesetas.

A varias temperaturas, por cada medida, 10 pesetas.

2.º— *Medidas de aislamiento.*

a) Por resistencia óhmica, 10 pesetas.

b) Por tensión máxima que puede soportar, 10 pesetas.

c) Rigidez dieléctrica de aceites, 10 pesetas.

3.º— *Comprobación de aparatos de medida.*

a) Voltímetros y amperímetros; cuatro puntos de la escala, 10 pesetas.

b) Vatímetros y contadores; idem, id, 15 pesetas.

c) Indicadores de cos, 10 pesetas.

Suplemento de los ensayos anteriores por obtención de la curva de errores, 10 pesetas.

4.º— *Medidas fotométricas.*

a) Intensidad luminosa de una lámpara, cinco pesetas.

b) Consumo de una lámpara, cinco pesetas.

c) Ensayo de duración por Kw-h consumido, 0,15 pesetas.

5.º— *Ensayo de las propiedades magnéticas.*

a) Inducción magnética, por cada medida, cinco pesetas.

b) Obtención de la curva de histeresis, 20 pesetas.

6.º— Capacidades y coeficientes de autoinducción, por cada medida, 10 pesetas.

7.º— *Medidas de rendimiento.*

a) Electromotores: obtención de la curva de rendimiento en la prueba con el freno hidráulico, hasta 50 HP, 40 pesetas.

b) Dínamos y alternadores, rendimiento por pérdidas separadas, 25 pesetas.

c) Transformadores, idem id., 25 pesetas.

8.º— *Oscilogramas.*

a) Reproducción fotográfica de una curva de tensión e intensidad, 30 pesetas.

b) Reproducción simultánea de dos curvas de tensión e intensidad, 40 pesetas.

9.º— *Medidas radioeléctricas.*

Medida de una resistencia, 10 pesetas.

Capacidad de un condensador fijo, 10 pesetas.

Calibrado de un condensador variable, 25 pesetas.

Medida de la diferencia de fases de un condensador, 25 pesetas.

Idem de una inductancia, 20 pesetas.

Idem de inducción mutua, calibrado de un variómetro, 30 pesetas.

Idem de la reactancia, inductancia y capacidad, distribuida de las bobinas de choque para la alta tensión, 40 pesetas.

Idem de la inductancia en audiodiferencia de una bobina de choque con núcleo de hierro, 40 pesetas.

Idem de la onda propia de una bobina y de su capacidad distribuida, 25 pesetas.

Ensayos de un transformador audioamplificador a distintas frecuencias, 60 pesetas.

Pérdidas en un aislador, 20 pesetas.

Calibración de un termoelemento, 40 pesetas.

Medida de la resistencia de un circuito a la alta frecuencia, 50 pesetas.

Determinación de la capacidad e inductancia y onda propia de una antena, 100 pesetas.

Determinación de la altura efectiva de una antena, 100 pesetas.

Medida del campo eléctrico producido por una emisora distante, 100 pesetas.

Calibración de un ondámetro (comparación con ondámetro Standard y oscilador de cuarzo), 150 pesetas.

Ensayo de un cristal detector; curvas características, 50 pesetas.

Ensayo de una lámpara termiónica; características, voltios placa, corriente placa, 25 pesetas.

Idem característica, voltio, rejilla, corriente placa, 25 pesetas.

Ensayo factor de amplificación, resistencia interna, conductancia mutua, 25 pesetas.

Ensayo de la amplificación efectiva de voltaje a frecuencia audible de un paso de amplificación con una lámpara, 60 pesetas.

Idem dos pasos de amplificación, 75 pesetas.

Acumuladores. Pruebas de la capacidad específica al régimen de descarga que se indique, 75 pesetas.

Pilas secas en baterías de 30 elementos. Pruebas de capacidad, resistencia interna y voltajes al régimen de descarga que se indique, 75 pesetas.

Ensayo de un receptor radiotelefónico, con expresión de sus principales características, 100 pesetas.

Ensayo de un emisor, ídem íd., 150 pesetas.

Los ensayos que se verifiquen fuera del cuadro general indicado serán objeto de un precio especial.

C

Reglamento del Laboratorio docente y de Investigaciones químicas.

Artículo 1.º Con el objeto primordial de cooperar a la enseñanza de las ciencias y estimular entre los alumnos y antiguos alumnos el espíritu de investigación en cuantas especulaciones tengan relación con la industria química, funcionará, bajo la dependencia del Director de la Escuela, el Laboratorio docente y de Investigaciones químicas.

Art. 2.º Será Director del Laboratorio el de la Escuela y Secretario el de la misma y estarán adscritos los Profesores numerarios de Química analítica y Docimasis, Química industrial y Química general, de entre los cuales actuará de Jefe el de más categoría. Pertenerán también a este Laboratorio los Profesores auxiliares de las indicadas asignaturas y los Ingenieros de Minas que las necesidades del servicio requieran, y cuyo nombramiento se hará con arre-

glo a las normas establecidas para el de Profesores de la Escuela.

El personal de Preparadores, Auxiliares y Ordenanzas será nombrado con arreglo a las disposiciones vigentes, mediante prueba de aptitud.

Art. 3.º Las funciones administrativas serán desempeñadas por el personal del Laboratorio, con la cooperación de la Secretaría de la Escuela para la recepción de solicitudes, expedición de certificados, cobros, pagos y formalización de cuentas.

Art. 4.º Los Ingenieros procedentes de esta Escuela y los alumnos de la misma podrán verificar en el Laboratorio, previa autorización del Director y bajo la dirección del Jefe del mismo, los ensayos, análisis, investigaciones y estudios o trabajos prácticos que deseen. Al efecto, les serán facilitados los materiales, reactivos, instrumentos, instalaciones de que dispongan. Podrán también aportar medios extraños para las operaciones que deseen practicar, haciéndose en tal caso detallado inventario de lo que aporten y reciban.

Atribuciones y deberes.

Art. 5.º El personal del Laboratorio estará sometido al Reglamento de la Escuela en todos sus deberes y atribuciones. Deberá, además:

1.º Atender y dirigir la enseñanza práctica de las ciencias químicas.

2.º Desempeñar las comisiones que les confiere el Director por conducto del Jefe.

3.º Realizar las investigaciones que la Dirección les encomiende.

4.º Proponer el estudio de los métodos que por su novedad o conveniencia consideren útiles para la enseñanza.

Art. 6.º En el caso de presentarse algún trabajo que exija medios de que no disponga el Laboratorio, será comu-

nicada esta circunstancia a la Dirección para que, si lo estima oportuno, ordene el despacho a otra dependencia.

Art. 7.º Los trabajos que no sean docentes irán suscritos por el Ingeniero que los haya efectuado y llevarán el visado del Jefe del Laboratorio. Los particulares que deseen obtener certificaciones de los trabajos encargados se dirigirán al Director de la Escuela en la forma reglamentaria. Los certificados así solicitados irán firmados por el Secretario de la Escuela y autorizados por el Director.

Art. 8.º Todos los Ingenieros, como el personal subalterno, deberán observar y cumplir las órdenes e indicaciones del Jefe del Laboratorio.

Art. 9.º El Jefe del Laboratorio designará los empleados que hayan de cuidar del buen orden y conservación del material e instrumental, distribuirá el trabajo y renovará anualmente el inventario y catálogo del Laboratorio.

Art. 10. Las horas de servicio del Laboratorio serán las que señale la Dirección, compatibles con las de enseñanza.

Art. 11. Para los trabajos que encarguen los particulares se formulará el oportuno presupuesto, que, aprobado por la Dirección, se comunicará por Secretaría al interesado. El importe de estos presupuestos se entregará en Secretaría para que puedan llevarse a cabo los trabajos solicitados.

Art. 12. El Director, con los Profesores respectivos quedan autorizados para resolver los casos no previstos en este Reglamento.

Art. 13. El Jefe del Laboratorio formulará anualmente el presupuesto para el ejercicio, que se someterá a la aprobación del Director y de la Junta de Profesores; rendirá también anualmente cuenta de las inversiones.

D

Reglamento del Laboratorio Químico Industrial de la Escuela de Minas.

Artículo 1.º El Laboratorio Químico Industrial de la Escuela de Minas está destinado a efectuar ensayos y análisis que soliciten los particulares o las dependencias del Estado, así como las investigaciones científicas que las necesidades de éste exijan.

Los ensayos y análisis que se hagan para particulares estarán sujetos al pago por la tarifa correspondiente aprobada de Real orden.

Tanto la entrega de muestras como el pago y expedición de certificaciones se harán por la Secretaría de la Escuela.

Art. 2.º El personal de este Laboratorio estará formado, mientras la ley de Presupuestos lo autorice, por:

1.º Seis Ingenieros nombrados de Real orden después del concurso abierto al efecto, en la misma forma que para los Profesores numerarios y auxiliares de la misma.

Será Director de este Laboratorio el de la Escuela de Minas, quien, oyendo a la Junta de Profesores, designará como Jefe del Laboratorio Químico Industrial al Ingeniero de Minas que, teniendo las condiciones de competencia necesaria para ello, reúna las de categoría que se requieran.

2.º De tres Preparadores de Química y ensayos domésticos, nombrados de Real orden, previo examen, ante un Tribunal designado por el Director de la Escuela, en el que entrarán, al menos, dos Ingenieros del Laboratorio Químico Industrial, o presentación del título de Perito químico, y con arreglo a las disposiciones vigentes sobre nombramiento de este personal.

3.º Habrá, por último, al servicio de este Laboratorio un Portero y el personal a jornal necesario.

Art. 3.º Este Laboratorio se dividirá en las siguientes Secciones:

- a) Ensayos de minerales por vía seca.
- b) Destilación de carbones, pizarras y demás combustibles minerales, sólidos y líquidos, y ensayos de los productos obtenidos.
- c) Ensayos y análisis corrientes por vía húmeda.
- d) Análisis especiales e investigaciones científicas.

De cada una de estas Secciones estará especialmente encargado uno o más Ingenieros, según lo exijan las necesidades del servicio, y atendiendo a éstas, el Jefe del Laboratorio podrá encargar del trabajo de una Sección a cualquiera de los Ingenieros adscritos a otra.

Art. 4.º Al Jefe del Laboratorio corresponde dirigir los trabajos del mismo, y está encargado de distribuir entre las Secciones el personal de Ingenieros y Preparadores, según estime conveniente para las necesidades del servicio. En caso de ausencia del Jefe del Laboratorio hará sus veces el Ingeniero más antiguo.

Art. 5.º Las obligaciones de los Ingenieros afectos a este Laboratorio serán:

- 1.ª Efectuar los ensayos, análisis e investigaciones que se encomienden a este Centro.
- 2.ª Atender no sólo al trabajo técnico que dichas operaciones exijan, sino también al administrativo que las origina y encauza hasta su terminación, así como intervenir y dirigir el trabajo de los subalternos y el acondicionamiento del Laboratorio.
- 3.ª Desempeñar las comisiones que se les confie por el Director o su Jefe inmediato.

Art. 6.º Las obligaciones de los Preparadores de plantilla o jornal serán:

- 1.ª Ejecutar las operaciones, manipulaciones y trabajos técnicos que se les encomienden, siguiendo las instrucciones que para ello reciban de los Ingenieros.

2.^a Ocuparse del arreglo de las dependencias y aparatos que les sean encomendados y que la buena organización del Laboratorio requiera.

Aunque estén afectos preferentemente a un servicio, deberán atender los demás que les encomienden sus Jefes.

Art. 7.º Las horas de asistencia serán las que fije la Dirección.

Art. 8.º Los casos no previstos en este Reglamento serán resueltos por el Director con el Jefe del Laboratorio.

TARIFAS DE LOS DERECHOS QUE HABRÁN DE SATISFACER LOS PARTICULARES QUE SOLICITEN ENSAYOS O ANÁLISIS EN EL LABORATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE MINAS

Tarifa A, para ensayos.

1.º Ensayos cualitativos:

Investigación de un elemento, 2,50 pesetas.

Idem de varios elementos, en la misma muestra cada uno, 1,50.

Si la investigación ha de referirse a los elementos llamados cuerpos raros, como urano, iridio, litio, molibdeno, vanadio, titanio, etc., cada uno, 10 pesetas.

2.º Ensayos cuantitativos:

Determinación de un cuerpo.

a) Plomo por la vía húmeda, 10 pesetas.

Idem íd. íd. seca, 4.

Plata por copelación, 8.

Oro por ídem, 10.

b) Humedad obtenida por calcinación y diferencia de peso, 2,50.

Idem íd. íd. por otros medios químicos, 10.

Determinación de las cenizas de un combustible, 2,50.

Determinación de un residuo insoluble, 3.

Idem íd. íd. de evaporación o destilación hasta 500 grados centígrados, 5.

c) Cada uno de los comprendidos en este grupo: hierro, manganeso, cinc, mercurio, cobre, bismuto, estaño, antimonio, aluminio, sílice, arsénico, azufre, fósforo, cal, magnesia, amoníaco, anhídrido carbónico, níquel y cobalto, 10.

d) Cada uno de los comprendidos en este grupo: platino, nitrógeno, potasa, sosa, litina, cadmio, cromo y tungsteno, 15.

e) Determinación de un cuerpo raro, como urano, iridio, molibdeno, vanadio, titanio, etc., 25.

Determinación de dos cuerpos en una muestra.

f) Plomo y plata (vía seca), 8 pesetas.

Idem y cinc, 15.

Hierro y sílice, 15.

Idem y azufre, 15.

Determinación en una muestra de dos o más cuerpos de los comprendidos en el grupo que sigue, a elección del interesado.

g) Alúmina, arsénico, azufre, cal, cinc, cobre, fósforo, hierro, manganeso, magnesia, oro, plata, plomo, sílice:

Dos cuerpos, 15 pesetas.

Tres ídem, 20.

Cuatro ídem, 25.

Cinco ídem, 30.

h) Ácidos nítrico y nitroso, 15.

Determinación en las aguas del amoníaco inorgánico, oxígeno disuelto y materia orgánica total, 15.

Cuando se solicite la determinación en una muestra de dos o más cuerpos no comprendidos en el grupo g), se abonará la suma de las cantidades fijadas por cada uno de ellos, con la rebaja del 25 por 100.

3.º Ensayo químico industrial:

i) Calizas, fosforitas, salitres, manganesos y compuestos análogos, 15 pesetas.

Este ensayo químico, por el cual se determinarán dos cuerpos solamente, podrá completarse para los materiales pétreos de construcción, como calizas, mármoles, granitos, cementos, productos de alfarería, etc., con una determinación de su resistencia a la compresión, a la tracción, a los ácidos, a la congelación o pruebas análogas; cada uno, 10.

j) Determinación del punto de fusión de un material, 10.

Idem de una propiedad fisicoquímica de un cuerpo (densidad, solubilidad, dureza, poder aglutinante, etc.), 10.

4.º Ensayo de combustibles y otros análogos:

Combustibles.

k) Determinación de cenizas y materias volátiles, carbono fijo y potencia calorífica, 15 pesetas.

l) Idem de humedad, cenizas y materiales volátiles, 15.

ll) Idem de la potencia calorífica de un combustible, procedimientos Berthier, Thompson o Mahler; cada uno, 8.

m) Rendimiento en volumen de los gases que un combustible produce por destilación, 10.

Minerales bituminosos.

n) Determinación en betunes, aceites pesados o esencias, 20 pesetas.

o) Idem en una mezcla gaseosa de la proporción de gas combustible por el método grisumétrico (metano en el aire, hidrógeno en el oxígeno electrolítico o viceversa), 5.

5.º Ensayos volumétricos:

p) Procedimiento hidrotimétrico, alcalimétricos y los semejantes, 10.

6.º Abonos inorgánicos:

q) Determinación de su riqueza en fosfatos o nitratos alcalinos, 20.

7.º Determinación del carbono en las fundiciones de hierro y acero.

r) Carbono total, 25.

s) Grafito, 30.

t) Carbono combinado, 30.

u) Idem libre y combinado, 30.

Nota.—En los casos en que no puedan determinarse por ensayo los cuerpos nombrados en esta tarifa A, se aplicarán los precios fijados en la tarifa B, correspondiente a los análisis, y previo acuerdo con los solicitantes.

Tarifa B, para análisis.

1.º Un análisis cualitativo por metales útiles, 10 pesetas.

2.º Un análisis cualitativo, 15.

2.º bis. Análisis cualitativo y cuantitativo para determinar solamente los elementos principales de una muestra que permita conocer su composición esencial, 25.

3.º Análisis cuantitativo de un mineral corriente, 50.

4.º Análisis cuantitativo de un mineral no corriente, como de platino, urano, tierras raras, etc., 150.

5.º Análisis cuantitativo de los cobres grises y minerales de níquel y cobalto, 75 pesetas.

6.º Análisis cuantitativo de una aleación o de un metal de comercio, 125 pesetas.

7.º Análisis cuantitativo de los silicatos naturales y artificiales, 100 pesetas.

8.º Análisis cuantitativo de las tierras, cenizas, abonos minerales, combustibles minerales y otros análogos, 100 pesetas.

9.º Análisis cuantitativo de otro cualquier mineral no comprendido en los precedentes, 100 pesetas.

10. Análisis cuantitativo de aguas minerales, 125 pesetas.

11. Idem de las potables, 75 pesetas.

11 bis. Determinación de los elementos necesarios para juzgar de la potabilidad de un agua basándose en su composición química, de acuerdo con lo prescrito en el Real decreto del Ministerio de la Gobernación del 22 de diciembre de 1908, 25 pesetas.

12. Análisis cuantitativo para determinar únicamente los metales útiles de un mineral, 30 pesetas.

Se entiende por metales útiles el oro, platino, estaño, antimonio, plata, plomo, bismuto, cobre, cadmio, hierro, manganeso, cromo, níquel, cobalto, cinc y tungsteno.

El arsénico sólo se considera metal útil cuando así lo solicita el interesado.

El aluminio sólo se considera metal útil cuando no está combinado con la sílice.

13. Determinar en una aleación del comercio los metales contenidos en cantidad superior a 0,50 por 100, 50 pesetas.

14. Análisis cuantitativo para determinar los metales útiles raros de un mineral, 125 pesetas.

En estos metales se comprende el molibdeno, niobio, tantalio, glucinio, torio, urano, vanadio, rodio, etc., no comprendido en el párrafo 12.

15. Análisis industrial cuantitativo de gases de gasógenos, hornos altos, etc., 30 pesetas.

Este análisis comprende la determinación del ácido carbónico, de los hidrocarburos etilénicos y acetilénicos, en un solo grupo, del oxígeno, óxido de carbono, hidrógeno, metano y del nitrógeno por diferencia.

NOTAS

1.^a *Cantidad de materia necesaria.*—Como regla general, la muestra deberá ser tanto más abundante cuanto menos homogénea sea la materia.

Para minerales, rocas, tierras, o combustibles en trozos mayores de 25 milímetros, convendrá enviar en una caja o saco cerrado y bien rotulado de uno a cinco kilogramos de muestra. Si dichas materias están pulverizadas, bastarán 300 gramos.

2.^a Los resultados de los ensayos se expresarán con relación a un solo procedimiento químico, a elección del interesado, y si éste no lo designare en su solicitud, el ensayo se hará por el método que considere más conveniente el Jefe del Laboratorio.

3.^a Si el interesado solicitase la ejecución de los ensayos por más de un método, pagará la tarifa como si se tratase de más de un ensayo.

4.^o Se conservarán en el Laboratorio durante seis meses los sobrantes de las muestras para las comprobaciones que soliciten los interesados, los cuales perderán el derecho a toda reclamación transcurrido el plazo de dichos seis meses.

5.^a Si en la repetición de un ensayo o de un análisis obtuviera el Laboratorio el mismo resultado que el primero que motivó la reclamación, se considerará el segundo como un nuevo ensayo o análisis para la aplicación de estas tarifas.

6.^a Los ensayos o análisis se solicitarán del señor Director de la Escuela en una instancia redactada en la forma que se expresa a continuación. Esta instancia será entregada, con las muestras correspondientes, en la Secretaría de la Escuela, declarando la operación que se solicite y abonando los derechos fijados en esta tarifa, más el impor-

te correspondiente a la certificación que se ha de expedir con los resultados del ensayo o análisis.

Núm ...

Cédula de 11.ª clase, más el recargo provincial.

Ilmo. Sr. Director de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas.

Don ..., vecino de ..., domiciliado en la ..., con cédula personal, número ..., clase ..., expedida en ... a ... de ..., que exhibe y recoge, a V. I. expone:

Que presenta ... muestra de ... numerada ... y procedente de la mina ..., sita en término de ..., provincia de ..., para que por el Laboratorio de su digna dirección se practique en la referida ... muestra ... por (1) ..., según tarifa ... y se le expida la correspondiente certificación a nombre de ...

Gracia que espera obtener de V. I., cuya vida guarde Dios muchos años.

... de ... de 19 ...

E

Reglamento del Laboratorio de Ensayos de máquinas, resistencia de materiales y Talleres.

Artículo 1.º El Laboratorio de ensayo de máquinas, resistencia de materiales y talleres es una dependencia de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, y tiene por objeto:

a) La enseñanza práctica y experimental de los alumnos de las asignaturas de Mecánica aplicada a las máquinas técnicas, Hidráulica y máquinas hidráulicas, conocimiento y resistencia de materiales, estabilidad de las construcciones y construcción, mecanismo y tecnología del trabajo de metales.

(1) Ensayo a análisis.

b) Efectuar los ensayos y comprobaciones, tanto oficiales como particulares, que se le encomienden, con arreglo a las normas establecidas en este Reglamento, y evacuar los informes oficiales.

c) La experimentación e investigación que los progresos de la técnica aconsejen.

Art. 2.º *Personal del Laboratorio.*

Será Director del Laboratorio el de la Escuela, y Secretario el de la misma. Pertenece al Laboratorio los Profesores numerarios de las asignaturas de Mecánica aplicada a las máquinas, Conocimiento y resistencia de materiales, Estabilidad de las construcciones y Construcción y Mecanismo. Los Profesores auxiliares de estas asignaturas y los Ingenieros de Minas que las necesidades del servicio requieran. El personal subalterno de Mecánicos, peones que sean necesarios, se nombrarán mediante prueba de aptitud, con arreglo a las disposiciones que rijan sobre este particular.

Ejercerá las funciones de Jefe del Laboratorio el Ingeniero más antiguo de los Profesores citados.

Las funciones administrativas serán desempeñadas por el personal del Laboratorio con la cooperación de la Secretaría de la Escuela para tal recepción de solicitudes, expedición de certificados, cobros, pagos y formalización de cuentas.

Art. 3.º *Prácticas de los alumnos.*

Los alumnos de las asignaturas antes citadas efectuarán las prácticas que el material del Laboratorio permita, bajo la dirección de los Profesores respectivos y con la cooperación del personal afecto a ésta.

Art. 4.º Todo alumno de la Escuela o Ingenieros procedentes de la misma podrán realizar en el Laboratorio, de acuerdo con el Jefe del mismo, y previa la autorización del Director, los ensayos, pruebas, experiencias e investigaciones que deseen, a cuyo efecto se les facilitarán los

elementos de que se disponga. También podrán aportar elementos extraños, en cuyo caso se hará un inventario detallado de los elementos que aporten y de los que reciban.

Art. 5.º *Ensayos y comprobaciones.*

Los informes, ensayos y comprobaciones *oficiales* se solicitarán de oficio al Director de la Escuela, que decretará su cumplimiento dirigiéndose al Jefe del Laboratorio y éste designará al Ingeniero que ha de cumplirlo.

Si el trabajo encomendado exigiese medios de que no disponga el Laboratorio, el Jefe del mismo lo pondrá en conocimiento del Director, que resolverá en consecuencia.

Evacuado el informe y realizado el ensayo, el Ingeniero encargado del mismo lo comunicará al Jefe en hoja en que se detallen los resultados obtenidos y cuantas observaciones estime pertinentes.

El Jefe lo comunicará de oficio al Director, que a su vez lo trasladará en la misma forma a la entidad interesada.

De dicho informe o ensayo quedará archivada una copia en el Laboratorio.

Los ensayos o comprobaciones pedidos por Empresas, Corporaciones o particulares se solicitarán en instancia dirigida al Director, pudiendo utilizarse para ello los impresos que se facilitarán en Secretaría, que deberán ser reintegrados con los timbres que señalan las disposiciones vigentes.

Se acompañarán a la instancia las muestras o aparatos objeto del ensayo pedido, de los cuales, así como de la instancia, se entregará al interesado el correspondiente resguardo.

Los derechos, según las tarifas aprobadas, se abonarán en metálico en el acto de solicitar el trabajo que figure en la instancia.

Recibida la instancia por el Director, ordenará su cumplimiento al Laboratorio, que procederá en la forma especificada anteriormente para los ensayos oficiales.

Si por causas dependientes del Laboratorio no pudiera efectuarse la comprobación o ensayo pedido, al notificarlo al interesado se pondrá a su disposición la cantidad depositada.

De los resultados obtenidos se darán los certificados correspondientes a los interesados que las pidan, expedidos por Secretaría, con el visto bueno del Director.

Art. 6.º *Atribuciones del Director.*

Elevar a la Superioridad las propuestas de la Junta relativas al régimen del Laboratorio.

Autorizar con el visto bueno las certificaciones de ensayos realizados.

Art. 7.º *Atribuciones del Jefe del Laboratorio.*

Proponer los Ingenieros que hayan de desempeñar los distintos servicios del Laboratorio.

Formar el presupuesto anual de gastos, que habrá de ser sometido a la Junta de Profesores, rindiendo cuenta de los gastos autorizados.

Proponer a la Dirección cuantas medidas estime convenientes para mejora de los servicios.

Aceptar o rechazar los ensayos que se soliciten y fijar las condiciones en que deben llevarse a cabo.

Extender las copias de los ensayos efectuados, que enviará al Director.

Dirigir, en unión de otro Profesor numerario, las prácticas de los alumnos de sus respectivas asignaturas.

Revisar anualmente el inventario de cuantos aparatos, libros y efectos posea el Laboratorio.

Cuidar del exacto cumplimiento de este Reglamento.

Art. 8.º *Atribuciones y deberes de los Ingenieros.*

Cooperar en las prácticas de los alumnos.

Cumplir las órdenes que reciban del Jefe sobre los ensayos que hayan de efectuar.

Redactar los resultados de los ensayos en hojas que entregarán al Jefe.

Proponer al Jefe las mejoras que estimen convenientes.

Llevar el archivo y catálogo de todo lo concerniente al Laboratorio, al ser designados para ello.

Art. 9.º *Obligaciones del personal subalterno.*

Auxiliar al personal facultativo en las operaciones a efectuar.

Cumplir las órdenes que reciban de sus jefes.

Art. 10. Este Laboratorio se relacionará con los demás de la Escuela, por medio del Director, en todos aquellos casos en que necesite la colaboración de los mismos.

Art. 11. El Director de la Escuela, oído el Jefe del Laboratorio, resolverá cualquier caso no previsto en este Reglamento.

TARIFAS

I.—*Materiales aglomerados. (Cales y cementos.)*

Peso específico, real o aparente, 5 pesetas.

Duración del fraguado, 5.

Finura del molido, 5.

Porosidad, 5.

Permeabilidad, 5.

Adherencia de barras con hormigón, 5.

Resistencia a la fracción, 5.

Idem a la compresión sobre cubos, 5.

Idem íd. íd. fragmentos de cubos, 5.

II.—*Piedras naturales.*

Peso específico, real y aparente, 5 pesetas.

Porosidad, 5.

Permeabilidad, 5.

Resistencia a la compresión, 5.

III.—*Piedras artificiales. (Tejas, ladrillos, pizarras.)*

Peso específico, real o aparente, 5 pesetas.

Porosidad, 5.

Resistencia a la compresión o a la flexión, 5.

IV.—*Maderas.*

Ensayos de resistencia a la compresión, flexión, torsión o tracción, 5 pesetas.

V.—*Metales.*

a) Tracción:

Carga de rotura, límite de elasticidad, coeficiente de elasticidad, alargamiento relativo, 25 pesetas.

Sólo la carga de rotura, 5 pesetas.

b) Compresión:

Carga con la que se inician las grietas en la superficie lateral, 5 pesetas.

c) Flexión:

Cargas y flechas; carga a que se inicia la rotura, de 5 a 20 pesetas.

d) Torsión:

Par de rotura y ángulo de torsión, 15 pesetas.

e) Choque:

Rotura con el péndulo de Charpy, 25 pesetas.

f) Dureza:

Ensayos en la máquina de Brinell, 5 pesetas.

VI.—*Ensayos de motores.*

Determinación de la potencia efectiva en los motores térmicos o hidráulicos; ídem íd. íd. indicada en los motores de vapor, de explosión y de combustión interna.

Ensayos de consumo y determinación del rendimiento en las distintas clases de motores térmicos.

Precios de esta Sección, convencionales.

F

**Reglamento del Gabinete-laboratorio de Física
y Mineralogía.**

Artículo 1.º Con el fin de cooperar a la enseñanza de la Física y la Mineralogía y facilitar el estudio de los problemas que en las aplicaciones de estas ciencias a las industrias mineras y metalúrgica puedan ofrecerse, se crea, afecto a la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, el Gabinete-laboratorio de Física y Mineralogía.

Art. 2.º Este Laboratorio tendrá a su cargo:

1.º Las prácticas de los alumnos correspondientes a las asignaturas de Física y Mineralogía.

2.º Realizar los trabajos, estudios, medidas, comprobaciones, determinaciones, etc., que por la Superioridad les fueren ordenados.

3.º El estudio e investigación de aquellos problemas o métodos que el progreso científico aporta constantemente a la técnica, bien por sí o en colaboración con los alumnos o Ingenieros de Minas que soliciten el auxilio de este Centro, para experimentar procedimientos o ideas que se estimen de utilidad científica, docente o práctica.

Art. 3.º Para el ordenado y normal desenvolvimiento de su cometido, se dividirá en dos Secciones, encargadas cada una de las cuestiones referentes a la Física o a la Mineralogía. Los trabajos de cada Sección los dirigirá el Profesor de la asignatura correspondiente.

Personal.

Art. 4.º Constituyen el personal afecto a este Gabinete-laboratorio: El Profesor numerario de Física, el Profesor numerario de Mineralogía, el Ingeniero encargado de Museos y Colecciones y los Profesores auxiliares de las mencionadas asignaturas.

Cuando las necesidades de la enseñanza o los trabajos que pesen sobre este Gabinete-laboratorio lo requieran, se agregarán a esta dependencia, con carácter eventual, los Ingenieros que la Junta de Profesores de la Escuela acuerde.

Art. 5.º Como personal subalterno quedarán adscritos a este Laboratorio un Auxiliar facultativo del Cuerpo de Minas, con destino en la Escuela, y los mozos, ordenanzas, preparadores necesarios que se nombrarán con arreglo a las disposiciones vigentes, previa prueba de aptitud.

Art. 6.º Serán Director y Secretario de esta dependencia los que lo son de la Escuela. Las funciones administrativas serán desempeñadas por el personal de este Laboratorio, con la cooperación de la Secretaría de la Escuela para la recepción de solicitudes, expedición de certificados, cobros y pagos y formalización de cuentas.

Atribuciones y deberes del personal.

Art. 7.º Será Jefe de este Gabinete-laboratorio el Profesor numerario más antiguo.

Art. 8.º Corresponde el citado Jefe:

1.º Entenderse con el Director de la Escuela en todos los asuntos administrativos y en los demás que precise para su buen funcionamiento y por mediación del expresado Director con los Jefes de los restantes Laboratorios de la Escuela en los casos en que sea necesario la mutua cooperación para la realización de los trabajos que se lleven a cabo en cualquiera de ellos.

2.º Proponer al Director el cometido del personal subalterno.

3.º Fijar, de acuerdo con los Ingenieros que hayan de intervenir, los precios que han de satisfacer, o formar los presupuestos que han de presentarse cuando se hagan trabajos o investigaciones para particulares.

Art. 9.º Los Profesores de Física y Mineralogía, cada uno al frente de su Sección respectiva y auxiliados por el resto del personal, deberán:

1.º Atender y dirigir la enseñanza práctica de la Física y Mineralogía.

2.º Desempeñar las comisiones y efectuar los trabajos que les confie el Director.

3.º Realizar las investigaciones y estudios de su especialidad que les ordene la Dirección.

4.º Proponer el estudio de aquellos métodos que puedan ser útiles a la enseñanza o dilucidar extremos de interés práctico o industrial.

5.º Proponer al Director las adquisiciones, reformas y mejoras para que los Gabinetes puedan ser consultados con provecho por los alumnos e Ingenieros y los Laboratorios cuenten con los medios necesarios para llevar a cabo su cometido.

6.º Revisar anualmente los Inventarios y Catálogos.

Art. 10. Las colecciones de minerales, rocas, cristales, modelos y demás pertenecientes a la Sección de Mineralogía, estarán bajo la dirección del Profesor numerario de esta asignatura, a cargo del Profesor auxiliar de la misma, encargado de los Museos, el cual ayudará al numerario respectivo en los trabajos que este Reglamento le confía.

Art. 11. El personal subalterno y eventual estará a las órdenes del Jefe de esta dependencia e Ingenieros afectos a la misma y tendrá los deberes, atribuciones y responsabilidades que señala el Reglamento de la Escuela de Ingenieros de Minas, al cual estará en todo sometido.

Disposiciones generales.

Art. 12. Los alumnos de la Escuela y los Ingenieros procedentes de la misma podrán auxiliarse de este Laboratorio para realizar los estudios o investigaciones que de-

seen, una vez obtenido el oportuno permiso del Director de la Escuela.

Todos los trabajos se harán bajo la dirección del Jefe e Ingenieros de la dependencia, debiendo en todo caso atender las indicaciones que éstos les hagan para el buen orden y normal desenvolvimiento del Laboratorio.

Art. 13. En caso de presentarse algún trabajo que exija el auxilio de otras dependencias de la Escuela, o requiera conocimientos o medios especiales de que no disponga este Laboratorio, se pondrá en conocimiento del Director para que ordene lo que proceda.

Art. 14. El resultado de los trabajos irá firmado por el Ingeniero que los haya realizado, con el conforme del Jefe. Por Secretaría se expedirán, cuando proceda, los correspondientes certificados, que deberán llevar el visto bueno del Director.

Art. 15. El Director de la Escuela, con los Jefes del Laboratorio, quedan facultados para resolver cualquier caso no previsto en este Reglamento.

Madrid, 21 de agosto de 1929.

Real orden núm. 299 que concede a la Sociedad anónima Cales, Cementos y Carbones de Pobla de Segur, autorización para reanudar en su fábrica de Pobla de Segur (Lérida) la fabricación de cales y cementos naturales. ("Gaceta" del 3.)

Real orden núm. 300 que concede a la Sociedad anónima Cemento Cosmos autorización para instalar en su fábrica de Toral de los Vados (León) un horno de 30.000 toneladas anuales de producción de clinker, que se destinará exclusivamente para las obras de Saltos del Duero. ("Gaceta" del 3.)

Real orden que dispone quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros en que la substancia mineral solicitada sea de estaño. (“Gaceta” del 24.)

Núm. 311

Ilmo. Sr.: El señalado interés que para la economía nacional tiene la explotación y beneficio de los minerales de estaño, y la posibilidad de que existan en nuestro territorio importantes yacimientos de dicho metal, según estudios técnicos recientemente efectuados, aconsejan al Poder público tomar las medidas oportunas para que la concesión y aprovechamiento de dichos yacimientos se verifique en las condiciones más convenientes al interés público.

Para ello, y acogiéndose a las previsiones del Real decreto núm. 1.957, de 7 de septiembre último, se procederá seguidamente al estudio de los terrenos que el Estado haya de reservarse al efecto; mas habiendo de demandar dichos estudios un lapso de tiempo, durante el cual los particulares pudieran adquirir algún derecho, incompatible con el expresado interés general, se hace necesario establecer determinadas restricciones en orden a la tramitación de los expedientes de registros mineros que no hayan sido todavía concedidos mediante el otorgamiento del oportuno título de propiedad.

En su virtud,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que quede inmediatamente en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros en que la substancia mineral solicitada sea el estaño, y que en los títulos de propiedad de las minas de cualquier otra substancia que se otorguen a partir del día de hoy, se haga constar expresamente que la concesión no da derecho a explotar el estaño que pueda existir bajo la superficie demarcada hasta que el Estado determine los terrenos que estime oportuno reservarse, con

arreglo a lo previsto en el Real decreto de 7 de septiembre último, dejando luego libre la explotación de dicha substancia en las concesiones que queden fuera de aquellos terrenos.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 18 de octubre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone que durante el mes de noviembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, fijados por Real orden de 31 de julio del año actual. (“Gaceta” del 27.)

Núm. 312

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo de España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de noviembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los que fueron fijados por Real orden de 31 de julio último, publicada en la *Gaceta de Madrid* del 1.º de agosto.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 25 de octubre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que suspende temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal, en la zona que se indica de la provincia de Vizcaya. ("Gaceta" del 30.)

Núm. 316

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta elevada a este Ministerio por el Instituto Geológico y Minero de España, en 23 del corriente, relativa a la conveniencia de que el Estado se reserve determinada zona en la provincia de Vizcaya, que se juzga interesante para realizar estudios de reconocimiento de una formación de arenas estanníferas, y teniendo en cuenta los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre del corriente año,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

1.º Que se suspenda temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal, en la zona de la provincia de Vizcaya comprendida dentro del siguiente perímetro:

Partiendo del puerto de Plencia, se seguirán las carreteras que conducen a Andracas, Munguía, Múgica, Guernica, Iruzubieta y Ermúa; desde esta villa continúa por el límite de la provincia hasta la carretera que de Elgueta conduce a Elorrio; sigue por ésta a Durango, Erleches, Larrabezúa, Erandio, Luchana, Neguri y Algorta hasta el mar, cerrando el perímetro la línea costera desde este último punto hasta Plencia.

2.º Que la suspensión del derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal en dicha zona, sea por el plazo de dos años, prorrogables por plazos iguales si, a su tiempo, se juzga conveniente hacerlo.

3.º Que la presente Real orden se publique en la *Gaceta*

de Madrid y en el *Boletín Oficial de la provincia de Vizcaya*, previa comunicación al Ingeniero Jefe del Distrito minero correspondiente.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de octubre de 1929.—*Benjumea*.

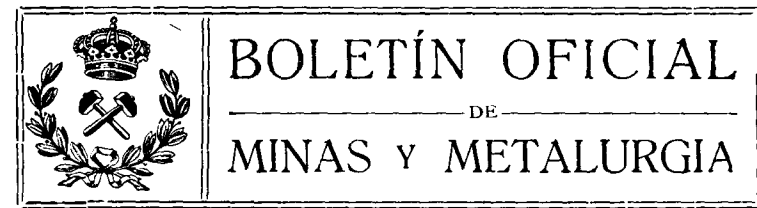
Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales, por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas (Continuación).....</i>	913
SERVICIO DE MERIDIANAS:	
Trazado de Meridianas en el Distrito minero de Salamanca, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa.....	1.008
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de septiembre de 1929.....	1.012
Producción de combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1929.....	1.015
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1929.....	1.015
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de septiembre de 1929.....	1.016
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	1.019
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de octubre de 1929.....	1.020
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. — Real orden núm. 294 que concede a D. Ramón Vivanco Carranza autorización para instalar en Sevilla una fábrica de baldosas de cemento.....	1.025

	<u>Páginas</u>
Real orden núm. 295 que concede a D. José Borrás Salvadó autorización para instalar en Tortosa los aparatos que se indican para producir cemento natural.....	1.025
Real orden núm. 297 disponiendo que durante el mes de octubre rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los fijados por Real orden de 31 de julio último.....	1.025
Real orden núm. 298 que aprueba los Reglamentos, que se insertan, de los Laboratorios de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas	1.026
Real orden núm. 299 que concede a la Sociedad anónima Cales, Cementos y Carbones de Pobla de Segur, autorización para reanudar en su fábrica de Pobla de Segur (Lérida) la fabricación de cales y cementos naturales	1.059
Real orden núm. 300 que concede a la Sociedad anónima Cemento Cosmos autorización para instalar en su fábrica de Toral de los Vados (León) un horno de 30.000 toneladas anuales de producción de clinker, que se destinará exclusivamente para las obras de Saltos del Duero	1.059
Real orden núm. 311 que dispone quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros en que la substancia mineral solicitada sea de estaño.....	1.060
Real orden núm. 312 que dispone que durante el mes de noviembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, fijados por Real orden de 31 de julio del año actual.....	1.061
Real orden núm. 316 que suspende temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal, en la zona que se indica de la provincia de Vizcaya	1.062

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

LOS FILONES DE GALENA DE BIELSA Y PARZAN

DESCRIPCIÓN DE LA FORMACIÓN FILONIANA Y DE
SUS EXPLOTACIONES MINERAS PARA EL CATÁLOGO
DE LOS CRIADEROS MINERALES DE ESPAÑA

POR EL INGENIERO DEL DISTRITO

JOSÉ ROMERO ORTIZ DE VILLACIÁN

CON UN PRÓLOGO DEL INGENIERO JEFE

D. LEANDRO PÉREZ COSSÍO

A GUIA DE PRÓLOGO

No como presentación, pues no lo necesita ningún trabajo del Sr. Romero Ortiz de Villacián, sino como obligado capítulo del Jefe del Distrito minero en que radican las concesiones objeto de este estudio, preceden estas líneas a la documentada Memoria acerca de las minas de Parzán, trazada como elemento de catalogación de las minas de la provincia de Huesca.

Es innegable que se trata de minas de gran importancia y riqueza, pues sólo así pueden labrarse minas a más de 2.600 metros de altitud, en región falta de comunicaciones y con trabajos intermitentes, pues sólo desde mayo hasta no-

viembre es posible la vida en estas altitudes, donde todo escasea menos la nieve.

A mayor abundamiento, los meses en que las minas trabajan son aquellos en que la mano de obra escasea por ser los de recolección agrícola y los en que el obrero encuentra colocación en todas partes, razón por la cual el trabajo es caro y además no es bueno, porque después de seis meses de ocuparse en otros trabajos o de forzoso paro, el obrero ha perdido la costumbre del trabajo minero y su rendimiento es escaso.

Todos estos inconvenientes, debidos al clima y a la falta de personal experto, los ha vencido la Sociedad Minas de Parzán, realizando mecánicamente todos los trabajos que así pueden ejecutarse por medio de instalaciones eléctricas y mecánicas de gran coste, y en realidad poco rendimiento, por los seis meses de inactividad a que están sometidas sus labores.

La parte geológica de esta Memoria ha de resentirse necesariamente de la falta de estudios hechos por especialistas en los Pirineos, pues si bien existen trabajos tan notables como la Memoria del Sr. Mallada tratando de describir geológicamente la provincia de Huesca, las dificultades de comunicaciones en los años en que este insigne Ingeniero hizo sus estudios le obligaron a no separarse de las cuencas de los ríos principales, quedando espacios de muchos kilómetros entre ellas, por las cuales si hoy día es costosísimo, de trabajo y de dinero, moverse, entonces era imposible.

Por esta razón se comprende la vacilación con que se señala la presencia del siluriano superior, que, por las rocas que se citan, pudiera pertenecer a la base del cambriano.

El Sr. Hernández Pacheco, que también ha practicado estudios en esta cordillera, no ha podido penetrar tampoco en la parte intrincada del Pirineo aragonés, mucho más difícil que el navarro.

No es que neguemos la posibilidad de que exista el tramo gotladiense en España, pues probablemente existe en Tuel, sino que nos ofrecen duda que los horizontes de micacitas y de calizas atribuidos al tramo superior del siluriano corresponden realmente a él.

Sea de ello lo que quiera, y dentro ya del problema minero, lo cierto es que el filón principal de las minas «Robert» y «Luisa», con su notable bifurcación, arma en el granito, rompiendo la formación paleozoica que sustenta esa roca primordial y siempre cerca del triásico, al que no afecta, siendo, por lo tanto, por límite la edad de la grieta la época siluriana.

Es notable el espesor que presenta el relleno de este filón, pues lo que llaman la caja de mina llega a ofrecer hasta 1,40 metros, con las obligadas fluctuaciones que presentan esta clase de criaderos.

Con gran sobriedad describe la Memoria los caracteres de los filones, sin entrar en detalles al parecer enfadosos y que, sin embargo, tanto dicen cuando se observan en los distintos puntos de su filón y con cuyo auxilio puede hacerse la clasificación del criadero que se estudia, incluyéndolo entre los de origen hidrotermal o entre aquellos cuya génesis puede explicarse por alguna otra teoría distinta a la indicada.

Hoy día entre la teoría hidrotermal y la de la secreción lateral, ampliada modernamente por los geólogos americanos, no hay otra diferencia que la distancia de las grietas a las rocas o al núcleo de donde procede la parte metálica del relleno de los filones, y, aun dentro de la teoría termal, existen las dos tendencias a explicar el origen de las aguas en las que llegaron disueltos en líquido o en vapores los metales que por su depósito forman un criadero, y este origen de las aguas, no bien dilucidado todavía, es de gran trascendencia para el estudio metálico de un filón.

Pero estos estudios de observación requieren mucho

tiempo, y el verano (única época en la que se puede trabajar en el Pirineo) es muy corto para ello y la consignación no muy larga para estos estudios tan prolijos.

Las hermosas fotografías que ilustran la Memoria dan idea cabal de las dificultades que ofrece la zona pirenaica, y en ella, aunque el terreno geológicamente no queda bien definido por la fotografía, las descripciones unidas a ellas permiten discernir (para el iniciado en estos estudios) las formaciones distintas que integran el suelo.

La descripción del lavadero, tranvía aéreo, salto de agua, instalación eléctrica, etc., completan la Memoria, que llena por completo las necesidades y exigencias del programa trazado para esta clase de estudios de catalogación.

Las indicaciones diversas sobre otras minas de la misma clase de mineral, en lo que cabe la importancia de la formación plomífera del Pirineo aragonés.

Leída esta Memoria, la pregunta para el interés de la minería española es clara y concreta.

Siendo estos criaderos de la importancia que son y que hace ver el estudio que acompaña, ¿serán los únicos? ¿No habrá plomo en la zona pirenaica de Huesca? La contestación es imposible en la actualidad.

Sólo el estudio metódico del Pirineo, donde existen ejemplares de varias clases de minerales, puede resolver esta cuestión; pero se trata de un estudio caro, largo, pesado y difícil, en el que habría que comenzar por establecer con rigor la geología de la región sobre un levantamiento topográfico que hoy no existe y seguir en campañas sucesivas el estudio de criaderos, siquiera hasta poder situarlos en un plano de conjunto con la descripción de sus caracteres exteriores y alguna pequeña labor de investigación.

Ofreciendo al minero un bosquejo real que pudiera orientarle para emprender investigaciones de mayor importancia, fundadas en los estudios geológicos y mineros que le ofrecieran las oficinas del Estado.

Mientras no sea posible emprender estos trabajos, será muy raro que en país poco poblado, de difícil acceso y con un clima tan duro se atreva ningún particular a emprender investigaciones de minerales cuya existencia nadie le garantiza, y el papel de descubrirlos no es el que más le cuadra al minero español, que gusta de marchar sobre seguro, evitando en lo posible el álea tan frecuente en esta clase de industrias.

CAPÍTULO PRIMERO

DESDE BARBASTRO AL HOSPITAL DE PARZÁN

En un rincón del Pirineo oscense, del Pirineo gigante, del de las altas cimas en cuyas crestas la nieve se hace secular, y el de los grandes circos, por cuyos escarpes se precipita el agua en imponentes cascadas, que, robando a la luz su juego de colores, se muestran irisadas y brillantes, como penachos policromos del espectro solar, se hallan enclavadas las minas que vamos a describir en esta Memoria.

La única riqueza allí latente es la minera, pues, por lo desfavorable del clima, la agrícola es incapaz de desarrollo; pero no estará demás exornar estas modestas páginas con un pálido reflejo del cuadro magno de arte y de belleza que aquellas montañas representan, con tanta mayor razón por cuanto que la soledad que en ellas observamos, aun en la temporada estival, nos hablan bien claro de que todavía no han entrado aquellos excelsos atributos en la consideración de muchos españoles, y porque aquellas elevadas cumbres son la puerta grandiosa que se abre al paso del que viene de un país extranjero, desde la cual contempla, no sin cierta emoción, cómo se extiende ante su vista el bello y noble solar español.

No trato de restar sus encantos a Luchon y a Gavarnie, por ejemplo; pero no debo olvidar que desde París puede hacerse el viaje en expresos directos, salvando la distancia de 857 kilómetros (Bagnères de Luchon) en unas diez y siete horas, y que nada pierde ni en comodidades ni en lujo quien pase de una a otra población. Hoteles, automóviles, establecimientos termales, servicios de guías, funiculares de montaña, casinos, facilidades para excursiones y una población encantadora, confortable y moderna tiene sus brazos abier-

tos para recibir con agrado al viajero, sin reparar en su condición social.

¡Cuán distinto a nuestro abandonado y deshabitado Pirineo oscense! Poco hemos hecho para explotar su riqueza minera, pero aún ha sido menos nuestro esfuerzo para la explotación de esa no menos importante riqueza natural, que tiene por base las delicias de un clima de montaña y los encantos de sus extraordinarios paisajes, que en nada desmerecen, cuando no superan, a los que con tanta avidez buscamos en países extranjeros.

El circo de Gavarnie, el majestuoso y ponderado circo de Gavarnie, por ejemplo, se halla distanciado de Luz, que es la estación del ferrocarril más próxima, 19,5 kilómetros, por buena carretera, y desde Gavarnie, en una hora a caballo, puede llegarse hasta la entrada del circo, y en media hora más hasta el fondo. A la entrada del mismo, a cuatro kilómetros de Gavarnie y a 1.530 metros de altitud, existen hoteles, desde los cuales puede irse en media hora al fondo del circo (1.460 m.), al pie de la célebre gran cascada, de 422 metros de altura, que pasa por ser la primera de Europa, tal vez porque nosotros no nos hemos preocupado de discutirle esta supremacía. En verano se rompe en dos saltos de 292 y 130 metros.

Ya desde Gavarnie presenta un aspecto grandioso la coronación de este circo, con el Casco (3.006), la Torre (3.018), la Espalda (3.040) y el Pico de Marboré (3.253), perfectamente visibles; pero aún se agranda la contemplación del panorama desde el propio circo, donde se observan, además, el Pico de Sarradets (2.740 m.), los de Artazou (3.024 y 3.080), el Gabieton (3.033), el Taillon (3.146), la Falsa Brecha (2.948) y la Brecha de Rolando (2.804).

Por todos ellos camina la frontera española, y aún quedan detrás, dentro de nuestro patrimonio, las cúspides más elevadas: El Cilindro (3.327), el Monte Perdido (3.352), el Pico de Ramond (3.243), que en el país vecino se conocen

con el nombre genérico de Mont Perdu y en España con el de Tres Sorores (Tres Hermanas), de los que da una ligera idea la fotografía número 7, y de cuya vertiente oriental depende el circo de Pineta o de Bielsa, que supera a todos los pirenaicos en extensión y majestad.

Alrededor del Monte Perdido y del Cilindro de Marboré, situados, como hemos dicho, al S. de la cresta de Gavarnie, se cruzan al pie de glaciares, alguno de los cuales mide más de 600 hectáreas, los valles más pintorescos y extraordinarios de los Pirineos: los de Arasas y Añisclo, con sus baluartes verticales de más de 1.000 metros. En el valle de Arasas se encuentra el circo de Cotatuero, que, también, nada tiene que envidiar al de Gavarnie. Se halla constituido dicho valle por un profundo corte en el macizo calizo, con una longitud de 15 kilómetros. Regado por el río Ordesa, comienza al S. del Pico de Marboré y desemboca en el valle de Torla; recordando sus vertientes, abruptas y llenas de bosques con coloridos maravillosos, a algunos cañones de América, al decir de turistas experimentados.

Un poco más al N. de esta región se halla el circo de Troumouse, dentro de Francia, pero en oposición a él tenemos en la vertiente española el de Barrosa, visible en la foto número 6, del que ya nos ocuparemos con más extensión, que forma un embudo granítico, absolutamente regular, con cumbres calizas y llenas de nieve.

En toda esta zona, las cimas nevadas, las selvas vírgenes y los grandes torrentes precipitándose por lechos rocosos y entre murallas, generalmente calizas, en forma de cañones, ofrecen cuadros de infinita y soberana belleza. Ciertamente es que, dando un paso en el reconocimiento de estos encantos naturales, ha sido declarado el valle de Ordesa Parque nacional, pero en esto ha quedado todo el programa para el fomento del alpinismo, hoy reservado únicamente a contado número de socios de algunas Sociedades deportivas. Viajes largos y molestos, grandes jornadas a caballo y

a pie y un mediano descanso en posadas o albergues, no son, ciertamente, atractivos para fomentar el excursionismo y el amor a la montaña. ¡Quiera Dios que no esté muy lejano el día en que podamos contar con una red ferroviaria pirenaica, que tanto bien reportaría a la explotación de numerosas minas y de buen número de manantiales minero-medicinales, como a la salud y vigor de la raza; sin desdeñar el que puede deducirse de la enseñanza de la Naturaleza, pintoresca y artística! Desaparecerá así la triste paradoja de que mientras nosotros acudimos al Extranjero en busca de este deleite, son los propios extranjeros los que conocen más y mejor estos encantadores rincones, con los cuales no puede entablarse competencia.

Por mí se decir que nunca es mayor mi entusiasmo que cuando admiro estas maravillas de mi patria. Gavarnie me parece menos bravío, más artificial, si vale el vocablo, que Cotatuero, La Pineta o Barrosa; no comparo jamás el valle de Ordesa, ni el de Bielsa, ni el del Esera con otros más afamados de la vertiente francesa; los bosques de Bagnères de Luchon, por ejemplo, me recuerdan a los jardines más o menos agrestes, pero no encuentro en ellos ni las asombrosas tonalidades de color, ni la suave frescura, ni el aire tan limpio y aromático que en los de nuestro Hospital de Viella — donde podría edificarse un nuevo y más pintoresco Baguères — o en los del Valle de Arán o en los de tantos otros lugares que tan abandonados tenemos.

Movido por este impulso, encomiendo a mi pluma el gran esfuerzo, seguramente más voluntarioso que acertado, de que esta Memoria sea un débil reflejo de la riqueza minera, de las grandiosidades geológicas y de la soberana belleza de esta zona pirenaica.

* * *

Han mejorado bastante, en pocos años, los medios de locomoción que pueden emplearse para visitarla.

Barbastro es la estación del ferrocarril más próxima, de la cual parte la carretera hasta un poco más arriba de Parzán.

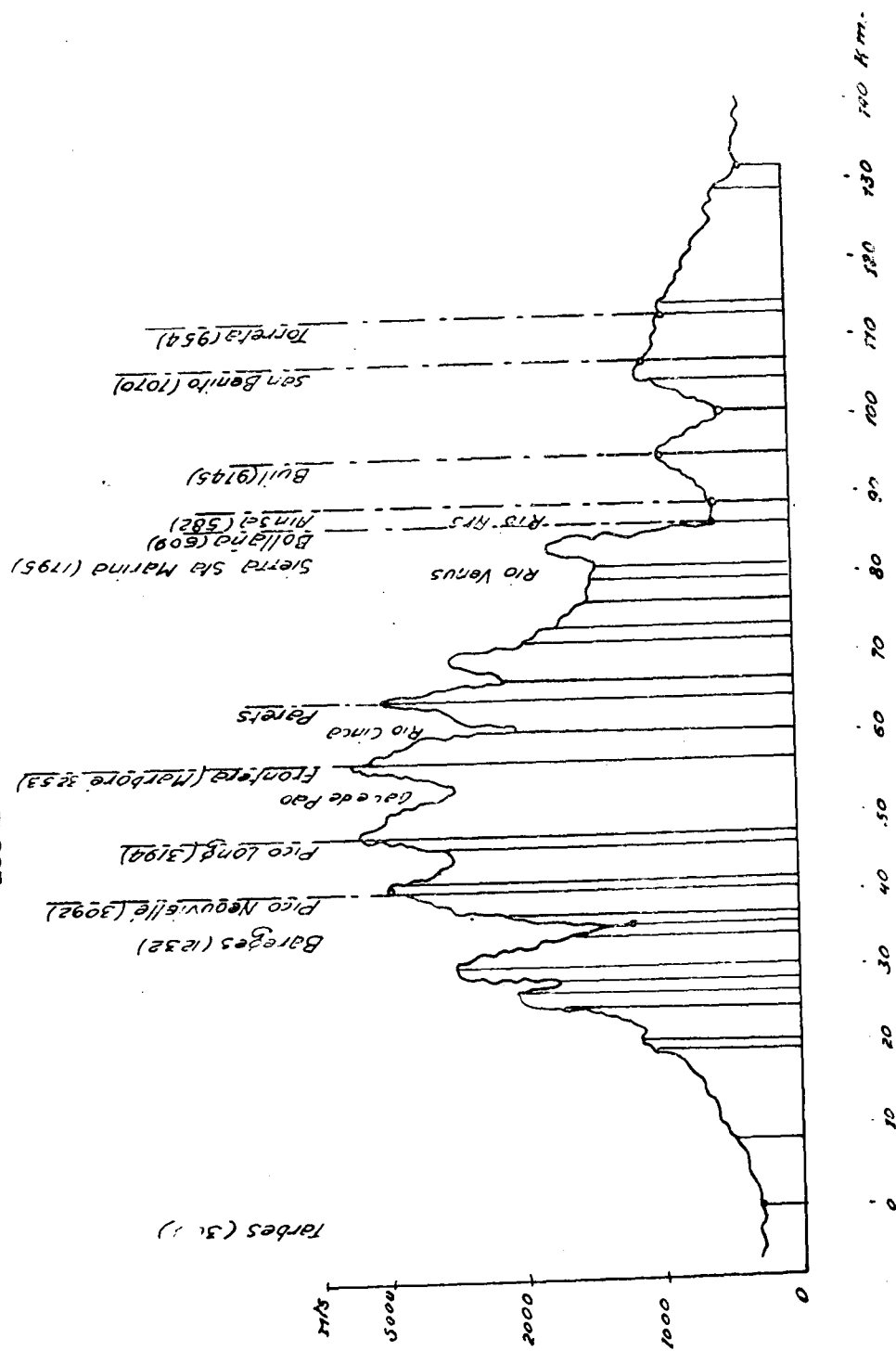
No pasa inadvertido para el viajero el cambio gradual que el clima, con su influencia de altitud, va operando en la vegetación durante el transcurso del viaje. La vid y el olivo constituyen el fondo decorativo de la ciudad de Barbastro, y va extendiéndose este cultivo por las mesetas y collados que surca la carretera hasta llegar a El Grado, donde empalma con la que conduce a Graus y a la cuenca del Esera, hasta Benasque, último pueblo español de aquel valle. Dejando aquélla a la derecha, tomamos la de Boltaña, donde ya comienza a tomar carácter de pirenaica, como después veremos; siendo de advertir que, en contra de lo que frecuentemente se dice, la vertiente francesa de los Pirineos y singularmente de los oscenses, es más escarpada y abrupta que la española, pues las altas cúspides descíenden directamente a la tierra llana, en la vertiente N., mientras que en la S. lo efectúan por mediación de una zona subpirenaica o de sierras que tiene bastante extensión horizontal.

A esto se debe el que los Pirineos, vistos desde las llanuras de Francia, presenten un aspecto muy escarpado, mientras que desde la planicie del Ebro tienen la apariencia de una enorme protuberancia interrumpida por rocas enormes y puntiagudas o por depresiones cubiertas de nieve, pero dominando en la base las formas redondeadas por proyección de las sierras.

Para mayor claridad hemos incluido un corte transversal a la cadena que comprende desde Tarbes a Barbastro, que por ambas vertientes pueden considerarse como los límites de la región montañosa para dicha dirección. Se observa en él que desde las altas cimas de la frontera, cuya altura es de 3.253 metros (Marboré), hasta la citada pobla-

CORTE DEL PIRINEO DE TARBES A BARBASTRO
ESCALA DE ALTITUDES 1:50,000

Plano núm. 1.



ción francesa, existe una distancia horizontal de unos 57 kilómetros mientras que a la ciudad de Barbastro es de unos 75. La pendiente media de la vertiente francesa es, por tanto, de 5,7 por 100, siendo la de la española de 4,35 por 100 solamente, siendo digno de notarse que es, quizá, el corte más simétrico que puede hallarse con relación a la frontera, pues en las proximidades del paralelo de Barbastro tenemos las sierras de La Carrodilla y de San Quilez, con alturas de unos 1.100 metros, alejándose aun más la región de las sierras a medida que caminamos hacia el E. En Francia, por el contrario, esta región subpirenaica se halla sumamente cercana al macizo principal de la cordillera, habiéndose dado también, en el corte a que nos referimos, la circunstancia de pasar el perfil por el Pico Long (3.194) que es, precisamente, el de mayor altitud de toda la vertiente francesa.

Dicho corte, que conserva cierto paralelismo con el camino a seguir para ir a Bielsa y a la zona minera que consideramos, nos indica, en efecto, que es en Ainsa, cerca de Boltaña, donde comienza el grandioso macizo que ha cortado de N. a S. el Cinca, quedando por debajo la región de las sierras.

Queda en ella el pintoresco pueblecillo de El Grado, situado en una colina de mediana elevación, que remontamos por la carretera con curvas de pequeño radio; veremos a Naval, a la izquierda, con sus balsas de evaporación para el beneficio de la sal, que despiden reflejos de plata desde el fondo de un barranco, ofreciéndonos el paisaje el policromado aspecto del triás; continuaremos ascendiendo por la sierra de La Torreta hasta llegar al Alto del Pino, que salva la divisoria, y un panorama espléndido y magnífico habrá aparecido ante nuestra vista; el valle del Cinca, amplio y poblado de olivos, con motañas de elevado porte a lo lejos y en el que un gran número de aldeas se esparcen por la ribera como casitas de un nacimiento gigantesco.

Hemos de bajar a este valle serpenteando entre barrancos y riachuelos. Pasamos después por Abizanda y Escaniella, Ligüerre y Samitier, Mediano, Plampalacios, Coscojuela de Sobrarbe y Murillo de Tou.

Desde muy lejos, y ya antes de llegar a estos términos municipales, habrá llamado nuestra atención una enorme roca, La Peña Montañesa, que con su cota de 2.301 metros y su altura de unos 1.600 metros sobre el nivel del río, domina todos aquellos contornos, siendo frecuente que alguna nube sirva de blanco penacho a su cima negruzca y escarpada.

Después la veremos más de cerca, pues antes tenemos que pasar por Ainsa, situada en una llanura en la que el Ara aporta sus aguas al Cinca; antigua *la Ainsa*, primera capital del reino de Sobrarbe, señora de los fueros como Jaca, en tiempos de Alfonso el Batallador y mandada incendiar, después de capitulada, por la falsa interpretación de un disparo durante la guerra de sucesión.

Van 55 kilómetros recorridos desde Barbastro, y dejando a la izquierda la carretera de Boltaña, nos daremos pronto cuenta de que es aquí donde comienza la verdadera carretera pirenaica, pegada de continuo a la orilla derecha del Cinca, cuyo valle va siendo cada vez más angosto y con curvas más pronunciadas. En los pueblos se va substituyendo la teja de las cubiertas por los filadios que con tanta facilidad se labran en los Pirineos; las casas toman mayor aspecto tristón y frío, los bosques se van haciendo más oscuros; frecuentemente, las nubes se ciernen en los lejanos picachos, y todo da la sensación de que ha de llegar pronto el momento de que no podremos flanquear el valle, sino que un muro inaccesible ha de cerrarnos el paso.

Veremos a Labuerda al otro lado de un barranco; a San Vicente y Araguas más lejanos, y llegamos a Escalona, donde ya tenemos de frente la Peña Montañesa, como primer y grandioso testigo que los Pirineos nos presentan de

la imponderable magnitud de sus esfuerzos orogénicos. Es un enorme muro vertical de 20 kilómetros de longitud por unos 1.600 metros de altura, sobre el nivel del valle, sombreado en su pie por negros bosques y exhausto de vegetación en las alturas. Cretáceo en la base, conserva en su cúspide una manchita eocena, formación que no es raro encontrar depositada en pequeños isleos, sobre las altas cumbres de aquella caliza secundaria.

Puyarruego y Laspuña se nos muestran a uno y otro lado del río, el valle va enriqueciéndose con las tonalidades azules de las calizas y margas cretáceas que van apareciendo, con suaves ondulaciones y no excesiva inclinación, hasta llegar a Badain, pintoresco agregado de Sin, situado sobre una meseta y de cuya diminuta iglesia parece esfumarse un ambiente melancólico y romántico. Después de Tella encontramos La Afortunada, centro de una gran actividad durante estos últimos años, a causa de las obras realizadas por la Hidroeléctrica Ibérica, para la explotación de diversos saltos de agua en el Cinca y en el Cinqueta, con un transporte de energía a Bilbao, cuya hermosa línea hexafilar, con conductores de aluminio, habrá llamado nuestra atención en su cruce con la carretera.

Veremos a la derecha y al pie de un moderado escarpe labrado por el Cinca, la central hidroeléctrica de dicha Sociedad, proyectada para cinco grupos de 20.000 caballos vapor, de los que actualmente ya existen dos en servicio con una estación transformadora a 138.000 voltios, que es la tensión de la línea de transporte.

En nuestra carrera ascendente llegamos a Salinas de Sin, donde encontramos las dependencias principales de la antedicha Sociedad, casas para oficinas, empleados y obreros, así como el salto de agua, que explotado en primer término ha dado la energía necesaria para la ejecución de las obras. Se unen en esta parte del valle las aguas del Cinca y del Cinqueta, desvíase la carretera hacia la izquierda,

donde el primero ha labrado, precipitándose por un lecho calizo, con nacimiento de blancas espumas, una angosta hendedura a modo de cañón; el Paso de las Devotas, que salva la carretera con dos túneles, volviendo después a abrir el valle y continuando aquélla, en cierto recorrido, por el propio lecho de aluviones del río.

A unos tres kilómetros antes de llegar a Bielsa vuelve el triásico, sobrepuesto el cretáceo, a cambiar las tonalidades del paisaje, destacándose, entre rojos matices, el verde oscuro de los bosques de pinos.

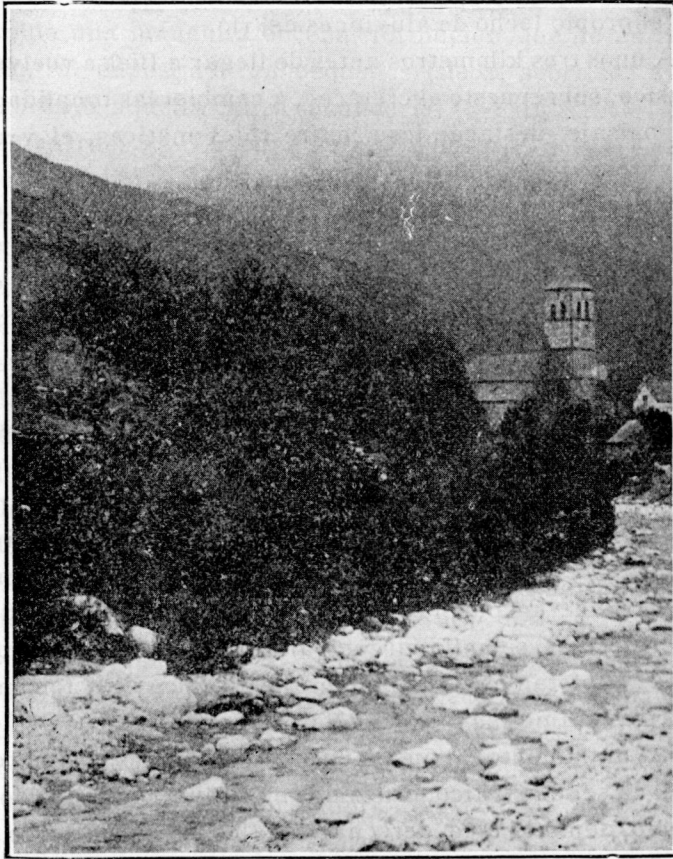
Salvamos un puente de moderna construcción, a la entrada de Bielsa, y dejamos a la izquierda el Cinca, que viene despeñándose por la pintoresca ribera de Pineta, y entramos en aquel poblado. Llevamos recorridos 80 kilómetros desde Barbastro.

Constituye Bielsa un municipio de unos 840 habitantes, e integrado por su propia villa (430 habitantes) y por sus aldeas, Chisagüés (43), Espierba (179), Javierre (50) y Parzán (129). Produce cereales, en pequeña cantidad, y algunas legumbres y hortalizas para su consumo; pero su principal riqueza la constituye la cría de ganado, al igual de la mayor parte de los pueblos pirenaicos. La minera, como después veremos, se halla virgen para él, pues las minas que hoy se explotan envían el mineral a Francia directamente.

Atravesamos su plaza, en la que se destaca el edificio del Ayuntamiento, al que la pátina del tiempo ha impreso en él su sello artístico; cruzamos en breve camino todo el pueblo, dejamos a la derecha su iglesia, con su torre de construcción moderna, y al llegar a la margen derecha del río Barrosa, que vierte sus aguas al Cinca al pie de Bielsa, nos hallamos, de lleno, en la zona minera que en esta Memoria consideramos.

Si a los pocos pasos tornamos la vista atrás, disfrutaremos del encantador paisaje, que tan poco acertadamente representa la fotografía que figura en la página siguiente,

en la que puede verse el lecho rocoso y granítico del río, por entre cuyas peñas blancas se riza el agua en nítidas espumas, viéndose proyectada la iglesia de Bielsa sobre el fondo negruzco de la montaña de Barleto, cuyas cimas se hallan



Bielsa y su valle.

borradas por la niebla, que es frecuente tener a disposición en el Pirineo para conseguir, el que de ello sea capaz, efectos artísticos de luz y de sombra, pero que se revela como encarnizado enemigo para quien le visita, sin más finalidad que la de un obligado estudio, ora topográfico, ora minero.

Y esta contrariedad, además del presentimiento de una próxima fatiga, se apodera de nosotros al mirar de frente, en el camino que seguimos, pues allá a lo lejos se yergue arrogante la montaña de Liena, cuya cúspide elevada, más se adivina que se ve al través de una nube que esfuma sus puntiagudos contornos, como demuestra la fotografía número 1.

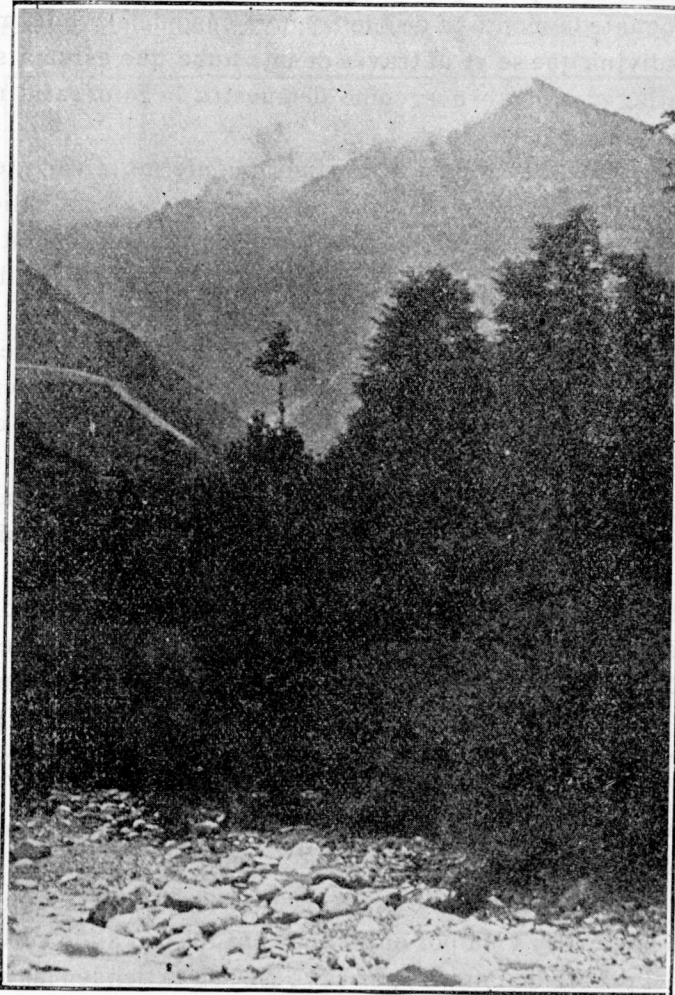
Pronto, a la derecha del primer puente de la carretera sobre el río, llamará nuestra atención una pequeña calicata, así como una corta galería, que más arriba encontramos a la izquierda. No nos detenemos en ellas, porque después las reseñaremos con toda atención.

X Habremos visto a Javierre sobre una loma en la que se asientan sus 26 casitas, en las estribaciones septentrionales del Pico del Quero. Pasado un pequeño barranco, que dejamos a la derecha (El Temblar, consúltese el plano número 5, encontraremos el lavadero de la mina «Ara», al lado de la carretera, y un poco más arriba, a la izquierda, una pequeña galería, la de la mina «Carmen». El valle va estrechando gradualmente y parece que sus tonalidades sobrias, por los bosques de pinos, han de hacerse cada vez más negruzcas. El barranco Acirón se nos muestra como un tajo enorme, dado a la montaña de Ordiceto; pero aun esto no es nada para otros barrancos que tendremos que recorrer.

Cruzamos el río Real, y unas cuantas casitas alineadas sobre una meseta de pequeña elevación nos denotan que tenemos ante la vista y muy cerca de la carretera una aldea que busca vida por entre unos prados de cálido verdor. Es el pueblo de Parzán, por cuyo NO. se extienden las agujas graníticas de Chemenas, estribaciones de Liena, y por cuyo SO. un cerro gigantesco, aunque menor, el Pico del Queso, le cierra la vista sobre el valle de Barrosa.

Del esfuerzo de sus grandes trabajadores, por su tenacidad bien equiparable al de la hormiga, ya que para unos

meses en los que puedan ver el cielo azul, y para ello a través de los escasos jirones que han dejado las montañas,



Fot. 1.—La montaña de Liena desde el valle de Bielsa.

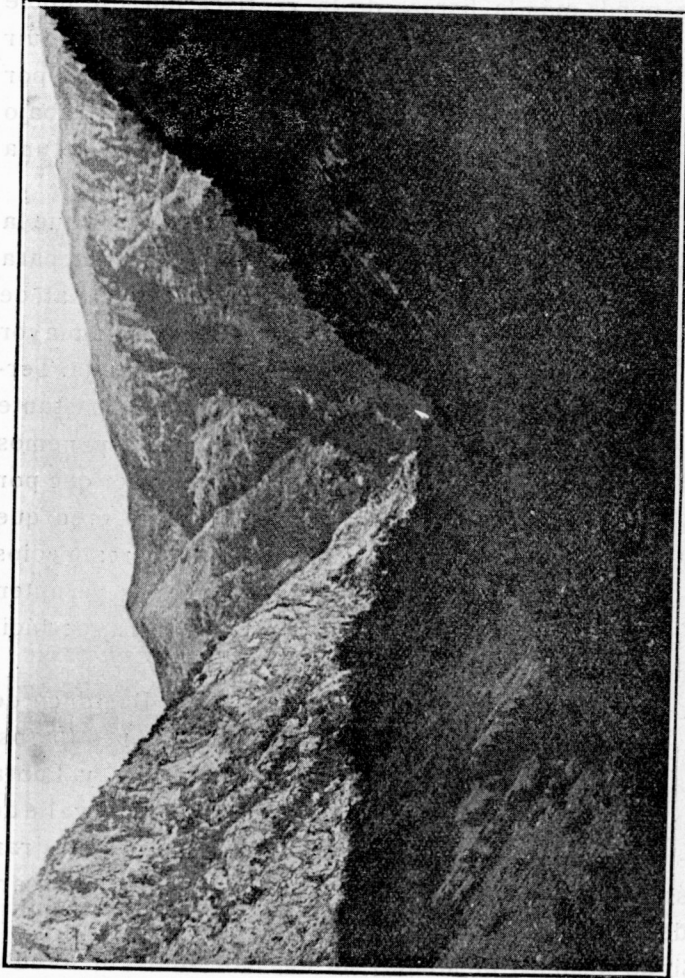
son mucho más numerosos los en que han de resignarse a pasar encerrados por la crueldad de la nieve, da idea el que se críen en su término unas 16.000 ovejas, 3.000 vacas y 50

mulos. La emigración a Francia durante los meses de invierno suele ser el camino que sus deseos de trabajo indica a la gente joven, camino, ciertamente, bien duro y desconsolador, pues todos los años en diversos puertos de los Pirineos puede más la fiereza de la ventisca que ese noble deseo de buscar en tierra ajena lo que no pueden conseguir en la suya, y unos esqueletos humanos desperdigados por las altas cumbres fronterizas son el tributo que el trabajo rinde a las inclemencias de un clima y al abandono de una acción social digna y justa.

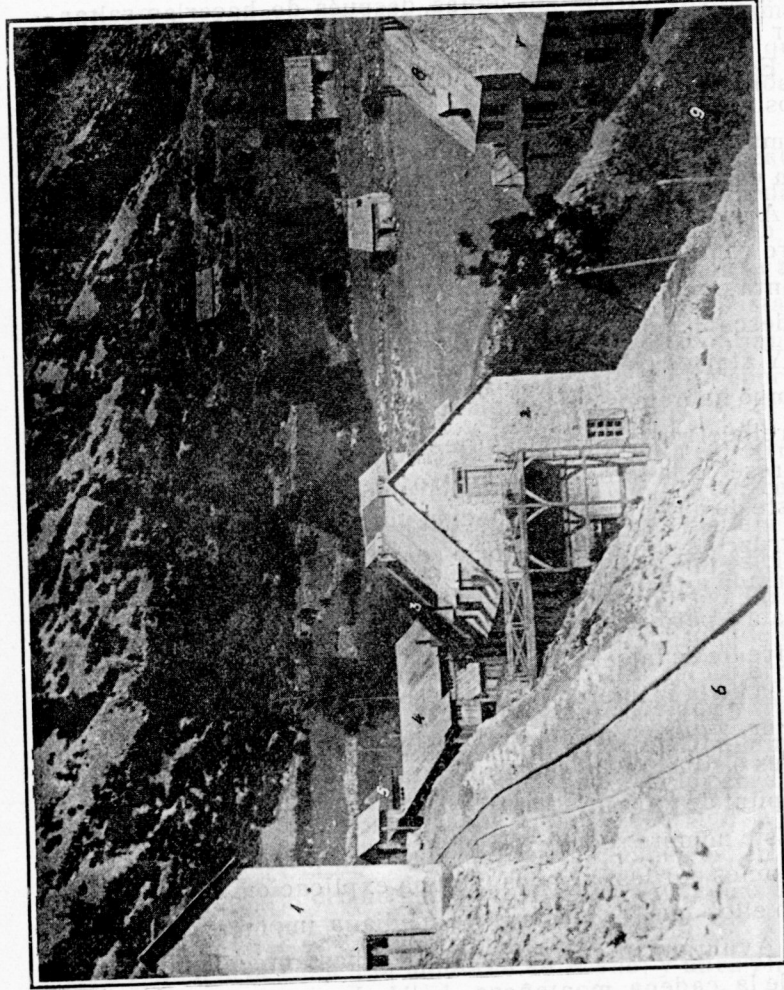
Poco más arriba de Parzán encontramos la presa que la Hidroeléctrica Ibérica ha construido sobre el Barrosa, para captar la mayor parte de su caudal, y que por un canal, de orden secundario, pues va a empalmar con otros de mayor categoría, la conduce hasta el salto de La Afortunada. Termina en dicho punto la carretera, y un camino, bastante bien cuidado, por cierto, es la única vía de que disponemos para continuar hasta Parzán (minas), y parece ser que por hallarse en la zona de Guerra, no es fácil, sino creo que imposible, la autorización para establecer mejores medios de comunicación, pues, según mis noticias, no se permiten más que caminos estrechos y puentes de madera, de fácil destrucción.

Al poco rato encontramos a la derecha el Barranco de Ordiceto, que viene serpenteando desde los ibones (lagos) enclavados en las altas cúspides de Punta Fulsa y Punta Suelza (2.967 m.) que determinan la separación del valle de Bielsa con el de Gistain. Numerosas cascadas se muestran en este barranco, que de este modo salva el agua los escarpes de su macizo granítico.

Sigue después el Mener, de aspecto análogo, aunque mucho más pequeño, y encontramos, con posterioridad, el Tringonier, que nace en una especie de circo por los entrantes y salientes de las aristas del terreno, con buen número de barranquillos, algunos de los cuales toman sus aguas en



Fot. 2.—El valle hacia el Hospital de Parzán...—1. Hospital (no visible).



Fot. 3.—Vista de las instalaciones del Hospital, tomada desde cerca del lavadero.—1. Laboratorio. 2. Casa de la Dirección. 3. Oficina y casa de empleados. 4. Estación de Francia. 5. Estación de trans-formación. 6. Vía de Francia. 7. Aduana y cuartel de carabineros. 8. Cantina. 9. Cauce del Barrosa.

pintorescos ibones; el principal de ellos baja desde el puerto de Ordiceto, se encurva al llegar a la montaña de Mener, por debajo de Marcatiecho, y baja serpenteando en dirección casi normal a la del Barrosa hasta la Empertinata, en la que le ofrece sus aguas, después de hacerlas saltar por las cascadas de su lecho.

Es el barranco Liena el primero que después encontramos a la izquierda y que como un tajo en la montaña de su nombre, asciende hasta las minas de la Sociedad de Parzán, con varios ramales de escasa importancia.

A continuación, el Cerlig, con escarpes cortados a pico, pero como aquél, escaso en aguas durante el verano, se remonta también por la montaña de Liena, habiendo puesto al descubierto el filón de la mina «Clara».

Y al poco trecho, la montaña del Puerto, que desde hace tiempo habremos contemplado como muro final en el que se estrella el valle, aparece ante nosotros con el aspecto que representa la fotografía número 2, en la que el duro contraste de una plena iluminación por las cumbres y un tono negruzco de bosques sombríos en la base del valle, no ha acertado a recoger la singular belleza de tan hermoso panorama, pero sirve, al menos, para indicar que la montaña del frente es la del Puerto, en la cual nace el río Pinara, que la de la izquierda es la de Liena, la de la derecha Tringonier, y que en el valle, al pie de donde convergen los recortes o siluetas de ambas montañas, se halla situado el Hospital de Parzán.

Este nombre requiere, para los que no han realizado excursiones por los Pirineos, alguna explicación. Es corriente en ellos que los pueblos de mediana importancia, pero con Ayuntamiento propio, queden bastante alejados del eje de la cadena montañosa, hallándose en las proximidades de ésta las aldeas y caseríos agregados a los municipios, que, como decimos, quedan abajo, en el valle, al cual suelen dar su nombre; pero a mayor altitud que aquellas

aldeas (Parzán en nuestro caso) se encuentran albergues o refugios, generalmente habitados en verano y hasta que la nieve cierra los puertos, que se conocen con el nombre de «Hospices», en Francia, y con el de «Hospitales», en España. Son algo así como las avanzadas que la vida humana envía al pie de la cordillera. No es necesario decir que se reducen a una o varias casuchas pobres y sin comodidad alguna.

El de Parzán se halla en ruinas. El cuartel o avanzada de los carabineros, la aduana y las casas de la Sociedad Minas de Parzán prestan su generoso albergue a quien se encuentre necesitado de él; pero como en esta zona la aldea de Parzán y aun el pueblo de Bielsa se hallan bastante cerca de la frontera, los viandantes suelen continuar hasta estos poblados, sin grandes inconvenientes en épocas de poca nieve.

Hemos llegado al hospital. Vemos cómo salta el Barrosa en sus proximidades a la central eléctrica, y a su confluencia con el río Pinara, deshaciéndose en una madeja de blanca espuma que sirve de prisma para la descomposición de la luz. Pasamos un puente de madera, junto a la aduana y al cuartel de carabineros, y nos hallamos en una de las casas de la Sociedad que explota aquellas minas. La bronca voz de una sirena rasga la atmósfera, despejada y tranquila, con un estridente sonido; parece que nos hallamos en una población industrial, pues son bastantes los obreros que desde la ventana vemos pasar. Hemos recorrido, a caballo, desde Bielsa, unos ocho o nueve kilómetros, en un viaje encantador. Pero no hemos ganado en altura más que 410 metros.

Tornamos la vista a la montaña de Liena, y unos pinos lejanos recortan su silueta sobre el azul del cielo. Las minas aun están más allá, no las podemos ver. Sólo sabemos que para llegar a ellas, de las que nos separa una distancia horizontal de 2.400 metros, tenemos que ascender

más de 1.100. No es sólo nuestra vista, es también la regla de cálculo, al determinar la pendiente media (mayor de 48 por 100), quien nos dice que en esta zona el gigante se ha puesto de pie.

CAPITULO II

RESEÑA GEOLÓGICA

No es justo hablar de los caracteres geológicos de esta región sin recordar el nombre de Mallada y el de su luminoso y notable trabajo condensado en su obra *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca* (Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, 1878), aunque estudios posteriores de Geólogos franceses y españoles han venido a introducir alguna modificación en sus apreciaciones acerca de la cuenca del Barrosa, que ahora es la que más directamente tenemos que considerar.

No pasó inadvertida para aquel meritísimo Geólogo la mancha granítica de Bielsa, y así nos habla de ella al considerar el grupo de Suelza y Ordiceto, del primero de los cuales se desprenden al SO. varios cordones graníticos irregulares en dirección a Barleto; domina esta formación en las alturas de las vertientes orientales del valle de Bielsa, torciendo hacia el Cao, y derivándose algunos apófisis al vallejo de Ordiceto, frente al Hospital de Parzán. Continúa entre las riberas de Chicagües y Barrosa, extendiéndose hasta Parzán y las vertientes NE. de Monte Ruego.

Con salvedades muy dignas de tenerse en consideración, pues se fundan en las opuestas y confusas indicaciones de Geólogos anteriores, en las condiciones orográficas del país, en la falta de restos orgánicos y en los caracteres estratigráficos y metamórficos, cree Mallada, aunque con in-

certidumbre, que en los Pirineos aragoneses se encuentra el terreno de transición, y aunque por las antedichas razones no le deslinda de un modo fijo, atribuye a estos sistemas la alternación, varias veces repetida de calizas más o menos veteadas, de estructura pizarrea y de variados colores, con pizarras arcillosas y filadíos negros azulados y relucientes, de la formación que viniendo del valle de Gistain, y por el pico de Suelza, se extingue al E. de Bielsa; así como la otra, situada más al N., que se prolonga al valle de Bielsa por los barrancos de Ordiceto y Tringonier y parte de las riberas del río Pinara o del Puerto, y del Barrosa, extinguiéndose en el Monte Ruego y la Estibeta, al N. de las Tres Sorores.

Considera como cambrianas, por sus caracteres negativos paleontológicos y por los petrográficos, las talcitas y pizarras tuberculosas, cloríticas y micáferas, algunas de las cuales tienen la apariencia de gneis de elementos muy finos, que se encuentran en el valle de Bielsa, siempre apoyadas sobre el granito, en cuyo contacto se extienden en fajas muy estrechas, siendo muy variada la composición de sus rocas. Esta faja, atribuida al cambriano, es la que se desarrolla desde el valle de Bielsa hasta el macizo de los Montes Maljitos, ocupando en la zona que consideramos el extremo septentrional del valle de Bielsa, desde las altas crestas de Monte Ruego y la Estiva a la Forqueta, continuando por Tringonier en la parte alta de Ordiceto, para estrecharse después por el granito y continuar por el puerto de Plan. α

Pero, como hemos dicho, estudios posteriores, que parecen hallarse más de acuerdo con la realidad, han confirmado, al menos hasta ahora, la creencia de Dalloni, según la cual es el siluriano el período más antiguo de la edad primaria que aparece en el Pirineo aragonés. Y así lo representa nuestro Mapa geológico en su última edición.

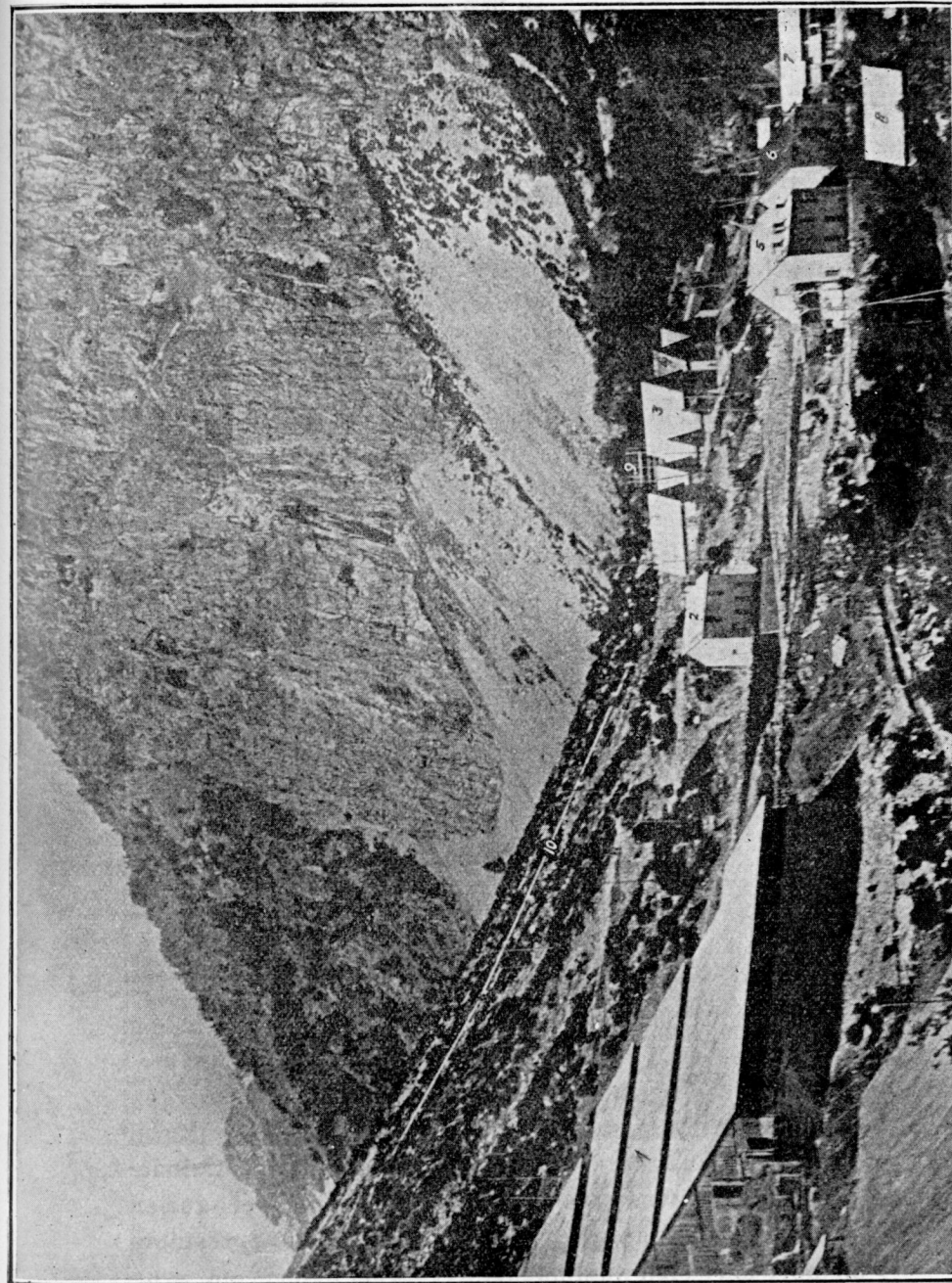
Esto nos permite hacer la reseña geológica de aquella

zona con cierta brevedad y nos dispensa de incluir algunos cortes por la poca variedad de las formaciones, que de este modo se reducen a tres: la intrusiva granítica, la siluriana y la triásica, aunque dentro de cada una de ellas es muy frecuente el cambio de sus caracteres litológicos.

Ya nos hemos ocupado de algunos de los sitios en que asoma el granito. Completemos esta descripción diciendo que es bastante frecuente hallarle metamorfoseado y descompuesto, hasta el extremo de formar una roca con cuarzo, poca mica y cuyo feldespato ha dado lugar a diversos silicatos de metamorfismo. En otros casos se ha conservado el feldespato y es la mica la que ha sido alterada. Los propios filones metalíferos han originado estas muy notables variaciones.

En cuanto a su textura, basta recorrer el camino que desde el Hospital de Parzán sube a la mina «Luisa», para ver desfilir una completa colección de casi todas sus variedades. Predomina en la región el de grano grueso, no muy rico en feldespato ortosa y con abundante mica negra, o verdosa por decoloración de aquélla. Existe, también, el de grano fino, y aun el microgranito; en algunos batolitos aparece interestratificado en la cuarcita, y en las caras de asiento, perfectamente acusadas, toma el aspecto gneísico; no es raro encontrar ejemplares en los que el anfíbol hornablenda ha reemplazado parcialmente a la mica; existiendo algunos turmaliníferos, en que los cristales de turmalina presentan un gran desarrollo. En una de las muestras, de un granito sumamente alterado, hasta el extremo de que no le queda más que muy escasa cantidad de biotita, y en el que predomina un silicato de metamorfismo que ha reemplazado al ortosa, he encontrado, por medio de análisis, alguna cantidad de cromo.

Aparece el siluriano siempre sobre el granito y caracterizado por sus pisos ordoviciense y gotlandiense. Constituyen el primero pizarras talcosas, que en ocasiones pasan



Fot. 4 — Escarpa de Cerlig e instalaciones del Hospital de Parzán.—1. Lavadero. 2. Laboratorio. 3. Almacenes. 4. Talleres. 5. Dirección. 6. Oficinas. 7. Estación del cable a Francia. 8. Cantina. 9. Estación del cable de las minas. 10. Tubería de presión del salto de agua.

a verdaderas talcitas; pizarras granulosas (Tringonier, Barrosa, Liena, etc.), generalmente de colores claros; pero también existen otras negruzcas, carbonosas, relucientes, que algunas pasan a ampelitas, existiendo otros filadíos de color negro azulado. Por aumento gradual de la sílice, llegan a convertirse en pizarras síliceas.

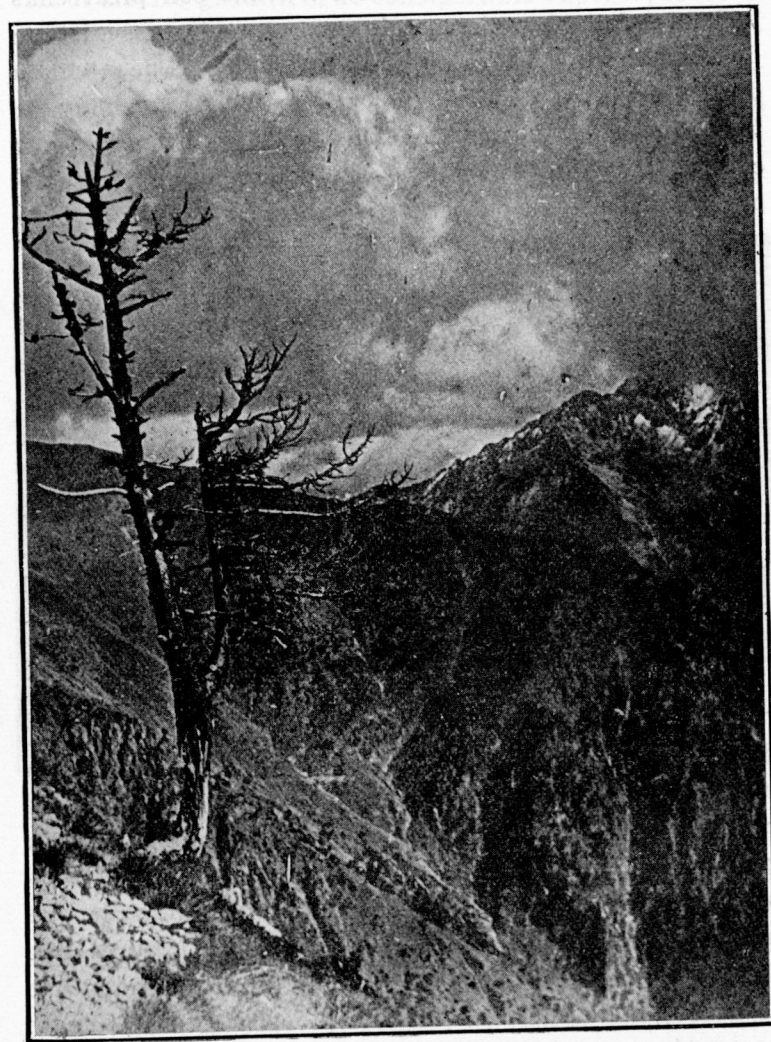
El tramo de las cuarcitas, aunque menos abundante que el de las pizarras, también tiene su representación en esta zona. Suelen ser de color rojizo, algunas veces un tanto arcillosas, lo que les da cierta apariencia tabular (Liena), pero siempre duras y compactas. En ocasiones se cargan de mica, y con el auxilio de una lente no es extraño ver en ellas indicios de pirita o de otros minerales metálicos, por más que este hecho también es muy frecuente en las pizarras, así como el encontrar en ambas nódulos o vetas de cuarzo.

Las pizarras, al contacto de los diques graníticos se han convertido en talcitas feldespáticas, en cuya forma se presentan con gran abundancia. Las grauvacas, por el contrario, son escasísimas.

Cabe referir al ordoviciense toda la formación que viene apoyada sobre el granito, y que se extiende por Ordiceito, Mener, Tringonier, Montaña del Puerto, etc., para continuar, aunque con menores espesores, hasta el circo del Barrosa, rellenando igualmente las oquedades que entre los diversos ramales de granito existen en la montaña de Liena.

La fotografía número 4, a la vez que nos muestra una vista de conjunto de las instalaciones del hospital, nos presenta la escarpa granítica del monte Cerlig, en la margen izquierda del Barrosa y muy próxima a su confluencia con el Pinara. Se han formado allí cortaduras totalmente inaccesibles, por cuyos grandes bancos se desploma el agua en brillantes cascadas, que por hallarse de cara al S. resultan siempre muy bien iluminadas.

Al gotlandiense se refieren en esta zona, actualmente, unas pizarras carburadas, con grapholites, que soportan



Fot. 5.—Punta Suelza desde Liena.

el nivel constante de las calizas negras o grises con orthoceras que ocupan las elevadas alturas. Reposa sobre ellas

el tramo calizo que corona las cumbres de las más elevadas montañas.

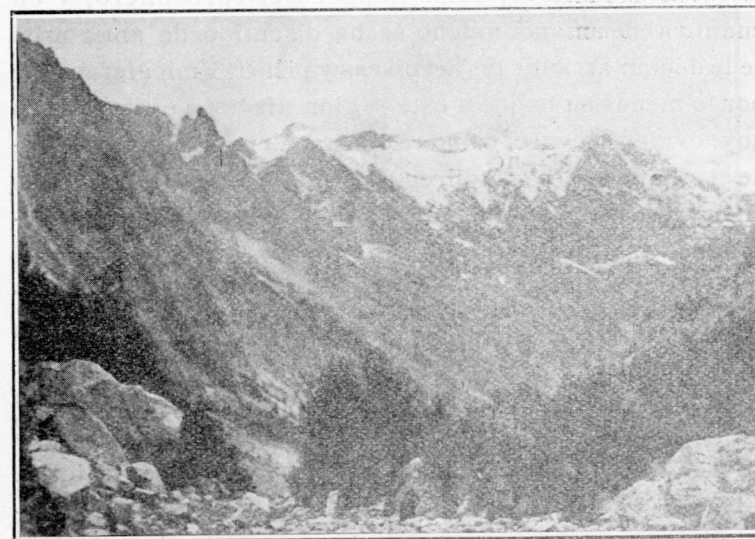
Aparece en el macizo de Suelza, donde son pizarreñas y hasta exfoliables, alternando con otras silíceas, existiendo algunas suaves al tacto, como impregnadas de talco. La dureza y compacidad de estas calizas silíceas son muy favorables para la formación de las crestas puntiagudas que coronan las cumbres, en cuyas hondonadas la nieve se deposita con carácter perpetuo. La fotografía número 5 da una idea de esta majestuosa coronación del macizo granítico de Suelza, por la caliza gotlandiense.

Lo propio sucede en las altas cimas del anfiteatro del Barrosa, representado en la fotografía número 6, siempre cubierto por un blanco sudario del que se desprenden diversas cascadas, de cuya altura podremos formarnos idea con los datos que pasamos a consignar. Situado al O. del Hospital de Parzán (véase plano núm. 5, pág. 115), dista el fondo, de aquél, no más que unos tres kilómetros y medio, que pueden recorrerse fácilmente siguiendo el curso del Barrosa, que es ciertamente un lecho pedregoso, con cantos desprendidos de colosal tamaño. Faltan datos completos acerca de este circo, porque ningún explorador ha querido tomarse la molestia de estudiarlo, después del placer de visitarlo; pero a mi juicio, su desarrollo horizontal en la base no será mayor de 800 metros, mientras que el de sus crestas excederá, seguramente, de seis kilómetros. La cota del fondo es de unos 1.760 metros, mientras que la de su cumbre más alta es de 3.150 (Pico de la Munia), lo que nos da la considerable diferencia de altitud de 1.390 metros. Además de éste, coronan el circo el pico de Troumouse (3.086 m.), el de Louseras y las cúspides de Monte Ruego, como alturas principales. Por el puerto de la Canaou (2.615 m.) puede pasarse, en menos de tres horas, a Heas, pueblo francés situado en el valle de su nombre.

Geológicamente considerado, es un embudo, en cuyo

fondo se amontonan los materiales detríticos debidos a la denudación, hallándose por encima de esta formación aluvial el macizo granítico, de considerable espesor, sobre el cual reposa, directamente, el siluriano, con sus estratos levantados hasta casi la vertical, y en cuyas cumbres se destacan las finas agujas de la caliza gotlandiense, entre diversos ibones y glaciares.

Cuando a la puesta del Sol, éste arranca a la nieve des-



Fot. 6.—Circo del Barrosa.

tellos de plata y de fuego, o cuando por la mañana la luz hiere directamente a las cascadas del circo, el espectáculo se halla por encima de toda ponderación.

Es la propia caliza gotlandiense la que aparece en los grandes picachos del Monte Perdido, del que da una idea la fotografía número 7, ob enida desde la cúspide de Monte Ruego, si bien sobrepuesta a ella, en sus cumbres ha reconocido el doctor Faura, por la fauna de briozoos, el piso maestrichtiense del cretáceo, siendo la coronación eocénica.

Pueden observarse en la antedicha fotografía, sucesivamente, y de izquierda a derecha, el pico Soum de Ramond (3.248 m.), Monte Perdido (3.352), El Cilindro (3.327) y el Pico de Marboré (3.253). El cauce, cuyo corte se ve en último término, al pie de los escarpes montañosos, es el del Cinca, en sus comienzos; el del primer término es un barranco de los primeros del río Real.

No parece que existe el devoniano en la zona que nos interesa considerar, como tampoco el carbonífero, y en cuanto al permiano, mucho se ha discutido de antiguo si se le debían atribuir las areniscas y pizarras micáferas, que por lo menos en lo que a esta región afecta, se consideran hoy, evidentemente, como triásicas. Vemos, pues, que desde el siluriano se pasa directamente al triásico. Digamos ahora cómo se extiende dicho sistema y qué testigos petrográficos presenta.

La faja triásica que nace en las proximidades de la frontera al NE. de las Tres Sorores, entre las riberas de Pineta y las de Barrosa y río Real, cruza el valle de Bielsa, de donde se bifurca hacia Ordiceto, por un lado, y hacia el valle de Gistain, por otro. Se muestra la primera en Barleto y se dirige hacia el N. por los picos de Suelza y de Ordiceto.

Por el valle del Barrosa, saliendo de Bielsa, no tardaremos en encontrar el triásico representado casi exclusivamente por la arenisca roca, al contacto del granito, que ocupa allí buen espesor, y cerca del segundo puente la encontraremos de nuevo, con estructura algo pizarreña, un poco micáfera, y con verdaderos filoncillos de cuarzo que han cortado la estratificación. Sus bancos buzan hacia el río, y por debajo aparecen otros de una arenisca basta, de grano grueso, descansando sobre el granito. Frente al lavadero de la mina «Ana», le encontramos también, y más arriba, por debajo de unos prados, asoman sus pizarras, bastante descompuestas y en posición vertical, reposando sobre una arenisca pizarreña, muy silíceas, rosada y verdo-



Fot. 7.— El Monte Perdido o Las Tres Sorores.

sa, también con numerosos filoncillos de cuarzo y con buzamiento hacia el S., que a su vez se sobrepone a las pizarras negruzcas, también casi verticales, que tenemos por silurianas. Así continúa, dando muestras de su existencia, por debajo de unas praderas y ya se le ve en plena formación en el Pico del Queso, situado enfrente de Parzán, en la margen derecha del río Real.

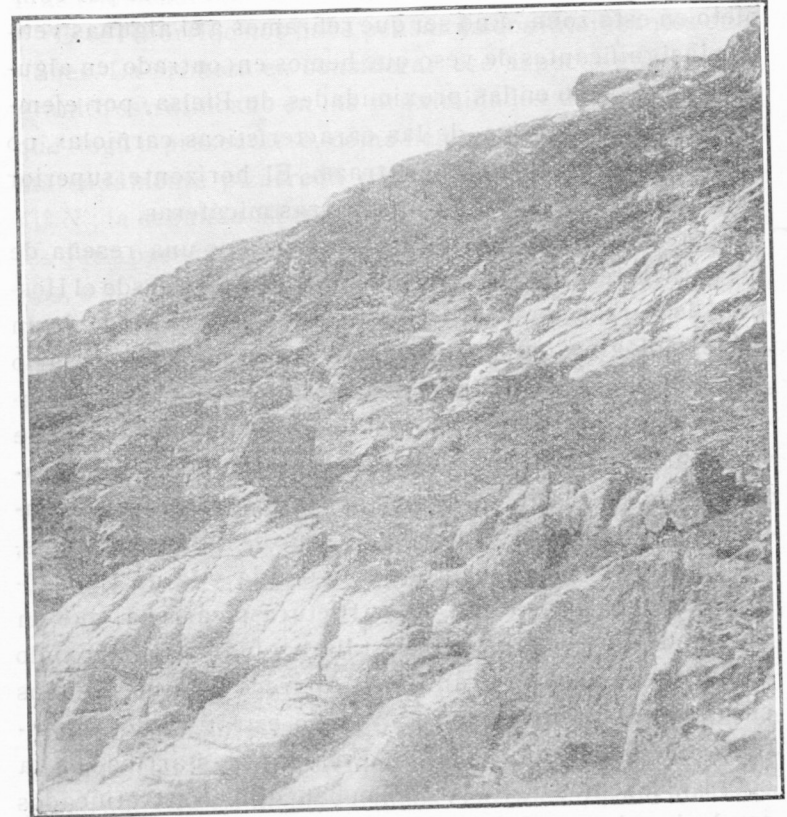
En Ordiceto apoya sus estratos sobre el granito, viéndose las capas de la arenisca roja, poco inclinadas, plegadas y onduladas, ocupando la parte alta de los crestones que limitan los dos anfiteatros de Ordiceto y del Cao.

Es frecuente ver en los mapas geológicos, como límite de esta banda triásica por el lado N. de la región que nos ocupa, el río Real. Sin embargo, yo tengo por triásica la vertiente occidental de Monte Ruego, según enseña Mallada; pero aun en la cúspide de Liena, coronando la montaña, existe, a mi juicio, esta formación, descansando sobre el granito y caracterizada por unos bancos de arenisca roja y la pizarra rojiza, fuertemente micáfera y algo silícea, en lechos de poco espesor, como demuestra la fotografía número 8. Esta formación se extiende por toda la cumbre y aun descende por el cerro de Chemenas hasta llegar al granito.

Habrás deducido el lector, por los buzamientos que hemos consignado para esta formación y por lo que hemos hablado de sus ondulaciones, que el triásico se halla bastante trastornado. En Ruego encontramos la misma anomalía; buzamos allí a 26° al S., 35° O., y a excasa distancia, en las proximidades de la galería tercera de la mina «Robert», ya cambia algo de posición la pizarra micáfera, pues se inclina 20° al S., 19° O. En Chisagüés se inclinan hacia el NE. y en Javierre buzamos 55° al S., 33° O., volviendo a encontrarse arrumbadas al NE. en el pueblo de Bielsa.

Mallada dice que «sea por la aparición del granito o por las dislocaciones debidas a las grandes fallas, aparecen

rasgadas y con direcciones y buzamientos muy diversos entre la ribera de Barrosa y la del Cinca». A ambas causas a la vez creemos que puedan atribuirse estos trastornos, pues, indudablemente, la falla de La Pineta debió dislocar estos estratos, pero el relleno filoniano por el cuarzo, que



Fot. 8.—Coronación triásica de Liena.

hemos observado con carácter de bastante generalidad, también nos hace pensar en la venida de rocas intrusivas, como lo ha sido el granito.

Tenemos, verdaderamente, muy próxima la falla de La Pineta, que comienza a señalarse en esta ribera, dando lu-

gar a la sima por la cual corre el Cinca desde su nacimiento hasta la villa de Bielsa. Ella ha dado lugar a que las capas cretáceas y numulíticas de las Tres Sorores queden a mayor altura que las triásicas que hay al otro lado de ella, y es la que ha producido el circo de Gavarnie.

El tramo de las margas abigarradas falta casi por completo en esta zona, a no ser que refiramos a él algunas vetillas insignificantes de yeso que hemos encontrado en algunos sitios, como en las proximidades de Bielsa, por ejemplo. De caliza triásica, de las características carñiolas, no hemos encontrado ninguna traza. El horizonte superior existente parece ser el de las pizarras micáferas.

Antes de terminar este capítulo haremos una reseña de los caracteres petrográficos que encontramos desde el Hospital de Parzán hasta las cumbres de Liena, a modo de un corte geológico, que no dibujamos por creerlo innecesario dada su sencillez. Partimos de la cota 1.420, que corresponde al hospital, y hasta la estación de ángulo del cable aéreo, que tiene la de 1.870, no encontramos más que granito, unas veces en forma de cantos procedentes de la denudación hasta la zona en que ya se manifiestan sus asomos, encontrándose entre la última cota citada y la de 1.950 algunos bancos de cuarcita de estructura pizarreña, que en alguno de ellos se presenta cristalina y blanca, alternando con diversos asomos graníticos. Aparece éste en algunos sitios con estructura gneísica y como estratificado, con inclinación de 60° al E., 41° S. Un poco más arriba, en la cota 1.980, vemos una cuarcita en bancos bien estratificados con lechos de granito, con inclinación de 40° y buzamiento al N. 9° O., sobre los que descansa de nuevo la cuarcita, que empezando por la de estructura pizarreña, termina, a la altura de la bocamina situada en el barranco Cerlig, con fuertes espesores, con diques y vetas de granito y de cuarzo. Sobre estas rocas se apoyan, en la cota 2.050, otros diques de granitos, soportando encima unos filadíos rojizos y

negruzcos, con pizarras bastante cristalinas, en posición casi vertical, y de colores pardo, rojo y verdoso, viniendo a continuación el granito, con nueva alternancia de pizarras y filadíos en la cota 2.200, asomando de nuevo el granito hasta llegar a la cumbre coronada por la arenisca y pizarras triásicas.

Este recorrido nos hace pensar en dos interesantes cuestiones. La primera es considerar ese aspecto gneísico del granito estratificado en las proximidades de la cota 1.950, que llega a presentarse, como hemos dicho, con estructura marcadamente pizarreña y con buzamiento de 60° al E., 41° N.; la segunda, si esos filadíos negruzcos y casi verticales que aparecen sobre el granito serán realmente silurianos, o si constituirán una representación, aunque exigua, del cambriano, pues a la vista de la notable obra de D. Domingo de Orueta, sobre la Serranía de Ronda, ciertas pizarras que se habían considerado de antiguo como silurianas han sido incluídas por tan competente Geólogo en el cambriano. Nos faltan elementos para dilucidar esta cuestión, y por ello no hacemos más que mencionarla. La carencia de fósiles constituirá siempre una grave dificultad para resolver este interesante problema.

Geodinámica externa

Probablemente en ninguna región de la península se prepara con mayor actividad la formación de las rocas futuras que en esta de los Pirineos centrales. La acción física debida a la atmósfera, obrando por su temperatura, es uno de los más poderosos agentes externos para la desagregación de las rocas. El calor en el verano, propicio para la formación de hendeduras de desecación, y el frío intenso del invierno cooperando a la acción del hielo, actuando en rocas de por sí propicias por los fenómenos de dislocación que han sufrido, originan los grandes bloques, que, desta-

cados de la roca madre, se hallan dispuestos a rodar en cuanto el agua se lo demande y los depósitos de cantos caóticos que es frecuente ver en las laderas de las montañas.

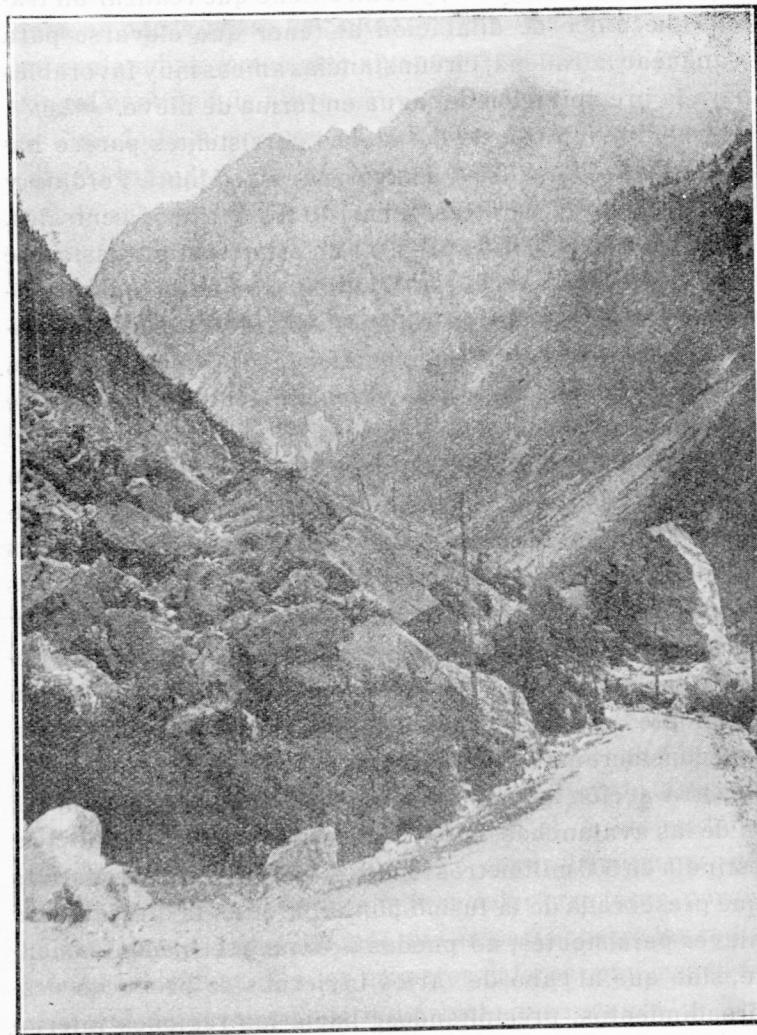
La fotografía número 9 da idea del volumen de estos bloques desprendidos que, entre diversos y numerosos sitios, encontramos en la carretera de Bielsa a Parzán (Minas), poco antes de llegar a la presa de la Hidroeléctrica Ibérica, sobre el Barrosa. El que se ve a la derecha hubo de volarse parcialmente para dejar el paso libre por la carretera.

El viento durante las tempestades y en particular las precipitaciones atmosféricas, de cuya importancia puede formarse idea con sólo pensar en las altitudes y en el relieve de las montañas, son también los grandes agentes destructores en esta zona. Siendo abundantes las cascadas y torrenciales los ríos, claro es que el poder erosivo del agua ha de llegar a su máximo valor, favorecido de paso por la impermeabilidad del terreno.

El depósito de recepción de los torrentes suele ocupar una extensa superficie, con pendientes abruptas, que en ocasiones forman un circo (Barrancos Tringonier, Ordiceto, etcétera), teniendo por canal de salida un lecho escalonado por el que se desploma el agua en forma de cascada, sin dar lugar a grandes conos de deyección, porque los propios ríos se encargan de arrastrar estos aportes por voluminosos que sean, pues hay que tener presente que la pendiente media del Barrosa, ya como río, esto es, desde el Hospital de Parzán a Bielsa, es de 5 por 100; la del Cinca, en la ribera de Pineta, de 4 por 100, y la del Real de 6 por 100 en la última parte de su recorrido. Figuran, por tanto, en la primera línea de los ríos torrenciales.

Por esta razón son sumamente temibles las crecidas. Yo he conocido una que deshizo varios kilómetros de carretera, a pesar de hallarse salvaguardada con un muro, y que

borró completamente el camino al Hospital de Parzán, teniendo que construirlo de nuevo, pues es innecesario decir



Fot. 9 — Cantos rodados.

que los aluviones de las crecidas son tan voluminosos, que en ocasiones acarrear muy serios perjuicios.

Pero el agente dinámico más importante es la nieve. El vapor de agua de la atmósfera se encuentra al llegar allí con un macizo muy frío, y el aire tiene que realizar un trabajo mecánico de dilatación al tener que elevarse para franquear la cadena; circunstancias ambas muy favorables para la precipitación del agua en forma de nieve.

El límite inferior de las nieves persistentes parece hallarse fijado entre 2.600 metros para el Monte Perdido y 2.800 para el N. de otras cimas de los Pirineos centrales. Muy poco se ha podido precisar en esta cuestión hasta que Obermaier y Carandell en 1915 iniciaron un estudio metódico de observación con relación a los límites de los tiempos cuaternarios en nuestra península. Tenemos, por tanto, dentro de la zona de las nieves persistentes a muchos de los picos que coronan esta región.

Supeditados a estos manchones de nieve que figuran en las fotografías que insertamos en esta Memoria, con la salvedad de que el invierno pasado fué uno de los más pobres en nieve que han conocido en aquella región, se hallan los heleros o glaciares, unos encajonados, aunque pequeños, y otros suspendidos que se detienen en las pendientes sin llegar a los valles. Los más extensos e importantes son los del Monte Perdido, que realmente se hallan fuera de la zona que consideramos en estas páginas.

Otra acción mecánica se halla encomendada a la nieve: la de las avalanchas. El espesor medio anual de la nieve se estipula en 500 milímetros (en los Alpes, 750 mm.), y claro es que preservada de la fusión por hallarse en la altura de las nieves persistentes, no pueden acumularse indefinidamente, sino que al cabo de varios inviernos se producen desprendimientos, precipitándose hacia las regiones inferiores, con arrastre de piedras de todos los tamaños.

Pero como se sabe, no es el antedicho el único origen de las avalanchas, sino que hay que considerar las debidas a la fusión que se producen en primavera, principalmente, y

que, por lo que me han referido, deben presentar un imponente aspecto. Según noticias recientes de Bielsa, este año ha caído ya más de metro y medio de nieve. El autobús de línea no puede pasar de Salinas de Sin. Es de suponer que las avalanchas tomen este año un extraordinario carácter con tal cantidad de nieve.

Cuando la nieve cae se aglomera en copos que dejan entre sí infinidad de vacíos. Pero pronto esta masa va tomando coherencia por aplastamiento; el calor del sol lleva a los cristales a un principio de fusión que convierte la forma estrellada de aquéllos en gránulos redondeados. El agua que proviene de esta fusión penetra por los intersticios vacíos y se hiela durante la noche, convirtiéndose en un cemento que hace trabar a los gránulos formados. El aire que contienen los huecos ha sido parcialmente expulsado, y la masa, antes porosa, ha tomado mayor consistencia. La nieve se ha convertido en nevazo.

Si las nevadas persisten, el nevazo va formando capas estratificadas, cuyo peso es de alguna consideración, pues mientras un metro cúbico de nieve en copos no pesa más que 85 kilogramos, el del nevazo se eleva a 500 ó 600 kilogramos. La presión va haciendo salir al aire alojado en los huecos y de un modo paulatino el nevazo se va convirtiendo en hielo y el *campo de nevazo* en un glaciar. En la zona de las nieves persistentes, en las que el nevazo presenta alguna diferencia en su estructura con el de las regiones más bajas, el fenómeno es duradero, es persistente; pero por debajo de dicha altura no puede suceder otro tanto, porque su espesor no le protege más que en parte contra las radiaciones caloríficas. Y a los primeros calores comienza la fusión y el descenso en masa del hielo que recubre los flancos de las montañas. Excusamos decir que en los circos (y no hay que olvidar que el nacimiento de la mayoría de los barrancos afecta esta forma de anfiteatro) todo el helero quiere convergir en un punto, como sucede en el embudo

de un torrente, lo que da lugar a fracturas del campo de hielo.

Según me han referido MM. Bosshard y Bonsomm, Subdirector y químico, respectivamente, de la Société Mines de Parzán, que han permanecido durante todo el invierno en el Hospital de Parzán, al contemplar ese descenso, la vista adquiere la sensación de que son las propias montañas las que quieren hundirse y penetrar en el valle, mientras que el oído se halla martirizado por un ruido bronco y tenebroso.

Muestras innumerables existen allí de esta acción de cepillo de los heleros en las rocas. Bien es verdad que el sitio no puede ser más adecuado, pues en corto recorrido tenemos los circos del Barrosa y del Pinara, ligados entre sí por montañas de abrupta pendiente, por lo que todos los espectáculos que la Naturaleza ofrece tienen que resultar grandiosos en tan singular escenario.

En cuanto a los glaciares cuaternarios, se admite, en términos generales, que en la vertiente S. han llegado solamente a la altura de 900 metros en tanto que en la vertiente N. han bajado hasta los 500; los glaciares aragoneses fueron más cortos que los de los Aítos Pirineos y Garona debido, entre otras causas, a la menor cantidad de precipitaciones que los alimentaron.

La primera glaciación, que parece datar del siciliense, no ha debido dejar grandes huellas, que son más potentes en el segundo período; una espesa capa de glaciares cubría entonces una buena parte de la cadena central, y las montañas próximas a los 2.500 metros presentaban también glaciares de cuyas morrenas existen testigos, tanto en la vertiente francesa como en la española, aunque por lo que afecta a los Pirineos aragoneses no se hallan aún bien estudiados estos depósitos. Durante el tercer período glacial, según los especialistas, los Pirineos ofrecían un aspecto semejante al de los Alpes actuales, observándose en los de-

pósitos, que son numerosos, fases de avance y de retirada de los glaciares; esto es, las oscilaciones precursoras de su próxima desaparición.

La correlación entre los períodos glaciares alpinos y pirenaicos ha sido estudiada y establecida por el glaciólogo Obermaier, quien la resume en el siguiente cuadro:

Período principal	F A S E S	Diferencias entre el nivel de las nieves perpetuas de las épocas diluvial y actual
Würmiense.	Primera máxima	— 1.200 m.
	Oscilación de Laufen	— 1.000 m.
	Segunda máxima	— 1.200 m.
Período postglaciar.....	Retroceso de Achen (Acheniense)....	-- 700 m.
	Avance de Bühl (Bühliense)	— 900 m.
	Retroceso de Gschnitz (Gschnitzense) ..	— 600 m.
	Retroceso de Daun (Dauniense).....	— 300 m.
Período actual.....	—	Límite actual de las nieves perpetuas.

CAPITULO III

LA FORMACIÓN FILONIANA CONSIDERADA EN CONJUNTO

Desde el circo francés de Troumouse hasta el valle de Gistain se desenvuelve en una longitud de más de 35 kilómetros una formación filoniana, de la que existen muestras en Francia, y que con mayor potencia, dentro de España, es la que ha dado origen a la explotación de las minas de Parzán y a las investigaciones que actualmente se realizan en Bielsa, y Sin y Serveto, con bastantes posibilidades de éxito.

Considerada en conjunto, veremos en ella dos circuns-

tancias muy dignas de tenerse en cuenta. La primera es que conserva cierto paralelismo con la dirección del río Cinca, y la segunda, que siempre se halla supeditada a la zona de contacto del granito con el triás; circunstancias ambas que nos permiten relacionar esta zona de fractura con rellenos filonianos a la gran falla de que hemos hablado anteriormente, que ha producido la sima, por la cual se precipita el Cinca en su recorrido hasta Bielsa

Varias son las series de filones que en ella podemos considerar. Una que corre por el N. del Barrosa, desde Mallo Ruego (véase plano núm. 5) para internarse por el barranco de Cuesta Barón, enfrente del Hospital de Parzán. Otra que cruza la montaña de Monte Ruego, aparece en la Liena y, probablemente, cruza el Barrosa para aparecer en el Cao. Una tercera que pasa por el paraje denominado Chemenas y que dirigiéndose también al SE., sea tal vez la que aparece en el Barranco de la Rifarrera, y por último, la que aflora en las proximidades del pueblo de Bielsa, que continúa su recorrido hasta más allá de Sin y Serveto.

Aun hubiéramos podido citar, como la más hacia el N. de ellas, una que aparece en Puerto Viejo, inmediata a la frontera, pero son tan escasas sus manifestaciones actuales, que apenas pueden tenerse en cuenta.

El enlace de unas con otras, así como su correspondencia en dirección, es bastante difícil fijarlo con exactitud. De una parte, las inflexiones, que tan frecuentes son en estas montañas, hacen que los afloramientos desaparezcan ocultos bajo el terreno, y de otra, la frecuente variación en los caracteres litológicos hace difícil el estudio de la correlación, pues las rocas cambian a cada paso de estructura. Por todo ello, no puede hablarse en un estudio como el que nos ocupa más que en términos generales del enlace de dichas series filonianas.

Lo fatigosas que son las ascensiones a tales elevadas montañas y el tiempo que en estos penosos viajes se pier-

de, aminoran considerablemente el útil para el estudio, por cuyas razones no nos ha sido posible considerar *de visu*, más que los recorridos de los filones antes citados; pero faltándonos todavía elementos de juicio para hablar de los del Cao; Ordiceto, Sin y Serveto, fijaremos nuestra atención en esta Memoria, únicamente en los del Hospital de Parzán y de Bielsa.

Generalmente, la especie mineralógica predominante es la galena, existiendo algunos en que la verdadera mena es la blenda, y como subordinadas aparecen frecuentemente cerusita, siderosa, piritas de hierro y de cobre, malaquita, azurita, y algunas veces los óxidos. En una de las muestras he hallado, con el auxilio del microscopio, un ejemplar de Rhodonita, y en otra, el antimonio-sulfuro de plomo y cobre o bournonita. La galena, en mayor o menor proporción, suele ser argentífera. En la ganga predomina, en ocasiones, el cuarzo, y en otras los carbonatos espáticos o el sulfato de barita.

En muchos puntos se manifiesta, bien visible, la montera de hierro, lo que permite suponer que en profundidad no ha de ser muy reducida la potencia del filón, ya que la experiencia suele comprobar la íntima relación que existe entre aquélla y el volumen de los productos secundarios de descomposición que aparecen en la superficie. Es más de tener en cuenta este síntoma, en el caso presente, porque en muchos sitios de la zona que nos ocupa los heleros cuaternarios han debido borrar la zona de oxidación de los yacimientos, sin que haya podido formarse todavía una nueva con la potencia que tendría de no haber ocurrido aquel fenómeno.

A pesar de ello, los crestones de hierro se presentan en algunos parajes con buena potencia y con tal exclusivismo, que de momento podría tomarse como mena; pero la consideración de que se trata de una formación filoniana, en la que el relleno ha sido producido por la galena o la blenda,

permite suponer que en profundidad desaparecerá el hierro y se encontrarán estos minerales, como en realidad sucede.

Dado el buen número de movimientos orogénicos a que los Pirineos se han visto sometidos, se hace algo difícil el estudio genésico de estos criaderos. Sin embargo, algo puede decirse, aunque no sea más que como una primera aproximación, ya que hasta la fecha no se conocen más estudios de ellos que la cita concisa que Mallada efectúa en su obra acerca de la provincia de Huesca.

Hallándose las hendeduras filonianas en el granito, en varias ocasiones, cabe pensar en un origen entoquinético para aquéllas, y hasta atribuirles a la contracción que por enfriamiento habrá sufrido aquella roca; pero el hecho de que corten a las pizarras silíceas obliga a desechar tal idea para tomar en consideración un origen exoquinético, pues ya no se trata de unas fisuras que se han producido en una roca eruptiva al enfriarse después de su solidificación, que a veces se continúan con un recorrido regular, sino de una fractura exoquinética que ha cortado a la formación sedimentaria que sobre aquella roca descansa directamente.

Admitido el origen, analicemos las causas a que ha podido obedecer su formación. A nuestro juicio, debemos descartar las atribuibles al hundimiento y la ruptura, que no han existido. Tampoco podemos considerarlas como resultado de un pliegue, al que, por una parte, no se ha prestado el granito, y por otra, estaría ello en pugna con lo que la experiencia nos dice acerca de la dirección general de los esfuerzos de levantamiento en el Pirineo. En efecto, siendo la dirección filoniana $0,25^\circ$ N. a E. 25° S. (dirección principal), la del esfuerzo hubiera debido ser de E. a O., o al menos con grandes componentes en este sentido, y sabido es que, como excepcional, puede considerarse este caso en los Pirineos.

Más natural, en nuestra opinión, parece atribuir tales

hendeduras a los efectos de la presión, pues este macizo granítico, después de consolidado, ha tenido que soportar el esfuerzo de aquélla sin que por su falta de elasticidad le haya sido dable ceder, y habrá sobrevenido el aplastamiento y la brecha que ha corrido a través de las pizarras. Además, aunque las experiencias de Daubrés, de Becker y de Lossen no tengan un valor absoluto, siempre constituyen un buen elemento de juicio para dar idea práctica de la formación de las hendeduras filonianas, y en el caso que consideramos nos dicen que la dirección de la presión es oblicua o perpendicular a las de aquéllas; es decir, que la presión estaría orientada normal u oblicuamente a la cadena pirenaica, lo que ya parece más racional. No hay tampoco que perder de vista que a esta causa exoquinética se ha atribuido la formación de buen número de hendeduras en casos análogos, y que, entre otros, ha servido para explicar las de los filones de Freiberg.

Formadas las hendeduras, veamos cómo puede explicarse su relleno. Descartada la teoría de la congeneración, que, por otra parte, ya no tiene más que un valor histórico, ningún indicio hemos encontrado en las minas «Luisa» y «Robert» que, como después veremos, son las que cuentan con más extenso laboreo, que nos permita atribuir su formación al relleno por aguas que viniesen de lo alto, así como tampoco hemos encontrado interestratificada entre las pizarras a la galena, que sería un hecho natural, de aceptar aquel supuesto. Son bastante contados los casos que puede explicar esta teoría, pero no creemos que entre ellos puedan hallarse las formaciones de Parzán.

Tampoco nos aporta ninguna luz la teoría de la secreción lateral, desde el momento en que, sin variar la roca de la caja, encontramos en alguna mina filón de blenda y en otra de galena. Con esta misma dificultad de la diversa mineralización tropezaría probablemente la moderna teoría

termosifoniana, lanzada recientemente por el distinguido Ingeniero de Minas Sr. Fábrega.

Nos quedan por considerar en esta rápida ojeada a las principales teorías, que puede servir de justificante a la que consideremos como preferible, las de la formación por ascenso. Descartada la antigua de la inyección ígnea, fijaremos nuestra atención en la de la sublimación y en la termal. La primera va ganando partidarios en estos últimos años, pero las geodas y nidos encontrados el verano pasado en la mina «Robert», con cristalización bien tranquila, predispone más a la idea de una circulación de agua que no a la de una de gases o vapores. Por esto nos parece más admisible la segunda, o sea la termal, la que no solamente nos explica satisfactoriamente la diferencia de mineralización mencionada, sino que nos dice que nada tiene de extraño el que encontremos la galena en la cumbre de Liena a 2.610 metros de altitud, al propio tiempo que en las inmediaciones de Bielsa a 1.010 metros; lo que supone una profundidad de 1.600 metros, puesta a la vista, para las hendeduras rellenadas. Este hecho, fácilmente observable, demuestra la importancia que pueden tener estos criaderos, en los cuales, como es lógico y como puede observarse a pesar de lo poco avanzada que se halla su investigación, se presentarán zonas de esterilización alternando con otras de ennoblecimiento y aun de bonanza, como ya se ha sucedido en las minas de la Sociedad de Parzán, y como es frecuente que suceda en un campo filoniano.

No entramos en detalles acerca de la teoría termal, a la que nosotros atribuimos, al menos hasta que un hecho concreto venga a probarnos lo absurdo de la hipótesis, la formación de estos filones, para no caer en una innecesaria vulgaridad, que llenaría algunas páginas con evidente cansancio para el lector.

Otro punto, siempre interesante, es la fijación de la edad geológica de los filones. Por lo que afecta a las hendeduras,

la roca encajante nos da el límite inferior de su edad y nos dice que, puesto que se manifiestan en el granito y en las pizarras silíceas y no corren a través del triásico que recubre a esta última, es evidente que han debido formarse con posterioridad a aquellas pizarras y con anterioridad al triás. Si, con las salvedades necesarias, por la ausencia de fósiles, consideramos a aquéllas como silurianas, y no existiendo reconocidos ni el devoniano, ni el carbonífero, ni el permiano, es natural que al propio siluriano pueda referirse su formación, y, concretando un poco más, podrá decirse que han sido anteriores al gotlandiense, en el que se depositaron las calizas. En cuanto a su relleno filoniano, puesto que no existen impregnaciones en el triásico que sobre los filones reposa, creemos que puede atribuirse a una época no muy distanciada de la anteriormente indicada para la formación de las fisuras.

Como quiera que después consignaremos algunas monografías de diversas minas y en ellas hablaremos del filón hallado en las mismas, nada creemos que nos reste por decir acerca de esta formación considerada en conjunto, por cuya razón damos por terminado este capítulo.

CAPÍTULO IV

LA MINERÍA EN LA REGIÓN

Dada la gran extensión que estos filones ocupan, se concibe que el deseo de beneficiarlos date de una remota antigüedad. Forjas han existido en Bielsa hace muchísimos años para el tratamiento de los minerales de hierro; pero la minería, verdaderamente tal, no se dió a conocer en esta zona hasta el siglo pasado, en el que comenzó la exploración científica de las montañas pirenaicas.

En 1869 se registró una mina en el paraje Ruego, y

en 1870 existían varias concesiones al N. del Barrosa, hacia el lugar que hoy ocupa la mina «Carmen»; en 1871 existía otra en el barranco Rifarrera (por debajo de Bielsa), y no eran desconocidos los filones del Cao, Ordiceto, Suelza, Pardina de la Comuna. La Solana y Paso de los Caballos, ni los de Sin, Serveto y Gistain; pero ninguna explotación formal ha existido en aquella zona hasta que se instaló en ella la Societé Mines de Parzán, pues por lo que antecede se habrá visto que las dificultades para el transporte son altamente prohibitivas para el desarrollo de un negocio minero.

En el plano número 5, que acompañamos, hemos representado algunas de las minas que allí existen, y desde luego las más importantes, pero hemos de hacer la salvedad de que aún faltan por consignar otras que existen sueltas por los partidos de Cao, Ordiceto, etc., porque no habiendo sido necesarios hasta ahora los trabajos de deslinde para su demarcación, carecemos de aquéllos y, por tanto, ignoramos su posición relativa, habiendo preferido dejar de consignarlas que no representarlas con una burda aproximación. Por otra parte, ya hemos dicho que en esta Memoria fijamos nuestra atención únicamente en las minas de Parzán y de los alrededores de Bielsa, dejando para otra ocasión, si se cree oportuno por la Jefatura, el estudio de las demás. De todos modos, hubiésemos deseado efectuar un deslinde general, pero esto hubiera consumido tanto tiempo como el que hemos necesitado para formular estas notas. Por ello nos hemos limitado a tomar algunos datos topográficos para poder dibujar el plano mencionado, ya que los mapas que existen están formados a una escala muy pequeña para poder consignar en ellos las concesiones. Además, abundan en muchos errores de cierta consideración.

Las minas actualmente existentes en el término municipal de Bielsa son las siguientes:

Concesiones de hierro

Nombre	Núm.	Hec-táreas	Paraje	Concesionario
Alejandro.....	666	6	Ronar de Azán.	Sociedad Minas de Parzán.
Angel.....	799	20	Mener.....	D. Juan B. Regné.
Concepción....	547	12	Ibón del Cao...	Sociedad Minas de Parzán.
Clara.....	697	20	Barranco Cer-lig.....	Idem.
Emilio.....	696	20	Puerto Viejo...	Idem.
María Luisa...	548	12	Collado de Ordiceto.....	S. A. Minas de Suelza.
María Luisa...	819	39	Chemenas.....	Sociedad Minas de Parzán.
Nueva.....	689	40	Cuesta Barón..	Idem.
Santiago.....	660	6	Royal Blanco..	Idem.
Santísima Tri-nidad.....	116	56	Liena y Ruego,	D. Blas Sorribas.
Susana.....	604	20	Ibón de Ordiceto.....	Sociedad Minas de Suelza.
Teresa.....	701	20	Acirón.....	Sociedad Minas de Parzán.
Verdadera	618	12	Cao.....	Idem.

Trece minas con 283 pertenencias.

Concesiones de hierro y otros

Nombre	Núm.	Hec-táreas	Paraje	Concesionario
María Luisa...	1.226	18	Pueyo y Fron-tón.....	D. Juan Farrús.
Montserratina..	1.225	18	Hospital.....	Idem.

Dos minas con 36 pertenencias.

Concesiones de plomo

Nombre	Núm.	Hec-táreas	Paraje	Concesionario
Ana.....	195	24	Ronar de Azán.	Sociedad Minas de Parzán.
Ampliación a Ana.....	1.194	26	Idem.....	Idem.
Carmen.....	1.238	12	Las Planas....	D. Juan Farrús.
Nuestra Señora del Carmen..	112	12	Mallo Ruego..	Sociedad Minas de Parzán.
Enrique..	727	20	Huertosdel Barrosa.....	Idem.
Lucía.....	1 257	11	Pueyo y Desvío	D. Juan Farrús.
Luisa.....	79	12	Liena.....	Sociedad Minas de Parzán.
Robert.....	629	63	Liena y Ruego.	Idem.
Teresa.....	800	12	Fuensalata....	D. Miguel Buerba.

Nueve minas con 192 hectáreas.

Concesiones de cinc

Nombre	Núm.	Hec-táreas	Paraje	Concesionario
Barrosa.....	767	12	Mallo Ruego..	Sociedad Minas de Parzán.

Una mina con 12 hectáreas.

RESUMEN

Concesiones de hierro.....	13	con	283	hectáreas.
Concesiones de hierro y otros....	2	con	36	»
Concesiones de plomo.....	9	con	192	»
Concesiones de cinc.....	1	con	12	»
TOTALES.....	25	con	523	hectáreas.

Existen, además, dos concesiones de hierro, con 42 hectáreas en total, enclavadas en los términos de Bielsa y Gistain.

Las únicas que se explotan actualmente son las «Ana», «Luisa» y «Robert», aunque en realidad estas dos últimas constituyen una sola explotación porque sus labores comunican entre sí. Esto nos dice que solamente se hallan en actividad el 8 por 100 de las minas concedidas y que el 81 por 100 de las hectáreas concedidas permanecen improductivas.

Se habla actualmente de instalar una fundición en Bielsa para la explotación de unas minas de galena de Sin y Serveto. Si este proyecto se realiza es posible que se desarrolle en esta región la pequeña minería, que de otro modo no podrá nunca existir por la falta de transportes económicos. Además, los jornales han sido algo elevados en estos últimos años a causa de las obras que estaba realizando la Hidroeléctrica Ibérica, quien trataba de monopolizar el trabajo para terminarlas rápidamente. Aunque éstas todavía se prosiguen, como ha pasado ya la época de mayor actividad, parece que se iniciará este verano una baja en los jornales.

Pasemos ahora a ocuparnos de las monografías anunciadas.

CAPITULO V

MINAS «LUISA» Y «ROBERT», DE LA SOCIÉTÉ MINES DE PARZÁN

Es a la Sociéte Mines de Parzán a la que se debe, hasta ahora, la producción total de plomo en la provincia de Huesca, si bien no se beneficia en España, porque, como después veremos, se exporta el mineral concentrado a Francia.

Las minas «Luisa» y «Robert», de las que es concesiona-

ria esta entidad, forman un grupo con la denominada «Santísima Trinidad» (véase plano núm. 5), que se halla situado en la montaña de Liena, a cuya vertiente occidental, por la que se extiende «Robert», se la conoce en el país con el nombre de Monte Ruego. La mina «Santísima Trinidad» no ha sido objeto de explotación hasta ahora, habiéndose concentrado la actividad de esta Sociedad en las otras dos minas del grupo.

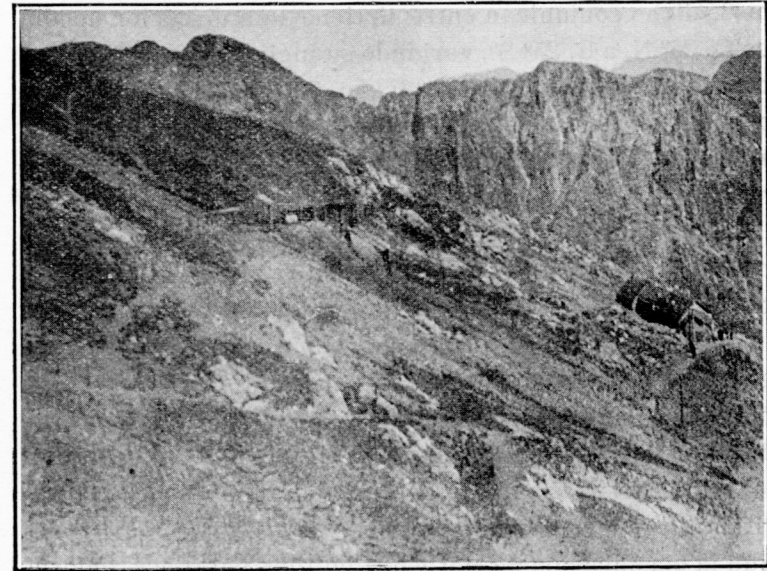
La línea de coronación de la montaña, con la cota de 2.610 metros, pasa a unos 50 metros al O. de la línea de in-teste de las minas «Luisa» y «Robert». No necesitamos enca-rcer las dificultades con que hay que luchar para una ex-plotación minera a esta altitud. La primera de ellas es que no puede contarse con un trabajo continuo, pues la nieve obliga al paro cuando comienza a caer con persistencia. Generalmente es a fin de octubre cuando la emigración obrera comienza; año ha habido en el que se ha podido re-trasarse un poco, pero en cambio en otros se ha anticipado la fecha, pues ya en septiembre han empezado a escasear los obreros. Y hasta mayo no hay que pensar en reanudar la explotación. Como duración media de los trabajos puede considerarse de mayo a noviembre.

Yo ya llevo dos años pisando nieve en aquellas minas en el mes de agosto. Ya por esta fecha o a primeros de septiembre, lo que es lluvia en los valles se convierte en nieve en aquellas alturas.

Ya en abril, si el tiempo comienza a presentarse bueno, se efectúa una verdadera exploración alpina, subiendo desde el hospital para observar si la bonanza se inicia tam-bién en las alturas. El resultado de esta exploración suele ser encontrar sepultadas en nieve las casas y hasta las lí-neas aéreas de conducción de energía eléctrica. Se co-mienza por abrir trincheras en plena nieve, o mejor dicho, nevazo (*névé*, de los glaciólogos franceses), para llegar a las primeras, y una vez con albergue seguro vienen des-

pues los trabajos para quitarlo de las instalaciones y de las bocaminas, en las que se penetra en trinchera. Un presu-puesto de unas 20.000 pesetas se consume en estas indis-pensables atenciones.

Viene, por fin, el arreglo de los caminos, singularmente del que conduce al hospital, y poco a poco se va completan-



Fot. 10.—Mina Luisa (Liena).

do la población obrera para dar comienzo con toda intensi-dad al laboreo.

Es impotente la placa fotográfica para dar idea del pa-norama que desde allí se divisa; pero aunque sea con pe-queño ángulo de campo, ofrecemos al lector la fotografía número 5, que representa el macizo de Punta Suelza como término final y el barranco de Liena en el primero, ambos situados al E., y la número 7, que es el grupo de las Tres Sorores, tomada desde la cumbre de Ruego, con dirección al O., y la número 10, ciertamente confusa por la mala luz

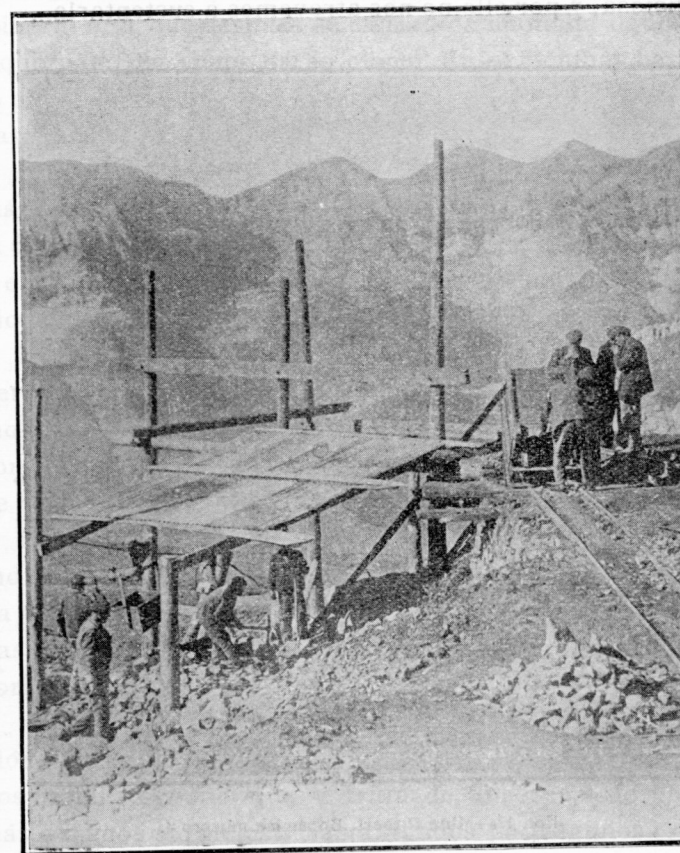
de un atardecer con atmósfera húmeda, que muestra la ladera de Liena, donde se hallan las instalaciones, viéndose al final las cumbres del circo del río Pinara (NE.), mientras que las 11 y 12 dan idea del lejano Monte Perdido y de la ladera de Ruego, en la que se hallan situadas las bocaminas de «Robert».

El filón que se explota en ambas minas, pues como hemos, dicho comunican entre sí, tiene una dirección media de O. 25° N. a E. 25° S., variando su inclinación de 60 a 70° y con un buzamiento al N. 25° E. Su potencia se halla comprendida entre 1,25 y 1,50, llegando, por excepción, a ser algo mayor en algunos sitios; pero en cambio en otros disminuye hasta 30 centímetros.

Arma, por la parte de Ruego, en las pizarras silíceas, muy cerca del contacto con el granito y de las areniscas y pizarras triásicas, prolongándose a través del granito por la vertiente de Liena. Aparecen como subordinadas a la galena, la blenda, la pirita, la siderosa, algo de cerusita, y más raramente la hematites y la calcopirita. Existen trazas de compuestos de antimonio y de manganeso, pero faltan los arsenicales. En la ganga predominan la calcita, la baritina y el cuarzo, en este orden y de mayor a menor. Según la clasificación de Herder, admitida por Beck, podría referirse este filón a la formación de los carbonatos espáticos, o sea a la plúmbea noble, si bien esta galena, aunque es argentífera, no es bastante rica en plata, como después veremos, para merecer aquel sobrenombre.

En estas minas no solamente existen las zonas de esterilización y de bonanza, que es frecuente encontrar en las de galena, aunque en las que nos ocupan se hallen, sobre todo las primeras, con cierta exageración, sino que la propia galena cambia de estructura al pasar de la vertiente de Ruego a la de Liena. En la primera, es hojosa, encontrándose cristales no muy voluminosos, pero de buen tamaño; en la segunda se presenta, por el contrario, gene-

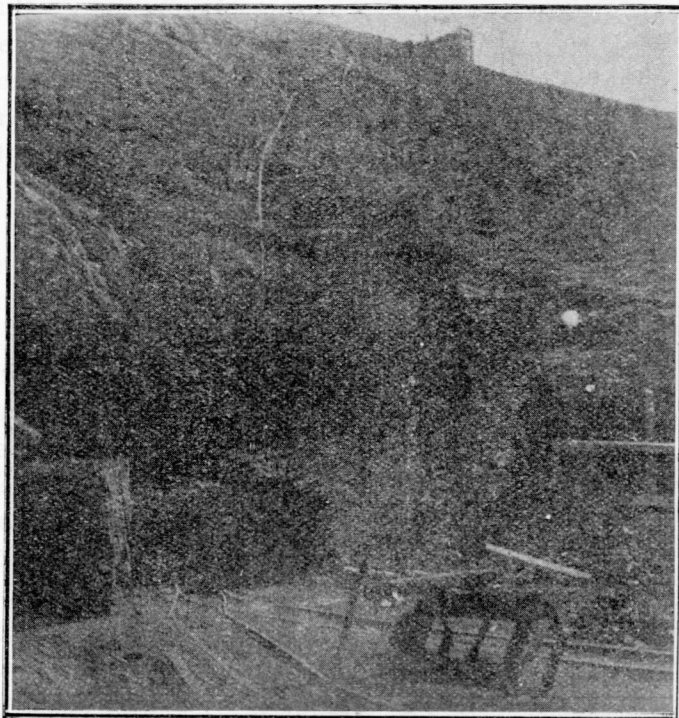
ralmente con cristales sumamente pequeños, que se deshacen en un polvo fino, hasta el extremo de que se tratan por separado en el lavadero para reducir las pérdidas, pues son arrastrados, con suma facilidad, por el agua. Este último mineral suele ser algo más argentífero.



Fot. 11.—Mina Robert (Ruego). Tolva en construcción para la galería número 4.

Tal vez pueda atribuirse este hecho a la influencia de la roca de la caja, que mientras en Ruego suele ser dominante la pizarra, en Liena lo es el granito. Pero la hipótesis que pudiéramos hacer para explicarnos el fenómeno, basa-

da no sólo en la diferencia de composición química de ambas rocas, sino en las desiguales propiedades de elasticidad para la propagación de los movimientos ondulatorios, y aún de la permeabilidad para la eliminación del agua, dando lugar a concentraciones diferentes, quizá tenga algo de artificiosa, y por ello no nos atrevemos a sustentarla.



Fot. 12.—Mina Robert. Bocamina número 4.

Se ha observado también que cuando abunda la pirita el filón estrecha y se empobrece; en cambio, cuando predomina la siderosa se encuentra mineralizado con excelente galena. Cuando la roca de la caja es el granito, la potencia es variable; pero, como hemos dicho, suele hallarse la galena en grano fino. Parece que es en las pizarras donde el

filón adquiere mayor importancia, siendo frecuente, sobre todo en el granito, que cuando el cuarzo predomina en la ganga, substituye, casi completamente, a la galena, pues el filón esteriliza de modo notable.

En la galería 4 de «Luisa» se han hallado nidos o pequeñas bolsadas, que son corrientes en estas minas, de un mineral fino, que después de estriado a mano ha dado una riqueza de 30 a 35 por 100 en plomo. En el filón hay bastante pirita de hierro, con una potencia para aquél, que no pasa, actualmente, de 25 a 30 centímetros.

En el nivel 5 de la misma mina, el mineral suele ser algo más grueso, pero siempre más fino que el de Ruego. En la 6 se halla en siderosa con cuarzo, armando en el granito, y en el avance se encuentra casi en estéril por el predominio del cuarzo.

En la galería 3 de Ruego se halla el filón, dando un mineral que después de un simple estrío acusa una ley en plomo de 25 por 100, y en la 4 se ha presentado otro excelente con buena potencia en el filón, hallándose hermosos nidos de hasta 40 centímetros de galena.

Este filón se halla reconocido en dirección en una longitud de unos 800 metros, que es la distancia entre la bocamina 4 de Ruego y la 6 de Liena, por las labores de ambas minas. En profundidad, no se ha pasado de los 160 metros, con relación a la cúspide de la montaña.

La existencia de unos afloramientos próximos a este filón, que se hallan bien visibles en la vertiente de Ruego, nos permite suponer que se trata de una serie de filones más o menos paralelos y hasta ligados por algunos cruces. La falta total de labores en ellos no nos permite decir si se tratará de filones satélites del principal.

Laboreo

Tratándose de un filón inclinado 70 grados, aproximadamente, y que se presenta en las dos vertientes opuestas de una montaña, el plan de labores no puede ser más sencillo. Se reduce al trazado de galerías de dirección, que se comunican por pocillos o calderillas, llevando en realce la labor. Es el método clásico, que no necesita ninguna aclaración, por cuya razón nos limitamos a describir las labores existentes, y para poder seguir con mayor comodidad cuanto digamos incluímos al final de esta Memoria unos ferrogalatos de los planos de aquéllas en ambas minas. (Planos números 6, 7 y 8.)

En la mina «Robert» (Ruego) se han practicado hasta ahora cuatro niveles que denominan por su número a partir de la cúspide en sentido descendente. El uno se halla a una profundidad máxima de unos 70 metros (ya hemos dicho que la cumbre de la montaña pasa próxima al límite de ambas concesiones), y dentro de «Robert» tiene una longitud de 180 metros, pero sin abandonar el filón penetra en la mina «Luisa» (vertiente Liena) y comunica con el nivel 3 de esta mina, saliendo a la superficie, lo que proporciona una galería general de extracción de 270 metros de longitud total.

Por su proximidad a la superficie esta zona se halla bastante descompuesta, por lo que no han adquirido en ella las labores de disfrute un gran desarrollo. A los 25 metros de macizo encontramos la galería 2, que no tiene más que 90 metros de longitud y cuyo avance dista muy poco del último realce en explotación. A los 28 metros se halla el nivel 3 con una longitud para esta galería de extracción de unos 145 metros. A los 135 metros se halla la última calderilla, actualmente en avance, para reconocimiento, ventilación y extracción.

La galería 4 se halla a unos 32 metros de la 3, con la que

un realce bastante mineralizado la ha puesto en comunicación. Actualmente tiene una longitud de 145 metros. Es la más moderna de todas, pues conocidas estas minas desde la antigüedad, existían en ellas trabajos de diferentes épocas. Mallada las cita en su obra, diciendo que hasta 1870 se habían extraído 3.000 quintales métricos y que sus labores consistían en un socavón de 35 metros de longitud y varios arranques por encima y debajo de él.

Esta galería 4 comunicará en su día con la 6 de «Luisa», y entonces se realizará con toda facilidad el transporte por esta galería general, pues como habrá visto el lector por el plano número 5, el mineral se conduce al Hospital de Parzán por medio de un cable aéreo que parte de Liena, como después veremos con mayor detención, y claro es que en estas condiciones el arrastre de los productos, como actualmente es preciso llevarlo a cabo, no deja de tener su complicación.

En la mina «Luisa» existen seis galerías de dirección. La 1 se halla parada a unos 100 metros de la calle y a los 75 metros tiene una chimenea de ventilación y reconocimiento que comunica con el exterior, en las proximidades de la cumbre de la montaña, siendo de unos 30 metros la altura de este pocillo. Dejando intermedio un macizo de unos 17 metros hallamos el nivel 2, cuyo desarrollo en longitud difiere muy poco del 1, con el cual ya tiene muy comunicadas sus labores, por haber sido ésta una de las primitivas zonas de disfrute. A los 21 metros, próximamente, encontramos la 3, que como ya hemos dicho, comunica con la 1 de «Robert». La 4 se halla a los 32 metros de la anterior, con la que comunica por una calderilla; su longitud total es de 125 metros y actualmente se halla en avance como las anteriores.

Viene a continuación la 5, espaciada verticalmente unos 32 metros de la anterior, con la que comunica por dos calderillas inclinadas y teniendo una longitud de 105 metros.

Se halla trazada para romper con la 3 de Ruego. Y por último, se halla la 6, actualmente en avance, con una longitud de unos 72 metros, en la que no se han efectuado todavía labores de arranque y que se proyecta unir a la 4 de Ruego, como ya sabemos. En la galería 5 se ha trabajado muy poco, porque ya está arrancado casi todo lo que se hallaba a la vista. La 6 se hallaba en avance, bastante pobre, en siderosa con cuarzo que había substituído casi completamente a la galena. Es de desear que desaparezca este obstáculo, para que resulte beneficiosa la labor de poder contar a este nivel con una buena galería de extracción, pues para el rompimiento de 6 de «Luisa» con 4 de «Robert» faltan aún unos 570 metros.

Arranque

Si en toda mina hay que economizar la mano de obra en la penosa tarea del arranque, excusamos decir lo que sucederá en Parzán, donde aquella escasea y donde no se puede trabajar continuamente, sino que en realidad se trata de verdaderas campañas. Para poder explotar con la intensidad necesaria, ya en 1919 se fueron modificando los tajos con vistas al establecimiento de la perforación neumática, que empezó a probarse en 1921 y que quedó definitivamente instalada en 1922.

Para ello se montaron en el interior de «Robert» dos compresores y otros dos en el exterior, en la vertiente de Liena, para la mina «Luisa».

Todos los compresores son del mismo tipo. Suministrados por Ingersoll-Rand, responden a las siguientes características: Revoluciones, 250 por minuto; volumen de aire aspirado girando a la antedicha velocidad, 4.100 litros; presión normal de la compresión, siete kilogramos por centímetro cuadrado. Potencia absorbida por esta compresión, 24 HP próximamente.

Como es natural, la instalación va provista de sus depósitos de aire con válvulas de seguridad y ha sido debidamente probada por la Jefatura. Los dos compresores instalados en el interior de «Robert» están accionados por un electromotor trifásico de 50 HP, a una tensión de 220 voltios, frecuencia 50 y girando a 1.500 revoluciones, efectuándose la transmisión por medio de correa.

Los del exterior son accionados por otro motor eléctrico como el anterior, pero girando a 750 revoluciones, con transmisión también de correa.

Los martillos perforadores empleados, también Ingersoll-Rand, son del tipo corriente de percusión, sin inyección de agua, cosa que ha podido autorizarse por hallarse siempre bastante húmedo el frente y de un peso de unos 16 kilogramos.

Durante mis visitas, el número de obreros encargados de la perforación era de 34 en total, o sean 17 parejas para los turnos de día y de noche. Generalmente suelen estar en servicio, simultáneamente, cinco o seis martillos. La tensión sufría bastantes oscilaciones, y cuando la energía disponible no era suficiente se alternaba con la perforación a mano.

Como hecho singular y digno de ser anotado encontramos el que los mineros se han acostumbrado al empleo de barrenas helicoidales, exclusivamente indicadas para martillos de rotación, que emplean con los de percusión, costando bastante trabajo a la Dirección de la mina el apartarlos de tan equivocado camino, con el que ha tenido que transigir algo, por las especiales circunstancias en que se desenvuelve el trabajo en aquellas minas, cuyas condiciones climatológicas son verdaderamente excepcionales, como hemos dicho en repetidas ocasiones.

Tal vez se deba a esto el consumo tan extraordinario de barrenos que hemos encontrado — aunque es incomparablemente mayor el de la mina «Ana», como después veremos —

pues raro es el día en que no se envían a la forja, para el aguce, más de 100 barrenas.

Para los servicios auxiliares del interior existen 18 peones, nueve por jornada; 22 cargadores de vagones (11 por jornada), cuya misión la efectúan en los tajos y en los avances; seis peones, en total, que entre otras cosas, se ocupan del movimiento de barrenas, para que no les falten a los perforadores, y siete vagoneros (también en total) para el transporte interior,

El avance, que antes era de unos 5 a 10 metros al mes, con la perforación a mano, ha llegado a ser en la galería 3 de «Robert» hasta de unos 60 metros, en el mismo tiempo; pero como siempre ocurren contrariedades que no permiten el trabajo continuo, claro es que dicha cifra no se mantiene siempre. Era natural que la perforación mecánica condujese a tan favorables resultados.

Para el servicio de explotación existe un vigilante o encargado para cada mina, y un jefe minero o capataz para ambas.

Fortificación, desagüe y ventilación

En general, por la naturaleza de las rocas encajantes, estas minas no presentan grandes dificultades para la explotación por falta de consistencia en los hastiales; pero, sin embargo, como existen zonas de descomposición, no puede prescindirse de la fortificación, que se hace con madera, bastante abundante en el país, aunque no tan barata como a primera vista parece, pues hay que acudir a subastas de trozos de montes públicos y no faltan los licitadores, siempre dispuestos a la puja.

Para el servicio de fortificación se cuenta en estas minas con cuatro entibadores y cuatro ayudantes.

La cantidad de agua tampoco es un grave inconveniente, pues se reúne la que aparece, que hasta la fecha no es abun-

dante, en las galerías generales y sale a la calle por su pie. Sin embargo, a juzgar por algunos síntomas que se advierten, a medida que las labores más hondas avancen, no será difícil que el caudal aumente y haya que prescribir el empleo de medios mecánicos para el achicamiento. Pero disponiendo como disponen de energía eléctrica, excusamos decir que un pequeño grupo motor-bomba de sobra podrá prestar este servicio.

La ventilación es natural y no deficiente en general. La perforación neumática es un valioso auxiliar para aquélla en algún avance alejado, al que por otra parte llega el aire de la calle por la diferencia de temperatura, que siempre existe a tamaña altitud entre los hastiales de la galería y la parte central de la misma.

Transporte en el interior.



Desde los coladeros se extrae el mineral hasta el volcadero cargándolo en vagonetas que son arrastradas a mano, o con una caballería, según los casos. De pasada, anotamos que para estos servicios auxiliares tiene en las minas la Societé Mines de Parzán siete caballerías, de las que alguna se dedica al arrastre por el interior.

La fotografía número 12 representa la entrada de la galería número 4, de Ruego (mina «Robert»), y la 11 la tolva de carga, que se hallaba en construcción, correspondiente a dicha galería, siendo nada más que de unos 20 ó 25 metros la distancia que media entre la bocamina y el basculador.

En la fotografía 11, a la que un halo le ha quitado bastante detalle, puede verse la tubería para el aire comprimido que baja al socavón por la ladera de la montaña.

Todas las galerías tienen, hasta ahora, vía sencilla, pues el tráfico no es tan intenso que requiera vía doble.

CAPITULO VI

INSTALACIONES EN EL EXTERIOR PARA LAS MINAS

«ROBERT» Y «LUISA»

Todo el mineral arrancado de la mina «Robert» ha de ser transportado al cable aéreo que lo conduce al lavadero, pero como aquél tiene su estación de carga en la vertiente de Liena, se hace preciso atravesar la montaña conduciendo las vagonetas por la galería 1.^a de «Robert», que, como sabemos, comunica con la 3 de «Luisa»; de manera que todos los productos de los niveles 2, 3 y 4, de «Robert», hay que elevarlos hasta el 1.

Acabamos de decir que en el 4 existe una tolva de descarga. Añadiremos ahora que allí se efectúa un ligero estrío a mano, complementario del que tiene lugar en el interior, lavando el mineral con una manga de riego. Nace de allí un simple *vaivén* cuyo balde se carga a pala y es conducido el mineral por medio de este pequeño cable aéreo, visible debajo del cobertizo de la tolva representada en la fotografía número 11, hasta otra tolva análoga que existe en las proximidades de la galería 3, en la cual se reúnen con los procedentes de esta última. Esta última tolva, así como el vaivén, son algo visibles en la fotografía número 12, hallándose aquélla cerca de la cumbre.

De la 3 a la 1 se transporta el mineral, también procedente de la 2, por medio de un plano inclinado de unos 125 metros de longitud, accionado por un motor de 35 HP. Pasan las vagonetas (una por tiro) desde la cabeza de este plano inclinado a la galería 1, y atravesando el ya citado nivel 3 de «Luisa», se descargan en la tolva de esta última bocamina, visible en la fotografía número 10. Desde dicha

tolva y por medio de un vaivén doble se conduce el mineral a la estación del cable aéreo principal.

Antes de ocuparnos de esta última, terminaremos cuanto se refiere a los transportes secundarios. El mineral extraído por la bocamina número 4 de «Luisa» se transporta automáticamente por arrastre en un canalizo hasta la número 5, y de la tolva de esta última se conduce por medio de una vagoneta a la de carga del cable principal.

Conocida es la afición de la minería francesa a estos transportes aéreos, que designan con el nombre de *va-et-vient*, que se montan con extraordinaria facilidad y que tan útiles resultados proporcionan. Por ello no es extraño que en las minas que describimos abunden estas instalaciones, que se trasladan de un punto a otro según las necesidades del servicio. Resultando en Liena sobradamente automotores, hay que reconocer que constituyen un medio económico de transporte. Pero salta a la vista que en este entretenimiento de los productos en la superficie existe alguna complejidad, tal vez difícilmente evitable, pero que se traduce en un aumento de mano de obra, por las cargas y descargas sucesivas a que se hallan sometidos. No siendo nuestro papel el de censor, y sí el de cronista, nos limitamos a señalar los hechos.

En la vertiente de Ruego existe un transformador de 80 kilovatios-amperios para el servicio de los dos compresores del interior, accionados por motores eléctricos, como hemos dicho; para el plano inclinado que absorbe 35 caballos vapor, y para el motor del vaivén, que necesita cinco caballos vapor. En la de Liena existe otro transformador de 60 kilovatios-amperios, y ambos se hallan en sus casetas correspondientes. Nos ocuparemos más detenidamente de estas instalaciones cuando tratemos de los servicios eléctricos.

Siendo Liena el verdadero centro de actividad de las minas, tanto por su mejor orientación, pues se halla ex-

puesta hacia el E., y por la mañana se siente mejor la acción benéfica de los rayos solares, como por hallarse allí la estación de carga del cable aéreo, y por ser más próxima a las instalaciones del Hospital de Parzán, es en esta vertiente en la que se hallan las casas para obreros, almacenes, cantina, etc., etc., como puede verse en la fotografía número 10. Son construcciones ligeras, albergues de montaña, aunque con luz eléctrica y buenas cocinas de leña, de la que se hace un abundante consumo.

Pero como en Ruego se van intensificando los trabajos, ha comenzado la Empresa a construir unos barracones que puedan servir de albergue a los obreros que trabajen en «Robert», evitándose el viaje hasta las de Liena.

El número de obreros de los dos turnos, esto es, el personal total de los servicios del exterior de las minas, se halla constituido por seis obreros para el plano inclinado de «Robert»; tres para el vaivén de «Luisa»; tres para la estación del cable aéreo principal; seis para los compresores, de los cuales cuatro son *conductores* o maquinistas y dos vigilantes para la red de tuberías, y 19 peones sueltos para completar estos servicios y otros menos importantes. En total, el personal obrero de las minas, excluidos los jefes mineros (vigilantes) era de 124; citando estas cifras nada más que para orientación, puesto que suelen ser muy variables de uno a otro momento.

Los jornales de los mineros es de una peseta por hora; los de los peones, de 70 a 75 céntimos, según los servicios. La jornada máxima es de diez horas: de seis a once y doce a diez y siete el turno de día; de diez y ocho a veintitrés y de veinticuatro a cinco el turno de noche. No se trabaja a destajo.

Transportes aéreos de la Sociedad Minas de Parzán

De no haber acometido en primer término la solución del transporte del mineral, con la decisión demostrada por esta Sociedad, después de haberse formado idea del criadero, como es lógico, hoy seguiría en Parzán la minería rampón de antaño, que no podía producir más que unos cuantos quintales.

Es doloroso para un Ingeniero español ver cómo emigran de su país las primeras materias en estado bruto, sin sufrir ninguna transformación, y que pudiendo ser exportadores de productos fabricados nos limitemos a exportar nuestros minerales, desatendiendo los procesos metalúrgicos que tanta riqueza podrían crear en nuestra patria; pero es también justo reconocer que dentro de nuestro actual estado de medios de comunicación en la zona que describimos, la solución más práctica, racional y económica es la adoptada por la Sociedad Minas de Parzán, pues con dos cables aéreos, que en junto suponen un trayecto horizontal de unos 13 kilómetros, puede poner sus minerales en Fabián, dentro de la vertiente francesa y a 21,5 kilómetros, por buena carretera de Arreau, que es la estación del ferrocarril más próxima, mientras que la española de Barbastro queda a unos 95 de aquellas minas.

Pero dejando aparte esta cuestión, nos dice claramente esta experiencia que si hoy el negocio de los plomos de Parzán se halla en marcha es debido, en primer término, a la instalación de los cables aéreos para el transporte. Nuestro capital procede, generalmente, a la inversa: no construye el ferrocarril hasta que tiene asegurado el tráfico, sin tener en cuenta que no sólo el tráfico, sino hasta pueblos enteros nacen al amparo del ferrocarril, y en cuestiones de minas espera a que la mina dé para construir el transporte, olvidando que sin transporte construido no pueden ejecutarse instalaciones de un modo económico. la

mina continúa laborándose en pequeña escala, y en esta forma nunca da beneficios para poder construir el ferrocarril o cable, salvo contadísimas excepciones.

Caer en el extremo opuesto, sobre todo en cuestiones de minería, tiene también sus grandes fracasos, pero una vez reconocido el criadero deben desaparecer las vacilaciones y acometer su explotación con todos los servicios auxiliares que necesite. En minería, más que en ninguna otra industria, no debe concebirse la tibieza ni el término medio: o tomarlo o dejarlo.

Y como la Sociedad Minas de Parzán ha admitido este modo de ver, la coincidencia en el pensar me obliga a tributarle un aplauso, pues sin sus cables hubiera sido imposible la explotación de sus minas.

Queda dicho que cuenta con dos transportes aéreos: uno desde las minas al nivel del valle, para lavar y concentrar el mineral, exportándolo después por medio del otro cable. Esta conveniencia de lavar le obligaba a descender al nivel del río; pues claro es que en la montaña no dispone de agua en abundancia y con la comodidad que a las orillas del Barrosa.

No existen lujos en estos transportes; son ligeros, resistentes y bien estudiados para las necesidades que tienen que obedecer. El primero parte de una estación de carga espaciosa, pero modesta, en la que el mineral pasa a través de compuertas desde la tolva a la vagoneta. Desciende desde la cota 2.430 a la 1.870 (véase plano núm. 5), salvando una distancia horizontal de 1.760 metros, y por consiguiente, con un desnivel de 560 metros, lo que acusa una pendiente media de 31,8 por 100. Al final de este trayecto se halla una estación de ángulo, partiendo de ella el segundo ramal, que descende hasta la cota 1.460, con un recorrido horizontal de 750 metros, siendo el desnivel vencido de 410 metros y resultando una pendiente media de casi 55 por 100, que ya es bastante atrevida.

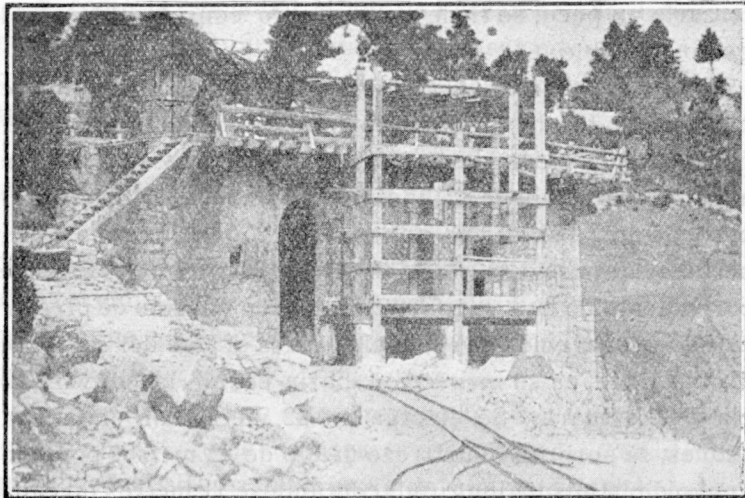
Se trata de un monocable con castilletes de hierros perfilados, algunos de los cuales son de respetable altura, que salva vanos de la consideración con que los ofrece la accidentada topografía del terreno. Ha sido suministrado por una casa francesa cuyo nombre siento no recordar, y está constituido por un cable de 24 milímetros de diámetro, formado por seis torones, con alma central de cáñamo, y con siete hilos por torón. En marcha normal puede transportar 10 toneladas por hora, con baldes que cargan 300 kilogramos; pero como la velocidad es bastante lenta, con sólo forzarla un poco, se tiene un aumento considerable en el gasto del cable.

En su estación de carga, así como en la de ángulo, se han tomado las debidas precauciones, estando el freno refrigerado por medio de agua. Las vagonetas se adhieren al cable por medio de un enganche de mordaza con contrapeso, de una disposición sencilla y fácilmente reparable, pero bastante segura, pues no son frecuentes los casos de corrimiento de una vagoneta. He tenido ocasión de presenciar una reparación en este cable, pues el Jefe del servicio, M. Curdique, en su inspección diaria señaló la conveniencia de efectuarla. Se efectúa en 22 metros un empalme, esto es, se substituye un trozo usado de 22 metros por uno nuevo de la misma longitud, contándose 11 metros de cada lado del punto desgastado y peligroso. Cada torón se corta en una longitud de 1,50 a 1,60 metros. Hecha la reparación a mano, requiere una gran habilidad para terminarla pronto, siendo la operación más trabajosa, como es natural, la extracción del alma interior. Quedó de tal modo, que después no se conocía la unión.

La fotografía número 13 da idea de la estación de descarga de este cable, en la cual se vuelcan los baldes en tolvas cuyas compuertas se hallan en el paramento del paso en cañón recto, bien visible en la fotografía, en el cual penetran las vagonetas por la vía inferior para su carga y transpor-

te al lavadero, situado en la dirección de la vía y a unos 175 metros a la espalda del observador que mire hacia la estación citada.

En ella existe un andamio para una obra que tienen en ejecución, con la cual se conseguirá que el estrío se efectúe en la propia estación y sólo vaya al lavadero el género que debe ser tratado, suprimiendo así el transporte del estéril separado. Otro punto que quizá pudiera criticarse es el de este transporte, que podía haberse evitado teniendo las

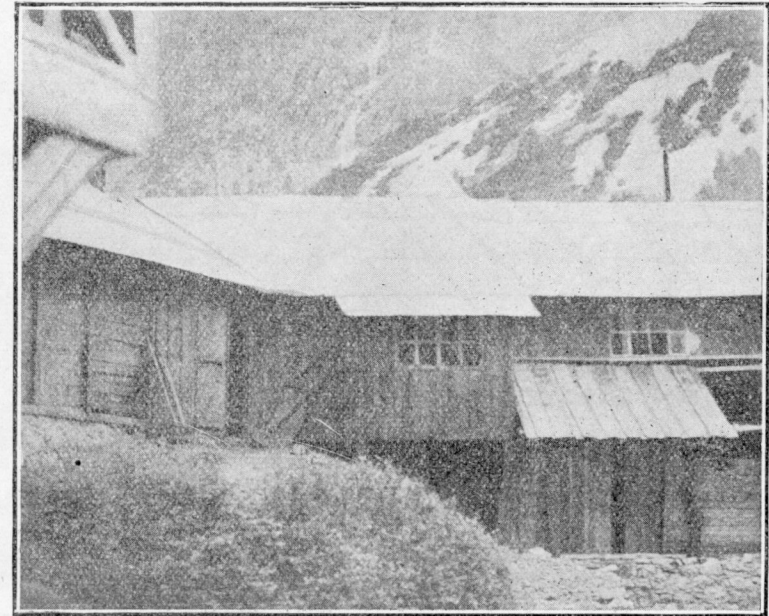


Fot. 15.—Estación de descarga del cable de las minas.

tolvas de la estación de tal manera que vertieran el género directamente sobre la rejilla de gruesos en el lavadero, pero la topografía del terreno tal vez no ha sido favorable para esta disposición. En la fotografía número 15 puede verse el emplazamiento de la estación que consideramos, así como la del lavadero y la explanación de la vía que une a ambas construcciones.

Bastante más importante que el precedente es el cable que salva la frontera. El cobertizo de su estación de carga

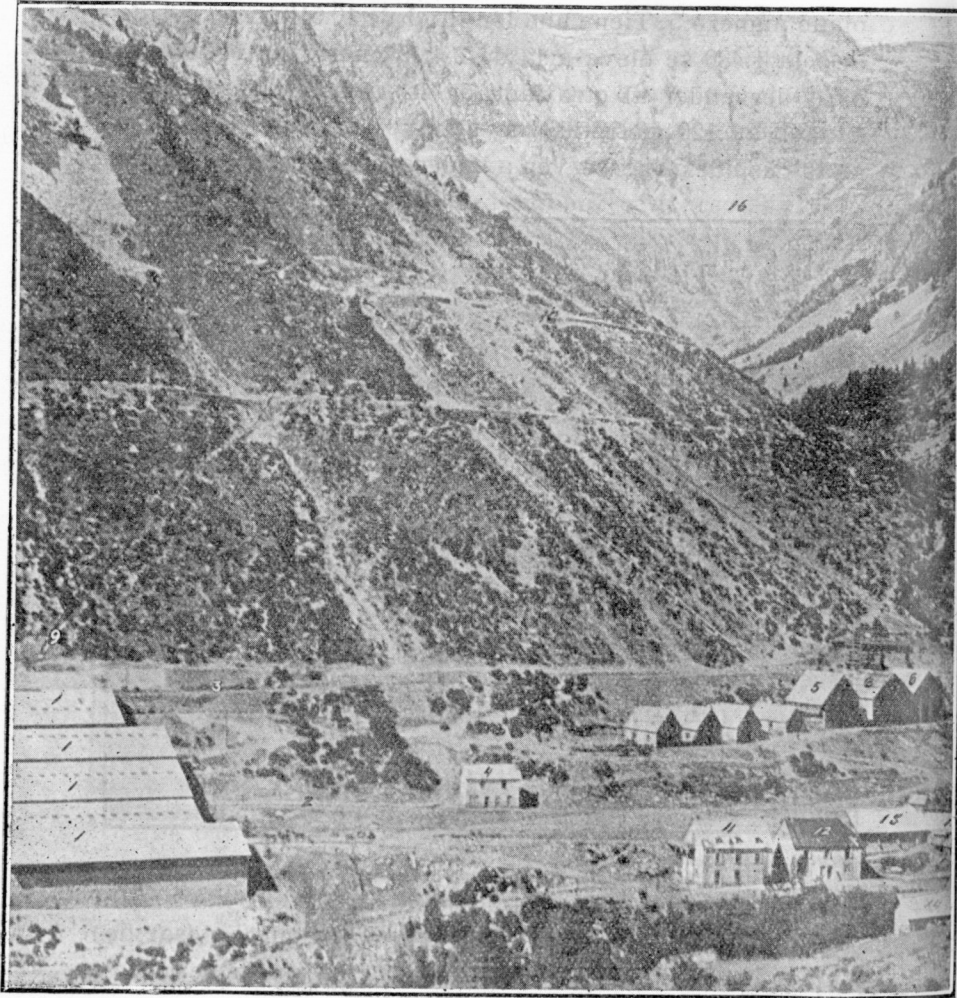
puede verse en la fotografía número 14 y su emplazamiento entre el resto de las instalaciones en la número 15 y en el plano número 5. Tiene una longitud de 10.510 metros y de la cota 1.430 se eleva a la de 2.487 (puerto de Moudang) para descender al otro lado de la frontera en Fabián, situado a 1.120 metros sobre el nivel del mar. Salva las altas cúspides que se ven a la derecha y hacia el fondo



Fot. 14.—Estación de carga del cable a Francia.

de la fotografía número 2, lo que hace que a pesar de su descenso por la vertiente francesa no pueda ser automotor.

Un motor eléctrico de 30 HP de 220 voltios y de 500 revoluciones acciona por medio de correa una transmisión de polea, de la cual, a su vez, toma su accionamiento en la misma forma un árbol en el que están montados la polea para un freno de cinta y un piñón destinado a mover la



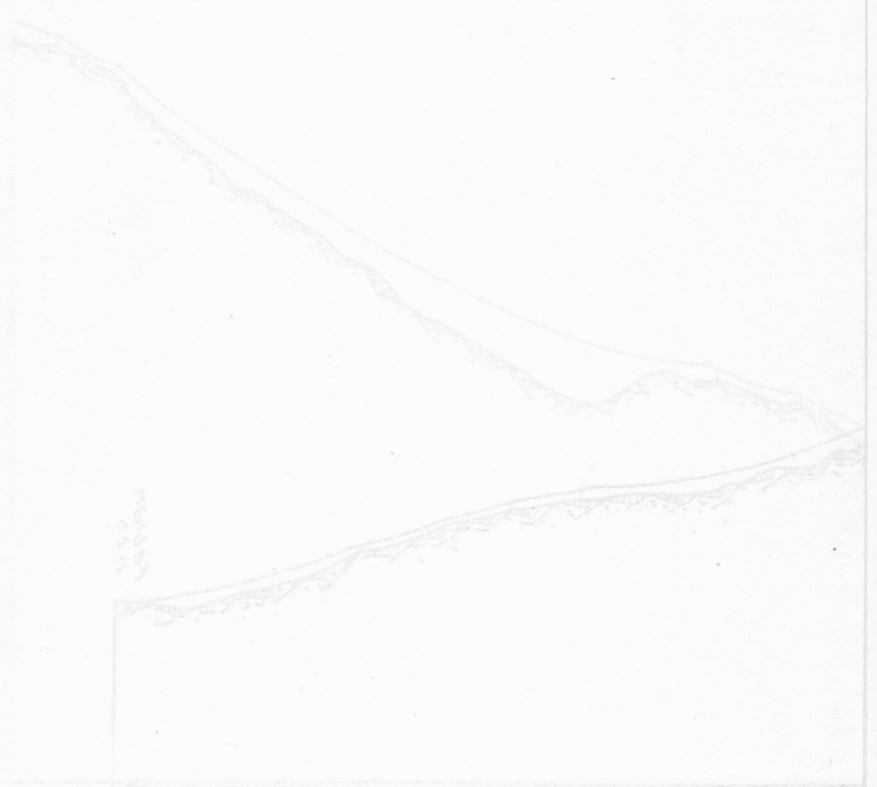
Fot. 15.—Instalaciones en el Hospital de Parzán.—1. Lavadero. 2. Vía del lavadero a estación de Francia. 3. Vía desde estación del cable de «Luisa» al lavadero. 4. Laboratorio. 5. Almacenes. 6. Talleres. 7. Estación del cable de «Luisa». 8. Tubería del salto de agua. 9. Conducción de agua al lavadero. 10. Canal del salto. 11. Dirección. 12. Oficinas y casa de empleados. 13. Estación del cable de Francia. 14. Aduana y cuartel de carabineros. 15. Casa de empleados y obreros. 16. Vista del circo del Barrosa.

PLANO N.º 2

DE NGABDNERDITFRANCIA

LONGITUDES 1 : 18.000

ALTITUDES 1 : 16.000



rueda dentada, en cuyo eje van montadas dos poleas verticales por cuyas gargantas se desliza el cable, pasando a la horizontal que lleva el contrapeso para la tensión. Nada de particular tiene, por consiguiente, la estación de carga que describimos.

En cuanto al cable, es del mismo tipo y construcción que el empleado para el transporte aéreo desde las minas al Hospital de Parzán, que ya hemos descrito, y el perfil de su recorrido puede verse en el plano número 2 que acompañamos.

Se destaca de este perfil el paso del puerto de Moudang. Pasada la frontera aparece el valle de este nombre, donde existen manantiales de aguas ferruginosas muy frías. Al N. aparece Fabián, situado al extremo del valle del Neste (arroyo), de Couplan, que desciende del lago Orredón, encontrándose un poco más abajo Eget, donde la Compañía del Midi ha construído una gran central para la electrificación de sus líneas. Antes de Fabián se halla Aragnouet, que es el municipio del que depende aquél, distante 23 kilómetros por carretera de Arreau. Desde la estación de descarga se transporta el mineral a la estación de Arreau por medio de camiones automóviles.

Para el servicio de estos dos transportes aéreos se halla el personal siguiente: Un jefe, un engrasador, dos obreros para la estación de ángulo de la mina «Luisa»; otros dos para la estación de descarga de dicho cable, y otros dos para la estación del cable de Francia.

CAPITULO VII

INSTALACIONES DE LA SOCIEDAD MINAS DE PARZÁN EN EL HOSPITAL

Acabamos de hablar de las estaciones de los cables aéreos, pero además de éstas, son bastantes numerosas las instalaciones realizadas por dicha Sociedad en el Hospital de Parzán, hasta el punto de que el paraje donde radicaba un mísero refugio se ha convertido hoy en un pequeño pueblo, del que dan idea las fotografías números 3, 4 y 15. En esta última puede verse el conjunto de las instalaciones reposando en la falda de la vertiente de Liena y ya muy cerca del propio río Barrosa, cuyo cauce se halla indicado por los árboles que se ven en primer término.

Formando dichas instalaciones encontramos, además de las estaciones de los cables, ya reseñadas, el lavadero, el laboratorio, los talleres y almacenes, la central eléctrica, las casas para empleados y obreros, la cantina, y aun podemos añadir que existe un cuartel de carabineros para la inspección y comprobación del tonelaje exportado, con la aduana aneja.

De cada uno de aquellos servicios pasamos a ocuparnos en este capítulo.

Lavadero

Constituye el lavadero una magnífica instalación, que parece increíble que haya podido montarse al pie de aquellas elevadas montañas. Ha sufrido diversas y variadas modificaciones hasta llegar a su estado actual, que tal vez rompan la armonía que preside en las obras construídas con carácter definitivo, pero que no resta un ápice a su verdadera importancia. Por dicha razón no existe un plano

de conjunto que pudiera ilustrar las páginas de esta Memoria, viéndonos precisados a insertar solamente un croquis trazado a vuela pluma sobre el terreno y a aclararle, cuanto podamos, con la siguiente explicación.

Ocupa un hermoso edificio de unos 90 por 45 metros del que la fotografía número 16 representa su fachada N. y la

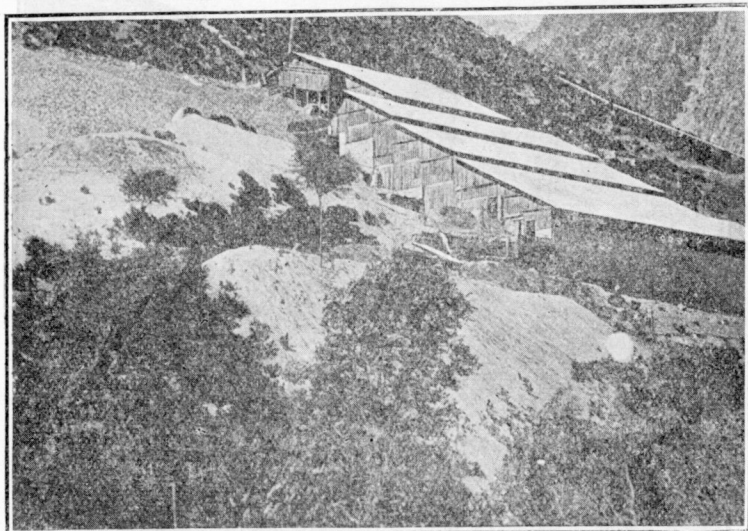


Fot. 16.—Fachada N. del lavadero.

17 la posterior o S. Su emplazamiento puede verse en los números 3 y 15, representando la 18 el interior de una de sus naves. Está escalonado en seis pisos de dimensiones suficientes y en condiciones de permitir una cómoda y eficaz vigilancia. Se halla montado para una capacidad de 10 toneladas por hora, pero no puede trabajar a este régimen durante toda la campaña, porque no le corresponde el arranque en la misma proporción, pues ello representaría

una explotación mínima de 200 toneladas, y no creemos que actualmente se llegue a esta cantidad, aunque pueda lograrse dentro de poco, más que por nada por la dificultad de hallar los suficientes obreros.

Ya hemos dicho que de la estación de descarga del cable de la mina, en la que existen dos obreros para cargar las tolvas, vienen las vagonetas cargadas al lavadero, a cuyo efecto hay dos vagoneros para el arrastre por la vía rese-



Fot. 17.—Fachada S. del lavadero y escombreras.

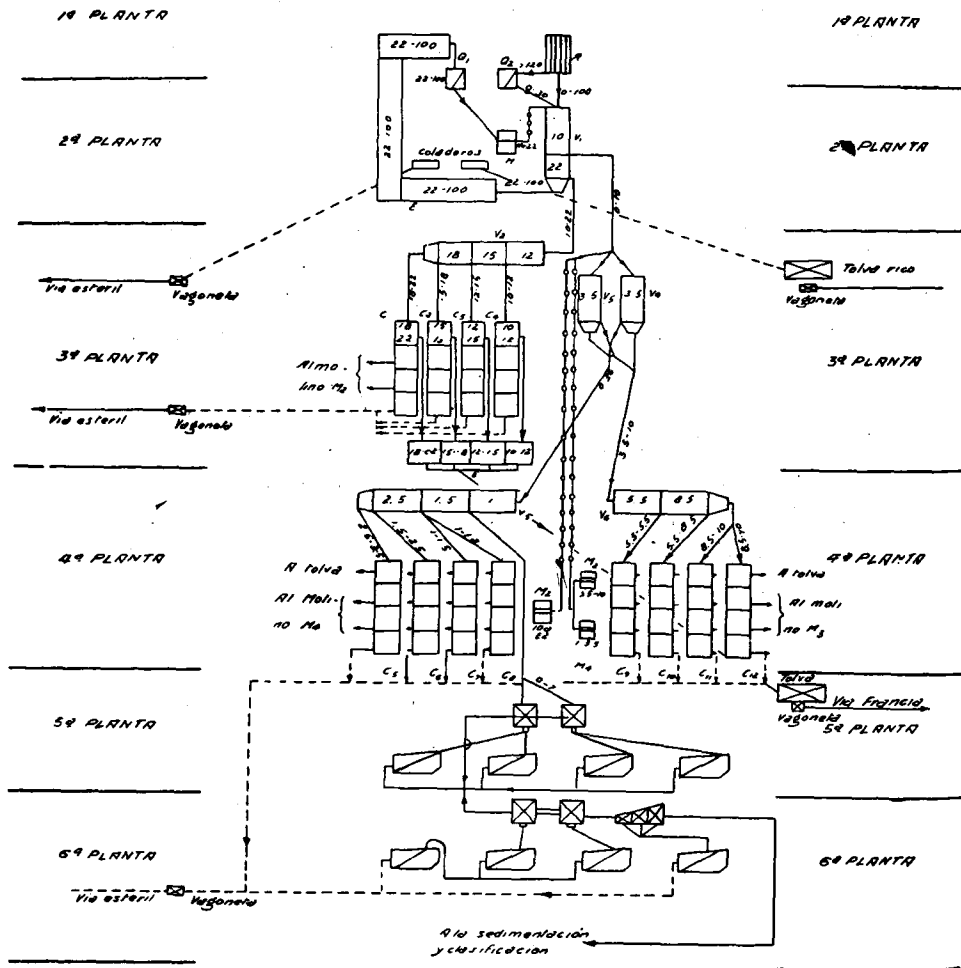
ñada. Cada vagón carga 600 kilogramos. Como datos previos, diremos que con mineral procedente de «Robert» concentra hasta una ley de 60 por 100 en plomo, y cuando trata mineral de «Luisa», más ligero, como hemos dicho, y que por consiguiente conviene tratar separadamente para reducir las pérdidas, la concentración no puede llevarse más allá de 45 por 100 en plomo.

El mineral, previamente escogido en la mina, como hemos dicho, suele llegar al lavadero con una ley media de 12 a 15 por 100.

Como es natural, el género penetra por el nivel superior, o piso más alto, y es vertido sobre una rejilla de barrotes fijos para el cribado previo, espaciados 100 milímetros y representada en el esquema adjunto con la letra R. Un chorro de agua efectúa el desenlodado, y el obrero que cuida de esta operación efectúa a mano un apartado de estéril grueso, al propio tiempo que, también a mano, envía el género mayor de 100 milímetros a la quebrantadora de mandíbulas, tipo Blacke, Q₁. Lo que pasa a través de la rejilla, esto es, la zafra de 0 a 100, va directamente a un vibro-clasificador o criba de sacudidas, que por ser el que recibe todo el género a tratar, denominaremos, abreviadamente, vibro o criba principal, y representamos en V₁. Además de su alimentación por medio de la rejilla previa R, admite el género procedente de la quebrantadora Q₂. Va provisto de dos telas de 10 y 22 milímetros, respectivamente, y lo que no pasa a través de estos orificios, o sea el género de 22 a 100 milímetros, pasa directamente a la mesa de escogido E. Es ésta del tipo de tela sin fin, giratoria, y constituida por una banda de goma que apoya sobre rodillos. En ella practican el apartado 18 muchachas que se hallan sentadas y con tolvas al alcance de su mano, disponiendo de buena luz cenital para separar el estéril y lo rico, dejando a los mixtos que sigan su trayectoria por el transportador, que con dos cambios ortogonales de dirección, como aparece en el esquema, los conduce al quebrantador, también de mandíbulas, Q₁, del que pasan a un molino de cilindros que los tritura a un tamaño menor de 22 milímetros y del que por medio de un pequeño elevador de cangilones son conducidos al raster o criba principal V₁, de la que ya hemos hablado y en la que de nuevo se efectúa su clasificación.

El género con tamaño de 10 a 22 milímetros procedente de esta criba pasa a otra de tres telas con orificios de 12,15 y 18 milímetros, respectivamente, que aparece en el esquema representado en V₂ y el de 0 a 10 del vibro principal se

ESQUEMA DEL LAVADERO DE LAS MINAS "LUISA" Y "ROBERT"



SIGNOS CONVENCIONALES

- Género.
- - - - - Estéril.

clasifica de nuevo en otros dos V_3 y V_4 , montados en paralelo y provistos cada uno de tela con orificios de 3,5 milímetros de diámetro.

El vibro-clasificador V_3 , produce, por consiguiente, cuatro clases de 10-12, 12-15, 15-18 y 18-22 milímetros, cada una de las cuales pasa directamente a la labor de concentración. Esta se efectúa por medio de las cuatro cribas de émbolo de cuatro departamentos que esquemáticamente hemos representado en C_1 , C_2 , C_3 y C_4 . Los ricos o primeras de estas cribas se pasan a mano a un tablero o mesa de escogido E_1 , en la que cinco muchachas extienden el género para el apartado, yendo el rico directamente a una tolva en el que se reúne con el grueso procedente de la mesa de escogido de 22 a 100, situada en el nivel superior.

Las segundas o mixtos procedentes de estas cribas, así como los que proceden del escogido a mano, se vierten en un canalizo que los lleva a un molino M_2 , situado en la planta inferior, que los tritura a un tamaño comprendido entre 0 y 10 milímetros, tomándolos después un elevador de cangilones que los conduce a la admisión de los vibros (aunque no sea muy castellana esta palabra, preferimos emplearla para poder distinguir abreviadamente a estas cribas de las de émbolo destinadas a la concentración) V_5 y V_6 para su ulterior clasificación. Estos últimos producen dos clases, puesto que no tienen más que una tela, reuniéndose las del mismo tamaño en paralelo. Una de ellas, la de 0 a 35 milímetros, pasa a un nuevo vibro V_5 , y la de 3,5 a 10 a otro V_6 . El primero de ellos está ya destinado a la separación de las gandingas, yendo provisto de tres telas con orificios de 1, 1,5 y 2,5 milímetros. El segundo, V_6 , tiene dos telas de 5,5 y 8,5 milímetros de diámetro, respectivamente. De estos vibros pasa el género clasificado a la concentración, como ahora diremos.

Consideremos, en primer lugar, el vibro V_5 . Los finos y gandingas que han pasado a través del tamiz de un milímetro

tro descienden al piso inferior para continuar su tratamiento. Las tres grancillas restantes con tamaños de 1-1,5, 1,5 a 2,5 y 2,5 3,5 pasan para su concentración a las cuatro cribas de émbolo representadas esquemáticamente en C₅, C₇, C₆ y C₃, pues la clase de 1-1,5 se distribuye en derivación sobre dos cribas, las C₇ y C₈, mientras que para las otras no existe más que una criba para cada tamaño. Los ricos de estas cribas se vierten a mano en la tolva correspondiente, mientras que los mixtos se envían al molino de cilindros para una nueva pulverización y continuar su tratamiento, como veremos.

Del vibro V₃ obtendremos tres clases: una de 3,5 a 5,5 milímetros, que pasa para su enriquecimiento a la criba de émbolo C₉; otra de 5,5 a 8 5 milímetros, que se concentra en la criba del mismo tipo C₁₀, y la tercera, de 8,5 a 10 milímetros, que se distribuye entre dos cribas C₁₁ y C₁₂. Los ricos o cabezas de tales cribas se llevan a la tolva de productos finales, y las segundas se conducen al molino de cilindros M₂ para continuar su tratamiento.

Todos los productos de los molinos M₂, M₃ y M₄ son tomados por dos elevadores de cangilones y conducidos a los vibros V₃ y V₄ con telas de 3,5 milímetros, de los cuales parte de nuevo la clasificación y la concentración consecutiva.

El tratamiento de los finos y de las gandingas ha dado bastante que hacer a causa de la fisonomía especial de los minerales procedentes de la mina «Luisa», que en su lavado se muestran como cutículas de polvo fino que se lleva el agua con mucha facilidad. Actualmente se procede del siguiente modo en dicha concentración, que se efectúa en un piso inferior al precedente y al que se conducen los finos por canalillos o tuberías:

Se distribuye el género al llegar al taller en dos ramales, que cada uno de ellos afluye a su correspondiente caja piramidal tipo Mo ell. El depositado pasa de cada una de

estas cajas a dos mesas Wilfley y los turbios descienden a otros dos morells instalados en la planta inferior, cuyos depósitos pasan a ser tratados por otras dos mesas del mismo tipo, como indica el esquema. Los turbios recorren un spitzkasten de tres compartimientos, cuyos depósitos se tratan en otra mesa Wilfley y lo excedente pasa a la sedimentación y clarificación.

Todas las segundas de las cuatro mesas superiores se tratan en una de las de abajo que sirve de repaso. Los schlams, tratados en la mesa antedicha, correspondiente al spitzkasten (cuya mesa no hace segundas) pasan a una especie de laberinto, de éste a una caja de sedimentación de cuatro departamentos, con sus cuatro tolvas correspondientes para salida del lodo, después a otra caja de decantación de dos departamentos, se reúnen a la salida de ésta todas las aguas procedentes del lavadero de gruesos y granzas, pasan a otra caja y por fin llegan a las balsas o estanques de sedimentación y clarificación, de donde a través de montones de arena, que cada día van siendo más voluminosos, puesto que proceden del estéril del lavadero, son vertidas las aguas al río.

Hemos olvidado consignar, al hablar de las cribas de émbolo, el tamaño de sus camas. La C₅ tiene tela de cinco milímetros y cama de ocho; la C₆ tela de 4,5 y cama de seis; las C₇ y C₈ tela de dos y cama de cuatro. En las cribas que concentran el género de 3,5 a 10 tienen tela de ocho y cama de 10, tela de 10 y cama de 12, tela de 12 y cama de 15 ó 16, respectivamente, existiendo un obrero para el cuidado de cada par de cribas.

El mineral suele llegar al lavadero, como hemos dicho, con una ley de 12 a 15 por 100 en plomo. Cuando procede de «Robert» le concentra a 60 por 100, como término medio, habiendo pasado en ocasiones de esta cifra; cuando proviene de «Luisa», el grado medio de concentración oscila alrededor de 45 por 100.

En las mesas de escogido, la pérdida es solamente de 0,5 a 1 por 100 en las cribas de 2,5 por 100 y en las mesas de 4 por 100, en términos generales y aproximados. La presencia de alguna cantidad de cerusita en la mena de plomo hace difícil su separación de la galena, a causa de los valores de sus densidades, que no se hallan muy distanciados; si se comparan con el de las gangas. Ello tiene por consecuencia el enriquecimiento en plomo del mineral concentrado, ya que una buena parte de la cerusita no se pierde; aunque le quita el colorido uniforme que suelen presentar los finos de galena cuando se les observa de cerca. Pero también conduce a que en el estéril aparezca el carbonato, con perjuicio para la concentración.

Un análisis del mineral concentrado ha dado el resultado siguiente:

Pb	54,53 por 100	Mn.....	Indicios.
Zn	2,42 —	Ca O.....	11,75 por 100
Cu	0,20 —	Mg O.....	0,86 —
Fe	3,96 —	Si O ²	1,25 —
Al ² O ³	0,35 —	Se ⁴ Ba.....	4,77 —
As	0,00 —	S.....	10,67 —
Sb.....	Indicios.	CO ²	9,22 —

La ley en plata es variable, pero, en general, bastante pobre.

Puede estimarse en unos 240 gramos por tonelada como término medio.

Para terminar en lo referente al lavadero, ya suficientemente descrito, diremos que existen dos grandes tolvos con sus correspondientes compuertas para la carga de las vagonetas, al nivel de la vía de salida de estos minerales concentrados. Una de ellas se destina al almacenaje de los productos del escogido a mano y la otra para las primeras que producen las cribas. Los finos y gangas se depositan en el suelo de su taller y un sencillo cable aéreo (vaivén) los eleva hasta la vía de salida.

Este taller de preparación mecánica cuenta con una abundante cantidad de agua procedente del canal que tiene instalado la Sociedad para la explotación de un salto de agua, o se alimenta con un grupo motor-bomba en caso de necesidad. Su consumo puede valorarse en unos 60 litros por segundo.

Todos sus órganos son accionados por motores eléctricos, teniendo instalados en su interior los siguientes: uno de 40 HP girando a 750 revoluciones, que mueve un compresor, del que ya nos ocuparemos luego, el vibro principal; dos vibros V₃ y V₄, dos elevadores de cangilones y una piedra para afilar barrenas. Otro motor igual para el accionamiento de dos quebrantadoras, un molino, un vibro V₅, un elevador y una parte de la mesa de escogido. Otro del mismo tipo que acciona las cuatro cribas de émbolo de 10 a 22; las otras cuatro de 1 a 3,5; un vibro y parte de la mesa de escogido. Uno de 50 HP girando a la misma velocidad, que mueve tres molinos, un vibro y las cuatro cribas de 3,5 a 10. Y por último, uno de 12 HP y 1.000 revoluciones que acciona las ocho mesas Wilfley. En total, 182 HP, de los que hay que descontar los 24 HP que absorbe el compresor, quedando, por tanto, para el taller de preparación 158 HP.

El personal en él empleado se compone de un jefe del taller, 18 mujeres para la mesa de escogido, cinco para escoger la pirita, tres hombres para llevar el mineral desde la estación de descarga del cable al lavadero (vagoneros), tres para la carga del quebrantador y cuidado del cribado previo, tres para las cribas de 10 a 22, ocho para las restantes cribas, ocho para las mesas Wilfley; tres para los vibros, de los cuales uno es el engrasador, y dos vagoneros para el estéril. En total, 53 y el jefe.

La jornada máxima en el lavadero es de seis a once y de trece a diez y ocho. El jornal suele ser de 70 a 75 céntimos por hora.

En el croquis o esquema adjunto puede verse el movimiento de estériles que no necesitan ninguna descripción.

Laboratorio.

En el esquema del taller de preparación mecánica puede verse la situación que ocupa la denominada «Vía de Francia», por ser la que conduce a la estación de carga del cable aéreo que transporta el mineral concentrado a aquel país. A un nivel superior se halla otra vía de salida para el mineral procedente del escogido a mano, pero una vez en la calle se envía al piso inferior por medio de una tubería visible en la figura 15. Hemos dicho que los finos se elevan también a este nivel por medio de un vaivén, de manera que es esta «Vía de Francia» la única salida para el transporte del mineral procedente del lavadero después de su concentración.

No es otra sino la que aparece en la fotografía número 3, en la que en segundo término y por encima de esta vía aparece la casa destinada a laboratorio. El servicio está organizado del siguiente modo: Como todas las vagonetas han de pasar forzosamente por delante de su puerta, se pesan en una báscula y de todas ellas se va tomando una muestra y al final de la jornada se halla la muestra media de todas las catas y se efectúa un ensayo, generalmente por plomo.

Este laboratorio tiene un equipo docimástico y el material indispensable para hacer un análisis cualitativo y cuantitativo. Desde hace ya algunos años se haya al frente de este servicio M. Bohmson, químico que goza de gran experiencia. Un obrero le ayuda en las faenas manuales.

El emplazamiento del laboratorio, dentro del conjunto de las instalaciones de la Sociedad, puede verse en las fotografías números 4 y 15.

Talleres y almacenes.

En las fotografías mencionadas últimamente pueden verse también los edificios que la Société Mines de Parzán tiene destinado a estos objetos.

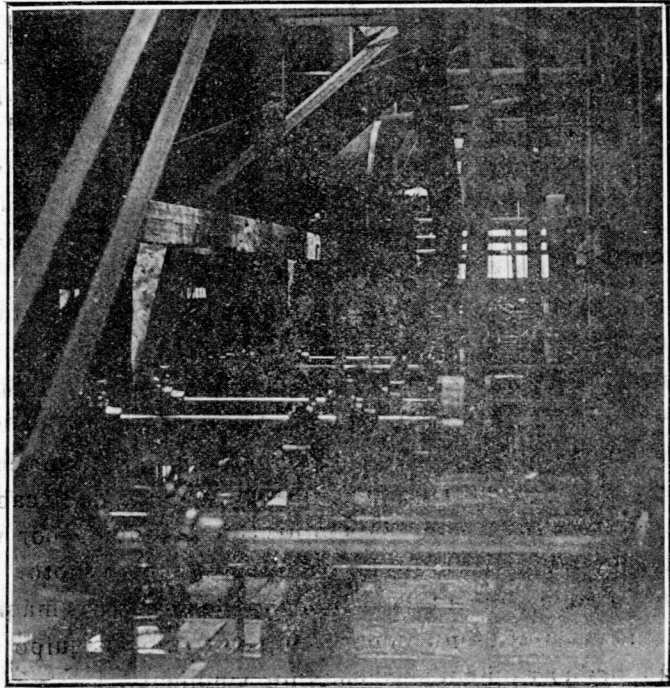
En el taller de mecánica se pueden realizar obras de cierta importancia, y no hace falta decir que todas las reparaciones, pues dada la situación de estas minas no hay que pensar, económicamente, en talleres extraños que pudieran efectuarlas.

Cuenta con una máquina de taladrar de buenas dimensiones. Este taladro se halla accionado por un motor trifásico de cinco caballos, a 220 voltios y girando a 940 revoluciones. Dispone de un hermoso torno, que a nuestro juicio, parece excesivo para las necesidades que pueden sentir, pero es ventajoso pecar por carta de más que de menos. Tiene una longitud entre puntas de siete metros, y asombra pensar cómo una bancada tan grande ha podido transportarse por el puerto. Se halla accionado por un motor eléctrico, como el precedente, pero de una potencia de 10 caballos. Hay instalada también una fresadora movida por un motor de 5 HP, y una afiladora movida por otro motor de igual potencia, que antes accionaba; además, otras máquinas que ya no existen. Vemos, por tanto, que el equipo de máquinas-herramientas es bastante completo.

Un taller de forja completa la instalación.

Dentro del edificio destinado a lavadero para aprovechar un espacio sobrante se ha instalado el taller para aguce de las barrenas. Se compone de un compresor del mismo tipo exactamente que los instalados en las minas, y que ya hemos descrito, accionado por medio de correa desde una transmisión que mueve un electromotor de 40 HP (el compresor no absorbe más que 24), y de un depósito para el aire comprimido, provisto de su válvula de seguri-

dad, siendo de seis kilogramos por centímetro cuadrado la presión de trabajo. Este equipo neumático se halla destinado al accionamiento de una máquina Leyner para la forja automática de los barrenos, que no describimos por ser su nombre ya muy conocida desde hace algunos años. Con ella se forjan diariamente unas 150 barrenas. El caldeo se obtiene



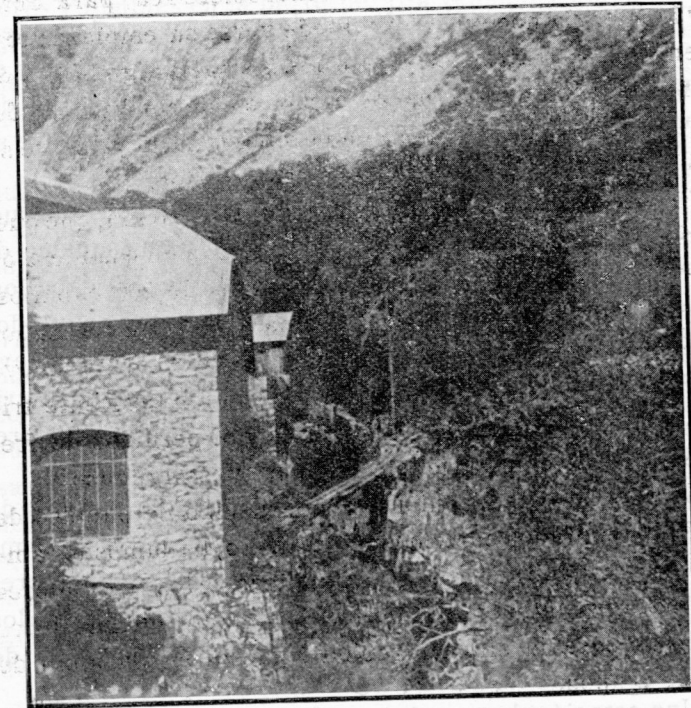
Fot. 18.—Una nave del lavadero.

en una pequeña forja, próxima a la máquina, provista de un ventilador, y el aguce se termina en una rueda de esmeril, movida por la misma transmisión. La sencillez, la comodidad y la economía que con este taller se obtienen justifican cumplidamente su instalación.

Otro pequeño taller instalado en el lavadero, en su planta inferior, es el de herrería y carpintería. Un carro-cons-

truído en los talleres de las minas y una sierra oscilante accionada por un motor eléctrico, sirve para aserrar los rollizos y obtener la tablazón necesaria. Un pequeño taller de carpintería contiguo completa esta instalación.

Además del jefe de talleres existen para estos servicios



Fot. 19.—Central eléctrica.

dos mecánicos, cinco carpinteros, siete herreros y seis obreros.

Un amplio local se destina al servicio de almacén de efectos para las minas y talleres. Todos los materiales se hallan bien clasificados en estanterías, y siempre que le hemos visitado le hemos encontrado bien surtido.

Servicios eléctricos.

Deseando explotar sus minas con alguna intensidad, claro es que la Sociedad que nos ocupa se veía obligada al establecimiento de una central hidroeléctrica, para obtener la energía necesaria. No puede verse su emplazamiento en las fotografías 4 y 15, porque se halla algo baja y en la misma orilla del río; mejor dicho, en la confluencia del Barrosa con el Pinara, pero en la fotografía 15 ya se ve su tejado, y en la número 19 su aspecto exterior.

Es tan extremadamente sencilla su instalación, que puede describirse sin necesidad de recurrir a un esquema de conexiones. Se compone de dos grupos de 200 caballos, cada uno constituido por una turbina Voith, con regulador automático y a mano, que por intermedio de correa mueve a su alternador correspondiente, generando corriente trifásica a una tensión de 5.000 voltios y 50 períodos de frecuencia. Todo el material eléctrico es Westinghouse.

En el cuadro de distribución, constituido de paneles de mármol, montados en armazón de hierro, hallamos los amperímetros y voltímetros y las palancas de los reguladores y de los interruptores automáticos y a mano, además de los aparatos para la sincronización y puesta en paralelo de ambos grupos.

Una estación de transformación rebaja la tensión a 220 voltios y parten de ella las líneas para la alimentación de los motores de talleres, cable aéreo de Francia y servicio de alumbrado. Pero la mayor parte de la energía (unos 150 kilovatios-amperios) se distribuyen con líneas de alta tensión, a 5.000 voltios.

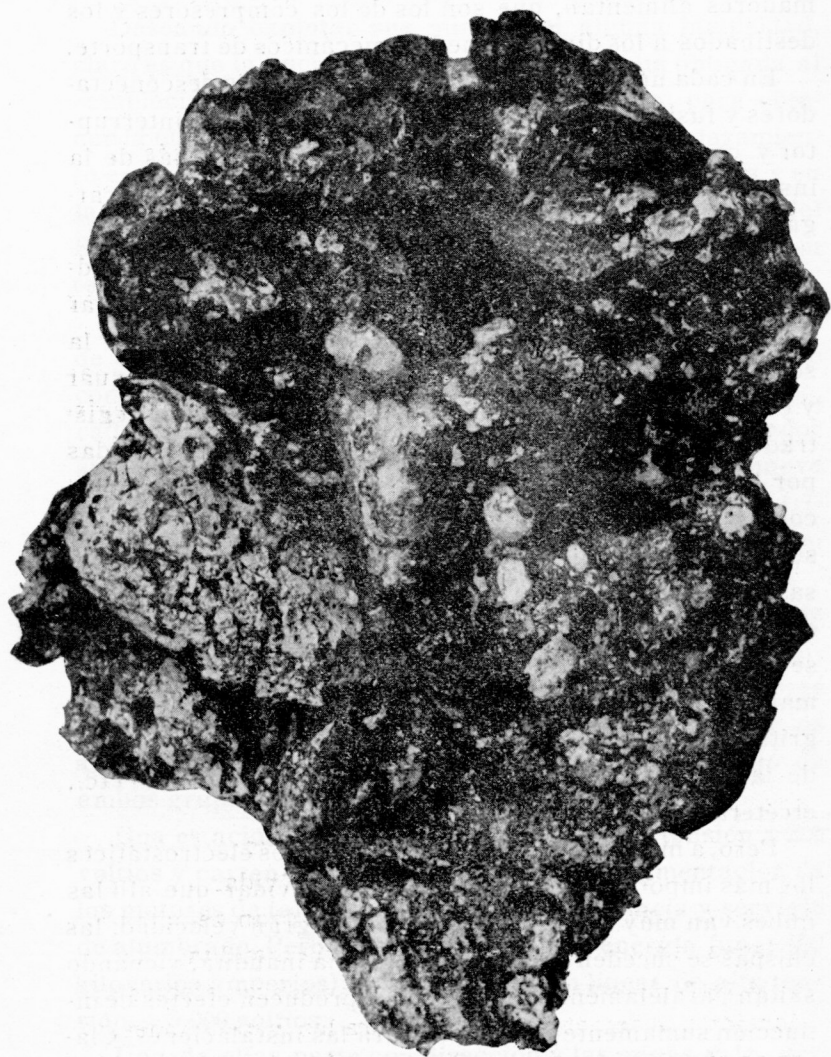
Una de ellas parte con dirección a las minas y la otra se dirige al lavadero. La primera llega a la mina «Luisa», en la que existe una caseta de transformación, con un transformador de 60 kilovatios-amperios, continuando la

línea a «Robert», donde existe otra con uno de 80 kilovatios-amperios, y rebajándose en ambas la tensión a 220 voltios. Ya hemos dicho, los motores que ambos transformadores alimentan, que son los de los compresores y los destinados a los diversos medios mecánicos de transporte.

En cada una de estas casetas encontramos desconectores y fusibles en la parte de alta tensión y un interruptor y cortacircuitos fusibles en la de baja, además de la instalación de protección contra sobretensiones y descargas atmosféricas.

No es necesario decir la gran importancia que allí adquieren estas sobretensiones, pues sin necesidad de llegar a la mina, en la propia central del hospital, a pesar de la sensibilidad de su instalación protectora para amortiguar y conducir a tierra a aquellas oscilaciones, se han registrado algunas averías, que cabe considerar, producidas por los fenómenos atmosféricos, de los cuales podríamos contar sucedidos pintorescos. Una mujer, que dedicada a sus quehaceres culinarios recibe una descarga no peligrosa en la propia paleta que estaba manejando, lo que le obliga a arrojarla al suelo, con el natural pavor; otra, que se asoma un día a una ventana, teniendo un cuchillo en la mano, y recibe una sacudida que le hace prorrumpir en gritos y peticiones de auxilio, por ignorar el mágico poder de las puntas y el valor de la presión electrostática; etc., etcétera.

Pero, a mi juicio, no son estos fenómenos electrostáticos los más importantes; pues no hay que olvidar que allí las nubes van muy bajas y caminan a una gran velocidad; las chispas se suceden con una frecuencia inaudita, y cuando saltan paralelamente a una línea se producen efectos de inducción sumamente peligrosos para las instalaciones. Claro es que si la descarga es directa, sobreviene en seguida la avería, pues sabido es que la Ciencia no ha descubierto aún el medio eficaz y de acción segura contra estos efectos per-



Fot. 20.—Fulgurito de granito.

niciosos. No son más que paliativos para contener, en ocasiones, el mal, o limitar la zona de avería.

Y si tales fenómenos se observan en el hospital puede presumirse lo que sucederá en las alturas, donde los potenciales aumentan considerablemente, por lo menos tratándose de mediciones próximas a la superficie terrestre, aun en tiempo de calma. La vegetación arbórea se detiene, en esta zona, a una altura de unos 2.100 metros en números redondos, a partir de la cual no vive más que la flora alpina. Pues, a pesar de tan moderada altitud, no escasean los pinos, que conservan señales del rayo.

Pero donde mejor pueden observarse los efectos de las descargas atmosféricas es en los postes de madera que soportan las líneas eléctricas aéreas por Liena y Ruego. Están todos ellos provistos de un hilo de tierra y es bastante frecuente encontrar en el empotramiento del poste vitrificaciones en los trozos de roca contiguos, esto es, verdaderos fulguritos.

Uno de ellos es el que en tamaño natural representa la fotografía número 20. Es un trozo de granito con apariencia de una escoria, pues no otra cosa es el silicato que en él se ha formado por el principio de fusión a que le ha sometido la descarga atmosférica.

Con menor abundancia se encuentran estos fulguritos en las altas cúspides puntiagudas, pues ya decimos que en los postes son bastante frecuentes, pero no es raro encontrar en ellas, bien en el granito, bien en la caliza, muestras de estas vitrificaciones, perfectamente visibles, sobre todo en la primera roca, por su aspecto escoriáceo y su brillo vítreo.

Por lo que antecede se habrá visto que dado el desarrollo que han tomado las instalaciones de Parzán, la central eléctrica, con sus 400 HP, resulta pequeña para cubrir sus atenciones, y ello debía ser motivo de contrariedad para la Sociedad, pues sus servicios no hubieran podido funcionar

en conjunto y a plena carga. La instalación de la gran central de la Hidroeléctrica Ibérica ha venido a subsanar esta dificultad, pues tenemos entendido que se ha concertado un convenio, según el cual esta Empresa suministrará a la de Parzán un cierto número de kilovatios. Ello dará motivo a alguna modificación en las instalaciones y las líneas podrán quedar en la forma que tengo recomendada.

Todos los motores instalados van provistos de su correspondiente cuadro de distribución con aparatos de medida, fusibles e interruptor.

En el lavadero, en un espacio cerrado, pero ventilado, existe un transformador para rebajar la tensión a 220 voltios, para el servicio de los motores del mismo. Se halla equipado con los mismos aparatos de maniobra y protección que para los restantes hemos reseñado.

Digamos ahora dos palabras acerca del salto de agua que ha dado nacimiento a la central. Su presa se encuentra aproximadamente enfrente de la mina «Nuestra Señora del Carmen» y con un canal de poco más de un kilómetro, canal completamente cubierto para prevenir su atoro por los derrubios, se obtiene un salto geométrico de unos 125 metros, siendo de 250 la longitud de la tubería de presión, bien visible en la fotografía número 15.

Para los servicios eléctricos existe un encargado de la central y un obrero electricista.

Servicios administrativos y sanitarios.

En las fotografías números 4 y 15 y aún más claramente en la 3 puede verse la casa que tiene destinada la Sociedad para fonda del alto personal, destinándose las habitaciones del piso superior a vivienda de la Dirección. La casa más próxima situada a la derecha de la anterior, tiene su planta baja destinada a oficinas y la principal a vivienda de los empleados. La plantilla del alto personal se halla integra-

da por un Director general, un Subdirector, un Director facultativo, un Contable con su auxiliar, un Químico, un Jefe del lavadero, un Jefe del cable, un Jefe de mina (reside en la mina), un Jefe de taller y un Practicante.

Una dependencia necesaria, por la especial situación de estas minas, es la cantina. No es lugar de distracción o recreo, como en algunas de nuestras minas sucede, sino simplemente el almacén que suministra al obrero los artículos de primera necesidad, sin más ganancia que la estrictamente necesaria para cubrir gastos, y digo esto porque ha habido año en el que ha vendido 60.000 pesetas y no ha ganado más que 5.000, cifra exigua para enjugar los gastos que, como ahora veremos, son bastante crecidos.

En las fotografías números 3 y 4 puede verse la casa que se destina a este servicio, cuya organización es la siguiente: Existe un almacén central del que dependen las dos cantinas, una en el Hospital de Parzán y la otra en la mina. La primera de estas cantinas cuenta con un encargado, que a su vez es jefe del almacén, y de un ayudante; la de la mina tiene sólo un cantinero. El almacén central es el encargado de efectuar las compras en grande y directamente a los proveedores y fabricantes y de tener surtidas ambas cantinas. Como la gente obrera de allí es muy sobria, claro es que el mayor consumo es el de las cosas corrientes e imprescindibles. El pan se elabora allí mismo, teniendo al efecto un tahonero.

La cantina se cierra poco después de la salida del personal, hacia las seis y media o siete de la tarde, y ya no vuelve a abrirse hasta el día siguiente. Es una organización a la que no podemos poner ningún reparo.

En la propia casa de la Dirección, en la planta baja, existe un local destinado a enfermería. En la mina tienen también un botiquín y camilla, hallándose al frente de estos servicios un Practicante en medicina. El Médico de la Sociedad es el de Parzán y Bielsa.

A las minas se envía agua potable, teniéndoseles prohibido a los obreros que beban de la que encuentren en las labores. También ha querido la Sociedad imponer a los mineros la mascarilla usada durante la guerra para los gases asfixiantes, pero no lo ha conseguido, a pesar de que el tipo elegido es muy cómodo y ligero: de aluminio con un simple algodón hidrófilo. Es el tipo número 2 del Dr. Detourbe. Ha sido un exceso de precaución que no ha tenido buena acogida.

* * *

La organización técnica y administrativa responde a la pauta trazada por las grandes Compañías. Vemos así que, momentos después de terminar la jornada, obran en poder de la Dirección los partes diarios de todos los servicios; el del jefe minero dando cuenta de los avances, realces, mineral arrancado, obreros que han trabajado, aspecto del filón, etc.; el del cable, con número de baldes transportados, estado de las líneas, obreros ocupados, etc.; el del lavadero, con indicación de la cantidad tratada, número de obreros en cada taller con su producción, etc.; el del laboratorio, con el resultado de su ensayo para ver el grado de concentración, y con el tonelaje transportado a la estación del cable de Francia; el de los talleres dando cuenta de los trabajos realizados, etc., etc. Se establece un control de servicio a servicio y es sumamente fácil saber quién es el que no ha marchado en satisfactorias condiciones.

La población obrera del Hospital de Parzán

Al tratar de cada servicio hemos consignado el personal que le desempeña, faltándonos aún consignar que para los diversos menesteres auxiliares nos quedan aún por citar un albañil, un carretero y un mulero, estos últimos para la atención de las cuatro caballerías que existen en el hospi-

tal, pues tienen un carrito pequeño de construcción robusta y especial para aquellos caminos, que sube de Bielsa el mineral procedente de su lavadero o los géneros que necesite el almacén de la cantina.

Resumiendo cuanto llevamos dicho, podemos decir que sin contar los jefes de servicio, la población obrera del Hospital de Parzán la constituyen de 80 a 100 jornaleros. La de las minas suele oscilar entre 120 y 130; de manera que el total de los obreros ocupados en las faenas de estas minas oscila entre 200 y 230.

En cuanto a su procedencia, es ciertamente muy variada. La mayoría suele ser oriunda del país, pero también existen murcianos, linarenses y algunos, aunque pocos, franceses. Como es imposible que sea estable, ya que en el invierno tienen que emigrar, se renueva bastante esta población obrera de un año para otro.

Producción

Fratándose de una explotación de seis meses al año, como término medio, y sometida a las diversas contingencias que hemos ido reseñando en el transcurso de estas páginas, claro es que la producción sufre bastantes fluctuaciones de un año a otro y nunca llega a establecerse de un modo normal.

La producción obtenida en los seis años últimos ha sido la siguiente, en cuyas cifras va incluida la de la mina «Ana», de que después nos ocuparemos:

1918.....	6.479 toneladas.	1921.....	7.731 toneladas.
1919.....	4.235 —	1922.....	10.750 —
1920.....	12.885 —	1923.....	7.691 —

Se hallan tomados estos datos de la Estadística Minera y es de suponer que se refieren al mineral arrancado y es-cogido.

Los datos correspondientes a 1923 se descomponen como sigue:

«Luisa»...	4.800 toneladas,	con un valor a bocamina de 160,50 ptas.
«Robert».	2.530 —	— — — —
«Ana»...	355 —	— — — —

lo que arroja un valor total a bocamina de 1.234.405,50 pesetas.

CAPÍTULO VIII

OTRAS MINAS DE LA ZONA DE PARZÁN

Chemenas

En la vertiente S. de la montaña de Liena, con vistas al pueblo de Parzán, denominada Chemeneas, puede verse una sucesión de bancos de pizarras silíceas, que a veces parecen cuarcitas, de unos 80 metros de espesor, entre diques graníticos que corren transversalmente a las curvas de nivel de la montaña.

En esta zona son bien visibles diversos afloramientos de hierro, con caracteres que les presentan como montera de dicho mineral, en la que se halla con bastante abundancia la siderosa con incrustaciones de pirita ferrocobrizada, con nódulos de calcita y vetas de cuarzo. A la izquierda del crestón que asoma en el cerro del Reguer, de esta partida, y en un pequeño barranquillo, encontré un filoncillo de hierro oligisto, y en otro barranco situado bastante más a la izquierda hicimos un barreno, en vista de que no aparecía el plomo por parte alguna de estos asomos ferruginosos, y encontramos con él algo de galena, aunque en pequeña cantidad, siendo la ganga siderosa, pirita y cuarzo.

En las cumbres de esta partida aparece la arenisca de grano grueso, perlada y otra roja micáfera y de grano fino,

colocadas directamente sobre el granito. Los estratos superiores se hallan formados por las pizarras micáferas rojas. Esto es, que en la cumbre hallamos el triás y no lejos de él las pizarras silíceas consideradas como silurianas, hallándose cerca de ambos el granito; es decir, la misma formación que en Liena y Ruego. Todo hace suponer que existe uno o varios filones de galena que corren aproxima-



Fot. 21.—Galería de Chemenas.

damente de E. a O.; pero la carencia total de labores impide el que pueda hablarse de su importancia.

No existe en este paraje más que una mina, denominada «María Luisa», número 819, de 39 hectáreas, que fué concedida en 1917.

Más arriba del cerro de la Pleta del Regué y hacia el E. existe una calicata antigua, que se reduce a unos cuatro o cinco metros de galería, siguiendo un afloramiento cortado

por un barranco. Aparece en la culata de esta labor un filoncillo de unos 15 centímetros con pintas de galena y con cuarzo predominante en la ganga. Se presenta en posición casi vertical y su dirección es de Θ . 36° S. a E. 36° N. La fotografía número 21 da idea de esta pequeña labor.

Mallo Ruego

Bastante antes de llegar al circo del Barrosa y a la izquierda de dicho río, en la vertiente escarpada de Mallo Ruego, se halla un filón que arde en las pizarras silíceas silurianas, en el que se han presentado bastantes bolsadas, pero que ya ha degenerado en venas de poco espesor. Se han realizado en él diversas labores en épocas distintas, pero la más importante es la llevada a cabo por la Société Mines de Parzán, que ha querido reconocer el criadero, sin que el éxito haya coronado sus esfuerzos.

Existe allí la mina «Nuestra Señora del Carmen», concedida en 1900, de 12 hectáreas, en la que se construyó en la antigüedad una casa que hoy se halla en ruinas, pues data de antes de 1870 el conocimiento de la existencia de este filón, que comenzó con galena y pirita y ha ido tomando tal preponderancia la blenda, que ha llegado a constituirse en predominante, aunque con escasa potencia del filón.

Para la explotación de esta mina construyó la Sociedad un cable aéreo (véanse planos números 4 y 5), que aún se conserva, de una longitud horizontal de 1.330 metros, que desciende desde la cota 2.150 a la 1.550, salvando, por tanto, 500 metros de desnivel; resultando una pendiente media de 38 por 100. Cruzó el Barrosa, y en la orilla derecha de este río se construyó la estación de descarga montándose desde ella al hospital una vía férrea Decauville para el transporte del mineral.

Se halla parada desde hace algunos años.

Tal vez relacionado con el filón anterior, cuya dirección

Plano núm. 4.

Perfil longitudinal del cable aéreo de la mina de Ntra. Sra. del Carmen.

ESCALA DE LONGITUDES 1 : 10.200
ID. DE ALTITUDES 1 : 10.000



es aproximadamente de N. a S. o al menos supeditado al mismo campo de fractura, se halle el que aparece en las proximidades del barranco de Mallo Ruego y que ha dado lugar a la concesión de la mina denominada «Barrosa», número 767, de 12 hectáreas, en la que aparece un poco desviado hacia el NO. Arma en rocas semejantes y el mineral predominante es la blenda, conteniendo algo de galena, pirita, siderosa y como ganga la calcita y el cuarzo. Su potencia es bastante reducida y no ha sido objeto de explotación por la Sociedad de Parzán.

Barranco Cuesta Barón

Algo análogo pudiera decirse del filón que aparece en el barranco de este nombre y que ha motivado la concesión de la mina «Nueva», número 689, cuyo filón arma en las pizarras silíceas y arcillosas del siluriano, y en el que la galena ha sido substituída casi completamente por la blenda, teniendo no más que unos 20 ó 25 centímetros de caja con vetillas de dicho mineral y de galena, mezclados con piritas y siderosa, con ganga cuarcífera. La falta de labores no nos permite extendernos más acerca de este filón.

Barranco Cerlig

Este barranco, que con el de Liena ha cortado a la montaña del mismo nombre, ha puesto al descubierto un filón de galena de unos 40 a 50 centímetros, por cuya caja precisamente descienden las aguas del barranco. Aproximadamente en la cota 2.000, y no lejos de la estación de ángulo del cable aéreo de la mina «Luisa», ha practicado la Sociedad Minas de Parzán, concesionaria de la mina «Clara», número 697 (véase plano número 5), una pequeña galería de reconocimiento, poniéndole a la vista con un espesor de unos 30 centímetros y en el que a la galena acompaña la

blenda, además de los productos de descomposición existentes en el sombrero de hierro. Arma en pizarras bastante silíceas y no lejos del granito, que se halla sobre ellas a escasa distancia. Se presenta vertical, y su dirección es de NO. a SE. aproximadamente. Un poco a la derecha aparece una cuarcita nodulífera, verdosa, cuyo color tal vez sea debido a la clorita; y a la altura de la bocamina aparece, por el camino que conduce a la mina «Luisa», un fuerte espesor de cuarcita con diques de granito, surcado con vetas y lechos de cuarzo.

CAPITULO IX

MINAS DE LA ZONA DE BIELSA

Grupo de «Ana»

A unos dos kilómetros de Bielsa, siguiendo la carretera a Parzán, encontramos la mina «Ana», que forma grupo con «Santiago», «Alejandro», «Ampliación a la mina Ana» y «Lucía», las cuatro primeras propiedad de la Sociedad Minas de Parzán y la última recientemente concedida a don Juan Farrús.

De todas ellas, la única que viene siendo objeto de explotación desde hace muchos años es la mina «Ana», si bien en estos últimos tiempos ha quedado reducida aquélla a su más mínima expresión. En las restantes no existe ninguna labor.

Se explota en «Ana» un filón dirigido de O. 15° S. a E. 15° N. (dirección principal) casi vertical o con arrumbamiento algo variable, que a veces se dirige hacia el S. y en otras hacia el N., que arma en las pizarras silíceas silurianas, no lejos del contacto con el granito, que también atraviesa, y en las proximidades del triásico, cuyas arenis-

cas y pizarras se hallan inclinadas 50° al S., 30° O., en la bocamina número 4, cuya zona triásica ha tenido que atravesar para llegar al filón. Su potencia es variable, pues mientras que en algunos sitios no se le ve más que con 25 centímetros, en otros llega a tres metros, ramificándose en numerosas venillas.

A la galena acompaña la pirita en pequeña cantidad, y en la ganga predominan los carbonatos espáticos y el cuarzo. La pizarra de la caja toma en ocasiones apariencia de verdadera cuarcita de gran dureza, como lo demuestra el hecho de que una pareja no avance al día más que unos 80 centímetros con la perforación neumática y pegando 10 u 11 barrenos, con un desgaste de unas 50 barrenas diarias.

Tiene esta mina cuatro niveles de explotación, que se han establecido cómodamente por la circunstancia de que el filón aflora por una escarpada ladera, y permite, como siempre suele suceder en el Pirineo, la explotación por encima del nivel del valle. Estas plantas están determinadas por las galerías generales de dirección, numeradas del 1 al 4, en sentido descendente. No incluimos un plano por no creerlo necesario.

La galería 1, la más alta de todas, según acabamos de decir, se halla situada a unos 150 metros sobre el nivel del valle. Tiene 220 metros de longitud y se halla parada hace bastante tiempo. A unos 18 metros por debajo se halla la número 2, que tiene 250 metros, hallándose ya explotado todo el macizo comprendido entre ambas galerías. De la 2 se enviaba el género al lavadero por medio de un plano inclinado, de unos 200 metros de longitud, que todavía existe; pero que no se utiliza, por la razón antedicha de no efectuarse extracción por este nivel.

La galería 3 se halla distanciada verticalmente 26 metros de la 2 y tiene 270 metros de longitud. Durante el año 1923 se ha explotado un poco en un realce situado entre la 3 y la 2 que ha dado algunas toneladas de mineral (355). El trans-

porte en el exterior se efectúa por medio de un simple cable aéreo (vaivén).

La galería 4 tiene 240 metros de longitud. Han atravesado la zona triásica, en estéril; claro es; y han llegado al granito y a las pizarras, encontrando el filón con un ancho para la caja de 1,50 metros. Durante más visitas, aparecía en el frente la galena con un filón de unos 35 centímetros, armando en una pizarra negra, como ya hemos dicho. Entre las galerías 3 y 4 todavía no se ha comenzado ningún realce, esperando, sin duda, el enriquecimiento del filón.

Como hecho digno de ser anotado, diremos que la galería número 2 se halla obstruída a los 15 o 16 metros de su entrada por el muro del canal de la Hidroeléctrica Ibérica, canal que ha cortado de nivel a la antedicha galería y le ha ocluído completamente desde su muro hasta el techo.

Puede decirse que ha estado parada durante casi todo el año la explotación de esta mina, pues su labor activa ha sido el avance de la galería número 4.

El género, bien por el cable aéreo, bien por plano inclinado, descendía al pie de la ladera, donde se halla el lavadero, contiguo a la carretera. Este taller de preparación se halla medianamente instalado, por lo que se proyecta variarle totalmente, en breve, montándole en forma que responda al principio de clasificación y concentración que se observa en el de las minas «Luisa» y «Robert», de Parzán; que tan minuciosamente hemos descrito. Ningún valor tendría la reseña del actual y por ello no la insertamos.

Para la energía necesaria cuenta la Sociedad Minas de Parzán con un pequeño salto de agua en las mismas proximidades del lavadero, disponiendo desde el año 1912 de una concesión de 353 litros por segundo para estos efectos. Por medio de este aprovechamiento se mueve una turbina Francia de 24 HP, que acciona las transmisiones del lavadero, y cuando éste se halla parado mueve un compresor

del mismo tipo que los descritos en las instalaciones de Parzán, destinado a la perforación neumática.

Los martillos perforadores empleados son también de 16 kilogramos de peso, trabajando generalmente dos martillos con el compresor, lo cual da un consumo de 12 HP para cada uno. Como todo el material neumático, han sido suministrados por Ingersoll-Rand. Del depósito de aire comprimido parte la tubería con una longitud de 180 metros y de 70 milímetros de diámetro, derivándose después para las galerías 3 y 4 con tuberías de 42 milímetros.

El mineral concentrado se transporta por medio de un carro pequeño al Hospital de Parzán, para su envío a Francia, por medio del cable aéreo.

Es de esperar que dentro de este año entre esta mina en un periodo de mayor actividad.

Minas "Lucía", "María Luisa" y "Carmen"

Un poco más abajo de la mina «Ana», o sea antes de llegar a su lavadero, encontramos a la izquierda de la carretera una pequeña galería de 10 ó 12 metros de longitud, en la que se observa la zona de descomposición de un criadero de galena, con las mismas especies mineralógicas que hallamos en la montera de hierro de estas formaciones. Se presenta verticalmente, y armando en las pizarras, muy cerca del granito y en condiciones tan análogas a las que dejamos anotado para el filón de «Ana», que apenas si podríamos hacer otra cosa más que copiar lo ya escrito. Tanto estos caracteres como su dirección, que indica cierto paralelismo con aquél, nos hace suponer que pertenece a la misma formación. La falta de labores de reconocimiento y la circunstancia de hallarse recubierto su crestón en lo alto de la montaña nos impide decir nada concreto acerca de su importancia.

Ha sido objeto en el año 1923 de la concesión «Lucía», número 1.257, de 11 hectáreas.

También cabe referir a esta serie filoniana, bien como paralelo, o bien como una apófisis del principal que se explota en la mina «Ana», circunstancia que hasta ahora no puede dilucidarse por hallarse recubierto por el triás, otro filón que hallamos un poco más arriba del lavadero de aquella mina, y ha sido objeto de una calicata o galería, de unos cuatro o cinco metros de longitud.

A la entrada de la galería se halla poco inclinado, pero bastan esos pocos metros de desarrollo en dirección para que le veamos inclinarse unos 70° al E. 19° S., siendo la dirección de la galería N. 39° O. Tiene una potencia de unos 60 centímetros y arma en un granito descompuesto, encontrándose en él siderosa y pirita con vetas de cuarzo y algunas venillas y nódulos de galena.

Los trastornos experimentados son evidentes, pues a la entrada de la galería buza 40° al N. 29° E., formando un pliegue bien visible. Ya hemos dicho que se halla cubierto por el triásico, en el cual se ha desarrollado el cultivo agrícola en las inmediaciones de la casa de la Matosa.

Ha sido objeto en 1923 de la concesión «Carmen», número 1.238, de 12 hectáreas, y creemos que este verano continúan, aunque en pequeña escala, las labores de reconocimiento, pues, como ya hemos dicho en otras ocasiones, la pequeña minería no podrá desarrollarse en esta zona.

Por último, a la derecha del primer puente de la carretera que va de Bielsa a Parzán, encontramos una pequeña calicata que se ha practicado en la mina «María Luisa», número 1.226, en un crestón de afloramiento en el que aparece el hierro abundante y no existen más que indicios de galena. Arma en las pizarras y no lejos del granito descompuesto. Tampoco podemos decir nada serio acerca de este filón, por la falta de labores, limitándonos a señalar su existencia y a consignar su paralelismo con el de la mina

«Ana», indicando de paso la posibilidad de que se halle en relación con los que asoman en las altas cúspides de las montañas de la izquierda del Barrósa.

CONCLUSIONES

Con lo que antecede damos por terminadas estas notas, sin más pretensión que la de servir de modesto guía a quien posteriormente quiera marchar por estos interesantes caminos, pues los obstáculos que presentan no los considera salvados quien estas líneas escribe.

El número de datos que dejamos consignados suponen otras tantas preguntas al personal de la Sociedad Minas de Parzán, y ello da idea de lo fatigosos que con él hemos sido. Por ello, es muy lógico que aquí presentemos nuestro reconocimiento a mi distinguido amigo y compañero señor Fuentes, su Director facultativo; al Subdirector M. Bossard, que con tanta atención nos ha auxiliado a los jefes de servicios, y dejo para lo último a M. Dubreil, el inteligente Director general, gran amigo de España y entusiasta de su belleza, que ha conseguido con su tenacidad y su trabajo convertir en un pequeño pueblo lo que antes no era más que un miserable albergue, y poner al descubierto la riqueza que atesoran estas elevadas montañas.

* * *

Un breve estudio, aun tan frívolo y ligero como el presente, nos lleva de la mano a las siguientes conclusiones:

1.ª Nos hallamos enfrente de una extensa formación filoniana de plomo con una longitud que raramente puede encontrarse en los Pirineos, pues se extiende desde el otro lado del circo de Troumouse hasta el valle de Gistain, y aun puede ser que con ella guarde relación la que encontramos en Vilaller, en el valle del Noguera Ribagorzana, en la provincia de Lérida.

2.ª Quitando el caso aislado de la Sociedad Minas de Parzán, a quien exclusivamente se debe la producción de galena, el resto de esta zona se halla virgen de explotación y aun de estudio.

3.ª Es un tópico demasiado manido hablar de la necesidad de ferrocarriles, y por ello no hacemos en él gran hincapié. Pero tengamos, al menos, la ilusión remota de que grandes centrales hidroeléctricas establecidas en el Pirineo, o en la región subpirenaica, en la que el fracaso no es tan peligroso, alimentarán un día la vasta red que precisa a estos valles deliciosos para que cese la elegante paradoja de que sus circos sean visitados por menor número de españoles que lo son los del extranjero, con la cual se pondrían en valor las minas, creando una riqueza que hoy sólo existe al estado latente, y se llevaría una pulsación de la vida moderna a aquellos abnegados pueblos.

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	22.294
Antracita.....	15.074
TOTAL.....	37.368

Briquetas..... 5.858 toneladas.
Coque..... 3.750 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.060

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	66.232
Antracita.....	24.513
TOTAL.....	90.745

Aglomerados..... 13.904 toneladas.
Coque..... 1.873 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	22.303
Antracita.....	13.411
TOTAL.....	35.714

Aglomerados..... 13.933 toneladas.
Coque..... 11 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.251
Coque de gas.....	353 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.600
Aglomerados de hulla.....	7.908 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	6.632

Valencia

Coque metalúrgico..... 8.026 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... » toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.222 toneladas.
 Aglomerados..... 4.317 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.724
Aglomerados.....	»
Coque de gas.....	227

Producción de combustibles durante los meses de enero a octubre de 1929

	Meses anteriores	Octubre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	394.714	54.889	449.603
Hulla.....	4.781.664	601.858	5.383.522
Lignito.....	299.697	33.620	333.317
TOTAL.....	5.476.075	690.367	6.166.452
Coque.....	457.981	58.808	516.789
Aglomerados.....	412.226	54.992	467.218

Producción nacional de aceites combustibles⁽¹⁾

Meses de enero a octubre de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Octubre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	2.997.224	310.870	3.308.094
Benzol 50 por 100 (medio)...	147.744	27.545	175.289
Solvent-nafta (pesado).....	359.722	48.072	407.794
Otros tipos.....	479.830	36.897	516.727
TOTAL.....	3.984.520	423.384	4.407.904
Aceites crudos (alquitranes)	27.150.564	2.990.275	30.140.839

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	4.280.897	513.693	4.794.590
Gasolinas y similares.....	362.329	45.151	407.480

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de octubre de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	55.608
Badajoz.....	3.409
Coruña (Galicia).....	15.497
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.886
Granada-Málaga	42.854
Huelva	29.535
Jaén	1.666
Murcia.....	10.932
Oviedo.....	10.111
Santander.....	56.122
Sevilla.....	11.190
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	56.168
Vizcaya.....	241.026
Zaragoza.....	3.290
TOTAL.....	540.294
Meses anteriores.....	4.234.609
TOTAL A LA FECHA.....	4.774.903

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	127	»	»	»
Coruña.....	»	»	63.000	»	»
Guipúzcoa.....	1.005	1.185	»	»	»
Oviedo.....	4.294	7.376	»	»	»
Santander.....	4.038	4.883	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	13.074	11.728	»	»	»
Vizcaya.....	33.295	38.149	»	»	»
TOTAL.....	55.706	63.448	63.000	»	»
Meses anteriores	520.425	701.034	1.294.286	»	»
T. A LA FECHA.	576.131	764.482	1.357.286	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	699	»
Ciudad Real.....	42	»
Córdoba.....	354	316
Guipúzcoa.....	370	»
Murcia.....	826	»
Oviedo.....	»	692
Santander.....	6.170	»
TOTAL.....	8.461	1.008
Meses anteriores.....	75.917	8.410
TOTAL A LA FECHA.....	84.378	9.418

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba.	»	»	»	603.630	»
Huelva....	360.027	1.287.629	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	109.127	61.750	»
Sevilla....	554	»	»	»	25.000
TOTAL..	360.581	1.287.629	109.127	665.380	25.000
Meses anteriores.	2.735.594	10.213.575	511.640	4.888.462	217.000
T. FECHA.	3.106.175	11.501.204	620.767	5.553.842	242.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	726
Oviedo.....	122
TOTAL	848
Meses anteriores.....	12.898
TOTAL A LA FECHA.....	13.746

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	35	»
Badajoz.....	310	»
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	447	95
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	568	»
Córdoba.....	2.664	3.723
Granada-Málaga.....	130	1.727
Guipúzcoa.....	35	»
Jaén.....	6.381	1.428
Murcia.....	1.289	3 376
Santander.....	1.091	»
Sevilla.....	»	»
Zaragoza.....	205	»
TOTAL.....	13.155	10.349
Meses anteriores.....	107.555	89.533
TOTAL A LA FECHA.....	120.710	99.882

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado al Consejo de Minería el Ingeniero 2.º D. Manuel Moreno Pasquau.

Ha sido nombrado Director de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas el Ingeniero jefe de 1.ª clase D. Francisco Gómez Rojas.

Se ha disminuído en un Ayudante la plantilla del Distrito minero de Murcia y aumentado en un Ayudante la del Instituto Geológico y Minero de España.

En virtud de concurso se ha destinado al Instituto Geológico y Minero de España al Ingeniero 2.º D. Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa.

Se nombra Profesor auxiliar de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas al Ingeniero 2.º D. José Echánove Casas.

Ha sido destinado al Distrito minero de Palencia el Ingeniero 3.º D. Pedro Zárraga Baeza.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de noviembre de 1929

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de noviembre de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS
Alava	Aramayona	Negrita	Subs. bituminosas	15	D. Joaquín Rodríguez Domínguez.
Badajoz	Higuera de Llerena	Marcelina	Cobre	24	D. Ramón Bonaplata Martínez.
Idem	Segura de León	Eulalia	Hierro	21	» Emilio López Espinosa de los Monteros.
Idem	Idem	Segunda Maruja	Idem	32	Idem.
Barcelona	Balsareny	Demasia a Sallent	Sales potásicas	21,3060	S. A. La Minera.
Idem	Callús	Demasia a Montserrat	Idem	1.8870	Idem.
Idem	Castellnou de Bages	Demasia a Barcelonaise	Idem	3,5085	Minas de Potasa de Suria, S. A.
Idem	Idem	3.ª Demasia a Agenaise	Idem	1,3443	Idem.
Idem	Idem	1.ª Idem id	Idem	1,2856	Idem.
Idem	San Mateo de Bages y Callús	1.ª Demasia a Gersoise	Idem	29,2693	Idem.
Idem	San Mateo de Bages	2.ª Idem id	Idem	2,0497	Idem.
Idem	Idem	Demasia a Gersoise	Idem	1,8191	Idem.
Idem	Suria	Demasia a Barcelonaise y Agenaise	Idem	32,0961	Idem.
Idem	Idem	Demasia a Sagazán	Idem	3,04752	Idem.
Granada	Capileira	San Sebastián	Hierro	20	D. Francisco Cifuentes Robles
Idem	Idem	Josefina	Idem	20	Idem.
Idem	Huéneja	Gorosco	Idem	280	D. José Gorostidi Bidaguren.
Idem	Loja	Margarita	Idem	12	S. A. Oxidos Rojos de Málaga
Idem	Idem	Pepito	Idem	32	Idem.
Idem	Fregente y Orgiva	San Antonio	Plomo	30	D. Antonio Rincón García.
Guipúzcoa	Aya	San Lorenzo	Idem	20	» Francisco Irusta y Echevarría.
Idem	Elgueta y Vergara	Aumento a San José	Idem	20	» Francisco Irusta y Echevarría.
León	Almagarinos	Marcelino Segunda	Hulla	64	Sociedad Antracitas de Brañuelas.
Idem	Caminayo	Paz	Idem	36	D. Florencio Bermejo San Martín.
Idem	Canseco	Lourdes	Idem	27	» Genaro Fernández Getino.
Idem	La Granja	Segunda Sagrario	Idem	14	» Víctor Pérez.
Idem	San Andrés y Santa Marina	San Andrés	Idem	19	» Jose Calleja Landeta.
Idem	Idem	Guadalupe	Idem	27	Idem.
Idem	Santa Marina de Torre	Emma	Idem	10	D. Marcelino Suárez González.
Idem	Santa Marina	Nos Veremos	Idem	14	Idem.
Idem	Santibáñez de Montes	Ampliación a Elena	Idem	283	Sociedad Antracitas de Brañuelas.
Idem	Posada de Valdeón	Marina	Plomo	52	D. Félix Alonso del Molino.
Lérida	Llavorsí	Magdalena	Amianto	20	D. Jaime Solé Viale.
Idem	Batllú de Sas (Benés)	Conchita	Carbón	144	» Emilio Daura Olivantri.
Idem	Benés y Malpás	San Antonio	Idem	312	» Antonio Piera Comas.
Idem	Llavorsí	Tecla	Plomo	82	» Antonio Solé Torné.
Palencia	Respenda de la Peña	Demasia a Crescenciana	Antracita	0,2325	Sociedad Minera Cántabro BIlbaina.
Idem	Idem	Idem id. a núm. 3	Idem	0,0600	Idem.
Idem	Idem	Demasia a Dos Amigos	Idem	0,2940	D. Cayetano Fernández Morán.
Idem	Contreras	2.ª Pradera	Carbón	54	» Pascual Eguiagaray.
Idem	Celada de Robledo	Mercedes	Hulla	12	» Manuel Néstar Barrio.
Idem	Huidobro y Villaescusa de Butrón	Pepita	Petróleo	50	» Simón Gómez Segura.
Sta. Cruz Tenerife	Arona	San Lorenzo	Indeterminado	20	D. Manuel Díaz García.
Idem	Candelaria	Chese	Idem	40	Comunidad Alumbramiento Aguas «Chese».
Idem	Guía de Isora	San Felipe y Sauce	Idem	20	D. Guillermo Villiers.
Idem	Los Silos	Ana Lola	Idem	6	» Evaristo Cristellys Gómez
Tarragona	Flix	Anita	Fosfato calizo	4	D. Antonio Mestre Díez.
Vizcaya	Ceánuri y Orozco	Santa Teresita	Hierro	50	D. Manuel Padrós Guiamet.
Idem	Dima	Infierno	Idem	29	Idem.
Idem	Idem	María Luisa	Idem	20	Idem.
Idem	Gatica, Górriz y Plencia	Necesaria núm. 3	Petróleo	745	D. Jerónimo Jubeto y Eguiluz
Idem	Gatica, Munguía y Maruri	La Bernardeta	Idem	295	» José de Azarola y Grasilón

1188

1189

Catastro minero

Se ha practicado la rectificación del catastro minero de las provincias de Alava, Badajoz, Barcelona, Granada, Guipúzcoa, León, Lérída, Palencia, Santa Cruz de Tenerife, Tarragona y Vizcaya.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden declarando desierto el concurso anunciado para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de aguas subterráneas en San Mamés de Abar (Burgos). ("Gaceta" del 2.)

Núm. 317.

Ilmo. Sr.: Celebrado el concurso anunciado en la *Gaceta de Madrid* del 8 de agosto último para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de aguas subterráneas salinas en San Mamés de Abar (Burgos), al que se ha presentado una sola proposición suscrita por D. Ricardo Icardo en nombre de la Casa Foraky:

Visto el informe que con fecha 19 del corriente ha emitido el Instituto Geológico y Minero de España acerca de dicha proposición, según el que, no pudiendo estimarse conveniente la oferta para los intereses del Estado, es procedente no aceptarla y declarar desierto el concurso a que se refiere:

Considerando que la base 18 del pliego de condiciones prevé esta contingencia y determina que «caso de no encontrarse aceptables ninguna de las proposiciones presentadas se declarará desierto el concurso»,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer que se declare desierto el concurso acordado por Real orden de 3 de agosto último, cuyo pliego de condiciones fué inserto en la *Gaceta de Madrid* de 8 del

mismo mes, y se devuelva a D. Ricardo Icardo, autor de la única proposición presentada al mismo, la fianza provisional de 2.000 pesetas y documentos que acompañó a su oferta.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 25 de octubre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se efectúe, mediante concurso público, la contrata de ejecución de un sondeo dentro de la zona reservada para el Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla). («Gaceta» del 3.)

EXPOSICIÓN

Señor: Ejecutada la primera parte del plan de investigaciones de carbón en la zona reservada al Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla), plan integrado por los cuatro sondeos señalados con los números 1, 2, 3 y 4, cuya situación está detallada en la propuesta del Instituto Geológico de 13 de octubre de 1928, que fué aprobado por Real orden de 25 de dicho mes y año, y dispuesto por Real decreto de 15 de noviembre siguiente que la ejecución de los sondeos números 1 y 4, que forman la mencionada primera parte, quedará exceptuada de las formalidades de subasta y se efectuará mediante concurso público:

Considerando que la realización del plan completo es de un gran interés industrial y científico:

Considerando que de los sondeos que faltan por realizar de dicho plan, señalados con los números 2 y 3, debe darse la preferencia al número 2, quedando supeditada la ejecución del número 3 a los resultados obtenidos en el 2.

Teniendo presente la indole característica de esta clase

de obra, que exige una especialización de personal y material mecánico que no puede improvisarse, no es procedente realizarlas por Administración, ni conveniente prescindir de conocer las ofertas de Casas extranjeras, cuya competencia en estos asuntos es una garantía, y que la Casa «Trefor», adjudicataria del concurso de ejecución de los sondeos números 1 y 4 del plan, tiene concedido el derecho de tanteo para la de los números 2 y 3.

En consecuencia, está indicada la aplicación del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública, realizando estos sondeos por contrata, mediante concurso, y no por subasta.

Fundado en las precedentes consideraciones, el Ministro que suscribe tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Sevilla, 31 de octubre de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M., *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO

Núm. 2.302.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con arreglo a lo que preceptúa el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911, queda exceptuada de las formalidades de subasta, y se efectuará mediante concurso público, la contrata de ejecución de un sondeo señalado con el número 2 en la correspondiente propuesta y plano del Instituto Geológico y Minero de España, y sito dentro de la zona reservada para el Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla).

Art. 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las

disposiciones aclaratorias y complementarias para el cumplimiento de este Real decreto.

Dado en Sevilla a treinta y uno de octubre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden que adjudica definitivamente a la Sociedad anónima Española de Sondeos «Foraky» la contrata de ejecución de un sondeo de comprobación y reconocimiento en el anticlinal de Leva (Burgos). («Gaceta» del 8.)

Núm. 323.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones, inserto en la *Gaceta de Madrid* de 19 de septiembre último, referente al concurso público para contratar la ejecución de un sondeo de comprobación geológica e investigación de horizontes acuíferos salinos en el anticlinal de Leva (Burgos):

Vistas las dos proposiciones presentadas a este concurso, una por la Sociedad anónima «Trefor» y otra por la Sociedad anónima Española de Sondeos «Foraky»:

Visto el informe emitido por el Instituto Geológico y Minero de España, con fecha 31 de octubre último, sobre dichas proposiciones, según el que procede la adjudicación de las obras objeto del concurso a la segunda de las Sociedades mencionadas, por ser su oferta la más favorable de las presentadas,

S. M. el Rey (q. D. g), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente la contrata de ejecución de un sondeo de comprobación y reconocimiento en el anticlinal de Leva (Burgos), objeto del concurso anunciado en la *Gaceta de Madrid* del 19 de septiembre último, a la Sociedad anónima Española de Sondeos

«Foraky», la que queda obligada a legalizar en escritura, que otorgará ante Notario, dentro del plazo de cuarenta días, contados a partir de la fecha en que aparezca inserta en la *Gaceta de Madrid* la Real orden de adjudicación, los compromisos que contrae con la Administración.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 4 de noviembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden disponiendo que por el Gobierno civil de la provincia de Vizcaya se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año actual, aun cuando los terrenos a que se refieran se encuentren comprendidos dentro de la zona reservada por el Estado en la Real orden del 28 del mismo mes, y que se tramiten igualmente los registros mineros de aquella índole, presentados después del 18 de octubre, que se refieran a terrenos solicitados fuera de la zona reservada. («Gaceta» del 14.)

Núm. 337.

Ilmo. Sr.: Vista la Real orden de 18 de octubre último disponiendo quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño, y que en las minas de cualquier otra substancia mineral que se otorguen a partir de aquella fecha se haga constar expresamente que la concesión no da derecho a explotar el estaño hasta que el Estado determine los terrenos que estime oportuno reservarse, dejando luego libre la explotación de dicho metal en las concesiones que queden fuera de aquellos terrenos:

Vista la Real orden de 28 de octubre del año en curso

suspendiendo temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona de la provincia de Vizcaya comprendida dentro del perímetro que señala,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que por el Gobierno civil de Vizcaya se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año actual, aun cuando los terrenos a que se refieran se encuentren comprendidos dentro de la zona reservada por el Estado por Real orden del día 28 del mismo mes, otorgándose dentro de los preceptos reglamentarios los títulos de propiedad respectivos sin restricción especial alguna.

2.º Que se tramiten igualmente los registros mineros de aquella índole presentados después del 18 de octubre que se refieran a terrenos solicitados fuera de la zona reservada.

3.º Que en los títulos de propiedad de minas de otra substancia distinta del estaño que se otorgue en dicha provincia de Vizcaya, se haga constar expresamente, como condición especial, si los terrenos concedidos se hallan dentro de la zona reservada por el Estado, que la concesión no da derecho a explotar el estaño que pueda presentarse dentro del perímetro abarcado por la demarcación, dejando libre de dicha condición especial las concesiones que se hallen enclavadas fuera de la zona reservada.

4.º Que los registros mineros de substancia mineral distinta del estaño que se soliciten dentro de la zona reservada de que queda hecha mención, se admitirán, tramitarán, y en su caso concederán, con la salvedad de que si el Estado ejecutara dentro del terreno comprendido por los mismos labores de reconocimiento y descubriera, por virtud de ellas, alguna substancia mineral de la tercera Sección distinta de la que obligatoriamente hubiera expresado el peticionario en su solicitud, la concesión no dará a éste derecho alguno a explotar aquella substancia.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 7 de noviembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto núm. 2.482 que concede a la Sociedad anónima Española de Productos Dolomíticos, para su industria de materiales refractarios de Revilla de Camargo (Santander), los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública. («Gaceta» del 22.)

Real decreto núm. 2.483 que desestima el recurso de alzada interpuesto por D. Ignacio Casariego, y confirma la providencia dictada por el Gobernador civil de la provincia de Oviedo, con fecha 6 de agosto último, que decretó la necesidad de ocupación de una faja de terreno, a los fines de imposición de servidumbre forzosa de paso aéreo para el servicio de conducción de arcilla por la Sociedad de Cerámica Asturiana «San Claudio». («Gaceta» del 22.)

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se adjudique, mediante concurso, la contrata de ejecución de un primer sondeo de investigación de la cuenca potásica de Navarra. («Gaceta» del 22.)

EXPOSICIÓN

Señor: Los estudios realizados por el Instituto Geológico y Minero de España, al llevar a cabo los trabajos de la geología de Navarra, denunciaron la existencia de potasa en las aguas de las salinas de Olaz, próximas a la ciudad de Pamplona. Este descubrimiento interesantísimo motivó la Real orden de 27 de julio de 1928, por la cual se reservaba

a favor del Estado una zona de terrenos en aquella provincia, en previsión de la posibilidad de existencia de una nueva cuenca potásica, y ha dado lugar a un detallado y luminoso informe sobre dicha zona, emitido por aquel Centro técnico, en el que se estudian la extensión y estructura del terreno oligoceno (en cuya base se encuentran los yacimientos potásicos de Cataluña) en las provincias de Navarra, Alava y Logroño, proponiendo muy acertadamente una primera investigación en la primera de dichas provincias, con objeto de ver si se corta el presunto manto salino.

La trascendencia del objeto que se persigue con esta investigación, un sondeo de 600 metros de profundidad, situado unos 500 metros al SO. de las salinas de Pamplona, es tan evidente que no parece necesario más argumentación para que el Estado se decida a ejecutar dentro de la zona que se ha reservado, trabajos que pueden poner de manifiesto si la sospechada cuenca potásica es industrialmente utilizable.

Ahora bien, estas exploraciones por sondeo son de índole tan delicada, exigen tal especialización, que no parece prudente ni realizarlas por Administración ni adjudicarlas por subasta, estando, por el contrario, indicada la aplicación del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública, realizando los sondeos por contrata mediante concurso público.

En virtud de las anteriores consideraciones, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Decreto.

Madrid, 21 de noviembre de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M., *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO

Núm. 2.478

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Con arreglo a lo que preceptúa el artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911, queda exceptuada de las formalidades de subasta y se adjudicará mediante concurso la contrata de ejecución de un primer sondeo de investigación de la cuenca potásica de Navarra, de 600 metros de profundidad, situado unos 500 metros al SO. de las salinas de Pamplona.

Art. 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias y complementarias al cumplimiento del presente Real decreto.

Dado en Palacio a veintiuno de noviembre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden disponiendo que durante el mes de diciembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen en la actualidad. («Gaceta» del 29.)

Núm. 350.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de diciembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del

plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los que fueron fijados por Real orden de 31 de julio último publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º de agosto.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de noviembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
LOS FILONES DE GALENA DE BIELSA Y PARZÁN.— <i>Descripción de la formación filoniana y de sus explotaciones mineras para el catálogo de los criaderos minerales de España</i> , por el Ingeniero del Distrito D. José Romero Ortiz de Villacián, con un prólogo del Ingeniero Jefe D. Leandro Pérez Cossío.	1.069
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de octubre de 1929.....	1.180
Producción de combustibles durante los meses de enero a octubre de 1929.....	1.183
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a octubre de 1929.....	1.183
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de octubre de 1929.....	1.184
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	1.187
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de noviembre de 1929.....	1.188
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.— Real orden declarando desierto el concurso anunciado para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de aguas subterráneas en San Mamés de Abar (Burgos).....	1.191
Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se efectúe, mediante concurso público, la contrata de ejecución de un sondeo dentro de la zona reservada para el Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla).....	1.192

	<u>Páginas</u>
Real orden que adjudica definitivamente a la Sociedad anónima Española de Sondeos «Foraky» la contrata de ejecución de un sondeo de comprobación y reconocimiento en el anticlinal de Leva (Burgos).....	1.194
Real orden disponiendo que por el Gobierno civil de la provincia de Vizcaya se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año actual, aun cuando los terrenos a que se refieran se encuentren comprendidos dentro de la zona reservada por el Estado en la Real orden de 28 del mismo mes, y que se tramiten igualmente los registros mineros de aquella índole, presentados después del 18 de octubre, que se refieran a terrenos solicitados fuera la zona reservada.....	1.195
Real decreto que concede a la Sociedad anónima Española de Productos Dolomíticos, para su industria de materiales refractarios de Revilla de Camargo (Santander), los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública.....	1.197
Real decreto que desestima el recurso de alzada interpuesto por D. Ignacio Casariego, y confirma la providencia dictada por el Gobernador civil de la provincia de Oviedo, con fecha 6 de agosto último, que decretó la necesidad de ocupación de una faja de terreno, a los fines de imposición de servidumbre forzosa de paso aéreo para el servicio de conducción de arcilla por la Sociedad de Cerámica Asturiana «San Claudio».....	1.197
Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se adjudique, mediante concurso, la contrata de ejecución de un primer sondeo de investigación de la cuenca potásica de Navarra.....	1.197
Real orden disponiendo que durante el mes de diciembre próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen en la actualidad.....	1.199

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA

La Real orden de 5 de abril de 1929, en su artículo 1.º, dice:

1.º Se abre concurso para la presentación de proyectos relativos a cada uno de los temas siguientes:

.....
TEMA SEGUNDO.— «Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena.»

Además de cuanto se crea conveniente exponer para la más fácil y económica resolución del problema, la Memoria deberá comprender:

1.º Descripción de las distintas clases de mena de esa naturaleza de la Sierra de Cartagena.

2.º Posibilidad y conveniencia industrial del empleo de estos métodos; bien sea aplicándolos a la mena bruta o bien, como complemento del método por gravedad, a los mixtos o al producto de una concentración parcial que en la actualidad se viene sometiendo a la calcinación y que llaman blendas pobres.

3.º Determinación de los aparatos más apropiados para esas clases de mena y productos

4.º Determinación de la naturaleza de los aceites y de los agentes y proporción de las mezclas.

5.º Ventajas e inconvenientes de una instalación central o de dos o más y lugares de emplazamiento.

6.º Costo aproximado de las instalaciones.

7.º Costo y pérdidas del tratamiento.

8.º Resultados económicos.

.....
BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA.— Abril de 1929.



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

APLICACION INDUSTRIAL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FLOTACION A LOS MINERALES COMPLEJOS DE PLOMO Y CINCO DE LA SIERRA DE CARTAGENA

POR EL INGENIERO DE MINAS
D. JUAN RUBIO DE LA TORRE

TRABAJO PREMIADO EN EL CONCURSO DE 1929
ENTRE INGENIEROS DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Por la Sierra de Cartagena.

INTRODUCCION

Es digna, por todos conceptos, de las mayores alabanzas la iniciativa del señor Ministro de Fomento suscitando un tema de tanta importancia para la Sierra de Cartagena como el que ha dado margen a la publicación en la *Gaceta* del día 7 de abril del corriente año del concurso cuyo segundo tema tiene el siguiente enunciado: *Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena.*

Si en circunstancias normales el tema de referencia hubiera planteado una cuestión de suma trascendencia,

dado el enorme impulso que estos procedimientos han adquirido en el mundo entero, en los momentos actuales, en que el distrito cartagenero atraviesa una crisis que pudiéramos calificar de histórica por lo honda y persistente, viene a proyectar la luz de tal manera en el horizonte de las posibilidades de redención, que nunca hubiérase emitido una pregunta de tanta actualidad e interés.

Motivos especiales hemos tenido, que no podemos citar, ateniéndonos a las normas que rigen esta clase de concursos, para dedicar a este trabajo la intensidad y entusiasmo que una materia tan delicada requiere, y sería la mayor recompensa a que podríamos aspirar haber contribuido con nuestro modestísimo esfuerzo a iniciar el resurgimiento de la minería en un distrito que, aunque muy antiguo, posee todavía en el subsuelo incalculables fuentes de riqueza.

Para hacer más fácil el estudio de esta Memoria, la hemos dividido en dos partes. En la primera, que hemos procurado condensar todo lo posible, hacemos los cálculos necesarios estableciendo las conclusiones a que nos han conducido las operaciones realizadas en el taller experimental de flotación. Las experiencias están clasificadas en varias series o periodos de ensayo, a cada uno de los cuales precede una sucinta relación cuya lectura pone de manifiesto los progresos realizados en el orden sucesivo de las investigaciones, constituyendo todas ellas la segunda parte, que hemos denominado «Apéndice».

De esta manera hemos procurado contestar a todos los extremos a que se refiere el cuestionario objeto del concurso, pues mientras que en la primera parte exponemos las razones que justifican la *posibilidad y conveniencia industrial de los métodos de flotación aplicados a los minerales complejos de Cartagena*, enjuiciando sobre el *emplazamiento de las instalaciones, costo y pérdidas del tratamiento y resultados económicos* a que se refieren las bases números 2, 5, 7 y 8, en la segunda, o apéndice, se trata con todo de-

talle de la *descripción de las distintas clases de menas y de la naturaleza y proporción en que deben emplearse los aceites y reactivos* (bases 1.^a y 4.^a), incluyendo al final, para contestar a las bases 3.^a y 6.^a, la descripción, el presupuesto y los planos de la instalación más conveniente.

Para los experimentos hemos utilizado dos máquinas elementales de flotación, de las que se construyen especialmente para ensayos, una mayor que la otra, y además, una instalación completa para pruebas en mayor escala, compuesta de una machacadora tipo Blacke, un molino de rodillos, una celda Calow de doble compartimiento, separando un concentrado bruto de plomo que vuelve a tratarse en otra celda análoga de menor tamaño; otra celda idéntica a la primera, que recibe los residuos de aquella para obtener un concentrado bruto de cinc; otra idéntica a la segunda, para refinar este concentrado, y dos tanques Dorr o espesadores, además de las bombas y accesorios para la circulación de las pulpas y distribución de los reactivos.

La capacidad de la instalación es de 10 kilos por hora.

Antecedentes, consideraciones fundamentales y conclusiones.

Los minerales de la Sierra de Cartagena son muy variados, pero la mayor parte se caracterizan por la complejidad de la mezcla formada por los elementos metálicos que constituyen las menas objeto de explotación.

Raras veces se encuentra la galena aisladamente en sus yacimientos, y aun en este caso, por la naturaleza de las gangas que le acompañan, es su tratamiento más difícil que el que se practica en otros distritos de España, entre los cuales citaremos el de Linares por la sencillez con que se concentran sus minerales.

A excepción de algunas zonas en que el plomo es el único metal rico depositado en el subsuelo en forma de galena

por los agentes mineralizantes, puede decirse que casi siempre esta especie mineralógica se encuentra asociada al cinc en el estado de sulfuro y al hierro en sus formas de pirita y magnetita, y aun podemos afirmar que los tres metales concurren, según su importancia, en un orden inverso al que hemos adoptado para enumerarlos.

Como es natural, desde que se inició la industria extractiva en Cartagena, se estableció automáticamente un principio de selección, explotándose primeramente aquellas minas cuyos yacimientos eran más ricos y sus menas menos complicadas, y aunque en los diferentes períodos históricos las grandes crisis paralizaron los esfuerzos, surgieron otras tantas veces, dispersas como siempre, las pequeñas actividades que constituían el nervio de esta región, sucediéndose las alternativas durante varias centurias.

Desgraciadamente, los acontecimientos que iniciados en el año 14 hicieron sentir su influencia en el mundo de los negocios de una manera tan intensa, no pudieron dejar de afectar a este distrito, y aunque, posteriormente, ha vivido unos años holgadamente por el influjo de las altas cotizaciones, que tuvieron su fundamento en la especulación más que en la ley natural que relaciona el consumo con las disponibilidades, ha venido a imponerse la triste realidad, determinando una situación tan difícil, que para afrontarla y resolverla estimamos que precisa un cambio de orientación.

Si dirigimos una mirada al exterior para examinar el mercado de los metales, observaremos que se producen abundantemente a pesar de la estabilización de los precios a un nivel ruinoso para las explotaciones de Cartagena, merced a la gran extensión de las concesiones en otros países que permite la estandarización de los métodos y la mecanización de los procedimientos.

En el distrito cartagenero hay *crisis de minerales simples*, pero quedan todavía muchos minerales complejos que no se pueden beneficiar en los lavaderos actuales, y se

presentan en grandes masas piríticas en que el sulfuro de hierro y la magnetita están íntimamente mezclados con la blenda y la galena. Estas grandes masas tienen, a nuestro juicio, más importancia, por su regularidad y por el alto porcentaje de sus valores metálicos, que muchos de los filones de galena que tuvieron gran resonancia, pero cuya duración fué muy efímera.

Nosotros podemos afirmar que en una extensión muy reducida integrada por las superficies de cinco minas pequeñas, por no citar otras, situadas en el Llano del Beal, hay a la vista muy cerca de 500.000 toneladas de mineral conteniendo aproximadamente 7 por 100 de plomo, 11 por 100 de cinc y 32 por 100 de hierro.

En esta misma zona se han explotado numerosas minas, de las que algunas quedan todavía en actividad, en las que el cinc se concentraba al 15 ó 20 por 100 para vender la blenda a los talleres de calcinación, que pagaban de 12 a 15 pesetas por tonelada, de donde fácilmente se infiere la causa de la paralización de sus trabajos.

Agrupadas estas minas para hacer una explotación de conjunto, y sometiendo sus minerales a un procedimiento de concentración, racional, con las pérdidas que el estado actual de la técnica debe tolerar, producirían grandes cantidades de blenda con un 45 a 50 por 100 de cinc y serían remuneradoras sus explotaciones a los cursos actuales.

Todo el manto de azules no es otra cosa que una enorme masa de mineral complejo, en que el plomo y cinc entran en proporciones muy pequeñas y la magnetita en grandes cantidades.

En la página 1296 puede verse el resultado de una experiencia realizada con mineral de la mina L. C. enclavada en el manto, del que, a pesar de la pobreza de la mena explotada (2,3 por 100 de Pb. y 2,1 por 100 de Zn.), se obtuvo al primer intento de flotación un concentrado de Pb. con el 53,4 por 100 y uno de Zn. con el 45,6 por 100 de Zn. En esta

mina, actualmente en explotación, no se pueden obtener concentrados de Zn. y las pérdidas de Pb. fueron del 62 por 100 en el año 1927.

En la zona «El Garbanzal», muy cerca de La Unión, donde ha habido una riqueza extraordinaria en minerales de cinc y plomo, es cierto que se han explotado y se explotan todavía algunas minas, pero gracias a la bondad de la mena y a la utilización de los hornos de reverbero para la calcinación y concentración ulterior del cinc, procedimiento antieconómico y que origina pérdidas de metales de gran consideración, como lo prueba el análisis de las terreras de las minas, de las que hay enormes cantidades. Queda todavía mucho mineral por explotar, pero se tropieza con el grave inconveniente de que la blenda que se produce es de baja ley por no poderse concentrar a mayor grado por los procedimientos actuales, y se precisa un tratamiento posterior, sometiéndola a la calcinación, para lavarla nuevamente, tratamiento que, como ya hemos dicho, es muy caro y origina grandes pérdidas.

En la demarcación del Gorguel, no lejos de Escombreras, se han descubierto recientemente unos criaderos en masa, muy importantes, de minerales complejos, cuya potencia llega a ser de 20 metros, conteniendo aproximadamente 10 por 100 de Pb., 15 por 100 de Zn. y 13 por 100 de Fe.

Hechas las consideraciones que preceden, conducentes a demostrar la existencia en Cartagena de grandes cantidades de minerales que no han podido explotarse, entre otras razones, por su complejidad, nos vamos a referir a la segunda parte de este trabajo, donde están anotadas las pruebas realizadas por flotación con minerales de diversas procedencias.

Las operaciones efectuadas con minerales sencillos dieron desde el primer momento excelentes resultados no solamente por la concentración obtenida, sino también, y esto

es lo más importante, por el rendimiento, lo que nos mueve a aconsejar desde ahora el empleo de los procedimientos de flotación en substitución de los lavaderos actuales, ya que con éstos las pérdidas son excesivas y no llegarían al 10 por 100 variando de sistema.

En cuanto a los ensayos realizados para flotar los minerales complejos, han sido numerosísimos, por las dificultades encontradas al principio; pero después de más de 500 experiencias se ha llegado a resultados en extremo satisfactorios.

Basta examinar los extractos de los primeros períodos de pruebas para cerciorarse de la lentitud de los progresos realizados.

La oxidación parcial de los elementos metálicos de esta clase de menas fué la causa principal de los fracasos. Sin embargo, como puede verse en los extractos de los períodos 14.º, 15.º y 16.º del apéndice, el problema se ha resuelto satisfactoriamente, habiéndose llegado a obtener de un mineral sumamente complejo, que puede citarse como típico de los del Llano del Beal, concentrados de plomo y de cinc con leyes del 67,8 y 50,9 y rendimientos del 91,4 y 94,5 respectivamente.

En cuanto al procedimiento operatorio y reactivos empleados, véase el detalle de la experiencia 10 B-476, página 1370.

Vemos, pues, que los minerales complejos de la Sierra de Cartagena son susceptibles de ser tratados por flotación, y aun podemos afirmar que es el único procedimiento aplicable para beneficiarlos industrialmente, *partiendo de la mena bruta, o, como complemento del método de gravedad, tratando el producto de las concentraciones parciales que en la actualidad se vienen sometiendo a la calcinación.*

Lo más económico y racional sería lo primero; pero dada la proporción de minas pequeñas que trabajan aisladamente, los derechos adquiridos y otras circunstancias pro-

pías del caso, debería pensarse en la instalación de un lavadero con vida propia, asegurada con los productos de la explotación mancomunada de varias minas que hoy son prácticamente inexplotables, el cual trataría al mismo tiempo las pequeñas partidas de menas que son transportadas a otros lavaderos para su concentración, o los productos concentrados parcialmente a que antes nos referíamos.

El sitio más conveniente para la instalación de este lavadero central sería en la superficie de las minas «1.^a y 2.^a Providencia» del Llano del Beal, cuya elección está justificada por las razones siguientes:

1.^a El transporte por cable, de los minerales, se haría de nivel superior a inferior, lo que abarataría la conducción.

2.^a La vía del ferrocarril de Cartagena a Los Blancos atraviesa los terrenos de referencia.

3.^a Están cruzados por un cauce natural que serviría para la evacuación de las aguas turbias sobrantes.

Procede ahora establecer las conclusiones a que hemos de llegar, como resultado de la comparación entre los métodos que actualmente se emplean para concentrar los minerales, y el procedimiento que se trata de implantar, determinando el *costo y pérdidas del tratamiento y los resultados económicos*, a tenor de lo que preceptúan las bases 7.^a y 8.^a.

En los lavaderos mecánicos del tipo corriente en Cartagena, instalados a base de quebrantadoras, molinos de cilindros, trómeles o vibroclasificadores, cribas mecánicas de fondo filtrante, spitzcastens, mesas Wilfley, arroyos, rumbos y depósitos o embalses para decantar las aguas, las pérdidas, aun en los minerales más sencillos, no bajan del 30 por 100, pero generalmente superan esta cifra, llegando en algunos casos, cuando se trata de minerales de plomo y cinc, al 50 por 100 de los valores obtenidos en bocamina.

Es posible que en los pequeños lavaderos, en los cuales, con excepción de la molienda y una ligerísima clasificación,

casi todas las operaciones se hacen a mano, por la circunstancia de utilizarse pequeñas cantidades de agua y por hacerse un estrío sumamente cuidadoso, las pérdidas sean algo menores; pero en cambio el coste de tratamiento es más elevado, y fácilmente se comprende que no pueden adoptarse como tipo de comparación, pues, entre otras razones, podemos aducir la de que no se conocen las cifras que determinan tan importante extremo, por no efectuarse en ellos, diariamente, el peso, desmuestre y análisis de las menas tratadas.

Por eso, en los cálculos que haremos a continuación asignaremos a los lavaderos mecánicos una recuperación del 70 por 100 y a los de flotación el 85, a pesar de que hemos obtenido experimentalmente más del 90 por 100 hasta en los minerales más complejos. Procediendo de este modo, tenemos la completa seguridad de que en la práctica se obtendrán resultados más favorables de los que hemos supuesto al hacer el estudio teórico que debe proceder a toda instalación de carácter industrial.

Respecto al coste de tratamiento, hemos de decir que en los lavaderos mecánicos oscila entre 4,50 y 7,50 pesetas (1) la tonelada de mineral sometido a tratamiento, según se trate de minerales sencillos o complejos, por lo que adoptaremos el término medio de seis pesetas, aunque más cerca estaríamos de la realidad dando la preferencia al límite superior, ya que son minerales complejos los que han de beneficiarse por flotación.

Para fijar el coste en un lavadero de esta índole (2), vamos a basarnos en los antecedentes que poseemos de instalaciones análogas en América, donde tanto se ha generalizado el procedimiento.

Con los datos que tenemos a la vista podemos formar el siguiente estado:

(1) En esta cifra no está incluida la amortización.
(2) Por flotación.

Gastos generales.....	0,37	dólares
Transportes.....	0,08	»
Quebrantadora.....	0,17	»
Molino de bolas.....	0,22	»
Flotación propiamente dicha.	0,34	»
Filtración (deseccación de con- centrados).....	0,14	»
Concentraciones nuevas.....	0,02	»
Descargas.....	0,03	»
TOTAL.....	<u>1,37</u>	dólares

Agrupados en otro orden los factores integrantes de esta suma, conducen a la siguiente clasificación, muy significativa y más sintética que la anterior:

Mano de obra 40,10 por 100.	0,55	dólares,	equivalentes a 3,57	ptas. (1)
Materiales.. 47,80	»	»	0,64	»
Energía..... 12,10	»	»	0,18	»
TOTAL. 100,00		<u>1,37</u>	dólares.	<u>8,90</u>
				ptas.

No está incluida la amortización.

La energía necesaria es de unos 25 a 50 kilovatios por tonelada, siendo el coste del kilovatio a 0,00625 dólares, que equivalen a 0,04 pesetas.

El jornal medio de un obrero es de 0,30 dólares por hora, o sean 2,40 en jornada de ocho horas, equivalentes a 15,60 pesetas.

Introduciendo las modificaciones relativas a los precios de la energía y de los salarios por razón de localidad, suponiendo aquélla a 10 céntimos el kilovatio y éstos a seis pesetas, tendremos el siguiente precio de coste para Cartagena, dejando inalterables los materiales:

Mano de obra.....	1,37	pesetas.
Materiales.....	4,16	»
Energía.....	<u>2,92</u>	»
TOTAL.....	<u>8,45</u>	pesetas,

(1) Al cambio de 6,50.

que elevamos prudencialmente a 10 pesetas para hacer más firme nuestro razonamiento.

Para calcular la amortización hemos de partir del coste total de la instalación, que ciframos en 500.000 pesetas, en números redondos, para una capacidad de 100 toneladas diarias (veinticuatro horas). Para amortizarla en diez años se necesitan anualidades de 50.000 pesetas, o sean 1,66 pesetas por tonelada suponiendo trescientos días hábiles en el año, que añadidas a las 10 pesetas por los demás conceptos dan 11,66, por lo que adoptamos la cifra de 12 pesetas como definitiva, y por exceso, para representar el coste de tratamiento por flotación diferencial en un lavadero de 100 toneladas diarias.

Con estos datos vamos a establecer las diferencias a que conducen los resultados económicos obtenidos en ambos sistemas de concentración, considerando los tres casos que pueden presentarse, ya se trate de un mineral sencillo de plomo, de un mineral de cinc, o un mineral complejo de plomo y cinc.

Primer caso.—MINERAL SENCILLO DE PLOMO.—Supongamos que se trata de una galena cuya mena tiene en bocamina el 8 por 100 de Pb.; es decir, que 100 toneladas contienen ocho de plomo metálico. El tratamiento de esta partida en un lavadero mecánico, produciría cierta cantidad de mineral concentrado conteniendo 5,60 toneladas de plomo si admitimos una recuperación del 70 por 100, que es la que hemos fijado para esta clase de lavaderos. Si, como es corriente, aceptamos una ley del 65 por 100, como término medio, para el concentrado, el peso de dicho concentrado será de 8,61 toneladas.

Aplicando ahora la fórmula del Consorcio del Plomo correspondiente al mes de agosto de este año para liquidar la partida, tendremos $P = 678,90$ pesetas. Descuento, 113 pesetas por tonelada de mineral. $V = 0,65 \times 678,90 - 113 = 328,28$. Siendo éste el valor de una tonelada de mineral con

el 65 por 100 de plomo, las 8,61 toneladas valdrán 2.826,49 pesetas.

El coste de tratamiento de las 100 toneladas a razón de seis pesetas produce un gasto de 600 pesetas.

La diferencia entre el valor del mineral y el coste de tratamiento en el lavadero es, por lo tanto, de 2.226,49 pesetas.

Si la mena hubiera sido sometida a la flotación, admitiendo la misma ley para el concentrado y una recuperación del 85 por 100, se hubieran obtenido 10,46 toneladas de concentrado al 65 por 100 conteniendo 6,80 toneladas de plomo. El valor de la tonelada sería también de 328,28 pesetas, por tener la misma ley que anteriormente; pero como se han producido 10,46 toneladas, valdrían 3.433,80 pesetas.

El coste de flotación de las 100 toneladas a 12 pesetas serían 1.200 pesetas, siendo la diferencia de 2.233,80 pesetas, habiendo una pequeña ventaja en favor de la flotación.

Segundo caso.—MINERAL SENCILLO DE CINCO.—Suponiendo que tenga en bocamina una ley del 12 por 100, en 100 toneladas de mena habrá 12 de cinc. Si pudiera concentrarse directamente al 30 por 100, lo que no es fácil en los lavaderos de Cartagena, como no vayan a los talleres de calcinación, obtendríamos, después de preparadas, 28 toneladas que contendrían 8,40 de cinc si el rendimiento es, como venimos suponiendo, del 70 por 100.

Vamos ahora a calcular el valor de este mineral en el lavadero.

La fórmula admitida universalmente para la compra de estos minerales es la siguiente:

$$V = (T-8) - 4,2 \text{ £ c. i. f. Anvers}$$

P es el precio del cinc en Londres, actualmente 25 £,

T es el tanto por uno de cinc contenido en el mineral, y

4,2 £ el descuento que suele hacerse para gastos de fusión.

Aplicando la fórmula al mineral, con el 30 por 100 obtenemos

$$V = 1,30 \text{ £}$$

Deduciendo el flete Cartagena-Anvers, que suele ser de ocho chelines o 0,4 £. $V = 0,90 \text{ £}$ para valor de la tonelada f. o b. Cartagena, equivalente a 29,70 pesetas si el cambio de la libra es de 33 pesetas. De esta cantidad hay que deducir todavía 10 pesetas que representan el transporte desde el lavadero a Cartagena, el embarque, derechos de exportación y obras del puerto, quedando reducido a 19,70 ptas. el valor de la tonelada de blenda con el 30 por 100 en el lavadero.

Las 23 toneladas valen, pues, 551,60 pesetas. Siendo el coste de tratamiento 600 pesetas, resulta una diferencia en contra de 48,40 pesetas.

Tratando este mineral por flotación se hubieran obtenido 20,4 toneladas de concentrado de cinc con el 50 por 100, con una recuperación del 85 por 100, como venimos suponiendo.

El valor de una tonelada sería:

$$(1) \quad V = P(T-8) - 4,45 \text{ £} = 6,05 \text{ £ c. i. f. Anvers,}$$

y en el lavadero 176,45 pesetas aplicando las mismas deducciones que en el ejemplo anterior.

Las 20,4 toneladas valdrían 3.599,58 pesetas, y como el coste de tratamiento sería de 1.200 pesetas, quedaría un margen de 2.399,58 pesetas.

Vemos, pues, que este mineral produce pérdidas en un lavadero ordinario, mientras que por flotación da un beneficio de 2.399,58 pesetas.

Tercer caso.—MINERAL COMPLEJO DE GALENA Y BLENDA.—

Si la mena tiene un 6 por 100 de plomo y el 15 por 100 de cinc, en un lavadero corriente obtendríamos 6,46 toneladas de concentrados de plomo con el 65 por 100 y 35 toneladas de concentrados de cinc con el 30 por 100. Los primeros valdrían 2.120,68 pesetas, y los segundos, 689,50 pesetas, o sea un total de 2.810,18 pesetas. Siendo el coste de trata-

(1) Hemos puesto un descuento mayor, porque para los minerales de cinc procedentes de la flotación se acostumbra a aumentar el descuento en un chelín, a partir del 45 por 100.

miento 600 pesetas, quedaría un margen de 2.210,18 pesetas. Debemos, sin embargo, hacer notar que la recuperación en los lavaderos corrientes, con esta clase de minerales, dista mucho de la que hemos supuesto. Las pérdidas son mayores, como lo demuestra el hecho de que, cuando se compran minerales de esta clase, para beneficiarlos, sólo se pagan los tipos de plomo que exceden del 5 por 100.

Si hubiéramos flotado este mineral complejo, los productos obtenidos serían 7,84 toneladas de concentrados de plomo con el 65 por 100 y 25,50 toneladas de concentrados de cinc con el 50 por 100. Los primeros valdrían 2.573,71 pesetas, y los segundos, 4.499,47 pesetas. El valor de ambas producciones sería de 7.073,18 pesetas, y como el coste del tratamiento es de 1.200 pesetas, quedaría un margen de 5.873,18 pesetas.

Aplicando a este mineral el descuento que se hace en Cartagena, cuando se beneficia en los lavaderos y talleres de calcinación corrientes, sólo podríamos contar con 1,54 toneladas de concentrados de plomo, pues se tiene en cuenta únicamente lo que excede del 5 por 100, y entonces el valor sería de 505,55, que añadidas a las 689,50 que vale el concentrado de cinc, darían un total de 1.195,05, quedando reducido el margen a $1.195,05 - 600 = 595,05$ pesetas.

Estas cifras hablan tan elocuentemente en favor de la flotación, que no creemos necesario aducir otros razonamientos, dando por terminado nuestro trabajo, estableciendo las siguientes

CONCLUSIONES

1.^a Queda mucho mineral en Cartagena por explotar, pero no se puede beneficiar por los procedimientos empleados hasta ahora en el distrito; hay que acudir para ello a la flotación.

2.^a Para los minerales complejos hay que aplicar la flotación diferencial, pues la flotación global no da tan buenos resultados.

3.^a Es conveniente lavar los minerales después de mo-

lidos en el molino de bolas, porque se facilita mucho la operación, contrarrestando los efectos producidos por las combinaciones oxidadas que casi siempre existen parcialmente en esta clase de menas.

4.^a De momento sólo juzgamos oportuno el establecimiento de una instalación en el Llano del Beal, dejando para después la construcción de la segunda, que podría situarse en las proximidades de La Unión.

5.^a El estado actual de la minería cartagenera requiere medidas de gobierno, que tiendan a la formación de cotos o grupos de minas, obligando a los propietarios a dar facilidades para ello, pues no es posible la explotación de minas de extensión reducidísima, dados los grandes desembolsos que hay que efectuar para reducir al minimum el precio de coste, aumentando el rendimiento de las sustancias beneficiables.

APENDICE

Resumen de los trabajos realizados durante el primer período de pruebas en la instalación experimental de flotación.

El material ensayado consistió en estériles finos (*tailings*) procedentes de un lavadero de blendas con taller de calcinación para la tostación previa. Dichos residuos contenían el 5,10 por 100 de Zn., el 2,6 de Pb. y el 24,7 por 100 de Fe. Examinada la muestra a simple vista, el hierro aparecía considerablemente oxidado. El cinc, en cambio, parece que no había sufrido alteración marcada, permaneciendo, desde luego, la mayor parte, en forma de sulfuro. El mineral de plomo no podía reconocerse a simple vista. El tamaño era bastante fino, pudiendo pasar la mayor parte por una criba de 50 mallas. Los fragmentos más gruesos tendrían aproximadamente un milímetro. La ganga era sílicea en gran proporción con una pequeña cantidad de cal.

Los resultados obtenidos demostraron que el plomo flota difícilmente en esta clase de material, pero que podían esperarse buenos resultados, tanto en el grado de concentración como en la recuperación del cinc, cuando pudiera emplearse un reactivo capaz de deprimir el hierro y que los concentrados brutos de cinc estuviesen suficientemente limpios.

Mineral tratado.—Estériles finos (tailings) de un taller de calcinación de blendas. Molido al tamaño de 200 mallas y después sometido a flotación. Las recuperaciones están calculadas del peso de los productos obtenidos y sus análisis, y no del análisis de los tailings.

Num. de la explotación	PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Al molino. Sulfuro sódico, 1.825 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los siete minutos.

I-1	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	3,3	27,8	2,0	18,7	92	7	62	18,1	2,7	2,5

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los siete minutos.

	Segundo concentrado.....	4,7	34,7	2,9	16,6	163	14	78	32,0	5,4	3,2
	Tailings.....	92,0	2,2	1,9	23,1	202	175	2.125	»	»	»

Recuperación total de cinc: 50,1 por 100. Ley: 31,8 por 100.

Al molino. Sulfuro sódico, 450 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los siete minutos.

I-2	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	3,2	10,4	»	27,5	33	»	88	6,5	»	3,6

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los siete minutos.

	Segundo concentrado.....	6,4	39,5	»	16,9	253	»	108	49,6	»	4,7
--	--------------------------	-----	------	---	------	-----	---	-----	------	---	-----

Adición de creosota neutra y aceite de pino. Espumas tomadas a los diez minutos.

	Tercer concentrado.....	1,6	19,8	»	25,6	32	»	41	6,3	»	1,7
	Tailings.....	88,8	2,3	»	22,9	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 62,4 por 100. Ley: 28,5 por 100.

A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-3	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	10,3	28,3	»	21,2	291	»	218	57,1	»	8,8

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los doce minutos.

	Segundo concentrado.....	2,1	15,2	»	29,2	32	»	61	6,3	»	2,5
--	--------------------------	-----	------	---	------	----	---	----	-----	---	-----

Adición de Xanthato y sulfato de cobre. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Tercer concentrado.....	1,9	7,5	»	33,4	14	»	63	2,7	»	2,5
	Tailings.....	85,7	2,2	»	22,0	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 66,1 por 100. Ley: 23,5 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 135 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los diez y ocho minutos.

I-4	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	9,1	27,0	»	21,6	246	»	197	48,3	»	8,0

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	3,3	22,6	»	24,9	75	»	82	14,7	»	3,3
--	--------------------------	-----	------	---	------	----	---	----	------	---	-----

Adición de aceite de pino. Espumas tomadas a los nueve minutos.

	Tercer concentrado.....	1,9	11,9	»	32,0	23	»	61	4,5	»	2,5
--	-------------------------	-----	------	---	------	----	---	----	-----	---	-----

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los ocho minutos.

	Cuarto concentrado.....	0,9	6,8	»	33,7	6	»	30	1,2	»	1,2
	Tailings.....	84,8	2,1	»	28,6	178	»	2.425	»	»	»

Recuperación total de cinc: 68,6 por 100. Ley: 23 por 100.

Num. de la experiencia.....	PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Al molino. Carbonato sódico, 3.150 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-5	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	»	2.470	100	»	100
	Primer concentrado.....	9,0	30,4	»	19,6	274	»	176	53,7	»	7,1

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	2,5	17,2	»	27,3	43	»	68	8,4	»	2,8
	Tailings.....	88,5	1,7	»	23,3	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 62,1 por 100. Ley: 27,6 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 900 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-6	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	»	2.470	100	»	100
	Primer concentrado.....	7,9	32,0	»	18,4	253	»	145	49,6	»	5,9

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	3,5	19,2	»	24,0	67	»	84	13,2	»	3,4
--	--------------------------	-----	------	---	------	----	---	----	------	---	-----

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Tercer concentrado.....	1,6	9,6	»	30,7	15	»	49	2,9	»	2,0
	Tailings.....	88,0	1,5	»	24,0	132	»	2.112	»	»	»

Recuperación total de cinc: 65,7 por 100. Ley: 25,7 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 1.800 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-7	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	»	2.470	100	»	100
	Primer concentrado.....	9,5	27,4	»	20,6	260	»	196	51,0	»	7,9

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	4,1	18,6	»	26,0	76	»	107	14,9	»	4,3
	Tailings.....	86,4	1,5	»	23,4	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 65,9 por 100. Ley: 24,7 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 2.700 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-8	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	»	2.470	100	»	100
	Primer concentrado.....	8,0	25,5	»	22,4	204	»	179	40,0	»	7,3

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	5,5	26,8	»	22,6	147	»	124	28,8	»	5,0
	Tailings.....	»	2,1	»	25,8	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 68,8 por 100. Ley: 26 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 4.500 gramos por tonelada. Por lo demás la experiencia es la misma que la del número I-8.

I-9	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	»	2.470	100	»	100
	Primer concentrado.....	7,1	28,9	»	20,2	205	»	143	40,2	»	5,8
	Segundo concentrado.....	5,1	28,0	»	22,0	143	»	112	28,0	»	4,5
	Tailings.....	»	2,0	»	23,3	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 68,2 por 100. Ley: 28,5 por 100.

Trabajos realizados durante el segundo período de pruebas.

En las experiencias siguientes los números precedidos por I o IA se refieren a los *tailings* ensayados en el período anterior. Hasta el número 17 se redujo el tamaño en el molino hasta 200 mallas, pero a partir de este número el tamaño del 60 por 100 se redujo a menos de 200 mallas.

El agua utilizada tenía gran cantidad de sales en disolución, y por lo tanto, el efecto de los reactivos era más bien debido a la cantidad, que modificaba la acción del agua, que a su influencia directa sobre el mineral. Los mejores resultados para el cinc se obtuvieron con 2.260 gramos de cal por tonelada, 90 a 180 gramos de Xanthato por tonelada y 450 gramos de sulfato de cobre. (Experiencias IA-20 e IA-21.) Se hicieron una larga serie de experiencias variando las proporciones de estos reactivos, pero los mejores resultados obtenidos son los que se anotan a continuación.

El plomo flota muy difícilmente en esta clase de mineral y precisa un ensayo microscópico para determinar su condición.

La experiencia IA-28 se hizo con agua del mar, y demuestra qué resultados tan poco favorables pueden esperarse por este medio. Las experiencias IA-29 e IA-30 también se hicieron con agua del mar y sin reactivos para la primera espuma, e indica con qué facilidad flota una parte del hierro.

Las experiencias 2-19 y 2-31 se hicieron con una pequeña muestra tomada de la terrera de la mina L. El tamaño medio era de unas 40 mallas, variando desde dos milímetros hasta 150 mallas. El hierro estaba oxidado, pero había alguna pirita. La blenda parecía poco alterada, pudiendo

apreciarse a simple vista partículas de galena. La ganga era silicea.

Las experiencias demostraron que el hierro es deprimido por el cianuro y el sulfato de cinc. Aunque apenas pudieron seleccionarse el plomo y el cinc, parece que hay posibilidad de conseguirlo. No cabe duda de que el agua impura dificulta la flotación selectiva, por lo que se harán experiencias posteriores con agua más pura para poner en claro este punto.

Num. de la experiencia...	PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Al molino. Carbonato sódico, 9.000 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-10	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	9,5	29,9	»	20,0	284	»	190	55,7	»	7,7

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espuma tomada a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	2,9	20,9	»	29,2	61	»	85	12,0	»	3,4
	Tailings.....	»	1,4	»	24,0	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 67,7 por 100. Ley: 27,8 por 100.

Al molino. Carbonato sódico, 18.000 gramos por tonelada. Por lo demás la experiencia es la misma que la I-10.

I-11	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	12,9	24,8	»	21,6	320	»	279	62,7	»	11,3
	Segundo concentrado.....	3,0	13,8	»	29,2	41	»	88	8,0	»	3,6
	Tailings.....	»	1,2	»	23,2	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 70,7 por 100. Ley: 22,7 por 100.

A la máquina. Acido sulfúrico, 450 gramos por tonelada. Sulfato de cobre, 450 gramos por tonelada. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-12	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	13,2	25,0	»	22,5	330	»	297	64,8	»	12,0

Adición de Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	3,7	5,4	»	34,0	20	»	126	3,9	»	5,1
	Tailings.....	»	1,4	»	23,6	116	»	1.961	»	»	»

Recuperación total de cinc: 68,7 por 100. Ley: 20,7 por 100.

Al molino. Creosota ácida, 900 gramos por tonelada. Creosota neutra, 450 gramos por tonelada. A la máquina. Acido sulfúrico, 450 gramos por tonelada. Sulfato de cobre, 450 gramos por tonelada. Siete minutos de agitación. A la máquina. Creosota neutra y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

I-13	Muestra.....	100	5,1	2,6	24,7	510	260	2.470	100	100	100
	Primer concentrado.....	9,4	18,5	»	25,4	174	»	239	34,1	»	9,7

Adición de creosota neutra. Espumas tomadas a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	3,8	21,4	»	25,7	81	»	98	15,9	»	4,0
	Tailings.....	»	2,0	»	22,9	»	»	»	»	»	»

Recuperación total de cinc: 50,0 por 100. Ley: 19,3 por 100.

Al molino. Sulfuro sódico, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

IA-14	Muestra.....	100	4,3	»	22,4	430	»	2.240	100	100	100
	Primer concentrado.....	6,3	26,7	»	20,0	168	»	126	39,1	»	5,6

Adición de Xanthato y aceite de pino. Segunda espuma tomada a los catorce minutos.

	Segundo concentrado.....	6,1	25,2	»	22,7	154	»	138	35,8	»	6,2
	Tailings.....	87,6	2,2	»	22,9	192	»	2.006	»	»	»

Al molino. Carbonato sódico, 1.800 gramos por tonelada. Sulfuro sódico, 900 gramos por tonelada. Creosota ácida y Thiocarbanilida. A la máquina. Cianuro sódico. Siete minutos de agitación. A la máquina. Aceite de pino. Primera espuma tomada a los siete minutos.

IA-15	Muestra.....	100	4,3	1,7	22,4	430	170	2.240	100	100	100
	Primer concentrado.....	3,2	5,8	3,7	29,4	18	12	94	4,2	7,1	4,2

Num. de la experiencia...	PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Cal, 2.250 gramos por tonelada. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. Adición de Xanthato y aceite de pino. Segunda espuma tomada a los catorce minutos.

IA-15 | Segundo concentrado..... || 9,4 || 32,5 || 1,5 || 21,4 || 305 || 14 || 201 || 71,0 || 8,2 || 9,0

Adición de Xanthato y aceite de pino. Tercera espuma tomada a los catorce minutos.

| Tercer concentrado.. ... || 4,7 || 6,3 || 1,1 || 32,3 || 30 || 5 || 151 || 7,0 || 2,9 || 6,7
| Tailings..... || 82,7 || 1,5 || 0,9 || 22,0 || > || > || > || > || > || >

Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Primera espuma tomada a los treinta y un minutos. Xanthato, 360 gramos por tonelada.

IA-16 | Muestra..... || 100 || 4,3 || > || 22,4 || 430 || > || 2.240 || 100 || 100 || 100

Primer concentrado relavado a los siete minutos. Sin adición de reactivos.

Primer concentrado:

| Limpio..... || 7,7 || 40,1 || > || 14,0 || 309 || > || 108 || 71,7 || 4,8 || >
| Mixtos..... || 8,7 || 5,0 || > || 27,2 || 43 || > || 236 || 10,0 || 10,5 || >
| Tailings..... || 83,6 || 1,4 || > || 21,1 || > || > || > || > || > || >

Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Catorce minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos. Xanthato, 90 gramos por tonelada.

IA-20 | Muestra..... || 100 || 4,3 || > || 22,4 || 430 || > || 2.240 || 100 || 100 || 100

Primer concentrado relavado a los siete minutos. Sin adición de reactivos.

Primer concentrado:

IA-20 | Limpio..... || 6,8 || 44,1 || > || 12,8 || 300 || > || 87 || 69,9 || > || 3,9
| Mixtos..... || 8,6 || 6,2 || > || 32,5 || 53 || > || 279 || 12,3 || > || 12,4
| Tailings..... || 84,6 || 2,9 || > || 22,6 || 245 || > || 1.912 || > || > || >

Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. Xanthato, 180 gramos por tonelada. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

IA-21 | Muestra..... || 100 || 4,3 || > || 22,4 || 430 || > || 2.240 || 100 || 100 || 100

Primer concentrado relavado a los siete minutos. Sin adición de reactivos.

Primer concentrado:

| Limpio..... || 7,8 || 40,0 || > || 14,0 || 312 || > || 109 || 72,6 || > || 4,9
| Mixtos..... || 7,9 || 6,6 || > || 33,2 || 52 || > || 262 || 12,1 || > || 11,7
| Tailings..... || 84,3 || 1,5 || > || 20,6 || > || > || > || > || > || >

N. B. - Se utiliza agua del mar.

Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Sulfato de cobre. Siete minutos de agitación. A la máquina. Xanthato, 90 gramos por tonelada y aceite de pino. Primera espuma tomada a los catorce minutos.

IA-28 | Muestra..... || 100 || 4,3 || 1,7 || 22,4 || 430 || 170 || 2.240 || 100 || 100 || 100

Primer concentrado:

| Limpio..... || 9,8 || 32,5 || 2,9 || 15,6 || 318 || 28 || 153 || 75,8 || 16,5 || 6,8
| Mixtos..... || 87,5 || 1,1 || > || 22,4 || 96 || > || 1.960 || > || > || >

Se utiliza agua del mar.

Adición de pequeña cantidad de aceite de pino. Ningún otro reactivo. Espumas tomadas a los catorce minutos.

IA-29 | Muestra..... || 100 || 4,3 || 1,7 || 22,4 || 430 || 170 || 2.240 || 100 || 100 || 100
| Primer concentrado..... || 7,2 || 4,3 || 2,0 || 29,9 || 31 || 14 || 215 || 7,2 || 8,3 || 9,6

Núm. de la experiencia...	PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %
	Adición de Xanthato, 45 gramos por tonelada. Espumas tomadas a los siete minutos.										
IA-29	Segundo concentrado.....	6,6	38,5	1,2	17,2	254	8	113	59,0	4,7	5,1
	Adición de Xanthato, 45 gramos por tonelada. Espumas tomadas a los siete minutos.										
	Tercer concentrado.....	3,3	13,3	3,3	28,5	44	11	94	10,2	6,6	4,2
	Adición de Xanthato, 45 gramos por tonelada. Espumas tomadas a los siete minutos.										
	Cuarto concentrado.....	1,5	6,8	4,2	31,5	10	6	47	2,3	3,5	2,1
	Adición de Xanthato, 45 gramos por tonelada. Espumas tomadas a los siete minutos.										
	Quinto concentrado.....	1,6	3,0	3,2	35,5	5	5	57	1,2	2,9	2,5
	Tailings.....	79,9	1,9	0,8	23,1	•	•	•	•	•	•
	Se utiliza agua del mar.										
	Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. A la máquina. Adición de pequeña cantidad de aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.										
IA-30	Muestra.....	100	4,3	1,7	22,4	430	170	2.240	100	100	100
	Primer concentrado.....	6,7	4,2	0,7	33,9	28	5	227	6,5	2,9	10,1
	Para el resto de la experiencia las condiciones fueron las mismas que las del número IA-29.										
	Concentrados:										
	2.º.....	3,4	33,5	0,5	19,8	114	2	67	26,5	1,2	3,0
	3.º.....	3,3	33,9	2,1	19,5	112	7	64	26,0	4,1	2,9
	4.º.....	2,2	27,8	2,7	21,4	61	6	47	14,1	3,5	2,1
	5.º.....	1,5	14,4	3,2	27,7	21	5	41	4,9	2,9	1,8
	Tailings.....	82,9	2,0	1,0	22,4	166	83	1.857	•	•	•
	Al molino. Carbonato sódico, 2.250 gramos por tonelada. Thiocarbanilida. A la máquina. Aceite de pino. Primera espuma tomada a los siete minutos.										
2-19	Muestra.....	100	3,1	1,5	21,8	310	150	2.180	100	100	100
	Primer concentrado.....	8,4	2,5	4,5	33,0	21	38	277	6,8	25,3	12,7
	Cal, 2.250 gramos por tonelada. Treinta minutos de agitación. A la máquina. Sulfato de cobre y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos.										
	Segundo concentrado.....	10,3	17,5	4,8	24,8	180	45	255	58	30	11,6
	Sulfuro sódico, 450 gramos por tonelada. Catorce minutos de agitación. A la máquina. Xanthato y aceite de pino. Tercera espumas tomadas a los catorce minutos.										
	Tercer concentrado.....	2,1	2,6	3,2	27,8	5	7	58	1,6	4,7	2,6
	Tailings.....	79,2	0,9	0,6	17,4	•	•	•	•	•	•
	Al molino. Cal, 2.250 gramos por tonelada. KCN y sulfato de cinc.										
	Primera espuma tomada a los catorce minutos. Primera espuma limpia tomada a los tres minutos con KCN y sulfato de cinc.										
2-31	Muestra.....	100	3,1	1,5	21,8	310	150	2.180	100	100	100
	Primer concentrado:										
	Limpio.....	0,9	36,5	21,6	9,3	33	19	8	10,7	12,6	0,4
	Mixtos.....	5,1	15,9	8,0	16,8	81	41	86	26,1	27,3	3,9
	A los tailings después de la primera espuma con adición de sulfato de cobre, xanthato y aceite de pino. Espumas tomadas a los catorce minutos. Segunda espuma limpia a los tres minutos.										
	Primer concentrado:										
	Limpio.....	5,1	17,8	9,6	32,8	91	49	167	29,4	32,7	7,7
	Mixtos.....	3,4	6,9	2,3	34,8	23	8	118	7,4	5,3	5,4
	Tailings.....	85,5	1,0	0,4	18,9	86	34	1.616	•	•	•



Trabajos realizados durante el tercer periodo.

Las experiencias IA-32 e IB-32 se hicieron sobre muestras de *tailings* procedentes de un lavadero de blendas calcinadas. En cada caso el tamaño del 60 por 100 se redujo a menos de 200 mallas. El agua utilizada, prácticamente libre de impurezas. La experiencia IA-32 fué una repetición de la IA-20 en todos sus aspectos, y demuestra el efecto del agua pura. En la experiencia IA-32 se logró deprimir el cinc satisfactoriamente, pero el plomo no flotó, siendo evidente que para recuperar alguna cantidad de este metal debieran emplearse mesas clasificadoras.

Las experiencias 4-34 a 4-50 se efectuaron con mineral tomado de la tolva alimentadora del lavadero de la mina L. V. La muestra se tomó a intervalos de tres minutos durante un relevo de ocho horas. El mineral no estaba oxidado y se componía de blenda, galena, pirita arsenical, piritas y una pequeña cantidad de pirita de cobre. La ganga estaba integrada por la calcita, quizás alguna dolomita y pizarra micácea. La blenda y galena aparecían en fragmentos cristalinos no mezclados. Están unidas casi exclusivamente con la calcita, pero hay también algunas pequeñas cantidades de tamaño muy fino que van mezcladas con la pizarra estéril, la cual contiene 1,7 por 100 de cinc y 0,3 por 100 de plomo, y la calcita estéril también lleva 1,8 por 100 de cinc y 0,2 por 100 de plomo.

En las experiencias 4-34 a 4-50 se utilizó agua pura, y en todos los casos la dilución fué por término medio de 4 a 1 aproximadamente. Para las experiencias 4-34 a 4-37 el tamaño fué 80 por 100 menos de 200 mallas, y el de las 4-38 a 4-50 fué el 69 por 100 menos de 200 mallas.

Los números 4-34 a 4-41 se hicieron para determinar el reactivo más apropiado y, a ser posible, el efecto de la re-

ducción de tamaño. Las 4-35 y 4-39 demuestran el marcado efecto retardador de la cal en el sulfuro de plomo. La 4-41 sin reactivo alguno en el molino, dió un resultado muy bueno, y es digno de notar que cuando no se ponen reactivos en el molino el mejor resultado corresponde al menor tiempo de duración de la molienda. Esto indica que la superioridad del resultado obtenido en la experiencia 4-34 sobre la 4-88 es más bien debido al largo período de contacto con el carbonato sódico que a la condición mecánica del mineral.

Las experiencias 4-42 a 4-50 se hicieron todas con flotación selectiva. El tamaño adoptado en ellas fué 69 por 100 menos de 200 mallas, y la dilución para el conjunto de la experiencia fué de 4 a 1.

La número 4-44 dió las mejores esperanzas, pero todas las pruebas indican que deben obtenerse mejores resultados.

Los rendimientos de la plata se indican en las experiencias 34-4, 35-4 y 42-4, en las cuales se nota otra vez el efecto deprimente de la cal sobre este metal, pudiendo más bien decirse que sigue marcadamente al plomo.

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Gramos por tonelada	Tiempo Minutos
Experiencia núm. IA-32				
Al molino.....	»	Cal.....	2.250	90
A la máquina.....	»	Sulfato de cobre.....	450	14
	Concentrado en bruto.....	Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio.	Ningún reactivo.....	»	7
Experiencia núm. IB-33				
Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	90
	»	Cianuro.....	450	»
A la máquina.....	Concentrado bruto de Pb. . . .	Mixtura TT.....	225	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio de Pb.....	Cianuro.....	450	3
	»	Sulfato de cobre.....	450	30
	Concentrado bruto de Zn.	Xanthato.....	90	14
	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.	»	7
Experiencia núm. 4-34				
Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	180
A la máquina.....	»	Sulfato de cobre.	450	7
	Concentrado en bruto.....	Xanthato.....	45	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Xanthato.....	45	7
	»	»	45	7
Experiencia núm. 4-35				
Al molino.....	»	Cal.....	2.250	180
A la máquina.....	»	Sulfato de cobre.....	450	7
	Concentrado en bruto.....	Xanthato.....	45	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Xanthato.....	45	7
	»	»	45	7
Experiencia núm. 4-36				
Al molino.....	»	Sulfato de cobre.....	2.250	180
A la máquina.....	»	Xanthato.....	450	7
	Concentrado en bruto.....	Xanthato.....	45	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Xanthato.....	45	7
	»	»	45	7
Experiencia núm. 4-37				
Al molino.....	»	Ningún reactivo.....	»	180
A la máquina.....	»	Sulfato de cobre.....	450	7
	Concentrado en bruto.....	Xanthato.....	45	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Xanthato.....	45	7
	»	»	45	7
Experiencia núm. 4-38				

La misma experiencia que el número 4-34, excepto que el tiempo que duró la molienda fué ciento veinte minutos.

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Gramos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	------------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 4-39

La misma experiencia que el número 4-35, excepto que el tiempo que duró la molienda fué ciento veinte minutos.

Experiencia núm. 4-40

La misma experiencia que el número 4-36, excepto que el tiempo que duró la molienda fué ciento veinte minutos.

Experiencia núm. 4-41

La misma experiencia que el número 4-37, excepto que el tiempo que duró la molienda fué ciento veinte minutos.

Experiencia núm. 4-42

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	90	17
	»	Sulfato de cinc.....	270	»
Concentrado bruto de Pb.....		Disolución de Thiocarbanilida en ácido Cresylico al 25 %	112,5	7
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....		Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Ningún reactivo.....	»	7
Concentrado bruto de Fe.....		Xanthato.....	180	7

Experiencia núm. 4-43

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....		Disolución de Thiocarbanilida en ácido Cresylico al 25 %	225	7
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....		Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
Concentrado limpio de Zn.....		Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-44

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	»
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....		Disolución de Thiocarbanilida en ácido Cresylico al 25 %	450	7
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....		Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
Concentrado limpio de Zn.....		Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-46

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....		Disolución de Thiocarbanilida en ácido Cresylico al 25 %	900	7
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....		Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
Concentrado limpio de Zn.....		Ningún reactivo.....	»	7

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad — Gramos por tonelada	Tiempo — Minutos
-----------	----------	----------	---	------------------------

Experiencia núm. 4-47

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
	Concentrado bruto de Pb.....	Xanthato.....	22,5	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
	Concentrado bruto de cinc ...	Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

— 1240 —

Experiencia núm. 4-48

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
	Concentrado bruto de Pb.....	Xanthato.....	45	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
	Concentrado bruto de Zn.....	Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-49

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
	Concentrado bruto de Pb.....	Mixtura TT.....	225	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
	Concentrado bruto de Zn....	Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio de Zn....	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-50

Al molino.....	»	Carbonato sódico.....	2.250	120
A la máquina.....	Concentrado bruto de Pb.....	Xanthato.....	18	7
	»	Aceite de pino.....	»	»
	»	Sulfato de cobre.....	450	14
	Concentrado bruto de Zn....	Xanthato.....	90	14
	»	Aceite de pino.....	»	»
	Concentrado limpio de Zn....	Ningún reactivo.....	»	7

— 1241 —

PRODUCTO	Análisis número	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %
Experiencia núm. IA-32											
Muestra.....	63	100,0	4,3	1,7	22,4	430	170	2.240	100,0	100,0	100,0
Conc. Zn. C1....	133	2,2	51,2	1,6	11,3	112	4	25	26,0	2,4	1,1
Mixtos.....	134	8,7	22,6	2,6	21,5	197	22	187	45,8	13,0	8,3
Tailings.....	135	89,1	1,3	0,3	22,7	116	27	2.022	27,0	15,9	90,3
Experiencia núm. IB-33											
Muestra.....	147	100,0	5,7	1,3	23,0	570	130	2.300	100,0	100,0	100,0
Conc. Pb. C1....	148	0,8	3,9	2,3	28,8	3	2	23	0,5	1,5	1,0
Conc. Zn. C1....	149	5,6	47,5	1,5	12,9	266	8	72	46,6	6,2	3,1
Mixtos.....	150	6,1	12,6	2,7	29,5	77	16	180	13,5	12,3	7,8
Tailings.....	151	87,5	1,4	0,6	•	122	52	•	21,4	40,0	•
Experiencia núm. 4-34											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	173	14,6	41,0	19,3	9,4	599	282	137	84,2	76,3	11,4
Idem 2.....	174	5,1	9,3	5,0	29,7	47	25	152	6,6	6,8	12,7
Idem 3.....	175	2,3	5,6	2,0	19,8	13	5	46	1,8	1,4	3,8
Tailings.....	176	78,0	0,7	Trazas	9,9	55	•	772	7,8	•	64,5
Experiencia núm. 4-35											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	177	11,7	46,9	7,5	10,1	549	88	118	77,1	23,8	9,8
Idem 2.....	178	4,3	14,9	31,4	11,4	64	135	49	9,0	36,5	4,1
Idem 3.....	179	4,5	5,7	15,3	21,0	26	69	94	3,7	18,7	7,8
Tailings.....	180	79,5	1,2	0,3	13,4	95	24	1.065	13,4	6,5	89,0
Experiencia núm. 4-36											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	181	13,4	42,5	19,3	9,2	570	259	123	80,2	69,9	10,3
Idem 2.....	182	4,2	8,1	12,4	28,6	34	52	120	4,8	14,0	10,0
Idem 3.....	183	2,1	7,4	2,0	25,3	15	4	53	2,1	1,1	4,4
Tailings.....	184	80,3	0,9	0,6	9,3	72	48	747	10,2	13,0	62,3
Experiencia núm. 4-37											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	185	13,2	41,4	18,7	9,2	546	247	122	77,0	67,0	10,1
Idem 2.....	186	4,9	9,8	14,4	25,8	48	71	127	6,8	19,2	10,6
Idem 3.....	187	1,6	5,9	2,7	22,4	9	4	36	1,2	1,1	3,0
Tailings.....	188	80,3	1,0	Trazas	9,3	80	•	747	11,3	•	62,2

N. B.—Los concentrados que procedentes de operaciones en bruto se limpiaron posteriormente, van seguidos de las indicaciones C1, C2, etc., según el número de veces que se han limpiado.

PRODUCTO	Análisis n.º.	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %
Experiencia núm. 4-38											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	189	13,9	40,6	18,5	8,3	565	257	115	79,5	69,5	9,6
Idem 2.....	190	4,8	6,3	2,5	30,1	30	12	114	4,2	3,2	12,0
Idem 3.....	191	0,9	4,5	11,9	22,1	4	11	20	0,6	3,0	1,7
Tailings.....	192	80,4	0,9	0,1	16,5	72	8	•	10,2	2,2	•
Experiencia núm. 4-39											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	193	13,5	42,0	11,5	8,7	567	155	117	80,0	42,0	9,8
Idem 2.....	194	3,0	6,1	27,6	12,7	18	83	38	2,5	22,4	3,6
Idem 3.....	195	2,6	2,3	10,2	25,3	6	27	66	0,8	7,3	5,5
Tailings.....	196	80,9	0,9	0,2	8,7	73	16	703	10,3	4,3	58,6
Experiencia núm. 4-40											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	197	15,2	39,3	18,7	8,1	597	284	123	84,2	76,7	10,3
Idem 2.....	198	2,9	5,5	3,5	30,6	16	10	89	2,3	2,7	7,4
Idem 3.....	199	1,6	3,2	1,2	24,0	5	2	38	0,7	0,5	3,2
Tailings.....	200	80,3	1,0	0,05	8,9	80	4	714	11,3	1,1	59,5
Experiencia núm. 4-41											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado 1....	201	15,1	38,6	19,6	8,9	583	296	134	82,1	80,0	11,2
Idem 2.....	202	2,9	5,5	5,2	30,6	16	15	89	2,3	4,1	7,4
Idem 3.....	203	1,5	1,1	1,1	26,1	2	2	39	0,3	0,5	3,2
Tailings.....	204	80,5	0,9	Trazas	9,1	72	•	732	10,1	•	61,0
Experiencia núm. 4-42											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	209	4,0	4,4	67,4	4,0	18	270	16	2,5	73,0	1,3
Conc. Zn. Cl....	210	9,1	52,6	5,1	10,0	479	46	91	67,4	12,4	7,6
Mixtos Zn.....	211	5,3	16,5	5,4	20,2	87	29	107	12,3	7,9	8,9
Concentrado Fe..	212	1,7	2,0	1,3	20,9	3	2	36	0,4	0,5	3,0
Tailings.....	213	79,9	0,9	Trazas	8,2	72	•	155	10,1	•	54,6
Experiencia núm. 4-43											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	214	4,1	5,5	62,7	3,8	22	257	16	3,1	69,5	1,3
Conc. Zn. Cl....	215	9,0	51,7	2,2	9,7	465	20	87	65,5	5,4	7,3
Mixtos Zn.....	216	5,6	15,6	3,6	21,5	87	20	120	12,3	5,4	10,0
Tailings.....	217	81,3	0,9	0,2	8,2	73	16	667	10,3	4,3	55,6
Experiencia núm. 4-44											
Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	218	6,0	12,5	51,9	5,2	75	311	31	10,6	84,0	2,6
Conc. Zn. Cl....	219	8,1	54,4	0,3	10,2	441	2	83	62,1	0,5	6,9
Mixtos Zn.....	220	6,0	11,9	0,8	30,7	71	5	184	10,0	1,3	15,3
Tailings.....	221	79,9	1,4	0,2	9,1	112	16	727	15,8	4,3	60,5

PRODUCTO	Análisis número	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Experiencia núm. 4-46

Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	222	6,0	10,9	50,7	4,8	65	304	29	9,2	82,2	2,4
Conc. Zn. Cl.....	223	10,0	49,3	0,3	13,2	493	3	132	69,5	0,8	11,0
Mixtos Zn.....	224	4,2	8,0	0,7	25,8	34	3	108	4,8	0,8	9,0
Tailings.....	225	79,8	0,8	Trazas	7,9	64	.	630	9,0	.	52,5

Experiencia núm. 4-47

Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	226	4,6	4,7	47,7	3,1	22	219	14	3,1	59,2	1,2
Conc. Zn. Cl.....	227	9,2	53,1	1,6	9,2	488	15	85	68,7	4,1	7,1
Mixtos Zn.....	228	5,5	15,0	2,7	22,1	82	15	121	11,6	4,1	10,1
Tailings.....	229	80,7	0,9	0,1	9,2	73	8	742	10,3	2,2	62,0

Experiencia núm. 4-48

Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	230	4,8	5,5	56,9	5,9	26	273	28	3,7	73,8	2,3
Conc. Zn. Cl.....	231	9,5	53,6	1,3	9,7	509	12	92	71,7	3,2	7,7
Mixtos Zn.....	232	5,0	9,9	2,0	23,0	49	10	115	6,9	2,7	9,6
Tailings.....	233	80,7	0,9	0,4	8,9	73	32	718	10,3	8,6	59,8

Experiencia núm. 4-49

Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	234	5,2	7,9	54,2	3,8	41	281	20	5,8	76,0	1,7
Conc. Zn. Cl.....	235	9,0	53,9	0,6	9,2	485	5	83	68,4	1,4	6,9
Mixtos Zn.....	236	6,2	10,1	1,0	20,3	63	6	126	8,9	1,6	10,5
Tailings.....	237	79,6	0,9	Trazas	10,0	72	.	796	10,1	.	66,4

Experiencia núm. 4-50

Muestra.....	162	100,0	7,1	3,7	12,0	710	370	1.200	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	241	6,2	18,9	36,8	9,7	117	228	60	16,5	61,6	5,0
Conc. Zn. Cl.....	242	7,7	49,5	5,0	10,4	381	38	80	53,6	10,3	6,7
Mixtos Zn.....	243	5,4	15,2	4,0	19,4	82	22	105	11,5	5,9	8,7
Tailings.....	244	80,7	0,4	0,05	8,6	32	4	694	4,5	1,1	57,8

PRODUCTO	Análisis número	Peso °.	Análisis Plata Gramos por tonelada	Unidades Plata	Distribución Plata %
Experiencia núm. 34-4					
Muestra.....	162	100,0	62	6200	100,0
Concentrado 1....	173	14,6	260	3796	61,1
Idem 2.....	174	5,1	80	408	6,6
Experiencia núm. 35-4					
Muestra.....	162	100,0	62	6200	100,0
Concentrado 1....	177	11,7	100	1170	18,9
Idem 2.....	178	4,3	380	1634	26,4
Experiencia núm. 42-4					
Muestra.....	162	100,0	62	6200	100,0
Concentrado Pb..	209	4,0	810	3240	52,2
Conc. Zn Cl.....	210	9,1	20	182	2,9
Mixtos Zn.....	211	5,3	20	106	1,7
Concentrado Fe..	212	1,7	15	25	0,4
Tailings.....	213	79,9	10	799	12,9

Trabajos efectuados durante el cuarto período.

Muestra tomada en la mina L. V.—Se continuaron las experiencias sobre la muestra tomada en la tolva alimentadora del lavadero de la mina L. V., siendo las últimas las correspondientes a los números 4-51 a 4-54. El número 4-54 es el mejor y los resultados son los siguientes:

Plomo: Ley, 64,1 por 100.—Recuperación, 96,1 por 100.
Cinc: Ley, 54,3 por 100.—Recuperación, 83,5 por 100.

MINAS DEL LLANO DEL BEAL

Muestra núm. 7.—Las experiencias números 7-93 a 7-110 se hicieron sobre una muestra de mineral complejo, consistente en galena, blenda y pirita con gangas silícea y calcárea. Se nota una ligera oxidación, pues existen pequeñas cantidades de cerusita, calamina y limonita.

La experiencia más favorable fué la número 7-108, cuyos resultados son los siguientes:

Plomo: Ley, 54,3 por 100.—Recuperación, 71,2 por 100.
Cinc: Ley, 46,6 por 100.—Recuperación, 73,9 por 100.

Para la recuperación del cinc se añadieron los mixtos a los concentrados más limpios.

Para estas experiencias se empleó agua corriente del laboratorio. El mineral se redujo a menos de dos milímetros y después se molió en el molino de rodillos. Previas experiencias habían demostrado que el molino de rodillos dió mejores resultados que el de bolas en este mineral, con tal de que la duración de la molienda excediera de una hora.

Las experiencias 103, 102, 108 y 115 demuestran que la duración del período más favorable es de hora y media. La 101 indica las posibilidades de separación en un método de conjunto.

Cabe esperar un notable progreso, y por el momento la dirección de las investigaciones va encaminada a modificar el grado de alcalinidad y las cantidades de cianuro y de sulfato de cinc.

Mixtos núm. 5.—Esta muestra se asemeja en sus caracteres generales a la núm. 7, pero está mucho más oxidada y mezclada con algún mineral calcinado.

Se hicieron 14 experiencias sin buen resultado, por lo que no se continuaron, pues la presencia de mineral calcinado daba a la muestra condiciones especiales, diferentes de las que caracterizan a los minerales procedentes de aquellas minas.

Mixtos núm. 6.—Este mineral tiene también el aspecto del núm. 7, pero todavía más oxidado. Se hicieron numerosas experiencias, cuyos resultados no se anotan por no haberse llegado a ninguna conclusión definitiva. Sin embargo, demuestran que puede esperarse una separación satisfactoria.

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo - Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	------------------------

Experiencia núm 4-51

Molino de bolas.....	»	Carbonato sódico.....	2,250	120
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
Máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	180	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Xanthato.....	90	14
»	»	Aceite de pino.....	180	»
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-52

Molino de bolas.....	»	Carbonato sódico.....	0,470	120
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
Máquina.....	»	Cianuro sódico.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	180	14
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Xanthato.....	90	14
»	»	Aceite de pino.....	180	»
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 4-53

A excepción de que no se añadió carbonato de sosa al molino, esta experiencia es análoga a la 4-52.

Experiencia núm. 4-54

A excepción de que se añadieron al molino 900 gramos de carbonato de sosa, la experiencia es análoga a la 4-52.

Experiencia núm. 7-93

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	4,500	120
»	»	Mixtura TT (20 por 100).....	225	»
»	»	Creosota ácida.....	45	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	225	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Mixtura TT.....	490	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Aceite de pino.....	50	14
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 7-95

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	0,900	90
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
Máquina.....	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Xanthato.....	90	14
»	»	Aceite de pino.....	90	»
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 7-96

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	0,900	90
»	»	Thiocarbanilida.....	180	»
Máquina.....	»	Cianuro.....	90	14
»	»	Sulfato de cinc.....	270	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Xanthato.....	90	14
»	»	Aceite de pino.....	90	»
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 7-99

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	4,500	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
»	»	Cianuro.....	135	»
Máquina.....	»	Sulfato de cinc.....	405	»
»	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	450	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	810	28
»	»	Mixtura TT.....	675	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Aceite de pino.....	90	14
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 7-101

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	47
»	»	Cianuro.....	90	21
»	»	Sulfato de cinc.....	270	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado global.....	»	Xanthato.....	135	14
»	»	Aceite de pino.....	90	»

Concentrado global en la máquina

»	»	Cianuro.....	90	30
»	»	Sulfato de cinc.....	270	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Ningún reactivo.....	»	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	14
Concentrado limpio de Zn.....	»	»	»	7

Experiencia núm. 7-102

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	450	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
»	»	Sulfato de cinc.....	135	14
»	»	Cianuro.....	45	»
»	»	Mixtura TT.....	450	»
Concentrado bruto de Pb.....	»	Aceite de pino.....	90	70
»	»	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Mixtura TT.....	675	14
Concentrado bruto de Zn.....	»	Aceite de pino.....	90	14
Concentrado limpio de Zn.....	»	Ningún reactivo.....	»	7

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
Experiencia núm. 7-103				
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	60
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	90	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	»
»	»	Cianuro.....	45	»
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	450	»
»	Concentrado bruto de Pb.....	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Mixtura TT.....	675	14
»	Concentrado bruto de Zn.....	Aceite de pino.....	90	14
»	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7
Experiencia núm. 7-108				
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	135	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
»	»	Cianuro.....	45	»
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	900	»
»	Concentrado bruto de Pb.....	Acido cresylico.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Mixtura TT.....	900	»
»	Concentrado bruto de Zn.....	Aceite de pino.....	90	14
»	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7
Experiencia núm. 7-110				
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	135	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
»	»	Cianuro.....	45	»
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Xanthato.....	90	»
»	Concentrado bruto de Pb.....	Aceite de pino.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Xanthato.....	135	»
»	Concentrado bruto de Zn.....	Aceite de pino.....	90	14
»	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

PRODUCTO	Número de la muestra	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Experiencia núm. 4-51

Muestra.....	261	100,0	6,8	3,4	11,4	680	340	1.140	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	245	4,4	5,5	59,4	4,1	24	261	18	3,5	76,7	1,6
Conc. Zn. CI.....	246	9,1	53,2	1,6	10,8	484	14	98	71,2	4,2	8,6
Mixtos.....	247	5,5	15,6	2,7	23,2	86	15	128	12,7	4,4	11,2
Tailings.....	248	81,0	1,0	0,1	8,3	81	8	672	11,9	2,3	59,0

Experiencia núm. 4-52

Muestra.....	261	100,0	6,8	3,4	11,4	680	340	1.140	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	249	4,7	9,3	63,6	4,6	44	299	22	6,5	88,0	1,9
Conc. Zn. CI.....	250	8,9	52,8	1,2	11,5	470	11	102	69,1	3,2	9,0
Mixtos.....	251	4,4	11,8	2,0	25,3	52	9	111	7,6	2,6	9,7
Tailings.....	252	82,0	0,7	0,1	8,9	57	8	730	8,4	2,3	64,1

Experiencia núm. 4-53

Muestra.....	261	100,0	6,8	3,4	11,4	680	340	1.140	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	253	5,2	9,7	60,4	4,4	50	314	23	7,4	92,5	2,0
Conc. Zn. CI.....	254	9,5	53,5	0,8	10,2	508	8	97	74,6	2,3	8,5
Mixtos.....	255	4,6	13,6	1,5	25,5	63	7	117	9,3	2,1	10,3
Tailings.....	256	80,7	0,7	0,2	9,0	56	16	726	8,2	4,7	63,7

Experiencia núm. 4-54

Muestra.....	261	100,0	6,8	3,4	11,4	680	340	1.140	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	257	5,1	9,0	64,1	4,3	46	327	22	6,8	96,1	1,9
Conc. Zn. CI.....	258	9,3	54,3	0,8	10,2	505	7	95	74,2	2,1	8,3
Mixtos.....	259	4,8	13,1	1,3	26,4	63	6	127	9,3	1,8	11,2
Tailings.....	260	80,8	0,7	0,05	8,2	57	4	662	8,4	1,2	58,2

Experiencia núm. 4-54

	Número	Peso %	Plata	
			Onzas por tonelada	Por 100
Muestra.....	261	100,0	0,95	100,0
Concentrado Pb...	257	5,1	25,00	94,1
Conc. Zn. CI.....	258	9,3	0,5	3,7
Mixtos.....	259	4,8	0,65	2,2
Tailings.....	260	80,8	Trazas	>

Experiencia núm. 7-93

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	394	4,2	8,7	53,9	8,4	37	226	35	3,1	28,1	1,5
Conc. Zn. CI.....	395	18,7	39,2	16,6	9,5	734	310	178	61,9	38,5	7,8
Mixtos.....	396	5,7	26,5	9,6	19,8	151	55	113	12,8	6,8	4,9
Tailings.....	397	71,4	3,7	3,0	27,4	264	214	1.955	22,2	26,6	85,8

Experiencia núm. 7-95

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb...	400	4,5	30,3	14,6	14,1	136	66	63	12,0	8,7	2,9
Conc. Zn. CI.....	401	24,2	24,9	13,2	21,1	602	319	510	53,1	42,1	23,1
Mixtos.....	402	13,7	12,1	13,4	28,5	166	183	390	14,6	24,1	17,6
Tailings.....	403	57,6	4,0	3,3	21,6	230	190	1.244	20,3	25,1	56,4

PRODUCTO	Número de la muestra	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN		
			Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %

Experiencia núm. 7-96

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	404	7,2	20,1	30,2	13,0	145	217	94	12,1	27,2	4,2
Conc. Zn. CI.....	405	25,2	27,7	13,1	20,5	698	330	517	58,2	41,4	23,0
Mixtos..	406	10,7	11,1	6,4	38,4	119	68	411	9,9	8,6	18,3
Tailings.....	407	56,9	4,2	3,2	21,6	239	182	1.229	19,8	22,8	54,5

Experiencia núm. 7-99

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	412	5,8	6,3	70,0	7,1	36	406	41	3,3	53,2	1,8
Concentrado Zn..	413	16,9	39,6	7,5	14,2	669	127	240	61,4	16,7	10,4
Mixtos.....	414	3,8	14,3	6,3	30,2	54	24	115	4,9	3,1	5,0
Tailings.....	415	73,5	4,5	2,8	25,9	331	206	1.903	30,4	27,0	82,8

Experiencia núm. 7-101

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	418	4,2	8,6	48,0	10,3	36	202	43	3,2	25,5	1,8
Idem.....	419	4,9	11,0	61,8	5,3	54	303	26	4,8	38,3	1,1
Conc. Zn. CI.....	420	4,4	36,3	8,2	10,6	160	36	47	14,1	4,5	2,0
Mixtos.....	421	1,9	30,5	7,2	12,7	58	14	24	5,1	1,8	1,0
Concentrado Fe..	422	9,6	37,4	3,5	13,9	359	34	133	31,7	4,3	5,7
Tailings.....	423	75,0	6,2	2,7	27,4	465	202	2.052	41,1	25,6	88,4

Experiencia resumen

Plomo combinado..	•	9,1	9,9	55,5	7,6	90	505	69	8,0	63,8	2,9
Cinc combinado...	•	13,9	36,3	5,3	12,8	577	84	204	50,9	10,6	8,7

Experiencia núm. 7-102

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	424	7,8	5,3	66,5	5,9	41	518	46	3,3	63,0	2,1
Conc. Zn. CI.....	425	17,3	46,0	4,9	12,4	795	85	214	63,7	10,3	9,6
Mixtos.....	426	5,2	23,0	6,1	24,6	120	32	128	9,6	3,9	5,7
Tailings.....	427	69,7	4,2	2,7	26,4	293	188	1.840	23,4	22,8	82,6

Experiencia núm 7-103

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	428	7,6	4,4	63,5	5,7	33	482	43	2,6	59,5	1,9
Conc. Zn. CI.....	429	14,8	45,4	6,2	11,5	672	92	170	52,9	11,3	7,6
Mixtos.....	430	6,2	32,8	7,1	17,0	203	44	105	15,9	5,4	4,7
Tailings.....	431	71,4	5,1	2,7	27,0	364	193	1.930	28,6	23,8	85,8

Experiencia núm. 7-108

Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb..	440	10,2	6,5	54,3	7,6	66	554	78	5,6	71,2	3,4
Conc. Zn. CI.....	441	16,9	46,6	2,2	13,3	787	37	238	66,5	4,7	10,4
Mixtos.....	442	4,0	22,0	5,7	24,3	88	23	97	7,4	2,9	4,2
Tailings.....	443	68,9	3,5	2,4	27,2	241	165	1.870	20,5	21,2	82,0

PRODUCTO	Número de la muestra	Peso %	ANÁLISIS				UNIDADES				DISTRIBUCIÓN			
			Zn. %	Pb. %	Fe. %		Zn.	Pb.	Fe.		Zn. %	Pb. %	Fe. %	
Muestra.....	359	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Concentrado Pb..	446	10,1	6,2	52,3	8,9	63	528	90	5,3	72,3	4,4	72,3	4,4	
Conc. Zn. Cl.	447	20,6	36,8	1,2	10,7	760	25	221	64,6	3,4	10,9	3,4	10,9	
Mixtos	448	6,8	18,0	3,1	29,9	122	21	203	10,4	2,9	10,0	2,9	10,0	
Tailings.....	449	62,5	3,7	2,5	24,3	232	156	1.520	19,7	21,4	74,7	21,4	74,7	

Experiencia núm. 7-110

Trabajos efectuados durante el quinto período.

MINERAL DEL LLANO DEL BEAL, NÚM. 6.—Hasta la fecha se han hecho en total 50 experiencias con este mineral. Tiene el aspecto de unos mixtos de lavadero y está sumamente oxidado. Los minerales que lo componen son galena, blenda, pirita, cerusita, calamina y limonita, en una ganga silicea y calcárea.

Oxidación.—La importancia de la oxidación no se conoce exactamente, pero puede juzgarse aproximadamente por los siguientes resultados: plomo soluble de la muestra, 2,4 por 100. Equivalente al 32,4 por 100 del plomo total.

Tailings de la experiencia 6-74: Hierro, 25,1 por 100; azufre, 19,1 por 100.

Una experiencia efectuada a la salida de los tailings de la 6-74 indicó muy pocos sulfuros a pesar de los altos valores contenidos, pero se separó un mineral de plomo blanco.

Se molieron 1.500 gramos de mineral en el molino de bolas durante dos horas, y en la disolución se encontró sulfato ferroso en la proporción de 5.400 gramos por tonelada de mineral.

Mejores resultados obtenidos:

	P L O M O		C I N C	
	Ley.	Recuperación	Ley.	Recuperación
Experiencia 6-118	52,4 por 100.	41,0	47,0 por 100.	75,8
» 6-131	5,28	» 38,4	44,2	» 70,6
» 6-150	39,2	» 52,7	40,1	» 74,5
» 6-152	40,6	» 50,6	27,0	» 77,8

Resultados que pueden esperarse.—De las experiencias realizadas se deduce que los tailings de plomo son demasiado ricos. El mejor resultado da un contenido de plomo en los tailings de 36,6 por 100, cantidad que representa, aproxi-

madamente, el tanto por ciento de plomo oxidado del mineral. A menos que el mineral pueda sulfurarse satisfactoriamente, no se cree posible obtener, por los procedimientos empleados hasta la fecha, una gran mejoría en los resultados. El mejor resultado que puede esperarse por separación directa, considerando que el 10 por 100 representa la menor cantidad de plomo que todavía queda en el cinc, puede cifrarse como sigue:

Recuperación de plomo, 55 por 100. Ley del concentrado, 50 a 60 por 100.

Se ha podido observar que hay una notable cantidad de cinc oxidado, pero sin determinarse. Los tailings más bajos obtenidos contenían el 14 por 100 de cinc, y la menor cantidad de cinc en el plomo fué 2,4 por 100; de donde se deduce que el mejor resultado que podría obtenerse sería aproximadamente el siguiente:

Recuperación de cinc, 80 por 100. Ley del contenido, 45 a 50 por 100.

Observaciones.—En las siguientes experiencias se ha usado agua corriente en cada caso, a menos que se advierta otra cosa. El mineral se redujo a menos de dos milímetros y se llevó en molino de rodillos al grado de finura deseado. La relación de pulpa empleada en el circulador fué de 4 a 1.

La experiencia 6 74 fué seleccionada de una serie en las que cada una se realizó de la manera indicada, pero con cantidades variables de carbonato de sosa. Una cantidad menor que la indicada de carbonato de sosa no dió buenos resultados.

Las experiencias se efectuaron para investigar la recuperación que podía esperarse y la relación de concentración fué muy baja. Debido a esta baja relación los tailings fueron demasiado altos en plomo y cinc, y en efecto, hubo una concentración de los valores oxidados.

También se hicieron una serie de experiencias para de-

terminar el mejor tamaño en la molienda, observándose que el molino de rodillos dió mejores resultados que el de bolas cuando el tiempo excede de una hora. Cuando excede de dos (83 por 100 menos de 200 mallas) la recuperación decrece rápidamente.

Se creyó que esto podía ser debido a la mayor duración del contacto con el carbonato de sosa, pero se obtuvieron los mismos resultados con muy reducidas cantidades de este reactivo. De esta serie de experiencias no se ha anotado ninguna.

La experiencia 6-100 se hizo para flotar el plomo y cinc deprimiendo el hierro con cianuro en una pulpa ácida con phenophthaleína.

La 6-106 demuestra los progresos realizados en la depresión del cinc y el hierro con la adición de sulfato de cinc.

La 6-107 demuestra que el cianuro y el sulfato de cinc añadidos a la máquina en una pulpa ácida no deprimen el hierro y el cinc en la misma proporción que cuando se añaden en el molino.

La 6-109 demuestra que el cianuro y el sulfato de cinc divididos entre el molino y la máquina tienen menos efecto deprimente que la misma cantidad añadida a cualquiera de ellos solamente.

La 6 123 demuestra la inmediata depresión del cinc cuando se añade bastante carbonato de sosa para hacer la pulpa alcalina con la phenophthaleína. Esta experiencia fué la mejor de una serie donde se comprobó que incrementando las cantidades de cianuro y de sulfato de cinc se deprime el plomo.

En las 6 131 y 6-134 se añadieron el cianuro y el sulfato de cinc al molino, y la sosa se puso en la máquina variando las cantidades de aquellos reactivos, con lo que se consiguió aumentar más que anteriormente la depresión del cinc y del hierro. Aumentando las cantidades de cianuro y sulfato de cinc añadidas a la máquina se mejoró notablemente la flo-

tación del plomo, permaneciendo constante la depresión del cinc y del hierro.

Comparando la experiencia 6 118 con la 6-150 se observa que la mixtura TT no promueve la flotación del cinc y del hierro en la misma proporción que el xanthato, pero en cambio esto viene en detrimento de la recuperación del plomo.

En la experiencia 6-150 hay demasiado cinc con el plomo, pero experiencias previas demostraron que puede mejorarse la selección adoptando un grado de alcalinidad más adecuado en combinación con las adiciones de cianuro y sulfato.

En la 6-151 se utilizó agua pura, pero no se notó ninguna mejoría.

En la 6 153 el mineral se lavó antes del tratamiento. Se notó inmediatamente una notable mejoría en la flotación del cinc, la cual es debida, indudablemente, a la reducción de la cantidad de sales solubles o recién precipitadas en la pulpa. En la práctica podría realizarse aproximadamente esta condición con un tratamiento previo de los minerales en mesas clasificadoras, espesando después los productos antes de la flotación.

Sulfuración.—Se hizo un ensayo para mejorar los resultados, sulfurando con sulfuro de sodio, pero no se obtuvo resultado satisfactorio, debido, indudablemente, a la gran cantidad de sales solubles presentes, lodo coloidal y óxido de hierro. Puede ser posible sulfurar el plomo en los tailings después de la primera flotación.

Resumen.—Los escasos resultados obtenidos parece que son debidos a la gran oxidación de los minerales ricos, en presencia de un alto porcentaje de hierro en estado de sulfuro y de óxido.

Sólo puede esperarse una recuperación aceptable del cinc; pero por las observaciones anotadas no hay que confiar en grandes progresos en cuanto al rendimiento en plomo, a no ser que el empleo de las mesas antes de la flotación resulte favorable.

Experiencia núm. 6-75.—MINA: Mixtos.—MINERAL: Llano n.º 6.—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	7.4	740	15,2	1.520	29.8	2.980
Concentrado 1...	2,7	15,6	42	11,1	30	24,6	67
Idem 2.....	9,3	2,7	25	7,8	72	28,4	264
Idem 3.....	20,6	2,2	45	10,7	220	31,6	652
Idem 4.....	21,9	10,1	222	20,4	447	22,8	501
Idem 5.....	13,3	15,2	202	24,3	323	33,2	442
Tailings.....	32,2	7,0	225	13,6	438	30,4	980
<i>Resumen:</i>							
Concentrados....	67,8	7,9	537	16,1	1.092	28,4	1.926
Relación de concentración, 1,5/1.							

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado 1 ..	5,5	2,0	2,3
Idem 2	3,3	4,7	9,1
Idem 3.....	5,9	14,4	22,5
Idem 4.....	29,1	29,2	17,2
Idem 5.....	26,6	21,1	15,2
Tailings.....	29,6	28,6	33,7
TOTAL....	70,4	71,4	66,3

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos	
<i>Molino de rodillos:</i>			
Carbonato de sosa....	9,000	120	
<i>Máquina:</i>			
Xanthato.....	45	7	Concentrado 1
Aceite de pino.....	90	»	Idem 2. »
Xanthato.....	45	7	Idem 3.
Idem.....	45	7	Idem 4.
Idem.....	45	7	Idem 5.

Experiencia núm. 6-100. — MINA: Mixtos. — MINERAL: *Llano número 6.* — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	17,2	19,6	347	33,8	581	11,2	193
Tailings	82,3	4,5	373	11,0	911	32,2	2.670

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	47,5	39,0	6,7
Tailings	52,5	61,0	83,3

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
-----------	--------------------	---------

Molino de rodillos:

Carbonato de sosa	4,500	120
Cianuro	225	»

Máquina:

Xanthato	180	28
Concentrado. Aceite de pino	90	14

OBSERVACIONES.— El circuito era ácido con la phenolphthaleína. El aumento de cianuro no mejoró los resultados.

Experiencia núm. 6-106. — MINA: Mixtos. — MINERAL: *Llano número 6.* — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	13,7	25,2	345	31,3	428	10,9	149
Tailings	86,3	4,7	406	12,5	1.078	33,0	2.850

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado	46,0	28,4	5,0
Tailings	54,0	71,6	95,0

REACTIVOS

Kilos por tonelada Minutos

Molino de rodillos:

Carbonato de sosa	4,500	120
Cianuro	225	»
SO ₄ Zn	675	»

Máquina:

Xanthato	180	28
Concentrado. Aceite de pino	90	14

OBSERVACIONES.— Demuestra una evolución favorable en la depresión del cinc y del hierro añadiendo SO₄ Zn al cianuro.

Experiencia núm. 6-107. — MINA: Mixtos. — MINERAL: *Llano número 6.* — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	16,6	21,2	352	34,6	575	11,7	194
Tailings	83,4	4,9	408	12,4	1.034	32,8	2.740

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado	46,4	35,8	6,6
Tailings	53,6	64,2	93,4

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato de sosa.....	4,500	120
<i>Máquina:</i>		
Cianuro.....	225	42
SO ₄ Zn.....	675	»
Xanthato.....	180	28
Concentrado. Aceite de pino.....	90	14

OBSERVACIONES.—Esta experiencia demuestra que el cianuro y el SO₄ Zn. añadidos a la máquina no deprimen el cinc y el hierro, pues hay que añadir las mismas cantidades, permaneciendo iguales las demás condiciones.

Experiencia núm. 6-109. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado....	17,9	20,4	365	33,6	602	12,3	220
Tailings.....	82,1	4,3	353	11,0	903	33,3	2.730

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado....	50,8	40,0	7,5
Tailings.....	49,2	60,0	92,5

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato de sosa.....	4,500	120
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Cianuro.....	90	28
SO ₄ Zn.....	270	»
Xanthato.....	180	»
Espumas. Aceite de pino.....	90	14

OBSERVACIONES.—El cianuro y el sulfato de cinc repartidos entre el molino y la máquina tienen menos efecto deprimente que la misma cantidad total agregada a cualquiera de ellos, dadas las mismas condiciones.

Experiencia núm. 6-123. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	10,5	34,2	360	9,3	98	19,6	206
Concentrado Zn.	20,2	2,2	45	36,3	734	21,6	436
Mixtos.....	4,3	5,6	24	15,5	67	31,0	133
Tailings.....	65,0	4,8	312	9,6	625	33,5	2.180

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	48,6	6,4	6,9
Concentrado Zn.	6,1	48,2	14,8
Mixtos.....	3,2	4,4	4,5
Tailings.....	42,1	41,0	73,8

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato de sosa.....	4,500	120
<i>Máquina:</i>		
Carbonato de sosa.....	8,100	28
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
Xanthato.....	180	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	14
SO ₄ Cu.....	450	14
Mixtura TT.....	675	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90	10
Idem Zn CI. Ningún reactivo.....	»	7

OBSERVACIONES.—Esta experiencia demuestra la inmediata depresión del cinc en un circuito alcalino. Las condiciones, aparte de la alcalinidad, son las mismas que en la experiencia anterior. Esta fué la mejor de la serie, y puso de relieve que el aumento de las cantidades de cianuro y sulfato de cinc deprimen el plomo.

Experiencia núm. 6-131. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	5,4	52,8	285	7,3	39	12,1	65
Idem Zn.....	21,2	4,7	99	44,2	940	14,6	310
Mixtos.....	5,6	6,9	39	20,4	114	27,6	154
Tailings.....	67,8	4,7	319	5,9	400	36,6	2.480

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	38,4	2,6	2,2
Idem Zn.....	13,3	63,0	10,3
Mixtos.....	5,3	7,6	5,1
Tailings.....	43,0	26,8	82,4

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Cianuro.....	0,135	120
SO ₄ Zn.....	0,405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato de sosa.....	12,600	28
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
Xanthato.....	180	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Concentrado Zn. Mixtura TT.....	1,125	14
Idem Zn. CI. Ningún reactivo.....	»	7

OBSERVACIONES.—Bajo las condiciones anteriores, el aumento de las cantidades de cianuro y SO₄ Zn en el molino aumenta la recuperación del plomo.

Experiencia núm. 6-134. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	6,7	53,2	357	5,3	35	12,1	81
Tailings.....	93,3	4,1	382	15,3	1.427	31,0	2.895

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	48,3	2,4	2,7
Tailings.....	51,7	97,6	97,3

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Cianuro.....	0,135	120
SO ₄ Zn.....	0.405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato de sosa.....	12,600	28
Cianuro.....	405	»
SO ₄ Zn.....	1,215	»
Xanthato.....	180	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	14

OBSERVACIONES.—Demuestra el aumento de la recuperación del plomo cuando se aumenta el cianuro y el sulfato de cinc en la máquina.

Experiencia núm. 6-118. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	5,9	52,4	309	7,9	47	10,6	63
Idem Zn.....	22,8	4,0	91	47,0	1.071	16,6	379
Mixtos.....	6,5	5,5	36	17,4	113	30,2	196
Tailings.....	64,8	4,9	318	5,1	331	36,1	2.342

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	41,0	3,0	2,1
Idem Zn.....	12,1	68,6	12,7
Mixtos.....	42,1	21,2	78,6

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato de sosa.....	4,500	120
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato de sosa.....	8,100	28
Cianuro.....	45	14
SO ₄ Zn.....	135	»
Mixtura TT.....	900	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	7
SO ₄ Cu.....	450	28
Mixtura TT.....	900	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90	14
Idem Zn. Cl. Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 6-150 — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	10,2	39,2	400	13,9	123	13,2	195
Idem Zn.....	26,3	1,8	47	40,1	1.054	18,5	487
Mixtos.....	4,9	5,4	26	11,1	54	33,9	166
Tailings.....	58,6	4,9	287	4,4	258	36,4	2.135

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	52,7	8,2	6,6
Idem Zn.....	6,2	70,9	16,3
Mixtos.....	3,4	3,6	5,6
Tailings.....	37,7	17,3	71,

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato de sosa.....	4,500	120
Na CN.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
Creosota ácida.....	90	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato de sosa.....	8,100	»
Na CN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	180	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	14
SO ₄ Cu.....	450	14
Concentrado Zn. Xanthato.....	180	14
Aceite de pino.....	90	»
Concentrado Zn. Cl. Ningún reactivo.....	»	7

Experiencia núm. 6-151. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	10,0	33,6	336	13,9	139	17,1	171
Idem Zn.....	9,6	1,4	13	42,6	409	17,1	164
Mixtos.....	20,5	2,9	60	31,2	640	25,4	522
Tailings.....	59,9	4,8	288	5,6	336	35,6	2.135

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	48,2	9,1	5,7
Idem Zn.....	1,9	26,8	5,5
Mixtos.....	8,6	42,0	17,3
Tailings.....	41,3	22,1	71,5

OBSERVACIONES.—En esta experiencia se empleó agua pura. Por lo demás, los reactivos fueron los mismos que los de la 6-150.

Experiencia núm. 6-152. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 10 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	9,1	40,6	370	11,2	102	16,1	147
Idem Zn.....	44,0	1,6	71	27,0	1.190	29,4	1.292
Mixtos.....	3,9	5,8	23	9,2	36	35,0	137
Tailings.....	43,0	6,2	267	5,8	250	33,6	1.445

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	50,6	6,5	4,9
Idem Zn.....	9,7	75,5	42,8
Mixtos.....	3,1	2,3	4,5
Tailings.....	36,6	15,7	47,8

OBSERVACIONES.—Se molió durante una hora en vez de dos. Por lo demás es igual a la 150.

Experiencia núm. 6-153. — MINA: Mixtos. — MINERAL: Llano número 6. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,4	740	15,2	1.520	29,8	2.980
Concentrado Pb.	13,8	28,7	396	24,1	333	13,6	188
Idem Zn.....	26,1	1,9	49	36,2	945	21,8	570
Mixtos.....	4,0	5,8	23	11,0	44	34,1	136
Tailings.....	56,1	5,4	303	4,0	224	37,0	2.075

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	51,4	21,6	6,3
Idem Zn.....	6,4	61,2	19,2
Mixtos.....	3,0	2,8	4,6
Tailings.....	39,2	14,4	69,9

OBSERVACIONES.—Exactamente igual a la número 150, pero con las diferencias siguientes:
Mineral.—Lavado en el filtro antes de molerse.
Agua corriente.—Se eliminaron las sales solubles después de precipitadas añadiendo 900 gramos por tonelada de carbonato sódico.

Trabajos realizados durante el sexto período de ensayos.

Muestra de mineral del Llano del Beal, núm. 7.—Hasta la fecha se han hecho 30 experiencias sobre este mineral, la mayoría de las cuales con análogos resultados. En el extracto de los trabajos correspondientes al cuarto período se indicaron los caracteres generales de este mineral, pero después se ha visto que, probablemente, hay más oxidación de los sulfuros.

Oxidación.—La importancia de ésta no se conoce definitivamente, por la falta de seguridad que ofrecen los procedimientos que hemos empleado para determinar las cantidades de plomo y cinc solubles.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, anotamos a continuación los siguientes datos:

Plomo soluble, de la muestra 1,6 por 100 equivalente al 19 por 100 del plomo total.

Cinc soluble, de la muestra 2,3 por 100, equivalente al 19,5 por 100 del cinc total.

El análisis de la muestra es como sigue, poniendo de manifiesto las proporciones de la oxidación:

Cinc, 11,8 por 100; plomo, 8,4 por 100; hierro, 22,0 por 100; azufre, 25,8 por 100, y Ca O, 6,9 por 100.

La cantidad de sulfato ferroso contenido ha sido estimada en 2.250 gramos por tonelada de mineral.

Mejores resultados obtenidos:

	P L O M O		C I N C	
	Ley	Recuperación	Ley	Recuperación
Experiencia 7-47.	54,3 por 100	72,5 %	43,6 por 100	76,0 %

Resultados que pueden esperarse.—La mejor extracción total obtenida, en cuanto al plomo se refiere, ha sido 82,3 por 100, y respecto al cinc, el 87,4 por 100. Estas cifras permiten, pues, esperar notables progresos en los resultados selectivos, pero hasta ahora es imposible predecir la máxima diferenciación que puede obtenerse.

Experiencias.—En todas ellas el mineral se redujo a menos de dos milímetros y después se ultimó la trituration en el molino de rodillos. La 7-146 se hizo con agua buena, pero no se notó mejoría alguna. En la 147 se lavó el mineral antes del tratamiento, pero los resultados fueron iguales a los obtenidos sin esta previa manipulación.

La 7-148 dió una buena extracción de cinc, pero flotó demasiado hierro, debido al uso de xanthato sin efecto deprimente.

MINA S. P. DEL LLANO DEL BEAL.—La muestra tomada para verificar esta experiencia contuvo el 11,4 por 100 de cinc, el 7,20 por 100 de plomo y el 31,4 por 100 de hierro.

En los tanteos preliminares, los tailings tuvieron el 1,4 por 100 de cinc y el 1,1 por 100 de plomo, lo que da una recuperación total de 91 y 89 por 100, respectivamente. La diferenciación no fué muy buena, pero se mejorará, indudablemente. El mineral no estaba tan oxidado como el de las muestras números 6 y 7, siendo muy interesante anotar la inmediata diferencia observada en el valor de los tailings.

PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN			
		Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %	
Experiencia núm. 7-117											
Muestra.....	100,0	11,8	7,8	22,1	1.180	780	2.210	100,0	100,0	100,0	| 1278
Concentrado Pb.....	10,0	6,1	56,0	9,7	61	560	97	5,1	70,5	4,2	
Concentrado Zn. Cl.....	20,4	40,5	3,2	17,7	826	65	361	69,4	8,2	15,8	
Mixtos.....	5,4	16,2	5,3	27,9	86	29	151	7,2	3,6	6,6	
Tailings.....	64,2	3,4	2,2	26,1	218	141	1.676	18,3	17,7	73,4	|

Experiencia núm. 7-146										
Muestra.....	100,0	11,8	8,4	22,1	1.180	840	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb.....	11,0	7,6	56,7	9,3	84	624	102	6,5	71,0	4,5
Concentrado Zn. Cl.....	17,5	40,2	2,2	18,9	704	38	332	51,9	4,3	14,6
Mixtos.....	10,2	22,0	3,3	27,7	225	34	282	17,5	3,9	12,4
Tailings.....	61,3	4,4	3,0	25,5	270	184	1.560	21,1	20,8	68,5

PRODUCTO	Peso %	ANÁLISIS			UNIDADES			DISTRIBUCIÓN			
		Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn.	Pb.	Fe.	Zn. %	Pb. %	Fe. %	
Experiencia núm. 7-147											
Muestra.....	100,0	11,8	8,4	22,1	1.180	840	2.210	100,0	100,0	100,0	| 1279
Concentrado Pb.....	11,5	8,5	54,3	10,3	98	625	118	8,3	72,5	5,2	
Concentrado Zn. Cl.....	19,9	43,6	2,0	15,2	867	40	303	73,8	4,6	13,4	
Mixtos.....	2,3	11,5	5,5	28,1	26	12	65	2,2	1,4	2,9	
Tailings.....	66,3	2,8	2,8	2,9	185	185	1.780	15,7	21,5	78,5	

Experiencia núm. 7-148										
Muestra.....	100,0	11,8	8,4	22,1	1.180	840	2.210	100,0	100,0	100,0
Concentrado Pb.....	11,9	6,5	50,6	12,6	77	603	150	6,4	69,5	6,5
Concentrado Zn. Cl.....	40,1	23,0	2,2	30,7	922	88	1.230	77,2	10,1	53,5
Mixtos.....	4,5	10,2	4,4	34,0	46	20	153	3,8	2,3	6,7
Tailings.....	43,5	3,5	3,6	17,6	152	157	766	12,6	18,1	33,3

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 7-117

Mineral del Llano número 7. Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 más de 100.

Agua corriente.....	»	»	»	»
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	180	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
»	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	1,125	»
»	Concentrado bruto de Pb.....	Acido cresylico.....	90	7
»	»	Sulfato de cobre.....	675	28
»	Concentrado bruto de Zn.....	Mixtura TT.....	900	14
»	»	Aceite de pino.....	90	»
»	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

1280

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 7-146

Mineral del Llano número 7. Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 más de 100.

Agua buena.....	»	»	»	»
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	135	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
»	»	Cianuro.....	45	14
»	»	Sulfato de cinc.....	135	»
»	»	Mixtura TT.....	900	»
»	»	Aceite de pino.....	90	14
»	Concentrado bruto de Pb.....	Sulfato de cobre.....	450	28
»	»	Mixtura TT.....	900	»
»	Concentrado bruto de Zn.....	Aceite de pino.....	90	14
»	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

1281

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 7-147

Mineral del Llano número 7. Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 más de 100.

Agua corriente tratada con carbonato de sosa. Mineral lavado.

Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Thiocarbanilida.....	135	»
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	28
	»	Cianuro.....	45	14
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
	»	Mixtura TT.....	900	»
	Concentrado bruto de Pb.....	Aceite de pino.....	90	14
	»	Sulfato de cobre.....	450	28
	»	Mixtura TT.....	900	»
	Concentrado bruto de Zn.....	Aceite de pino.....	90	14
	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

1282

AÑADIDO A	PRODUCTO	REACTIVO	Cantidad Kilos por tonelada	Tiempo Minutos
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------

Experiencia núm. 7-148

Mineral del Llano número 7. Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 más de 100.

Agua corriente.....	»	»	»	»
Molino de rodillos.....	»	Carbonato sódico.....	5,400	90
»	»	Creosota ácida.....	90	»
»	»	Thiocarbanilida.....	180	»
»	»	Xanthato.....	90	»
»	»	Cianuro.....	135	»
»	»	Sulfato de cinc.....	405	»
Máquina.....	»	Carbonato sódico.....	2,700	14
	»	Cianuro.....	45	»
	»	Sulfato de cinc.....	135	»
	»	Mixtura TT.....	450	»
	Concentrado bruto de Pb.....	Aceite de pino.....	90	24
	»	Sulfato de cobre.....	900	28
	»	Xanthato.....	90	»
	Concentrado bruto de Zn.....	Mixtura TT.....	900	14
	Concentrado limpio de Zn.....	Ningún reactivo.....	»	7

14

1283

Extracto de los trabajos efectuados durante el séptimo período de ensayos.

MINERAL DE LA MINA S. P. NÚM. 10.—Tiene el aspecto de una masa piritica, en la que se destacan la blenda y galena en forma de cristales bien perceptibles, pero cierta cantidad aparece en estado finamente dividido. No se han encontrado minerales oxidados de cinc ni de plomo, pero en cambio hay una gran cantidad de magnetita. La ganga es una filita con alguna caliza que da a la roca un color obscuro.

Análisis del mineral.—Plomo, 6,8 por 100; cinc, 10,8 por 100; hierro total, 30,3 por 100; azufre, 31,0 por 100; insolubles, 8,5 por 100, y hierro en forma oxidada, 9,7 por 100.

Sales solubles.—Mezclando con agua en el molino de rodillos 1.500 gramos de mineral molido durante hora y media, se obtuvieron los siguientes resultados:

Productos en disolución por tonelada de mineral:

Sulfato ferroso.....	1.620 gramos
Ca O.....	865 —
Al ₂ O ₃	1.710 —

Agua empleada en las experiencias.—El agua utilizada para la molienda procedió de la mina L. q. V. q. Contiene 15,30 kilos de sales en disolución por tonelada. No ha llegado a hacerse un análisis todavía, pero se nota la presencia del hierro a la simple inspección. Las experiencias demuestran que pueden obtenerse con ellas buenos resultados. El efecto exacto del agua es demasiado complejo para expresarlo en términos generales.

Una experiencia con agua buena no demostró mejoría alguna; pero esto era de esperar, pues antes de sentar con-

clusiones sobre este punto deben hacerse experiencias suficientemente amplias para obtener los reactivos apropiados para esta nueva condición.

Mejores resultados obtenidos.

	P L O M O		C I N C	
	Ley	Recuperación	Ley	Recuperación
Experiencia 10-201	40,8 por 100	81,1 %	46,8 por 100	86,6 %
» 10 209	48,6 por 100	79,0 %	45,9 por 100	83,1 %

Experiencias.—Se hicieron 34 con este mineral, de las cuales se ha hecho una selección. La mayor parte dieron una recuperación superior al 90 por 100 de ambos metales, plomo y cinc, pero se han encontrado algunas dificultades para obtener una buena selección. Se utilizó el Aerofloat como reactivo, en vista de las ventajas de precio, y parece que obra satisfactoriamente, aunque es algo más lento en su acción sobre este mineral que otros reactivos. Un examen de los resultados demuestra que puede esperarse en la práctica una recuperación del 80 por 100 de ambos metales.

La experiencia 192 se hizo con agua buena, recibiendo el mineral un lavado previo. Los reactivos empleados fueron análogos a los de la 185, habiéndose observado que el plomo flota algo más lentamente, pero el cinc se acelera. Los resultados no muestran superioridad para el 192; pero durante la manipulación pudo observarse que el agua buena, con reactivos adecuados, da mejores resultados que los que se obtendrían con el agua de L. q. V. q. La 195 dió una recuperación de plomo del 85 por 100, debido al ligero aumento de las cantidades de cianuro y sulfato de cinc. No se comprende este resultado, pues hay más cinc y hierro en el concentrado de plomo, pero ello indica la sensibilidad de las condiciones operatorias. La 201 es la misma que la 185,

excepto que el plomo fué separado en veintiocho minutos en vez de catorce.

La 203 demuestra el efecto producido por una molienda fina, habiendo posibilidad de mejores resultados con reactivos apropiados. La 209 se redujo a una serie de ensayos para comprobar la 201. La extracción del cinc se redujo un poco, pero este inconveniente puede ser obviado limpiando algo más los productos.

Conclusiones.— Por flotación directa puede esperarse para el plomo y cinc una recuperación del 80 por 100. El utilizar mesas clasificadoras antes de la flotación ofrece posibilidades de mejorar la extracción del plomo. Los concentrados de cinc podrían llevarse otra vez a un tanque, tratándose con cianuro y sulfato de cinc. El plomo que quedase en el cinc podría flotarse entonces y el concentrado de cinc dejarse en los tailings. Si esto resultara satisfactorio se obtendría una buena extracción de plomo.

En alguna de las experiencias que siguen los rendimientos fueron calculados sumando los contenidos de todos los productos que se obtuvieron. Esta práctica dió resultados realmente erróneos, por lo que en lo sucesivo se calcularán los rendimientos teniendo en cuenta solamente el análisis principal. Este análisis es el término medio de varios hechos escrupulosamente. El desmuestre de los concentrados no está expuesto a errores apreciables, y además, una diferencia en el ensayo de ellos no afecta al rendimiento en la misma proporción que una pequeña diferencia en el análisis de la muestra o de los tailings.

MINA S. J.—*Experiencia núm. 8.*—El mineral es una galena cristalina con ganga de pizarra micácea y calcita. Contiene muy poca pirita, pero el imán demuestra la presencia de magnetita. Se hicieron tres experiencias solamente de esta clase de mineral, que corresponde a la zona del Gorguel, bastante apartada del Llano del Beal.

Se anota la mejor, 8-163, en la que puede observarse que

los concentrados de cinc no se limpiaron. En la práctica podría obtenerse una satisfactoria ley de cinc.

MINA L. C. NÚM. 9.—Esta mina está enclavada en el centro de la sierra, explotándose en ella el manto llamado de los azules, cuyo mineral está constituido esencialmente por galena con alguna blenda y pirita y gran cantidad de magnetita con ganga de phyllita, cuarzo y caliza. Se hicieron cuatro experiencias indicándose la 9-182. El mineral responde fácilmente a la flotación.

Nota importante.—En estas dos últimas minas, cuya explotación se efectúa desde hace varios años, se beneficia solamente la galena, por no haberse podido concentrar la blenda en los lavaderos mecánicos instalados en ellas, a pesar de ser de los más completos, dada la pequeña cantidad de cinc contenido en los minerales. Ya se ve que la flotación puede resolver satisfactoriamente este problema.

Experiencia núm. 10-181.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,0	700	11,4	1.140	30,1	3.010
Concentrado Pb.	15,3	36,6	560	8,3	127	24,6	376
Idem Zn.	31,7	1,2	38	26,7	846	29,4	932
Mixtos.....	5,3	2,6	14	8,5	45	38,3	203
Tailings.....	47,7	1,6	76	2,3	110	36,6	1.745

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb	80,0	11,1	12,5
Idem Zn.	5,4	74,3	31,0
Mixtos.....	2,0	3,9	6,7
Tailings.	10,9	9,7	58,0

Agua. Mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida	0,090	90
Thiocarbanilida	135	>
Cianuro.....	135	>
SO ₄ Zn.....	405	>
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	3
Mixtura TT.....	1,125	>
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	135	18
SO ₄ Cu.....	675	17
Mixtura TT.....	315	>
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	>

Experiencia n.º 10-185.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,8	680	10,8	1.080	30,0	3.000
Concentrado Pb.	11,3	46,0	522	7,2	82	13,1	148
Concentrado Zn.	17,8	3,9	69	45,4	809	13,7	244
Mixtos.....	5,7	4,5	26	19,1	109	27,5	157
Tailings.....	65,2	0,9	59	1,5	98	38,0	2.480

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	76,9	7,6	4,9
Concentrado Zn.	10,1	74,9	8,1
Mixtos.....	3,8	10,1	5,2
Tailings.....	8,7	9,1	82,7

Agua. Mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Creosata ácida	90	>
Cianuro.....	45	>
SO ₄ Zn.....	135	>
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat	22,5	14
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	225	>
Cal.....	900	28
SO ₄ Cu.....	450	>
Concentrado Zn. Aerofloat.....	90	>

Experiencia núm. 10-189.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,8	680	10,8	1.080	30,1	3.010
Concentrado Pb.	9,5	48,8	464	6,5	62	12,4	57
Idem Zn.....	18,7	4,3	80	45,3	847	13,9	260
Mixtos.....	4,5	5,7	83	14,6	67	27,6	127
Tailings.....	67,3	0,5	34	1,3	88	37,8	2.544

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	68,2	5,7	1,9
Idem Zn.....	11,8	78,7	8,6
Mixtos.....	12,2	6,2	4,2
Tailings.....	5,0	8,2	84,5

Agua. Mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	90	»
SO ₄ Zn.....	270	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	14
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Cal.....	900	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	»

Experiencia núm. 10-192.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	6,4	640	10,8	1.080	30,3	3.030
Concentrado Pb.	8,8	45,4	399	7,6	67	14,3	126
Idem Zn.....	10,4	6,2	65	48,2	501	12,2	127
Mixtos.....	12,7	8,9	113	33,4	424	15,1	192
Tailings.....	68,1	0,9	61	1,1	75	39,2	2.670

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	62,3	6,2	4,2
Idem Zn.....	10,1	46,5	4,2
Mixtos.....	17,7	39,3	6,3
Tailings.....	9,5	6,9	88,0

Agua. Agua pura. Mineral lavado.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	45	»
Sulfato de cinc.....	1,350	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	14
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Cal.....	900	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	»

Experiencia núm. 10-195.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	6,4	640	10,8	1.080	30,3	3.030
Concentrado Pb.	13,9	39,0	543	9,9	138	16,4	283
Idem Zn.....	14,5	2,4	35	47,4	687	13,8	200
Mixtos.....	3,9	5,3	21	17,2	67	28,8	112
Tailings.....	67,7	1,0	68	3,2	216	39,4	2.670

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	85,0	12,8	9,5
Idem Zn.....	5,5	63,7	6,6
Mixtos.....	3,3	6,2	3,7
Tailings.....	10,6	20,0	88,1

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	90	»
SO ₄ Zn.....	270	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	28
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Cal.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	28
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	»	»

Experiencia núm. 10-201.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis</i>	100	6,6	660	11,2	1.120	31,4	3.140
Concentrado Pb.	13,1	40,8	535	10,1	132	15,8	207
Idem Zn.....	18,7	2,8	52	46,8	875	14,2	265
Mixtos.....	5,7	6,2	35	16,3	93	31,8	181
Tailings.....	62,5	1,1	69	0,8	50	42,2	2.637

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	81,1	11,2	6,6
Idem Zn.....	7,9	78,3	8,4
Mixtos.....	5,3	8,3	5,8
Tailings.....	10,5	4,5	83,9

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	4
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	180	»
Cal.....	900	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	»

Experiencia n.º 10-203.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 71 por 100 — 200 ma-
llas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis</i>	100	6,6	660	11,2	1.120	31,4	3.140
Concentrado Pb.	17,5	31,5	551	10,3	180	21,6	378
Idem Zn.....	17,0	2,2	38	47,1	801	13,8	235
Mixtos.....	4,0	4,6	18	11,0	44	32,0	128
Tailings.....	61,5	1,4	86	1,3	80	40,0	2.460

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	83,6	16,1	12,1
Idem Zn.....	5,8	71,6	7,5
Mixtos.....	2,7	3,9	4,1
Tailings.....	13,0	7,1	78,4

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	120
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	28
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Cal.....	900	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia n.º 10-209.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—Peso del mineral utilizado: 6.000.—Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso %	Pb. %	Unidades Pb. %	Zn. %	Unidades Zn. %	Fe. %	Unidades Fe. %	Ag.	Unidades
<i>Analisis..</i>	100	6,65	665	11,0	1.100	31,8	3.180	20	2.000
Conc. Pb...	10,8	48,6	525	9,1	98	13,4	144	340	3.672
Conc. Zn...	19,9	4,3	85	45,9	913	13,6	270	20	398
Tailings....	69,3	1,0	69	0,8	55	39,9	2.765	5	346

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	79,0	8,9	4,5
Idem Zn.....	12,8	83,1	8,5
Tailings.....	10,4	5,0	87,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	28
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Cal.....	900	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia n.º 8-163.—MINA: S. J.—MINERAL: *Producido por los molinos.*—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 56 por 100 — 200 mallas. 8,5 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso %	Pb. %	Unidades Pb. %	Zn. %	Unidades Zn. %	Fe. %	Unidades Fe. %	Ag.	Unidades
<i>Analisis..</i>	100	5,0	500	0,9	90	16,7	1.670	80	8.000
Conc. Pb...	7,1	66,7	474	1,1	8	3,6	25	890	6.319
Conc. Zn...	2,4	2,2	5	26,0	62	18,2	44	40	96
Tailings....	90,5	0,2	18	0,3	27	16,9	1.530	15	1.358

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.	Ag.
Concentrado Pb	94,7	8,9	1,5	79,0
Idem Zn.....	1,0	68,9	2,6	1,2
Mixtos.....	»	»	»	»
Tailings.....	3,6	30,0	91,5	1,7

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	0,900	60
Thiocarbanilida.....	90	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Concentrado Pb. Mixtura TT.....	315	14
SO ₄ Cu.....	450	14
Concentrado Zn. Aceite de pino..	180	»

Experiencia núm. 9-182.—MINA: L. C.—MINERAL: *Molido.*—Peso del mineral utilizado 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis.....</i>	100	2,3	230	2,1	210	33,6	3.360
Concentrado Pb.	3,7	53,4	198	1,6	6	11,7	43
Idem Zn.	2,9	2,0	6	45,6	132	14,5	42
Mixtos.....	1,9	1,9	4	8,6	16	33,0	63
Tailings.....	91,6	0,3	27	0,5	46	35,0	3.202

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	86,0	2,9	1,3
Idem Zn.	2,6	62,9	1,3
Mixtos.....	1,7	7,6	1,9
Tailings.....	11,7	22,0	95,5

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Thiocarbanilida.....	0,090	120
Cianuro.....	22,5	»
SO ₄ Zn.....	67,5	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	3
Cianuro.....	45	2
SO ₄ Zn.....	135	»
Mixtura TT.....	675	1
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	45	14
SO ₄ Cu.....	450	2
Mixtura TT.....	675	7
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	»

Extracto de los trabajos realizados durante el octavo periodo de ensayos.

MINA S. P.—*Muestra núm. 10.*—Se han hecho otra vez 20 experiencias con este mineral, quedando demostrado que puede obtenerse en la práctica una recuperación del 80 por 100 como minimum de ambos metales plomo y cinc.

Experiencias.—Las que se han efectuado demuestran que aumentando el carbonato sódico hasta 2.700 gramos por tonelada se deprime el plomo, y que esta cantidad dió los mejores resultados. Esto puede comprobarse examinando la experiencia 10 223, la que da una recuperación de plomo del 88,3 por 100. Sin embargo, arrastra algún cinc, y la 232 demuestra el efecto producido añadiendo más cianuro y sulfato de cinc.

Mejor resultado obtenido:

	PLOMO		CINC	
	Ley	Recuperación	Ley	Recuperación
Experiencia 10 222	44,5 por 100	80,4 %	47,3 por 100	83,2 %

MINERAL DE LA MINA L. CI.—*Muestra núm. 11.*—Este mineral es una mezcla de partes iguales de tailings de rumbos, de cribas mecánicas y mixtos de la terrera de dicha mina. El material era todo de un tamaño menor de cinco mallas, 70 por 100 más de 20 mallas y 10 por 100 menos de 200.

A simple vista se observa la presencia de partículas de blenda libre, no pudiéndose apreciar galena en la misma condición. El hierro se presenta en forma de pirita y magnetita.

La ganga está constituida por pizarra y caliza. La blenda no parece alterada, salvo alguna oxidación que se manifiesta por el color del mineral.

Experiencias.—El mineral se redujo en el molino de muelas a menos de dos milímetros y después se llevó al de rodillos. Las dos experiencias preliminares dieron los resultados siguientes:

	PLOMO		CINC	
	Ley	Recuperación	Ley	Recuperación
Experiencia 11-229	31,2 por 100	52,2 %	51,1 por 100	92,4 %
" 11-230	24,8 por 100	57,8 %	50,0 por 100	94,9 %

La recuperación del plomo no es buena, pero se cree que con una utilización adecuada de los reactivos puede esperarse una extracción del 70 por 100.

Advertencia.—Hacemos observar que las experiencias precedentes se han efectuado sobre muestra de las terreras de la mina L. Ci; es decir, que actualmente no tienen valor alguno, por no haberse podido extraer los metales que contiene por los métodos corrientes de preparación mecánica.

La flotación ha dado concentrados de cinc con el 50 por 100 y una recuperación del 92. También se ha separado un concentrado de plomo con el 31,2, a pesar de que la proporción en que este metal se encuentra en la terrera no llega

al 1 por 100, circunstancias todas muy dignas de tenerse en cuenta para apreciar el valor de los métodos de flotación aplicados a los minerales y residuos de la Sierra de Cartagena.

Experiencia núm. 10-222.—MINA: S. P. — MINERAL: *De la mina.*—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,8	680	11,1	1.110	31,8	3.180
Concentrado Pb.	12,3	44,5	547	10,7	132	14,8	182
Idem Zn.....	18,9	2,7	51	47,3	895	18,0	340
Mixtos.....	2,5	4,2	11	11,4	28	37,4	93
Tailings	66,3	0,8	53	1,1	73	43,1	2.860

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	80,4	11,9	5,8
Idem Zn.....	7,5	80,7	16,3
Mixtos.....	1,6	2,5	3,0
Tailings	7,8	6,6	91,6

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	90
Creosota ácida.....	90	"
Thiocarbanilida.....	135	"
Cianuro.....	45	"
Sulfato de cinc.....	135	"
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	90	"
Acido cresylico.....	135	"
Ca O.....	900	"
SO ₄ Cn.....	450	"
Aerofloat.....	90	"
Acido cresylico.....	45	"

Experiencia núm. 10-223.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200
mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Andlisis</i>	100	6,75	11,3	1.130	»	31,4	3.140
Concentrado Pb.	16,7	35,7	596	13,0	217	19,8	330
Idem Zn.....	17,1	1,4	24	48,4	827	14,0	239
Mixtos.....	2,5	2,7	7	9,9	25	41,6	104
Tailings.....	63,7	0,6	38	1,0	64	40,6	2.580

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	88,3	19,2	10,5
Idem Zn.....	3,6	73,1	5,9
Mixtos.....	1,0	2,2	3,3
Tailings.....	5,6	5,7	82,1

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Acido cresylico.....	135	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Ca O.....	900	»
Aerofloat.....	90	»
Acido cresylico.....	45	»

Experiencia núm. 10-232.—MINA: S. P.—MINERAL: *De la mina.*—
Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200.
1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Andlisis</i>	100	6,8	680	11,3	1.130	31,9	3.190
Concentrado Pb.	12,5	46,3	578	9,0	113	15,6	195
Idem Zn.....	18,3	1,4	26	48,0	878	16,2	296
Mixtos.....	2,8	2,3	6	7,8	22	36,2	101
Tailings.....	66,4	0,9	60	1,3	86	39,0	2.590

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	85,0	10,0	6,1
Idem Zn.....	3,8	77,6	9,3
Mixtos.....	0,9	1,9	3,2
Tailings.....	8,8	7,6	81,3

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	135	»
Ca O.....	900	»
Aerofloat.....	90	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Concentrado Zn Acido cresylico.....	45	»

Experiencia núm. 11-229. — MINA. L. Ci. — MINERAL: *Terreras*. —
 Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 68 por 100 — 200
 mallas. 2,5 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Analisis</i>	100	0,9	90	7,2	720	15,9	1.590
Concentrado Pb.	1,5	31,2	47	5,6	8	24,8	37
Idem Zn.....	12,0	1,4	17	51,1	614	15,2	183
Mixtos.....	4,0	2,0	8	13,1	52	18,2	73
Tailings.....	82,5	0,6	50	0,6	50	16,2	1.337

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	52,2	1,1	2,3
Idem Zn.....	18,9	85,2	11,4
Mixtos.....	8,9	7,2	4,6
Tailings.....	55,6	6,9	84,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	120
Creosota ácida.....	45	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	45	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	45	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Concentrado Zn. Xanthato.....	180	»

Experiencia núm. 11-230. — MINA: L. Ci. — MINERAL: *Terreras*. —
 Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 68 por 100 — 200
 mallas. 2,5 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Analisis</i>	100	0,9	90	7,2	720	15,9	1.590
Concentrado Pb.	2,1	24,8	52	6,8	14	18,4	39
Idem Zn.....	13,2	0,3	4	50,4	665	12,4	164
Mixtos.....	2,7	0,5	1	6,7	18	21,5	58
Tailings.....	82,0	0,4	33	0,5	41	15,5	1.271

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	57,8	1,9	2,5
Idem Zn.....	4,4	92,4	10,3
Mixtos.....	1,1	2,5	3,6
Tailings.....	36,7	5,7	80,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	5,400	»
Creosota ácida.....	45	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	»

Extracto de los trabajos efectuados durante el noveno período de ensayos.

MINA L. CI.—*Muestra núm. 12.*—Esta muestra se tomó de los fangos procedentes de dicha mina. A simple vista se observa una gran oxidación, siendo los elementos principales la pirita, blenda y óxido de hierro. También parece que lleva una pequeña cantidad de galena.

Los mejores resultados obtenidos por flotación fueron:

Plomo. Recuperación..... 13,4 × 100. Ley, 7,3 × 100.
Cinc... Recuperación incluso mixtos, 65,0 × 100. Ley, 44,1 × 100.

MINA A.—Esta muestra procede de la terrera de finos de dicha mina, que tendrá unas 50.000 toneladas. El tamaño era menor de cuatro milímetros, el cual es constante en esta clase de material, integrado en casi su totalidad por blenda, pirita y óxido de hierro, en una ganga silíceo-calcárea. Está muy oxidada debido al mucho tiempo que lleva expuesta a la acción de los agentes atmosféricos.

Los mejores resultados fueron los siguientes:

Plomo. Recuperación..... 26,0 × 100. Ley, 17,1 × 100.
Cinc... Recuperación incluso mixtos, 60,3 × 100. Ley, 48,9 × 100.

MINA E. T.—*Muestra núm. 14.*—Procede de su terrera (55.000 toneladas aproximadamente), cuyo material es análogo al anterior, pues ambas minas son colindantes.

Los mejores resultados obtenidos son:

Plomo. Recuperación..... 24,5 × 100. Ley, 15,0 × 100.
Cinc... Recuperación incluso mixtos, 73,8 × 100. Ley, 54,2 × 100.

MINA AR.—*Muestra núm. 15.*—Procede de la terrera (unas 45.000 toneladas) de tailings análogos a los anteriores, aunque algo menos oxidados. Linda con las anteriores.

Resultados:

Plomo. Recuperación..... 35,0 × 100. Ley, 25,4 × 100.
Cinc... Recuperación incluso mixtos, 80,0 × 100. Ley, 52,1 × 100.

Es digno de notar lo bien que flota el cinc y el grado de concentración de los productos obtenidos, a pesar de tratarse de terreras antiguas, y por lo tanto muy oxidadas.

Muestra del Llano, núm. 6.—Se han hecho varias experiencias sobre este mineral, combinando el lavado con la flotación, y los mejores resultados obtenidos son los siguientes:

Plomo. Recuperación..... 55,4 × 100. Ley, 33,2 × 100.
Cinc... Recuperación incluso mixtos, 69,9 × 100. Ley, 24,0 × 100.

Los resultados de flotación para el cinc pueden mejorarse, especialmente en cuanto a ley, cuando los reactivos se regulen de acuerdo con las nuevas condiciones. El grado de concentración y la recuperación del plomo podrán mejorarse también, pero posteriormente y en pequeña escala.

Las siguientes experiencias de lavado indican que el plomo oxidado no podría evitarse empleando previamente las mesas:

	Peso por 100	Plomo oxidado por 100	Unidades	Distribución por 100
Muestra.....	100,0	2,4	240	100,0
Tailings.....	96,5	2,5	241	100,0

Para obtener una apreciable recuperación de plomo en las mesas el mineral debe ser reducido a un tamaño de 80 mallas o más fino todavía.

Los siguientes resultados, referentes a experiencias de lavado, pueden ilustrar sobre este punto:

Núm.	PRODUCTO	Tamaño de la muestra molda	Peso por 100	ANÁLISIS			Unidades por 100	Distribución Pb. por 100
				Pb.	Zn.	Fe.		
A-11	Muestra.....	»	100,0	7,5	15,2	28,6	750	100
6-245	Concdo. Pb....	20 mallas	1,2	41	4,0	18,2	49	6,5
6-249	Idem.....	40 »	2,3	47	3,1	18,0	108	14,4
6-258	Idem.....	80 »	3,5	50	2,6	16,6	175	23,3

Experiencia núm. 12-233. — MINA: L. Ci. — MINERAL: *Terrera de fangos*. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 94,3 por 100 — de 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	3,7	370	5,6	560	16,2	1.620
Concentrado Pb.	4,0	7,3	29	18,7	75	14,8	59
Idem Zn.	7,7	3,9	30	44,1	340	16,2	125
Mixtos....	6,1	5,6	34	3,9	24	19,2	117
Tailings	82,2	3,6	296	1,4	115	16,1	1.321

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	7,8	13,4	3,6
Idem Zn.	8,1	60,7	7,7
Mixtos.....	9,2	4,3	7,2
Tailings	80,0	20,6	81,6

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	30
Cresota ácida	135	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	9,450	»
Cianuro	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	45	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	45	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Xanthato	180	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	14

Experiencia núm. 13-236. — MINA: A. — MINERAL: *Tailings de las cribas y rumbos*. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 89 por 100 — 200, 2 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,5	150	3,8	380	9,9	990
Concentrado Pb.	2,3	17,1	39	3,0	7	27,8	64
Idem Zn.	4,3	1,0	4	48,9	210	9,6	41
Mixtos.....	2,4	2,3	6	7,8	19	17,4	42
Tailings	91,0	1,2	109	1,4	127	10,7	974

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	26,0	1,8	6,5
Idem Zn.	2,7	55,3	4,1
Mixtos.....	4,0	5,0	4,2
Tailings	72,6	33,4	98,4

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	90
Creosota ácida	45	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	5,400	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	45	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	45	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Xanthato	180	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	14

Experiencia núm. 14-247. - MINA: E T. - MINERAL: Tailings de las cribas y rumbos. - Peso del mineral utilizado: 1.500. - Tamaño: 91 por 100 - 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,1	110	6,6	660	12,2	1.220
Concentrado Pb.	1,8	15,0	27	11,4	21	16,2	29
Idem Zn.	8,3	1,1	9	54,2	450	8,2	67
Mixtos.....	2,7	2,1	6	13,6	37	17,5	47
Tailings	87,2	1,0	87	2,1	183	10,8	942

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	24,5	3,2	2,4
Idem Zn.	8,2	68,2	5,5
Mixtos.....	5,4	5,6	3,9
Tailings	79,0	27,7	77,2

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida	0,090	90
Thiocarbanilida	135	»
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico	2,700	»
Aerofloat.....	45	»
Concentrado Pb. Acido cresylico	45	11
SO ₄ Cu.....	450	»
Ca O	900	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	14

Experiencia núm. 15-243. - MINA: Ar. - MINERAL: Tailings de las cribas y rumbos - Peso del mineral utilizado: 1.500 - Tamaño: 84,5 por 100 - 200 mallas. 1,0 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	0,8	80	4,6	460	7,9	790
Concentrado Pb.	1,1	25,4	28	7,0	8	15,5	17
Idem Zn.	6,4	0,6	4	52,1	334	9,5	61
Mixtos.....	1,8	1,2	2	19,7	35	15,9	29
Tailings	90,7	0,5	45	1,0	91	7,8	707

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	35,0	1,7	2,2
Idem Zn.	5,0	72,6	7,7
Mixtos.....	2,5	7,6	3,7
Tailings	56,3	19,8	39,6

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico	5,400	90
Creosota ácida.....	45	»
Thiocarbanilida	135	»
Cianuro.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Cianuro.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Mixtura TT.....	315	»
Acido cresylico.....	45	7
SO ₄ Cu.....	450	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45	14

Experiencia núm. 6-245.—MINA: Llano núm. 6.— MINERAL: Lavado.—Peso del mineral utilizado: 3.000.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Andlisis....</i>	100	7,5	750	15,2	1.520	28,6	2.860
Pb. concentrado en mesas. A..	1,2	41,2	49	4,0	5	18,2	22
Pb. concentrado por flotación. B	8,5	33,7	296	8,1	69	21,0	178
Conc. Zn. C.....	39,8	1,9	76	27,8	1.110	30,2	1.200
Mixtos Zn. D....	6,9	8,0	55	6,2	43	38,2	264
Tailings E.....	43,6	6,8	296	4,8	209	32,7	1.425

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
A.....	6,5	0,3	0,8
B.....	39,5	4,5	6,2
C.....	10,1	73,0	42,0
D.....	7,3	2,8	9,2
E.....	39,5	13,7	49,8

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico	4,500	120
Creosota ácida.....	45	>
Cianuro.....	135	>
SO ₄ Zn.....	405	>
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	8,100	>
Cianuro.....	45	>
SO ₄ Zn.....	135	>
Xanthato.....	180	>
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	22,5	14
SO ₄ Cu.....	450	>
Xanthato.....	180	>
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	22,5	14

Experiencia núm. 6-249.—MINA: Llano núm. 6.—MINERAL: Lavado.—Peso del mineral utilizado: 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Andlisis....</i>	100	7,5	750	15,2	1.520	28,6	2.860
Pb. concentrado en mesas. A..	2,3	47,0	108	3,1	7	18,0	41
Concentrado Pb por flotación. B	10,2	30,1	307	18,6	190	16,0	163
Concentrado Zn. por flotación. C	43,5	1,6	70	24,0	1.045	30,6	1.330
Mixtos Zn. D....	3,7	5,0	18	5,1	19	39,0	144
Tailings	40,3	6,7	270	4,5	181	33,6	1.355

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Conc. Pb. A.....	14,4	0,5	1,4
Idem B.....	41,0	12,5	5,7
Idem C.....	9,3	68,7	46,3
Idem D.....	2,4	1,2	5,0
Tailings.....	36,0	11,9	47,4

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	45
Creosota ácida.....	45	>
Cianuro.....	135	>
SO ₄ Zn.....	405	>
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	8,100	>
Cianuro.....	45	>
SO ₄ Zn.....	135	>
Xanthato.....	180	>
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	22,5	14
SO ₄ Cu.....	450	>
Xanthato.....	180	>
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	22,5	14

Extracto de los trabajos realizados durante el décimo período de ensayos.

MINA E. T.— *Muestra núm. 14.*—A continuación anotamos el análisis de las terreras formadas por los tailings de las cribs y rumbos de dicha mina:

Cinc, 7,2 por 100; plomo, 0,9 por 100; hierro, 10,0 por 100; Ca O, 9,1 por 100, y S, 8,0 por 100.

En forma de óxido hay: el 1,3 por 100 de hierro, el 1,3 por 100 de cinc y 0,1 por 100 de plomo.

Se hicieron dos experiencias posteriores, con el fin de obtener mejores resultados por todos los métodos de flotación, pero con poco éxito. En todas la experiencias se utilizó el agua de la mina L. q. V. q.

En la número 251 se puso cal en vez de carbonato sódico, y el resultado fué casi igual al obtenido con el último reactivo. (Experiencia 14-247.)

La 14-253 fué una operación en gran escala, y se vió que la mayor dificultad estriba en separar el cinc del plomo por este procedimiento.

La 14-294 fué un intento de sulfuración total del mineral con Na₂S, pero sin éxito.

Las 14-295 a 300 se hicieron para ver el efecto producido al variar las cantidades de carbonato sódico. Se ensayaron variaciones desde 0 a 9.000 gramos de carbonato por tonelada, y desde 2.250 gramos hasta 7.650 de sulfuro sódico en los tailings. A pesar de estas grandes diferencias hubo muy pocos cambios en los resultados metalúrgicos.

La 14-299 fué la mejor de todas, pero, sin embargo, no vino a señalar grandes progresos. La sulfuración de los tailings no dió resultado.

Es digno de notar que en todos los casos la concentración del cinc es bastante alta.

Mineral del Llano núm. 6.—Las experiencias 6-254 y 255 fueron repeticiones de la mejor obtenida anteriormente con

el mineral (6-150), pero en ambos casos los tailings volvieron a tratarse al final de la operación para obtener el plomo añadiendo sulfuro y silicato sódico. Los resultados no fueron buenos.

Muestra del Llano, núm. 7.—Se hicieron posteriormente 32 operaciones sobre esta muestra, para ver si la ortho-toluidina y la thiocarbanilida podían reemplazarse por el «Aerofloat» y, también, si podía emplearse la cal en vez del carbonato sódico. Además se ensayó la sulfuración de los tailings.

Se observó que el «Aerofloat» podía usarse con el mismo efecto, casi, que los otros promotores empleados anteriormente, pero no se obtuvo éxito alguno en los demás extremos sometidos a experimentación.

En las 7-256 y 7-257 se hicieron intentos para sulfurar los tailings, pero se recuperó muy poco plomo.

Las 7-260, 7-261 y 7-262 demuestran el efecto deprimente de un exceso de cal en el cinc y el plomo, e indica, también, que es esencial tener un condicionador en el circuito del plomo para deprimir el cinc.

Experiencias ulteriores demostraron que reduciendo las cantidades de cal pueden obtenerse ligeros resultados, pero no igualarían a los obtenidos en un circuito con carbonato de sosa. La 7-269 fué la mejor de una serie en los que se cambiaron las cantidades de sosa y se empleó el aerofloat como promotor. También se hicieron las siguientes experiencias con resultados más o menos negativos.

Las variaciones de la relación de pulpa en el circuito del plomo fueron desde 4 a 1 hasta 1 a 1.

Variaciones en la cantidad de aerofloat añadidas al circuito.—Los aumentos de este reactivo no mejoran la extracción del plomo ni del cinc.

Variaciones en las cantidades de cianuro y sulfato de cinc.—Los aumentos tienden a deprimir el cinc en la flotación de este metal.

Se hicieron varias operaciones en grande, pero sin éxito.

Experiencia núm. 14-251.—MINA: Terreras de la mina E. T.—
MINERAL: *Tailings de las cribas y rumbos.*—Peso del mineral
utilizado: 1.500.—Tamaño: 91 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a
través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,1	110	6,6	660	12,2	1.220
Concentrado Pb.	2,7	12,1	33	10,5	28	14,0	38
Idem Zn.....	7,5	1,0	7	52,8	396	7,8	58
Mixtos.....	4,3	1,3	6	15,9	69	13,6	59
Tailings.....	85,5	0,9	77	1,9	162	10,2	873

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	30,0	4,2	3,1
Idem Zn.....	6,4	60,0	4,8
Mixtos.....	5,5	10,4	4,8
Tailings.....	70,0	24,6	71,5

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Ca O.....	4,500	90
Creosota ácida.....	45	»
Thiocarbanilida.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Aerofloat.....	45	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	7
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	14

Experiencia núm. 14-253.—MINA: Terreras de la mina E. T.—
MINERAL: *Tailings de las cribas y rumbos.*—Peso del mineral
utilizado: 1.500.—Tamaño: 91 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a
través de una criba de 80 mallas.

PR ODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,1	110	6,6	660	11,6	1.160
Concentrado Pb.	1,6	15,4	25	34,2	55	8,3	13
Idem Zn.....	7,0	1,4	10	53,8	377	7,4	52
Mixtos.....	4,8	0,7	3	4,7	23	20,4	10
Tailings.....	86,6	0,8	69	2,5	216	12,0	1.039

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	22,7	8,3	1,1
Idem Zn.....	9,1	57,0	4,5
Mixtos.....	2,7	3,5	0,9
Tailings.....	62,7	32,7	89,4

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida.....	0,045	90
Aerofloat.....	45	»
<i>Máquina:</i>		
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado. Acido cresylico.....	45	21
Ca O.....	4,500	»
KCN.....	270	»
SO ₄ Zn.....	810	»
Concentrado Pb. Silicato sódico.....	450	7
Concentrado Zn. SO ₄ Cu.....	450	7

Experiencia núm. 294.—MINA: Terreras de la mina E. T.—MINERAL: Tailings de las cribas y rumbos.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 91 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,0	100	6,7	670	10	1.000
Concentrado Pb.	1,9	13,1	25	13,2	25	16,6	31
Idem Zn.....	7,4	0,5	4	55,6	411	6,9	51
Mixtos.....	1,5	2,0	3	16,7	25	13,4	20
Conc tailings...	2,4	2,0	5	5,4	13	14,3	34
Tailings.....	86,8	0,7	61	2,0	174	10,2	886

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	25,0	3,7	3,1
Idem Zn.....	4,0	61,3	5,1
Mixtos.....	3,0	3,7	2,0
Conc. tailings...	5,0	1,9	3,4
Tailings.....	61,0	25,9	88,6

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Sulfato sódico.....	2,250	90
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	45	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	45	14
Carbonato sódico.....	7,200	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Concentrado Zn. Mixtura TT.....	315	14
S ₂ Na.....	2,250	»
Silicato sódico.....	450	»
Xanthato.....	45	»
Creosota ácida.....	45	»
Concentrado tailings. Aceite de pino.....	45	7

Experiencia núm. 14-299.—MINA: Terreras de la mina E. T.—MINERAL: Tailings de las cribas y rumbos.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 80 por 100 — 200 mallas. 2,5 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	1,0	100	6,7	670	10,0	1.000
Concentrado Pb.	2,9	10,4	30	11,8	34	11,0	32
Idem Zn.....	8,1	0,7	6	53,9	436	8,0	65
Mixtos.....	3,0	1,7	5	10,3	31	24,2	73
Conc. tailings...	1,6	1,9	3	3,6	6	19,6	31
Tailings.....	84,4	0,7	59	1,9	161	10,2	860

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	30,0	5,1	3,2
Idem Zn.....	6,0	65,1	6,5
Mixtos.....	5,0	4,6	7,3
Conc. tailings...	3,0	0,9	3,1
Tailings.....	59,0	24,1	86,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	60
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	45	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	14
S ₂ Na.....	5,850	»
Silicato sódico.....	450	»
Xanthato.....	45	»
Concentrado tailings. Aceite de pino.....	45	7

Experiencia núm. 6-254.—MINA: Mineral del Llano núm. 6.—
MINERAL: Lavado.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Andlisis....</i>	100	7,6	760	14,9	1.490	29,5	2.950
Concentrado Pb.	8,2	46,1	378	10,1	83	12,8	105
Idem Zn.	29,0	1,3	38	37,1	1.076	22,2	644
Mixtos.....	5,5	4,5	25	14,7	81	33,4	184
Conc. tailings...	2,1	8,5	18	11,9	25	28,4	60
Tailings.....	55,8	5,8	320	4,2	232	36,4	2.009

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	49,7	5,6	3,6
Idem Zn.	5,0	72,2	21,8
Mixtos.....	3,3	5,4	6,2
Conc. tailings...	2,4	1,7	2,0
Tailings.....	42,2	15,6	68,1

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	120
Creosota ácida.....	45	»
KCN.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	8,100	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	180	28
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	22,5	14
SO ₄ Cu.....	450	»
Xanthato.....	180	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	22,5	14
S ₂ Na.....	2,250	»
Silicato sódico.....	450	»
Aerofloat.....	90	20
Concentrado tailings. Aceite de pino.....	45	10

Experiencia núm. 6-255.—MINA: Llano núm. 6. — MINERAL: Lavado.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,1 por 100 — 200 mallas. Todo pasa a través de una criba de 80 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Andlisis....</i>	100	7,6	760	14,9	1.490	29,5	2.950
Concentrado Pb.	8,8	42,2	372	10,5	92	14,4	127
Idem Zn.....	29,5	2,0	59	35,4	1.044	21,8	643
Mixtos Zn.....	6,5	5,2	34	12,0	78	35,4	230
Conc. tailings...	3,6	5,9	21	6,4	23	36,6	132
Tailings.....	51,6	6,9	356	4,5	232	36,6	1.888

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	49,0	6,2	4,3
Idem Zn.....	7,7	70,1	21,8
Mixtos Zn.....	4,5	5,2	7,8
Conc. tailings...	2,8	1,5	4,5
Tailings.....	46,8	15,6	64,0

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	120
Creosota ácida.....	45	»
KCN.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	8,100	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Xanthato.....	180	28
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	22,5	14
SO ₄ Cu.....	450	28
Xanthato.....	180	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	22,5	14
Sulfato sódico.....	2,250	»
Creosota neutra.....	450	20
Concentrado tailings. Aceite de pino.....	45	10

Experiencia núm. 7-256. — MINA: Mineral del Llano núm. 7. —
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	9,0	900	11,4	1.140	22,5	2.250
Concentrado Pb.	10,6	51,8	549	7,2	76	10,2	108
Idem Zn.....	17,1	3,2	55	46,6	797	13,6	232
Mixtos.....	4,0	6,6	26	6,5	26	29,2	160
Conc. tailings...	1,7	9,8	17	8,2	14	22,4	39
Tailings.....	66,6	3,6	240	3,4	226	27,6	1.838

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	60,8	6,7	4,8
Idem Zn.....	6,1	69,8	10,6
Mixtos.....	2,9	2,3	7,1
Conc. tailings...	1,9	1,2	1,7
Tailings.....	26,6	19,8	81,5

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	5,400	90
Creosota ácida.....	45	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Acido cresylico.....	45	»
Concentrado Pb. Mixtura TT.....	315	7
SO ₄ Cu.....	450	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	22,5	14
S ₂ Na.....	2,250	»
Silicato sódico.....	450	»
Concentrado tailings. Aerofloat.....	90	10

Experiencia núm. 7 257. — MINA: Mineral del Llano núm. 7. —
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500 — Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	9,0	900	11,4	1.140	22,5	2.250
Concentrado Pb.	10,4	50,6	526	6,8	71	10,2	106
Idem Zn.....	16,7	4,5	75	47,6	794	12,4	207
Mixtos.....	3,1	8,5	26	15,4	48	22,8	71
Conc. tailings...	2,1	7,8	16	11,0	23	22,4	47
Tailings.....	67,7	3,8	257	3,4	230	27,0	1.828

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	58,4	6,2	4,7
Idem Zn.....	8,3	69,6	9,2
Mixtos.....	2,9	4,2	3,2
Conc. tailings...	1,8	2,0	2,1
Tailings.....	28,6	20,2	81,2

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	5,400	90
Creosota ácida.....	45	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	135	»
SO ₄ Zn.....	405	»
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	7
SO ₄ Cu.....	450	»
Mixtura TT.....	315	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	225	14
S ₂ Na.....	2,250	»
Silicato sódico.....	450	»
Creosota neutra.....	225	»
Concentrado tailings. Creosota ácida.....	225	10

Experiencia núm. 7-260. — MINA: Mineral del Llano núm. 7. —
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	24,0	24,3	583	9,2	221	26,0	625
Idem Zn.....	0,7	7,9	6	10,1	7	17,4	12
Mixtos.....	5,9	6,4	38	9,5	56	19,4	115
Tailings.....	69,4	2,9	201	12,1	840	21,2	1.470

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	69,3	19,2	27,8
Idem Zn.....	0,7	0,6	0,5
Mixtos.....	4,5	4,9	5,1
Tailings.....	23,9	73,0	65,3

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida.....	0,090	90
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Cal.....	8,100	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-261. — MINA: Mineral del Llano núm. 7. —
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	26,2	23,7	620	11,9	313	24,6	645
Idem Zn.....	15,3	3,0	46	42,6	651	16,0	245
Mixtos.....	3,1	5,1	16	9,6	30	29,4	91
Tailings.....	55,4	2,9	160	2,7	150	22,6	1.250

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	73,7	27,1	28,6
Idem Zn.....	5,5	56,6	10,9
Mixtos.....	1,9	2,6	4,0
Tailings.....	19,0	13,0	55,5

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida.....	0,090	90
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Thiocarbanilida.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Carbonato sódico.....	10,800	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-262.—MINA: Mineral del Llano núm. 7.—
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500.— Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Andlisis ...</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	18,4	30,7	565	11,3	208	20,8	383
Idem Zn.....	21,3	3,9	83	35,9	762	19,6	417
Mixtos.....	4,8	3,4	16	4,5	22	38,6	185
Tailings.....	55,5	3,0	167	2,1	117	22,8	1.265

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	67,2	18,1	17,0
Idem Zn.....	9,9	66,3	18,6
Mixtos.....	1,9	1,9	8,2
Tailings.....	19,9	10,2	56,2

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Creosota ácida.....	0,090	90
Thiocarbanilida.....	135	>
KCN.....	45	>
SO ₄ Zn.....	135	>
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	>
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
SO ₄ Cu.....	450	>
Aerofloat.....	90	>
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-274.—MINA: Mineral del Llano núm. 7.—
MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500.— Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Andlisis....</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	15,1	38,3	578	9,3	141	19,3	292
Idem Zn.....	20,0	3,1	62	41,4	828	17,5	350
Mixtos.....	3,6	4,8	17	7,7	28	31,3	113
Tailings.....	61,3	2,6	160	1,9	116	26,2	1.605

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	68,8	12,7	13,0
Idem Zn.....	7,4	74,4	15,5
Mixtos.....	2,0	2,5	5,0
Tailings.....	19,0	10,4	71,3

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Ca O.....	0,900	90
Creosota ácida.....	90	>
Thiocarbanilida.....	135	>
KCN.....	45	>
SO ₄ Zn.....	135	>
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	>
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
SO ₄ Cu.....	450	>
Aerofloat.....	90	>
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-278.—MINA: Mineral del Llano núm. 7.—MINERAL: *De la mina.*—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	8,4	840	15,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	8,8	43,7	385	6,4	56	12,1	106
Idem Zn.....	16,8	10,0	168	41,5	697	12,3	207
Mixtos.....	7,9	9,4	74	20,1	159	22,5	178
Tailings.....	66,5	2,6	173	2,9	193	25,3	1.682

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	45,8	4,9	4,7
Idem Zn.....	20,0	61,3	9,2
Mixtos.....	8,8	13,9	7,9
Tailings.....	20,6	16,9	74,8

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Ca O.....	4,500	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	225	»
Acido cresylico.....	45	»
Concentrado Pb. Mixtura TT.....	315	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-269.—MINA: Mineral del Llano núm. 7.—MINERAL: *De la mina.*—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Concentrado Pb.	14,0	42,8	599	8,6	120	16,4	230
Idem Zn.....	18,1	2,0	36	46,6	845	13,2	239
Mixtos.....	2,5	6,8	17	10,1	25	28,0	70
Tailings.....	65,4	2,7	177	2,4	157	27,0	1.770

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	71,2	10,4	10,2
Idem Zn.....	4,3	73,5	10,6
Mixtos.....	2,0	2,2	3,1
Tailings.....	21,1	13,7	78,7

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	7,200	90
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Creosota ácida.....	45	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 7-280.—MINA: Mineral del Llano núm. 7.—
MINERAL: De la mina.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Ta-
maño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 100.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unida- des Pb. por 100	Zn. por 100	Unida- des Zn. por 100	Fe. por 100	Unida- des Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	8,4	840	11,5	1.150	22,5	2.250
Conc. Pb. 1.....	16,1	35,5	572	9,8	158	17,6	824
Idem Pb. 2.....	0,3	8,0	2	14,4	4	25,4	8
Idem Zn.....	17,3	2,5	36	45,8	792	13,6	196
Mixtos.....	3,3	5,1	17	6,3	21	26,6	88
Tailings.....	63,0	2,6	164	1,8	113	25,1	1.580

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Conc. Pb. 1.....	65,8	13,8	12,7
Idem Pb. 2.....	0,2	0,3	0,4
Idem Zn.....	4,1	68,9	8,8
Mixtos.....	2,0	1,8	3,9
Tailings.....	18,8	9,8	70,8

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	90
Thiocarbanilida.....	135	»
Creosota ácida.....	90	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. 1. Acido cresylico.....	45	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	14
<i>Tratamiento repetido de los mixtos de cinc:</i>		
Carbonato sódico.....	4,500	»
Aerofloat.....	315	»
KCN.....	225	»
Concentrado Pb. 2. SO ₄ Zn.....	675	»

Extracto de los trabajos realizados durante el undécimo período de ensayos.

MINERAL DEL LLANO, NÚM. 7.—En el transcurso de este período se hicieron otras numerosas experiencias con este mineral, para determinar el efecto que producian en los resultados de la flotación las varias sales contenidas en el agua de la mina L. q. V. q., cuya composición es la siguiente:

SO ₄ Ca.....	1,60	kgs. por tonelada de agua.
SO ₄ Mg.....	1,05	» » »
CO ₃ Mg.....	0,30	» » »
CL Na.....	0,87	» » »
SO ₄ Na.....	7,87	» » »
SO ₄ Fe.....	0,05	» » »
Si O ₂	0,04	» » »
Materias orgánicas y volátiles.....	2,60	» » »
TOTAL.....	14,38	

Se hizo una experiencia con agua buena y después cuatro con 9, 18, 27 y 36 kilogramos de SO₄ Na₂ por tonelada de mineral. El empleo de una cantidad aproximada de 18 kilos por tonelada de mineral mejora la recuperación del plomo y cinc; pero si se aumenta esta cantidad, las extracciones disminuyen.

La dilución en la máquina pequeña se hizo de 4,4 a 1, y como el agua de la mina L. q. V. q. tiene 7,87 kilos de SO₄ Na₂ por tonelada, la cantidad de este reactivo por tonelada de mineral viene a ser aproximadamente de 31 kilos, la que excede de la cantidad que se ha encontrado como más favorable en las experiencias anteriores.

Se hicieron también cuatro experiencias con agua buena, añadiendo 2,25, 4,50, 7,25 y nueve kilos de SO₄ Ca por tonelada de mineral, respectivamente. La mejor extracción de cinc se obtuvo con 4,5 kilos de sulfato de cal por tonelada de mineral. Al exceder esta cantidad, la recuperación disminuye. Las extracciones de plomo mejoraron, aumentando las cantidades de SO₄ Ca.

Es digno de notar que con ambos reactivos SO₄ Na₂ y SO₄ Ca la recuperación total se mantuvo constante. El progreso en la recuperación del plomo o del cinc a que nos hemos referido fué más bien debido a una mejor diferenciación. La extracción total (suma de las cantidades de plomo y cinc de ambos concentrados) se mejoró con la adición de SO₄ Na₂ o de SO₄ Ca. En todos los casos el aumento de las cantidades de cualquiera de ambas sales trajo consigo un incremento del hierro.

Los resultados obtenidos con las sales indicadas fueron siempre mejores que los obtenidos empleando agua pura. Sin embargo, como no se empleó carbonato sódico en ninguna de las experiencias, habrán de hacerse otras antes de que puedan sentarse consecuencias prácticas sugeridas por este procedimiento operatorio.

No se anotan los resultados, pues no se obtuvo ninguno mejor que los que ya se mencionaron referentes a esta muestra.

MINA S. P.—*Muestra núm. 10 A.*—Se recibieron 10 kilos aproximadamente de dicha muestra, aparentemente análoga a la S. P. núm. 10.

La composición es la siguiente: Zn., 12,7 por 100; Pb., 7,6 por 100; Fe, 32,4 por 100; cinc oxidado, 0,5 por 100, y plomo oxidado, 0,1 por 100. Se hizo una experiencia, la 10 A-307 y dió el siguiente resultado:

	Plomo		Cinc	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100 incluso los mixtos
Experiencia 10 A-307...	45,0	81,1	41,8	85,6

MINA S. P.—*Muestra núm. 10 B.*—Aparentemente, el mineral era análogo a los 10 y 10-A.

Su composición es la siguiente: Zn., 10,4 por 100; Pb., 6,7 por 100; Fe, 32,3 por 100; Ca O, 3,3 por 100; S, 33,5 por 100; insolubles, 6,9 por 100; cinc en estado de óxido, 1,13 por 100, y plomo en estado de óxido, 1,0 por 100.

Hay una notable diferencia entre el plomo oxidado contenido en esta muestra y el de las anteriores; pero las experiencias han demostrado que el mineral dió análogos resultados en la flotación, que anotamos seguidamente:

	Plomo		Cinc	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100 incluso los mixtos
10-B 323.....	47,0	84,2	47,8	87,9
10-B 324.....	44,0	84,7	46,8	90,3

Se hizo una experiencia empleando como promotor un aceite pesado de hulla, de fabricación española, que vale 30 pesetas los 100 kilos.

El resultado fué el siguiente:

	Plomo		Cinc	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100 incluso los mixtos
	10-330.....	42,8	54,2	41,8	76,4

MINA S. S.—*Muestra núm. 16.*—Se recibió una muestra de unos 10 kilos de este mineral. A simple vista se asemejaba mucho al de la mina S. P., pero estaba mucho más oxidado.

Su composición fué la siguiente: Zn, 12,9 por 100; Pb., 5,4 por 100; Fe, 28,4 por 100; cinc en estado de óxido, 0,6 por 100, y plomo en estado de óxido, 0,6 por 100.

Se hizo una experiencia que dió el siguiente resultado:

	Plomo		Cinc	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100 incluso los mixtos
	16-306.....	31,6	68,5	50,0	75,0

MINA S. S. — *Muestra núm. 16 A.* — Se recibió una muestra de unos 500 kilos de mineral, parecido al núm. 16, cuyo aspecto denotaba que había sido triturado recientemente.

El análisis dió los siguientes resultados: Zn., 12,9 por 100; Pb., 6,0 por 100, y Fe, 28,4 por 100.

Se hicieron dos experiencias que anotamos a continuación:



	Plomo		Cinc	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100 incluyendo los mixtos
	16 A - 325.....	41,9	49,5	50	81,4
16 A - 326.....	21,9	45,2	48,1	67,3

Experiencia de lavado.—En cada uno de los casos que siguen el mineral se redujo a menos de 20 mallas y después se lavó con los siguientes resultados:

		Plomo	
		Ley por 100	Recuperación por 100
		Mineral del Llano, núm. 7.	
Mineral sin clasificar...	Concentrado de Pb.	44,7	25,7
Mineral clasificado.....	„ „	47,4	35,8
Mina E. T. núm. 14.			
Mineral sin clasificar...	Concentrado de Pb.	2,6	13,2
Mineral clasificado....	„ „	4,3	17,1
Mixtos remolidos.....	„ „	2,5	16,3

En ambas experiencias no se observó ningún mineral de plomo oxidado en los concentrados, y es probable que exista en una forma que no sea recuperable por concentración en el agua.

En el mineral de la mina E. T. el plomo estaba muy finamente dividido, y es seguro que no se obtendría ningún resultado por concentración hidromecánica.

Hay probabilidades de que mejoren los resultados, empleando mesas clasificadoras y espesando antes de la flotación para limpiar la pulpa de sales solubles perjudiciales, pero todavía no ha podido demostrarse esto en nuestras experiencias.

Experiencia núm 10 A-307.—MINA: S. P.—MINERAL: De la mina 10 A.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	7,6	760	12,7	1.270	32,4	3.240
Concentrado Pb.	13,7	45,0	616	8,1	111	14,6	200
Idem Zn. Cl....	21,1	0,8	16	41,8	885	18,6	393
Mixtos.....	10,0	1,3	130	20,2	202	31,8	318
Tailings.....	55,2	0,9	50	0,8	44	42,8	2.360

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	81,1	8,7	6,2
Idem Zn. Cl....	2,16	9,7	12,1
Mixtos.....	17,1	15,9	9,8
Tailings.....	6,6	3,5	72,9

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS

	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	6,300	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Creosota ácida.....	90	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.	135	90
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Cal.....	900	»
SO ₄ Cu.	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 10 B-323. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina 10 B. — Peso del mineral utilizado 1.500. — Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,7	670	10,4	1.040	32,5	3.250
Concentrado Pb.	12,0	47,0	564	8,9	107	14,2	171
Idem Zn. Cl....	18,4	1,3	24	47,8	880	14,6	269
Mixtos.....	3,0	2,2	7	10,8	32	35,2	106
Tailings.....	66,6	0,7	47	0,7	47	40,7	2.720

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	84,2	10,3	5,3
Idem Zn. Cl....	3,6	84,6	8,3
Mixtos.....	1,0	3,1	3,3
Tailings.....	7,0	4,5	83,7

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS

	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.	135	90
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 10 B-324. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina 10 B. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	6,7	670	10,4	1.040	32,5	3.250
Concentrado Pb.	12,9	44,0	568	7,6	98	16,8	217
Idem Zn. Cl.	19,5	1,6	31	46,8	915	14,6	285
Mixtos.....	2,9	2,3	7	8,1	24	36,8	107
Tailings.....	64,7	0,6	39	0,6	39	41,0	2.655

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	84,7	9,4	6,7
Idem Zn. Cl. ...	4,6	88,0	8,8
Mixtos.....	1,0	2,3	3,3
Tailings.....	5,8	3,8	81,7

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS

Kilos por tonelada Minutos

Molino de rodillos:

Carbonato sódico.....	3,600	»
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90

Máquina:

Carbonato sódico.....	2,700	»
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 10 B-330. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina 10 B. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 47 por 100 — 200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	7,1	710	11,0	1.100	33,0	3.300
Concentrado Pb.	9,0	42,8	385	8,9	80	16,0	144
Idem Zn.	13,8	10,7	147	41,8	577	12,9	178
Mixtos.....	9,2	4,9	45	28,6	263	23,6	218
Tailings.....	68,0	1,0	68	1,7	115	39,9	2.710

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	54,2	7,3	4,4
Idem Zn. Cl.	20,7	52,5	5,4
Mixtos.....	6,2	23,9	6,6
Tailings.....	9,6	10,5	88,3

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS

Kilos por tonelada Minutos

Molino de rodillos:

Carbonato sódico.....	3,600	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	»
Aceite de hulla.....	450	90

Máquina:

Carbonato sódico.....	2,700	»
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90	28
Ca O.....	900	»
Aceite de hulla.....	450	»
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90	28

Experiencia núm. 16-306. — MINA: S. S. — MINERAL: De la mina 16. — Peso del mineral utilizado: 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	5,4	540	12,9	1.290	28,2	2.820
Concentrado Pb.	11,7	31,6	370	15,1	177	17,4	203
Idem Zn.....	18,4	1,2	22	50,0	920	12,4	228
Mixtos.....	3,2	4,0	13	14,2	45	30,4	97
Tailings.....	66,7	1,8	120	1,2	80	35,0	2.340

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	68,5	13,7	7,2
Idem Zn. Cl.....	4,1	71,5	8,1
Mixtos.....	2,4	3,5	3,4
Tailings.....	22,2	6,2	83,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Creosota ácida.....	90	»
CN Na.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	14

Experiencia núm. 16 A-325. — MINA: S. S. — MINERAL: De la mina 16 A. — Peso del mineral utilizado: 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,0	600	12,9	1.290	28,4	2.840
Concentrado Pb.	7,1	41,9	297	11,5	82	14,2	101
Idem Zn.....	18,0	2,4	43	50,0	900	11,7	210
Mixtos.....	5,0	6,1	31	29,9	149	20,3	102
Tailings.....	69,9	2,4	168	1,8	126	35,8	2.500

RECUPERACIÓN			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	49,5	6,4	3,6
Idem Zn.....	7,2	69,8	7,4
Mixtos.....	5,2	11,6	3,6
Tailings.....	28,0	9,8	89,0

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	8,100	»
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 16 A-326.—MINA: S. S.—MINERAL: De la mina 16 A.—Peso del mineral utilizado: 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,0	600	12,9	1.290	28,4	2.840
Concentrado Pb.	12,4	21,9	271	14,2	176	21,8	270
Idem Zn. Cl.....	19,1	4,9	94	48,1	920	11,9	227
Mixtos.....	4,0	7,4	30	15,8	63	28,3	113
Tailings	64,5	2,1	135	2,7	174	34,9	2.250

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	45,2	13,6	9,5
Idem Zn. Cl.....	15,7	71,4	8,0
Mixtos.....	5,0	4,9	4,0
Tailings	22,5	13,5	79,3

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbánilida.....	135	»
KCN.....	450	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Extracto de los trabajos efectuados en el 12.º período de ensayos.

Minerales de las minas S. P. y S. S.—Se hicieron nuevamente cuidadosos ensayos de todas las muestras recibidas de las minas S. P. y S. S., dedicando especial atención a la determinación de las partes oxidadas. Esto se hizo para investigar una posible diferencia en la composición química de ambos minerales, en vista de los resultados tan variables obtenidos en la flotación.

Los dos primeros cuadros siguientes dan el análisis químico de las muestras recibidas, y el último los mejores resultados obtenidos en la flotación de las referidas muestras.

Las de S. P. se indican con el núm. 10 y las de S. S. con el 16.

Número	Zn por 100	Pb por 100	Hierro por 100		Ca O por 100	Insoluble	Soluble	Oxidados	
			Fe-rroso	Fe-rrico				Pb	Zn
10....	11,3	6,8	10,1	21,8	0,66	8,5	31,0	1,4	0,2
10-A..	12,7	7,6	10,8	21,6	0,50	4,0	34,0	0,9	0,1
10-B..	10,4	6,7	12,9	19,6	0,40	6,9	33,5	1,0	0,1
10 C .	9,3	6,2	12,3	20,9	0,50	8,4	32,5	0,9	0,1
16....	12,9	5,4	7,6	20,8	0,60	8,0	32,9	2,0	0,4
16-A.	12,9	5,1	7,9	19,7	0,81	9,7	33,2	2,1	0,4
16-B..	7,7	4,9	9,5	25,0	1,81	5,1	33,6	1,0	0,1

Número	Acidos libres. Kilos de Na OH por tonelada de mineral	Total de ácidos. Kilos de Na OH por tonelada de mineral	Hierro soluble Por 100
10-A.....	1,940	12,42	0,11
10-B.....	2,340	10,34	0,13
10 C.....	1,300	9,27	0,09
16.....	5,350	16,00	0,21
16-A.....	5,260	13,50	0,23
16 B.....	1,215	8,28	0,08

Experiencia para determinar los ácidos libres.—Se trituraron 1.500 gramos de mineral en el molino de rodillos durante hora y media con agua de mina. Una parte de esta solución se trató con Na OH empleando phenolphthaleína como indicador.

Experiencia para determinar la acidez total.—Como en el caso anterior, se molieron 1.500 gramos de mineral en el molino de rodillos durante hora y media con 1.000 C³ de disolución de Na OH. Una parte de esta solución se trató con ácido clorhídrico, usando phenolphthaleína como indicador.

Hierro soluble.—Para determinarlo se ensayó por hierro la solución obtenida en la primera de estas dos experiencias.

Distribución de los valores.

NÚMERO	CONCENTRADO DE Pb.				CONCENTRADO DE CINCO				TAILINGS				Número indicador
	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	
10 -222.....	11,9	80,4	5,8	83,2	9,1	19,3	6,6	7,8	91,6	255,2			
10 A-307.....	8,7	81,1	6,2	85,6	19,2	21,9	3,5	6,6	22,9	239,6			
10 B-324.....	9,4	81,7	6,7	90,3	5,6	12,1	3,8	5,8	81,7	256,7			
10 C-334.....	5,3	79,3	2,9	83,9	10,0	10,2	9,3	12,7	87,5	250,7			
16 -306.....	13,7	68,5	7,2	75,0	6,5	11,5	6,2	22,2	83,0	226,5			
16 A-325.....	6,4	49,5	3,6	81,4	12,4	11,0	9,8	28,0	88,0	218,9			
16 B-333.....	8,8	69,2	5,1	85,7	9,0	8,2	8,7	18,4	89,1	244,0			

Los detalles de las experiencias 334 y 333 están indicadas en esta relación. Las otras experiencias ya se indicaron anteriormente.

El siguiente cuadro indica los porcentajes de plomo y cinc oxidados con relación al contenido en el mineral y la recuperación total obtenida:

Mineral — Número	Por 100 de Pb. oxidado con relación al con- tenido en el mineral	Recuperación Pb. por 100	Por 100 de Zn. oxidado con relación al con- tenido en el mineral	Recuperación Zn. por 100
10.....	20,6	80,4	1,8	83,2
10-A.....	11,8	81,1	0,8	85,6
10-B.....	14,9	84,7	1,0	90,3
10-C.....	16,1	79,3	1,1	83,9
16.....	37,1	68,5	3,1	75,0
16-A.....	41,1	49,5	3,1	81,4
16-B.....	20,4	62,2	1,3	85,7

De lo que antecede se deduce que los malos resultados obtenidos en la flotación de los minerales de la mina S. S. fueron debidos principalmente a la oxidación del plomo. Sin embargo, la comparación de las 10 C y 16 B indican la posibilidad de que algún otro factor dificulte la operación, pues la recuperación del plomo en la parte no oxidada es mejor en S. P. que en S. S. Una sulfuración eficaz parece que daría probabilidades de una mejor recuperación; pero hechos los tantos previos con sulfuro sódico, lo dieron resultado satisfactorio.

Las diferencias más notables entre 10 A y B, y 16 y 16 A consisten en la mayor cantidad de ácido libre y hierro soluble en la última (minerales de S. S.). Teniendo esto en cuenta, se hicieron varias experiencias con el mineral de S. P. variando las cantidades de sulfato ferroso.

En el siguiente cuadro se indican los detalles y los resultados:

10 B-324.	Para los reactivos, véase el detalle de las experiencias. Agua de L. q. V. q.
10 B-356.	Reactivos iguales a los de la 324.
10 B-357.	» » » » » SO ₄ Fe. 45 grs. por t. ^a
10 B-358.	» » » » » » 67 » » »
10 B-359.	» » » » » » 135 » » »
10 B-360.	» » » » » » 360 » » »
10 B-361.	» » » » » » 720 » » »
10 B-362.	» » » » » » 1.125 » » »
10 B-363.	» » » » » » 1.800 » » »

Distribución de los valores.

NÚMERO	CONCENTRADO DE Pb.				CONCENTRADO DE Zn.				TAILINGS				Número indicador		
	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100		Pb. por 100	Fe. por 100
10 B-324.....	9,4	84,7	6,7	90,3	5,6	12,1	3,8	5,8	3,8	5,8	81,7	3,8	5,8	81,7	256,7
10 B-356.....	6,6	64,5	5,0	83,1	15,4	20,7	4,3	14,1	4,3	14,1	74,5	4,3	14,1	74,5	222,1
10 B-357.....	7,4	76,7	6,6	84,7	10,6	11,8	6,8	11,2	6,8	11,2	81,0	6,8	11,2	81,0	242,4
10 B-358.....	8,2	78,8	5,9	86,5	8,1	20,9	7,4	16,2	7,4	16,2	73,6	7,4	16,2	73,6	238,4
10 B-359.....	8,2	77,6	6,2	83,1	8,1	18,2	7,6	11,6	7,6	11,6	76,3	7,6	11,6	76,3	237,0
10 B-360.....	8,0	79,5	5,7	86,5	10,7	13,4	7,3	13,9	7,3	13,9	81,0	7,3	13,9	81,0	247,0
10 B-361.....	6,9	79,5	5,1	89,1	11,5	24,5	7,2	9,7	7,2	9,7	73,4	7,2	9,7	73,4	242,0
10 B-362.....	11,2	80,5	9,0	83,3	12,2	18,4	6,7	9,8	6,7	9,8	71,8	6,7	9,8	71,8	235,6
10 B-363.....	12,5	80,6	9,3	78,4	7,9	19,7	5,7	8,7	5,7	8,7	71,2	5,7	8,7	71,2	230,2

Las considerables diferencias entre los resultados de las experiencias 324 y 356 sólo pueden ser debidas al cambio de agua. Los análisis de las aguas son como sigue:

	L. q. V. q. Kilos por tonelada de agua	Agua corriente Kilos por tonelada de agua.
SO ₄ Ca.....	1,60	1,60
SO ₄ Mg.....	0,99	0,74
CO ₃ Mg.	0,30	0,36
Cl ₂ Na.....	0,85	0,46
SO ₄ Na ₂	7,87	0,22
CO ₃ Fe.....	0,58	0,08
Si O ₂	0,04	0,04
Volátiles y orgánicas.	2,60	1,17

La gran diferencia entre estas aguas consiste en la mucha cantidad de sulfato sódico que tienen las de L. q. V. q. Sin embargo, experiencias realizadas con el mineral de la mina S. S. (núm. 7) han demostrado que esta sal no mejora los resultados en manera alguna, y es probable que tenga una acción parecida con los minerales de S. P. Es posible que el azufre encontrado en los análisis anteriores no se encuentre al estado de sulfato sódico, sino en otra forma cualquiera útil para la flotación.

Un examen de los resultados obtenidos con sulfato ferroso demuestra que la adición de este reactivo influye de una manera perjudicial. Los malos resultados obtenidos en los minerales de S. S. se cree que fueron debidos a la gran cantidad de hierro soluble que contenían, el cual estaba probablemente en estado de sulfato ferroso.

La diferencia entre los dos minerales es debida, indudablemente, a los productos de oxidación, y la solución de la

siguiente diferencia puede tener un papel muy importante en los resultados de la flotación. Después de agitarlos con hidróxido sódico, las disoluciones filtradas dieron las reacciones siguientes:

Disolución de S. P. Añadiendo ClH precipita azufre, con desprendimiento de SH₂ y SO₂.

Disolución de S. S. Añadiendo ClH precipita azufre y se desprende SO₂.

Ensayos cualitativos demostraron que el hierro sólo estaba en la disolución asociado con el sodio. En ambos casos debe haber un tiosulfato, pero en el de la disolución de S. P. debe haber, además, o un sulfuro soluble o un agente reductor. Puede observarse que en la de S. P. hay más cantidad de tiosulfato.

Cloruro de cal como reactivo.—Antes de realizar las experiencias con el sulfato ferroso, se creía que esta sal era la causa de los malos resultados en la flotación, y por eso se intentó eliminarlo por oxidación con cloruro de cal. Se tomó mineral de S. S. núm. 16 A y se emplearon los mismos reactivos que para la experiencia 16 A-325, excepto que se puso agua corriente en vez de agua L. q. V. q.

Las experiencias son las siguientes:

- 16 A-325. Para los reactivos, véase el detalle de la experiencia.
- » 351. Los mismos reactivos que para la 16 A-325. Agua potable.
 - » 352. Los mismos reactivos que para 0,450 kgs. de Cl₂ Ca ton.
 - » 344. » » » » » 0,900 » » »
 - » 345. » » » » » 1,800 » » »
 - » 346. » » » » » 2,700 » » »
 - » 347. » » » » » 3,600 » » »
 - » 353. » » » » » 4,500 » » »

Distribución de los valores.

NÚMERO	CONCENTRADO DE Pb.			CONCENTRADO DE Zn.			TAILINGS			Número indicador
	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100	
16 A-325.....	6,4	49,5	3,6	81,4	12,4	11,0	9,8	28,0	88,0	218,9
» 351.....	10,9	51,8	3,1	68,1	14,0	11,8	18,8	30,6	86,0	205,9
» 352.....	8,3	48,8	2,8	81,1	20,8	16,4	14,2	31,4	81,2	211,1
» 344.....	8,1	48,7	4,7	78,1	22,5	21,1	12,6	26,6	70,8	197,6
» 345.....	8,2	49,2	3,1	71,1	16,5	17,1	15,6	29,9	81,5	201,8
» 346.....	8,4	48,6	3,4	65,3	23,0	29,1	21,7	29,7	68,7	182,6
» 347.....	12,3	58,1	16,0	64,5	17,5	37,6	20,1	29,7	46,6	169,2
» 353.....	11,4	48,6	26,0	59,9	21,9	21,9	27,4	27,3	55,8	164,3

Nuevamente se nota que el resultado de la flotación no es tan bueno con agua corriente que con la de L. q. V. q. La adición de cloruro de cal en la proporción de 450 gramos por tonelada de mineral mejora la extracción del cinc sin gran sacrificio para el plomo. Cantidades mayores deprimen el cinc y ayudan a la flotación del hierro.

Sulfato de cal y sulfato sódico.—Después de los trabajos efectuados en el 10.º período se hicieron experiencias sobre el mineral núm. 7 de la mina S. S. para determinar los efectos de la presencia en el agua del calcio y sodio en forma de sulfatos, en unión del carbonato sódico.

Las experiencias fueron las siguientes:

Núm. 7-321. Para los reactivos, véanse los detalles de esta experiencia.

	Aguade	L. q. V. q.	SO ₄ Na ₂ (100 %)	12,600 kgs.	por tn.
7-335.	»	»	SO ₄ Ca (100 %)	4,00	»
7-336.	»	»	SO ₄ Na ₂	12,600	»
7-337.	»	»	SO ₄ Ca	4,00	»
7-338.	»	»	SO ₄ Na ₂	34,00	»
7-339.	»	»	SO ₄ Ca	7,00	»

Distribución de los valores.

NÚMERO	CONCENTRADO DE Pb.				CONCENTRADO DE Zn.				TAILINGS				Número indicador
	Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100		Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100		Zn. por 100	Pb. por 100	Fe. por 100		
7-321.....	6,6	62,5	5,2		75,1	9,7	16,6		16,3	24,4	80,2		217,8
7-335.....	9,5	72,5	12,2		70,8	7,4	12,2		18,3	24,5	75,6		218,9
7-336.....	7,5	63,6	5,5		72,6	7,5	13,0		18,7	24,3	81,5		217,7
7-337.....	8,2	71,1	7,9		72,5	8,6	14,1		18,5	25,7	78,0		221,6
7-338.....	9,6	68,2	9,3		72,1	8,0	12,2		16,1	25,7	78,5		218,8
7-339.....	8,1	65,7	8,0		72,7	9,8	13,9		18,3	23,4	78,1		216,5

En este caso se nota poca diferencia entre los resultados con el agua de L. q. V. q. y agua buena. 12,60 kilos de sulfato sódico y cuatro kilos de sulfato cálcico por tonelada de mineral fueron las cantidades más favorables de estas sales obtenidas por experiencias previas. Las cantidades de sales añadidas en la experiencia 339 corresponden a las cantidades de aquellas sales encontradas en el agua de la mina L. q. V. q.

De las experiencias anteriores y de lo que precede se deduce claramente que las adiciones de los sulfatos de cal y sosa no son perjudiciales para la flotación del mineral de que se trata, sino más bien beneficiosas.

Resumen.—Durante este período se hicieron varias experiencias en la instalación grande. La mayor parte del tiempo se empleó en hacer los acoplamientos mecánicos, y como los resultados obtenidos no fueron buenos, no se incluyen en esta relación.

Experiencia núm. 7-321. — MINA: Llano. — MINERAL: De la mina.—Peso del mineral utilizado: 1.500.—Tamaño: 83,8 por 100 — 200 mallas. 0,2 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	8,9	890	11,7	1.170	22,3	2.230
Concentrado Pb.	10,5	52,9	556	7,3	77	11,0	115
Idem Zn.....	17,0	3,2	55	46,6	792	14,8	252
Mixtos.....	4,7	6,7	31	18,6	87	23,2	118
Tailings.....	67,8	3,2	217	2,8	190	26,4	1.790

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	62,5	6,6	5,2
Idem Zn.....	6,2	67,7	11,3
Mixtos.....	3,5	7,4	5,3
Tailings.....	24,4	16,3	80,2

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	7,200	»
Creosota ácida.....	90	»
Thiocarbanilida.....	135	»
KCN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	4,050	»
Aerofloat.....	225	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 16 B-333. - MINA: S. S. - MINERAL: De la mina.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	4,9	490	7,7	770	34,5	3.450
Concentrado Pb.	8,9	38,1	339	7,6	68	19,7	175
Idem Zn.	12,2	2,1	26	49,0	598	12,9	157
Mixtos.....	4,1	4,4	18	15,1	62	30,3	124
Tailings.....	74,8	1,2	90	0,9	67	41,0	3.070

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	69,2	8,8	5,1
Idem Zn.	5,3	77,6	4,6
Mixtos.....	3,7	8,1	3,6
Tailings.....	18,4	8,7	89,1

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Creosota ácida.....	90	»
Na CN.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	5,400	»
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Experiencia núm. 10 C-334. - MINA: S. P. - MINERAL: De la mina. - Peso del mineral utilizado: 1.500.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	6,2	620	9,3	930	33,2	3.320
Concentrado Pb.	8,8	55,8	491	5,6	49	10,9	96
Idem Zn.	15,1	2,9	44	46,4	700	14,4	218
Mixtos.....	4,2	4,4	18	19,0	80	28,9	121
Tailings.....	71,9	1,1	79	1,2	86	40,4	2.900

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	79,3	5,3	2,9
Idem Zn.	7,1	75,3	6,6
Mixtos.....	2,9	8,6	3,6
Tailings.....	12,7	9,3	87,5

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada	Minutos
<i>Molino de rodillos:</i>		
Carbonato sódico.....	3,600	»
Thiocarbanilida.....	135	»
Creosota ácida.....	90	»
Na Cn.....	45	»
SO ₄ Zn.....	135	90
<i>Máquina:</i>		
Carbonato sódico.....	2,700	»
Aerofloat.....	22,5	»
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45	28
Ca O.....	900	»
SO ₄ Cu.....	450	»
Aerofloat.....	90	»
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45	28

Extracto de los trabajos realizados durante el 13.º período de ensayo.

Antes de hacer nuevas experiencias en la instalación experimental grande, después de haber instalado un nuevo distribuidor de aceite, se hicieron varias en el circulador para determinar si sería eficaz el aerofloat cuando se usa como único promotor. Se creyó esto necesario, porque el área de las celdas de la mencionada instalación es tan grande en relación con la cantidad de mineral suministrado, que deben emplearse cantidades muy reducidas de reactivos promotores.

Los puntos estudiados fueron los dos siguientes:

1.º Experiencias efectuadas en el circulador de laboratorio con la muestra de la mina S. P., núm. 10.C, empleando aerofloat como único promotor.

2.º Experiencia realizada en la instalación experimental grande con la misma muestra.

Muestra núm. 10 C de la mina S. P., con aerofloat como promotor.—El mejor resultado obtenido hasta la fecha, el cual se inserta a continuación, se obtuvo usando aerofloat como único promotor. En esta experiencia se utilizó agua corriente (1), y el resultado fué ligeramente mejor que el obtenido empleando agua de la mina L. q. V. q.

	P L O M O		C I N C	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100
Experiencia 10 C-402...	51,6	79,5	47,0	86,5

(1) Agua de pozo que por estar cerca del mar lleva algunas sales en disolución.

En el cuadro siguiente están anotadas las experiencias. Todas se hicieron con los mismos reactivos. El aerofloat fué el único promotor y se añadió aumentando las cantidades desde la núm. 10 C-396 hasta la 10 C-403.

Recuperaciones

NÚMERO	Concentrado de Pb.			Concentrado de cinc			Tailings		
	Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn. %	Pb. %	Fe. %	Zn. %	Pb. %	Fe. %
10 C-396....	3,7	44,2	2,1	69,4	39,1	7,2	26,9	16,7	92,0
» 397....	5,2	68,5	2,6	71,5	12,9	8,4	23,5	18,5	91,5
» 398....	8,0	75,5	3,4	85,6	11,1	9,1	3,8	12,5	89,4
» 399....	8,6	75,0	4,3	79,8	8,5	11,0	13,4	13,3	86,7
» 400....	8,7	78,3	4,0	81,4	7,4	9,5	9,9	11,2	88,5
» 401....	7,9	80,6	3,7	84,6	8,7	9,8	7,3	10,3	85,5
» 402....	6,8	79,5	3,5	86,5	7,0	9,8	6,6	12,9	85,9
» 403....	7,7	77,0	4,0	81,6	8,6	10,4	6,6	11,3	85,5

De lo expuesto anteriormente se deduce que puede usarse solo con éxito, por lo que se hizo una experiencia en la instalación grande.

Experiencia en la instalación grande.—Con el mineral que quedaba de las muestras de la mina S. P. hubo suficiente para completar una experiencia, que se hizo con el siguiente resultado:

	P L O M O		C I N C	
	Ley por 100	Recuperación por 100	Ley por 100	Recuperación por 100
10 C-408.....	42,9	76,9	41,4	62,9

Examinando los detalles de la hoja correspondiente a esta experiencia, se observa que se emplearon cantidades muy pequeñas de reactivo promotor. Los resultados no fueron tan buenos como los obtenidos en la máquina pequeña, pero hubo una notable mejoría comparándolos con los obtenidos anteriormente en la misma máquina. No queda duda de que, aumentando la cantidad de aerofloat en el circuito del cinc, se hubiera obtenido el efecto deseado, pues se observa que hay una cantidad normal de cinc en el concentrado de plomo.

El nuevo scruber del aceite no deja pasar las partículas pesadas de aceite lubricante. Sin embargo, hubo cierto cambio en el carácter de las espumas al cabo de un poco tiempo, lo que parece que obedecía a alguna extraña contaminación. El aire tenía un olor distinto, indicando la presencia de algún aceite ligero.

Experiencia núm. 10 C-402. — MINA: S. P. — MINERAL: *De la mina.* — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Tamaño: 87 por 100 — 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	6,5	650	9,7	970	32,3	3.230
Concentrado Pb.	10,0	51,6	516	6,6	66	11,2	112
Idem Zn.....	16,3	1,8	29	47,2	770	13,4	219
Mixtos.....	3,5	4,6	16	19,7	69	27,3	96
Tailings.....	70,2	1,2	84	0,9	64	39,5	2.770

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	79,5	6,8	3,5
Idem Zn.....	4,5	79,4	6,8
Mixtos.....	2,5	7,1	3,0
Tailings.....	12,9	6,6	85,9

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Carbonato sódico.....	3,600
Na CN.....	45
SO ₄ Zn.....	135
Aerofloat.....	135
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	2,700
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45
Ca O.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Aerofloat.....	67,5
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45

Experiencia núm. 10 C-408. — MINA: S. P. — MINERAL: *De la mina.* — Instalación grande. — Tamaño: 85,5 por 100 — 200 mallas.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	5,8	580	10,6	1.060	32,7	3.270
Concentrado Pb.	10,4	42,9	446	9,5	100	13,2	137
Idem Zn.....	16,1	4,1	66	41,4	666	16,0	258
Tailings.....	73,5	0,9	68	4,0	294	37,5	2.760

R E C U P E R A C I Ó N			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	76,9	9,4	4,2
Idem Zn.....	11,4	62,9	7,9
Tailings.....	11,7	27,7	84,5

Agua de la mina corriente.

R E A C T I V O S	Kilos por tonelada
<i>Molino:</i>	
Carbonato sódico.....	3,600
Na CN.....	90
SO ₄ Zn.....	270
<i>Celda:</i>	
Carbonato sódico.....	2,700
Aerofloat	27
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	90
SO ₄ Cu	450
Concentrado Zn. Aerofloat.....	45

Extracto de los trabajos efectuados durante el 14.º período de ensayos.

Se hicieron nuevas experiencias sobre el mineral de la mina S. P. empleando agua potable y se lavó el mineral después de molido. Los reactivos empleados fueron carbonato sódico, xanthato, aceite de pino y cianuro. También se empleó en algunos casos una pequeña cantidad de thiocarbamilida.

Se ha visto que la adición de sulfuro sódico favorece la concentración del plomo, y hay indicios de que el cianuro con el sulfato de cinc dará todavía mejores resultados. A

continuación se indican en sus correspondientes hojas algunas experiencias seleccionadas con los reactivos que se emplearon.

El mejor resultado en plomo, de los anotados, dió una extracción del 95,9 por 100 en un concentrado, con el 70,5 por 100 (experiencia 455). La mejor extracción de cinc fué de 94 por 100. En este caso particular la ley del concentrado en bruto, sin limpiar, fué el 45,5 por 100 en cinc. En la experiencia 447 la ley del concentrado limpio fué el 50,5 por 100. Del modo de conducirse el mineral y de los resultados de las otras experiencias, no cabe duda de que pueden obtenerse estas leyes. En la número 455 los resultados del cinc no fueron concordantes; pero como prácticamente las demás experiencias dieron más del 90 por 100 de recuperación, no hay duda de que puede obtenerse esta cifra.

En las 448, 449 y 450 no se limpiaron los concentrados brutos de plomo y cinc, estableciéndose la conclusión de que indudablemente podían obtenerse muy buenas leyes.

Se observó que la reducción a un tamaño muy fino favorece los resultados, especialmente en el cinc.

En los minerales no lavados con agua impura, los resultados se obtuvieron añadiendo la adecuada combinación de reactivo, pero se observó que el aumento o disminución de cualquiera de ellos no surtió el efecto esperado, lo cual indica que la manipulación no es fácil en la práctica. En los minerales lavados con agua potable la diferenciación fué perfecta y el mineral respondió fácilmente a la alteración de los promotores y deprimentes.

Experiencia núm. 10 B-447. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	6,5	650	10,6	1.060	33,1	3.310
Concentrado Pb.	7,7	64,4	496	3,5	27	5,1	39
Mixtos Pb.....	3,9	15,2	59	10,0	39	28,2	110
Concentrado Zn.	18,7	0,9	17	50,5	945	14,8	277
Mixtos Zn.....	2,1	2,2	5	13,6	29	31,6	66
Tailings	67,6	0,6	41	7,0	47	41,3	2.790
			618		1.087		3.282

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	80,2	2,5	1,2
Mixtos Pb.....	9,5	3,6	3,3
Concentrado Zn.	2,7	87,0	8,5
Mixtos Zn.....	0,8	2,7	2,0
Tailings	6,6	4,3	85,0

Agua potable.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	0,135
Na CN.....	90
Xanthato.....	180
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Xanthato.....	135
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90

El mineral se lavó después de molido.

Experiencia núm. 448-10 B. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	6,6	660	11,0	1.100	33,1	3.310
Concentrado Pb.	9,7	55,3	536	3,8	37	12,8	124
Idem Zn.....	22,5	1,4	31	45,3	1.020	16,0	360
Tailings	67,8	0,5	34	0,5	34	41,2	2.770
			601		1.091		3.254

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	89,2	3,4	3,8
Idem Zn.....	5,2	93,5	11,0
Tailings	5,6	3,1	85,2

Agua potable

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Na CN.....	90
Xanthato.....	180
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Xanthato.....	405
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90

El mineral se lavó después de molido. Los concentrados brutos de plomo y cinc no se limpiaron.

Experiencia núm. 449-10 B. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado 1.500. — Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,7	670	10,5	1.050	32,9	3.290
Conc. Pb. 1.....	9,8	59,4	582	4,7	46	10,2	100
Idem Pb. 2.....	0,5	9,7	5	11,3	6	30,6	15
Idem Zn.....	23,2	1,3	30	42,6	990	17,2	400
Tailings.....	66,5	0,4	27	0,4	27	41,0	2.725
			644		1.069		3.240

RECUPERACION			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Conc. Pb. 1.....	90,5	4,3	3,1
Idem Pb. 2.....	0,8	0,6	0,4
Idem Zn.....	4,7	92,5	12,3
Tailings.....	4,2	2,6	84,2

Agua potable

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Na CN.....	45
Xanthato.....	180
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Xanthato.....	270
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90

El mineral se lavó después de molido. Los concentrados brutos de plomo y cinc no se limpiaron. El concentrado de plomo núm. 2 fué el único de los concentrados brutos de plomo que se ensayó separadamente.

Experiencia núm. 450 10 B. — MINA: S. P. — MINERAL: De la mina. — Peso del mineral utilizado: 1.500. — Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	6,5	650	10,9	1.090	32,30	3.230
Concentrado Pb.	10,75	55,0	592	5,2	56	11,7	126
Idem Zn.....	21,3	1,3	28	46,5	990	14,8	315
Tailings.....	67,95	0,4	27	0,3	20	40,9	2.780
			647		1.066		3.221

RECUPERACION			
PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	91,5	5,2	3,9
Idem Zn.....	4,3	92,9	9,8
Tailings.....	4,2	1,9	86,3

Agua potable

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Na 2S.....	450
Cianuro.....	45
Xanthato.....	405
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	135
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Xanthato.....	315
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	135

El mineral se lavó después de molido. Los concentrados brutos de plomo y cinc no se limpiaron.

Experiencia núm. 454-10 B.—MINA: S. P.—MINERAL: De la mina.—Peso del mineral utilizado: 1.500.— Dos horas y media en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	6,2	620	10,6	1.060	33,2	3.320
Concentrado Pb.	10,6	51,6	546	4,3	46	13,8	146
Idem Zn.....	21,9	1,5	32	45,5	996	15,4	338
Tailings.....	67,5	0,3	20	0,3	20	41,9	2.820
			598		1.062		3.340

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Ag.
Concentrado Pb.	91,4	4,3	4,4
Idem Zn.....	5,3	93,8	10,2
Tailings.....	3,3	1,9	85,4

Agua potable.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Cianuro.....	45
Xanthato.....	405
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Xanthato.....	360
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	45

El mineral se lavó después de molido. Los concentrados brutos de plomo y cinc no se limpiaron.

Experiencia núm. 455-10 B.—MINA: S. P.—MINERAL: De la mina.—Peso del mineral utilizado: 1.500.— Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis</i>	100	5,6	560	10,1	1 010	33,4	3.340
Concentrado Pb.	7,4	70,5	521	1,9	14	5,3	39
Mixtos Pb.	2,9	9,9	29	10,5	30	32,6	95
Concentrado Zn.	15,6	0,5	8	49,5	772	14,6	224
Mixtos Zn.....	3,4	0,6	2	20,9	71	31,6	107
Tailings.....	70,7	0,2	14	2,3	162	41,2	2.920
			574		1.049		3.385

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	90,9	1,3	1,1
Mixtos Pb.....	5,0	2,9	2,8
Concentrado Zn.	1,4	73,6	6,6
Mixtos Zn.....	0,3	6,8	3,2
Tailings.....	2,4	15,4	86,3

Agua potable.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Na 2S.....	450
Na CN.....	45
SO ₄ Zn.....	135
Xanthato.....	450
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
Cal.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Concentrado Zn. Xanthato.....	270

El mineral se lavó después de molido.

Extracto de los trabajos realizados durante el 15.º período de ensayos.

Experiencia 10 B 476.—Se hizo sobre una muestra de mineral de la mina S. P. con agua potable y se lavó el mineral después de molido. Los resultados fueron: para el plomo, el 91,4 por 100 de extracción, con una ley del 67,8, y para el cinc, el 94,5 por 100, con 50,9 por 100.

Experiencia 10 B 478.—Esta experiencia se hizo con agua corriente, poniendo los mismos reactivos que en la 476, pero sin lavar el mineral después de molido. Los resultados fueron: para el plomo, una extracción del 89 por 100, con ley del 61,5 por 100, y para el cinc, una extracción del 89,4, con ley del 50,6. Una combinación adecuada de los reactivos, en este caso, no hay duda de que daría mejor resultado, como indica el núm. 324. Lavando el mineral con agua corriente, después de molido, se reduce el consumo de carbonato de sosa a unos 3,60 kilos por tonelada de mineral, e indudablemente mejora los resultados, sin otro cambio en la combinación de los reactivos.

Se hicieron numerosas experiencias análogas a las del número 476, y dieron iguales resultados.

Todas las experiencias efectuadas indican claramente que deben esperarse buenos resultados, pero el agua buena y poca acidez de la pulpa favorecen la diferenciación.

Experiencia núm. 10 B-324.—MINA: S. P.—MINERAL: De la mina.—Peso del mineral utilizado: 1.000.—Tamaño: 47 por 100—200 mallas. 1 por 100 más de 80.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Análisis....</i>	100	5,97	597	10,4	1.040	32,5	3.250
Concentrado Pb.	12,9	44,02	568	7,6	98	16,8	217
Idem Zn.....	19,5	0,88	17	46,8	915	14,6	285
Mixtos.....	2,9	1,59	5	8,1	24	36,8	107
Tailings.....	64,7	0,35	23	0,6	39	41,0	2.655
			613		1.076		3.264

RECUPERACIÓN

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	92,6	9,1	6,7
Idem Zn.....	2,8	85,0	8,8
Mixtos.....	0,8	2,2	3,3
Tailings.....	3,8	3,6	81,2

Agua de la mina L. q. V. q.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Carbonato sódico	3,600
Creosota ácida	90
Thiocarbánilida.....	135
KCN.....	45
SO ₄ Zn.....	135
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	2,700
Aerofloat.....	22,5
Concentrado Pb. Acido cresylico.....	45
Ca O.....	900
SO ₄ Cu.....	450
Aerofloat.....	90
Concentrado Zn. Acido cresylico.....	45
El mineral se lavó después de molido.	

Experiencia núm. 10 B-476. - MINA: S. P. - MINERAL: De la mina. - Peso del mineral utilizado: 1.500. - Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	5,9	590	11,0	1.100	32,7	3.270
Concentrado Pb.	8,1	66,8	549	2,5	20	7,0	57
Mixtos Pb....	2,3	9,4	22	11,8	27	30,6	70
Concentrado Zn.	18,8	0,3	6	50,9	957	12,6	237
Mixtos Zn.....	2,4	2,0	5	15,3	37	31,4	76
Tailings.....	68,4	0,3	20	0,15	10	42,0	2.870

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.	Fe.
Concentrado Pb.	91,4	1,9	1,7
Mixtos Pb.	3,7	2,6	2,1
Concentrado Zn.	1,0	91,0	7,2
Mixtos Zn.....	0,8	3,5	2,3
Tailings.....	3,3	1,0	86,7

Agua potable

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	1,350
Na 2S.....	450
Na CN.....	45
SO ₄ Zn.....	135
Xanthato.....	180
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
SO ₄ Cu.....	900
Xanthato.....	135
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90

El mineral se lavó después de molido.

Experiencia núm 10 B-478. - MINA: S. P. - MINERAL: De la mina. - Peso del mineral utilizado: 1.500. - Dos horas en el molino de rodillos.

PRODUCTOS	Peso por 100	Pb. por 100	Unidades Pb. por 100	Zn. por 100	Unidades Zn. por 100	Fe. por 100	Unidades Fe. por 100
<i>Analisis....</i>	100	5,9	590	10,6	1.060	34,1	3.410
Concentrado Pb.	7,85	61,5	483	4,3	34	9,1	71
Mixtos Pb.....	2,60	15,4	40	11,3	29	27,5	72
Concentrado Zn.	18,30	0,8	15	50,6	925	12,6	230
Mixtos Zn.....	2,40	3,0	7	9,3	22	34,5	83
Tailings.....	69,85	0,6	42	0,7	49	41,5	2.890
			587		1.059		3.346

RECUPERACION

PRODUCTOS	Pb.	Zn.
Concentrado Pb.	82,2	3,2
Mixtos Pb.....	6,8	2,7
Concentrado Zn.....	2,5	87,3
Mixtos Zn.....	1,2	2,1
Tailings.....	7,3	4,7

Agua corriente.

REACTIVOS	Kilos por tonelada
<i>Molino de rodillos:</i>	
Thiocarbanilida.....	0,045
<i>Máquina:</i>	
Carbonato sódico.....	8,100
Na 2S.....	450
Na CN.....	45
SO ₄ Zn.....	135
Xanthato.....	90
Concentrado Pb. Aceite de pino.....	90
SO ₄ Cu.....	675
Xanthato.....	112,5
Concentrado Zn. Aceite de pino.....	90

El mineral se lavó después de molido.

Extracto de las experiencias realizadas en el 16.º período de ensayos.

MINERAL DE LA MINA S. P.—Para terminar, se hicieron las siguientes experiencias, con el fin de relacionar los mejores resultados obtenidos por los procedimientos de flotación diferencial, bajo las condiciones especificadas a continuación:

1. Flotación con agua potable, lavando el mineral después de molido.
2. Flotación con agua corriente (4,5 kilos de sales solubles por tonelada), lavando el mineral después de molido.
3. Flotación con agua corriente sin lavado previo.
4. Flotación con agua previamente tratada con 900 gramos de carbonato sódico por tonelada. El mineral se lavó con agua tratada antes de la flotación.
5. Flotación con agua previamente tratada con 450 gramos de cal por tonelada. El mineral se lavó con agua tratada antes de la flotación.
6. Flotación global con agua potable.
7. Flotación global con agua corriente.

El siguiente cuadro indica los mejores resultados obtenidos por los métodos enumerados anteriormente:

Número.	Experiencia	PLOMO		CINC		Observaciones
		Recuperación	Ley %	Recuperación	Ley %	
1	10 B-476...	95,1	67,8	94,5	50,9	Los concentrados sin limpiar.
2	10 D-529...	88,0	64,0	91,5	48,8	
3	10 B-478...	89,0	61,5	89,4	50,6	
4	10 D-531...	90,1	45,1	85,4	45,0	
5	10 D-532...	67,2	35,3	82,3	42,8	
6	10 B-482...	89,1	62,9	83,5	48,4	
7	10 D-486...	90,9	61,1	86,0	48,5	

En las experiencias precedentes se han tenido en cuenta los valores metálicos de los mixtos al dar las cifras de la recuperación. Los detalles de las 10 B-476 y 478 están indicados en el extracto de los trabajos realizados en el período anterior. Los de las otras experiencias se anotan al final de esta relación.

Flotación con agua potable.—De las experiencias realizadas se desprende que el mejor resultado corresponde al tratamiento con agua potable, lavando el mineral después de molido. En la experiencia núm. 192 del extracto número 7, el mineral de un tamaño menor de dos milímetros se lavó antes de moler, con resultados favorables. Se observa que empleando agua pura y lavando, la diferenciación es más perfecta y hay una economía en el consumo de los reactivos.

Flotación con agua corriente.—Se entiende por agua corriente la que puede encontrarse en la práctica. Para neutralizarla se requieren aproximadamente 1.300 gramos de carbonato sódico por tonelada de agua. Los resultados obtenidos con ella, con o sin lavado, después de la trituración, son muy parecidos. La diferencia estriba en el consumo de carbonato sódico. Sin lavar el mineral, la cantidad de carbonato requerida fué de ocho kilos por tonelada, y lavándolo, de 4,5 kilos. Utilizando este agua se ve que hay un poco más cinc en el plomo, y los tailings son un poco más altos que en el caso del agua pura.

Flotación con agua corriente previamente tratada con carbonato sódico.—En este caso el agua se trató con 900 gramos de carbonato de sosa por tonelada. Se decantaron los precipitados y se tomó el agua clara para verificar la experiencia. Después de lavar el mineral con este agua se le echaron otros 1 350 gramos de carbonato por tonelada de mineral, con lo cual la cantidad total de este reactivo fué igual al consumido en el caso núm. 2.

Flotación con agua corriente previamente tratada con

cal.—El retroceso notado en el plomo no necesita comentarios. La acción de la cal se discutirá al tratar de la flotación global.

Flotación global.—El concentrado procedente de la flotación global o de conjunto fué muy bueno en plomo y bueno en cinc, pero la separación no fué muy satisfactoria.

En el cuadro siguiente se indican los resultados obtenidos variando las cantidades de cal con los diferentes tamaños del mineral sometido a la trituración.

Experiencia número	C A L Kilogramos por tonelada	Alcalinidad % Ca O	RECUPERACIÓN	
			Pb. por 100	Zn. por 100

Trituración, una hora en el molino de rodillos.

+ 80 mallas.....	1,80 por 100
+ 150 »	24,3 »
+ 200 »	15,7 »
— 200 »	58,2 »
	100,00

10 D-498....	5,40	0,003	74,4	93,5
» 499....	7,20	0,003	63,0	92,9
» 501....	11,25	0,040	90,5	98,5
» 503....	12,60	0,040	89,2	99,2
» 500....	13,50	0,050	83,2	98,5
» 502....	23,40	0,110	90,0	97,8

Trituración, hora y media en el molino de rodillos.

+ 80 mallas.....	0,4 por 100
+ 150 »	3,2 »
+ 200 »	18,9 »
— 200 »	77,5 »
	100,00

10 D-514....	11,70	0,013	83,0	97,6
» 517....	13,50	0,040	90,9	98,5
» 515....	18,00	0,100	92,4	99,2
» 516....	22,50	0,110	89,5	98,5

Experiencia número	C A L Kilogramos por tonelada	Alcalinidad % Ca O	RECUPERACIÓN	
			Pb. por 100	Zn. por 100

Trituración, dos horas en el molino de rodillos.

+ 80 mallas.....	0,9 por 100
+ 150 »	0,8 »
+ 200 »	1,7 »
— 200 »	96,6 »
	100,00

10 D-490....	4,50	ácida	88,9	87,4
» 488....	9,00	0,003	88,5	89,7
» 489....	9,90	0,003	84,7	86,9
» 491....	12,15	0,006	90,8	94,7
» 492....	23,40	0,140	98,6	95,9

De las experiencias anteriores se deduce que aumentando el tamaño de los molidos o el tiempo posible de permanencia en el molino, se requiere una mayor cantidad de cal para neutralizar el mineral, y que un exceso de cal es preferible, dadas las condiciones de la experiencia. La cal hace disminuir la relación de flotación del plomo; pero como el exceso deprime completamente al hierro, puede separarse el plomo lentamente añadiendo xanthato. Para obtener una buena extracción de plomo en estas condiciones es necesario emplear una cantidad relativamente grande de xanthato. Aunque el resultado final de la separación subsiguiente fué verdaderamente espléndido, las condiciones de flotación no fueron buenas. Es posible que esto fuera debido a la presencia de xanthatos insolubles disociados en la adición de sulfato de cobre para la flotación final del cinc.

En varias de estas experiencias debió haber un exceso de cal, pues se necesitan las siguientes cantidades para neutralizar el mineral:

Una hora en el molino de rodillos.....	4,5 kgs. por tonelada
Hora y media en el molino de rodillos.....	5,4 » »
Dos horas en el molino de rodillos.....	8,5 » »

Sin embargo, bajo ciertas condiciones, la cal deprime casi completamente al plomo, como lo demuestra la siguiente experiencia. En este caso el mineral se lavó con agua corriente y después se le añadieron 24,5 kilogramos de cal por tonelada de mineral. La alcalinidad fué 0,11 por 100 CaO.

Número de la experiencia	Concentrado global		Tailings	
	Recuperaciones		Recuperaciones	
	Plomo %	Cinc %	Plomo %	Cinc %
10 D-493.....	10,5	93,7	89,5	6,3

Estas notas sirven para robustecer la opinión de que la flotación global no da tan buenos resultados como la flotación diferencial directa, y que un cambio de las condiciones durante la operación podría resultar muy desfavorable.

Trituración.—Es muy difícil sentar una conclusión definitiva sobre el grado de trituración que daría los mejores resultados en la práctica.

El examen microscópico reveló que los minerales pasaban por una criba de 150 mallas; pero además los análisis siguientes de dos muestras de tailings cribados, después de una hora de trituración, demuestran que las pérdidas no fueron debidas a partículas incluídas, es decir, no separadas de la ganga.

MALLAS	Peso por 100 de los tailings en los diferentes tamaños	Plomo por ciento contenido en los diferentes tamaños
80 mallas.....	5,5	0,8
150 »	29,9	0,8
200 »	22,1	2,6
200 »	42,5	2,7
Tailings	100,0	1,9
80 mallas.....	2,1	0,5
150 »	25,8	0,4
200 »	21,9	0,8
200 »	50,2	0,7
Tailings.....	100,0	0,7

Parece deducirse de las experiencias que moliendo a un tamaño fino se retarda la flotación del cinc, lo que se trasluce en una mejor separación del plomo y del cinc.

En la experiencia efectuada, una trituración de hora y media (véase el tamaño en el cuadro anterior) es la menor que puede recomendarse.

Resumen.—Los mejores resultados son indudablemente los obtenidos empleando agua pura y lavando el mineral para dejarlo libre de sales solubles.

El efecto de las aguas de las minas usadas en las experiencias es acelerar la flotación del cinc y hacer la selección menos perfecta. La flotación diferencial directa con estas aguas dió resultados satisfactorios; pero lavar después de moler resulta más económico para el consumo de reactivos, y es el método que debería emplearse.

El tratamiento del agua corriente con carbonato sódico antes de utilizarla para flotación, indica que podría recuperarse una cierta cantidad, para volver a usarse después, sin perjuicio alguno para la separación.

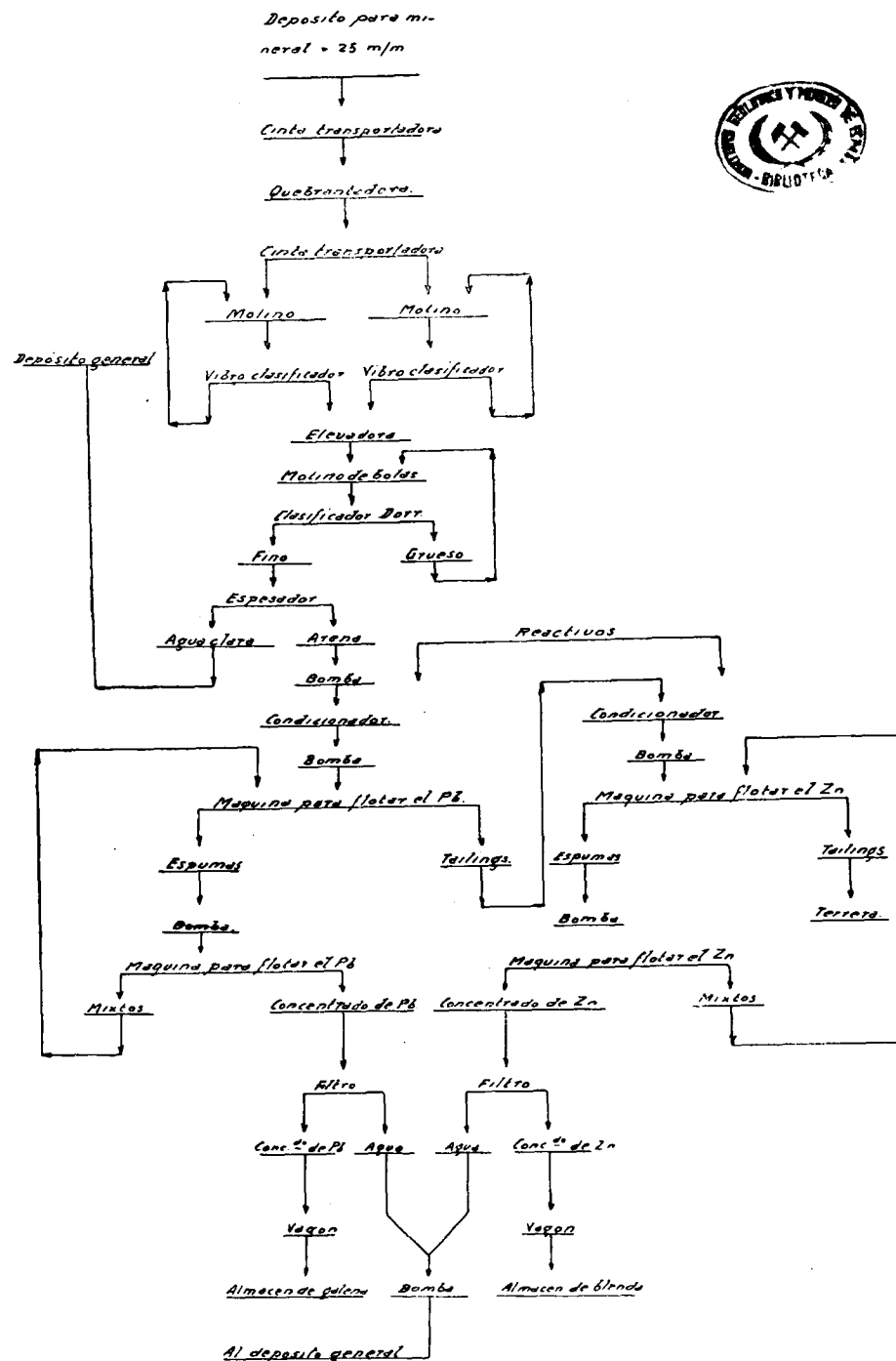
El mineral es fácil de clasificar aun en los más finos tamaños.

DESCRIPCION DEL LAVADERO DE FLOTACION PARA CIEN TONELADAS EN VEINTICUATRO HORAS

A (lámina núm. 2) es un depósito de 200 toneladas para el mineral como viene de la mina. Este mineral sale por la parte inferior y es transportado por la cinta C a la quebrantadora M. El mineral quebrantado cae a una tolva T' y es conducido por la cinta C' a una tolva T que alimenta los dos molinos trituradores m. Cada molino lleva un vibro clasificador o reter en su parte inferior, con orificios de 25 milímetros. Lo que no pasa por el tamiz de los vibros va

a la tolva de una elevadora de cangilones *E* que lo devuelve a los molinos. Lo que pasa por los orificios de los vibradores cae a una tolva *t*, de donde lo recoge una cinta para elevarlo a la parte superior de otro depósito *D'* de la misma capacidad que el anterior. El mineral allí depositado, cuyo tamaño máximo es de 25 milímetros, sale por la parte inferior mediante un distribuidor automático para ser conducido al molino de bolas *B*, donde se muele hasta el tamaño requerido (50 mallas) en circuito cerrado con un clasificador Dorr.

Lo más grueso, que es lo que arrastran las paletas hacia la parte superior, vuelve otra vez al molino de bolas, y lo fino, que sale por la parte inferior, va por una canal al tanque espesador Dorr, donde se lleva la pulpa a la concentración deseada. El agua clara que desborda por la parte superior es aspirada por una bomba (7) que la eleva al depósito principal, y la pulpa sale por una tubería de 3" que hay en la parte inferior del tanque, en un túnel construido *ad hoc*, y es elevada por la bomba (1) a un primer condicionador (8), donde se mezcla con los reactivos y pasa a una caja de madera de forma tronco piramidal invertida, de donde es aspirada por una bomba (2) que la conduce a una doble batería de 10 celdas P. F. M. S. (Positif Flow Mineral Separation) destinadas a la flotación del plomo. La pulpa se vierte en una canal bifurcada *F* que puede moverse a voluntad, de manera que dichas ramas vayan a verter en las celdas números 3, 4 ó 5 de ambas máquinas, según aconseje la naturaleza del mineral a tratar. Las espumas de las 4, 5... 9 y 10 que llevan el plomo en suspensión van por una canal a una caja de madera como la anterior, para ser aspiradas por una bomba (3) que las conduce a las celdas núm. 1 de ambas baterías, de donde pasan a las 2 y 3, cuyas espumas dan el concentrado de plomo, que va a un filtro Dorrco para su desecación, y de aquí al almacén. Los tailings de las celdas número 3 van automáticamente a los compartimientos de las 4, y de aquí pasan sucesivamente a las otras.



Los tailings o mixtos procedentes de la flotación del plomo, que son los que producen las celdas núm. 10, llevan todo el cinc, y son conducidos por una canal a un acondicionador (9), donde se añaden los reactivos para flotar el cinc, pasando a una caja de madera igual a las descritas anteriormente, siendo aspirados en la parte inferior por una bomba (4) que los conduce a las celdas, 3, 4 ó 5, de otra doble batería igual a las del plomo, para efectuar la concentración del cinc en los números 1, 2 y 3 que reciben las espumas de las 4, 5... 9 y 10, del mismo modo que hemos explicado antes, mediante la bomba núm. 5.

Los concentrados de cinc (espumas), procedentes de las celdas 1, 2 y 3, van a otro filtro Dorrco para la desecación, y de aquí al almacén; los tailings de las núm. 4 pasan automáticamente a la 5 y de éstas a las sucesivas. Los producidos por las núm. 10, que no han flotado, son los estériles y van al vaciadero.

Todas las aguas claras del lavadero van a la bomba central núm. 7, que las aspira para elevarlas al depósito general.

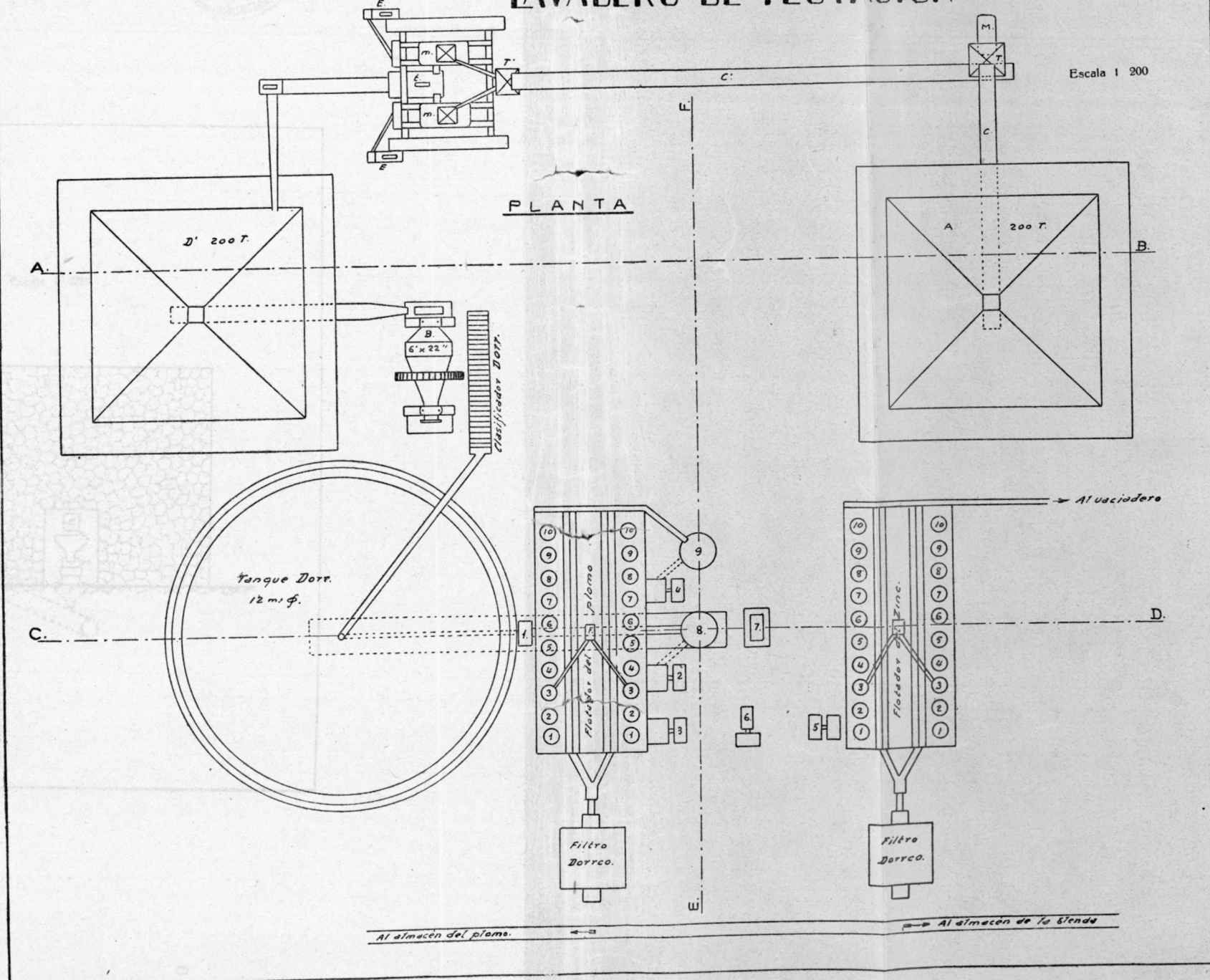
La bomba núm. 6 es una bomba auxiliar que puede recoger el agua procedente de los filtros para elevarla al depósito general.



Nº 2

LAVADERO DE FLOTACION

Escala 1 200



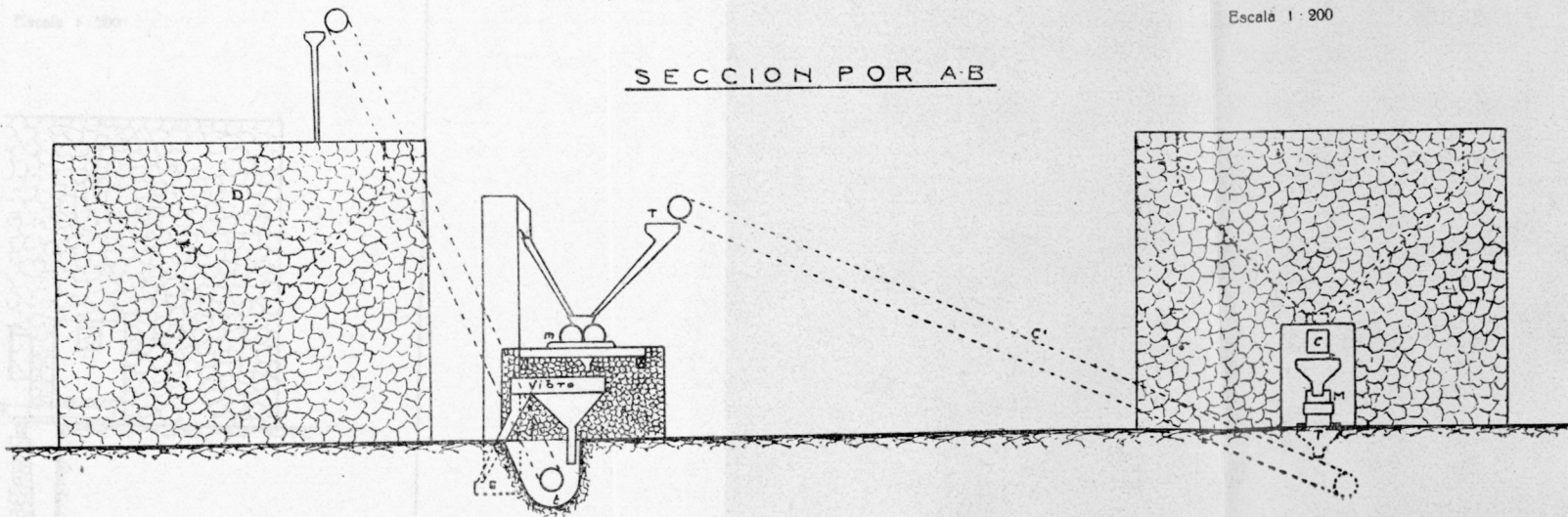


N^o 3

LAVADERO DE FLOTACION

Escala 1 : 200

SECCION POR AB



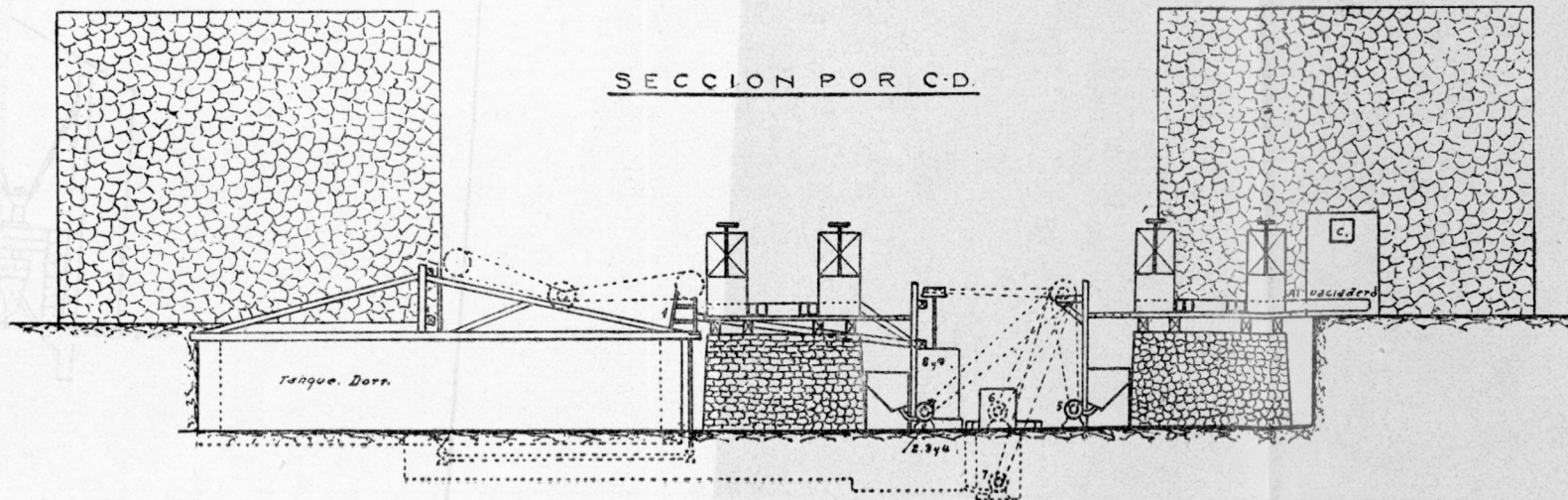


Nº 4

LAVADERO DE FLOTACION

Escala 1:200

SECCION POR C-D



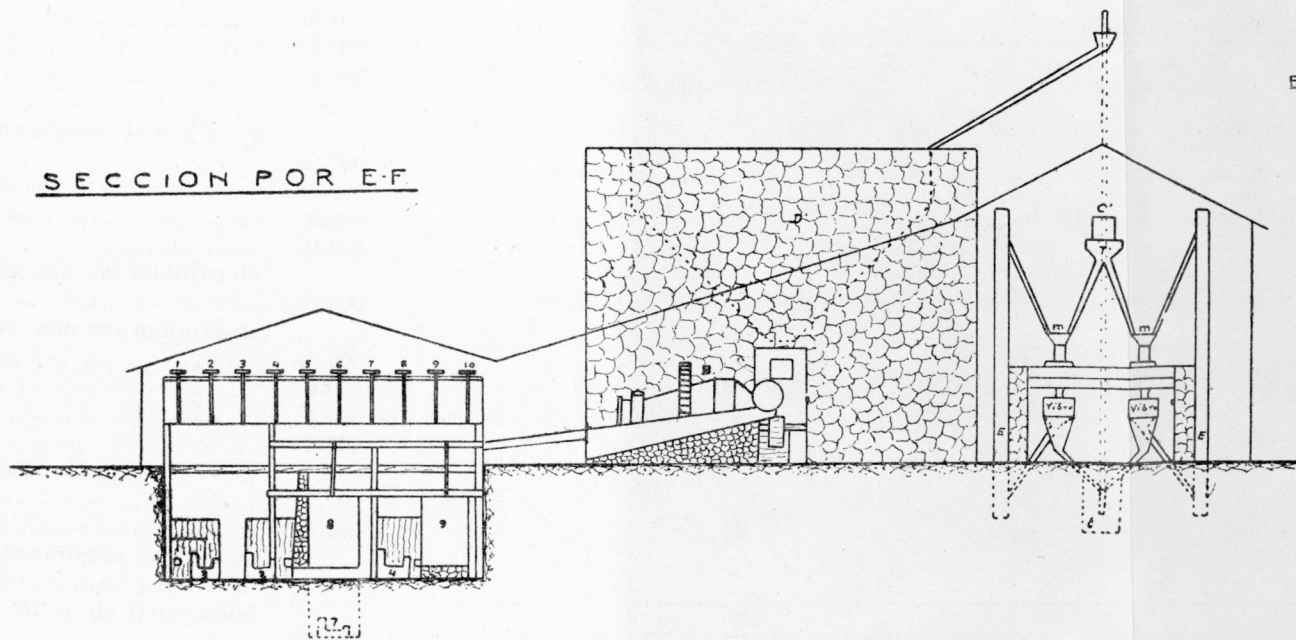


Nº 5

LAVADERO DE FLOTACION

Escala 1 : 200

SECCION POR E-F



PRESUPUESTO

	<u>Pesetas</u>
Una quebrantadora tipo Blake.....	7.000
Transportador de correa y mecanismo de la tolva 1. ^a ..	6.000
Transportador elevador.....	4.000
Dos molinos de 600 milímetros.....	10.000
Dos vibro-clasificadores.....	8.000
Dos elevadoras para los molinos.....	6.000
Una elevadora de cangilones	5.000
Un molino de bolas, Hardinge, tipo cónico, de 6 × 22" y 15" de diámetro.....	30.000
Un clasificador en circuito cerrado con el molino.....	15.000
Cinta transportadora y mecanismo.....	6.000
Un tanque Dorr.....	20.000
Dos máquinas para flotar el plomo, con sus motores de 5 HP.....	40.000
Dos máquinas para flotar el cinc, con sus motores de 5 HP.....	40.000
Dos filtros.....	50.000
Dos condicionadores	4.000
Cinco cajas de madera, herradas.....	2.500
Cinco bombas Wilfley, a 3.500 pesetas	17.500
Una bomba Dorrco.....	3.500
Una bomba Wilfley.....	3.500
Un motor de 50 HP para el accionamiento de la que- brantadora, molinos, vibro-clasificadores y elevado- ras de cangilones del primer taller de trituración hasta 25 milímetros.....	6.000
Un motor de 50 HP para el accionamiento del molino de bolas y clasificador.....	6.000
Un motor de 40 HP para el accionamiento de las bombas Wilfley y los condicionadores.....	5.000
Un motor de 5 HP y 675 r. p. m. para el accionamiento del espesador y bomba Dorrco.....	1.250
Un motor de 5 HP para la cinta transportadora del depó- sito A	1.250
<i>Suma y sigue.....</i>	<u>297.500</u>

	Pesetas
<i>Suma anterior</i>	297.500
Un motor de 5 HP para la cinta transportadora de la quebrantadora a los molinos	1.250
Un motor de 5 HP para la cinta transportadora del depósito D'	1.250
Transmisiones, ejes, correas, ruedas de engrane	18.000
Distribución de reactivos	6.000
Tuberías	6.000
Construcción del depósito A	10.000
Idem del depósito D'	10.000
Mano de obra y materiales de construcción	125.000
Imprevistos	25.000
TOTAL	500.000

Para terminar, explicaremos los motivos que hemos tenido para adoptar la Positif Flow de la Mineral Separation como el tipo de máquina más apropiada para la instalación de flotación proyectada.

La máquina Callow es muy sencilla, pero necesita mucho consumo de fuerza, se deteriora el fondo fácilmente con los circuitos alcalinos y no basta una sola máquina para obtener un mineral bien concentrado.

La Forrester tampoco refina los minerales directamente y necesita más aire que la P. F.

La Mac-Intosh, hoy muy en boga, quizá la hubiéramos adoptado para una capacidad de lavadero mucho mayor, por su gran economía de fuerza; pero necesita relavar los concentrados, y las telas del tambor, a través del cual se filtra el aire, se deterioran con frecuencia.

Para una instalación de cien toneladas hemos preferido la P. F. M. S., porque, aun cuando necesita más fuerza que la anterior, no se deteriora con frecuencia, su manejo es muy sencillo, y, como hemos visto en la descripción del lavadero, se obtienen en una sola máquina concentrados y estériles.

SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN EL DISTRITO MINERO DE VALENCIA

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

CASTELLÓN

Estación de acimutes marcada con un hito de piedra caliza en forma de prisma recta de base cuadrada de 0,40 de alto y 0,15 × 0,15 de base, empotrado en el suelo y recibido con hormigón hidráulico, de modo de quedar la base superior dos centímetros sobre el nivel del terreno. En dicha base se hallan grabadas las dos diagonales y un agujero en el centro que permite colocar un jalón. Se ha situado en el paraje nombrado Partida de Bobalán al NE. del badén del cementerio, a 1,50 metros de la orilla derecha del Río Seco y a 2,15 metros del borde izquierdo de la acequia de Riego, y a 117,70 metros al S. del ángulo SO. de la casa de la Maestra D.^a Julia Gálvez.

Por observaciones repetidas a la polar y a la δ de la Osa Menor se ha determinado la latitud de la estación y la dirección del meridiano astronómico:

Latitud del hito..... 39° 59' 32" N.

ACIMUTES

A la veleta de la torre de la iglesia mayor..	E. v. 35° 13' 55" S.
A la cruz de la torre de la iglesia de San José (Padres Capuchinos).....	E. v. 11° 9' 50" S.
Al pico más agudo o aguja de Santa Agueda.	N. v. 43° 17' 40" E.
A la cruz de la ermita de Bartolo.....	N. v. 33° 24' 30" E.
Al eje de la cruz del cementerio.....	O. v. 3° 1' 5" S.
A la cruz de la cúpula de la ermita de Sidón.	E. v. 11° 52' 40" N.

ALICANTE

Estación de acimutes marcada con un hito de piedra caliza de la misma forma y dimensiones de la anterior, y empujado y recibido igualmente en la playa de la estación del ferrocarril de la Marina, a 4,70 metros al O. del ángulo O. de la casilla, puesto de Carabineros.

Latitud y meridianas determinadas por repetidas observaciones a las estrellas α y δ de la Osa Menor:

Latitud del hito 38° 20' 37" N.

ACIMUTES

Al faro del cabo de la Huerta.....	E. v. 4° 34' 58" N.
Al mojón de Sierra Gorda.....	N. v. 40° 36' 12" E.
Al ángulo SO. de la estación del ferrocarril de la Marina.....	O. v. 21° 43' 52" N.
Al eje de la garita del Castillo de Santa Bárbara.....	O. v. 4° 26' 57" N.
Al pararrayos de Levante de la casa de Car- bonell.....	O. v. 31° 9' 3" S.
Al faro del cabo de Santa Pola.....	S. v. 13° 28' 7" O.
Al faro de la isla de Tabarca.....	S. v. 0° 3' 28" N.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de noviembre de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	378.519
Antracita.....	1.036
TOTAL.....	379.555
Coque.....	6.456 toneladas.
Aglomerados.....	9.478 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.925 (*)

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	5.089
Lignito.....	17.084
TOTAL.....	20.173

Producción de coque: 6.655 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	38.194

(*) Cifras provisionales.

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.927
Antracita.....	13.204
TOTAL.....	35.131
Briquetas.....	5.949 toneladas.
Coque.....	3.464 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.258

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	60.973
Antracita.....	19.594
TOTAL.....	80.567
Aglomerados.....	20.517 toneladas.
Coque.....	1.225 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.610
Antracita.....	12.956
TOTAL.....	34.566
Aglomerados.....	13.673 toneladas.
Coque.....	6 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.200
Coque de gas.....	353 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.000
Aglomerados de hulla.....	9.549 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.246

Valencia

Coque metalúrgico..... 7.592 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 478 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 31.269 toneladas.
 Aglomerados..... 2.450 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.776
Aglomerados.....	,
Coque de gas.....	42

Producción de combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1929

	Meses anteriores	Noviembre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	449.603	46.790	496.393
Hulla.....	5.383.592	541.312	5.294.834
Lignito.....	333.317	35.492 (1)	368.809 (1)
TOTAL.....	6.166.442	623.594	6.790.036
Coque.....	516.789	25.793	542.582
Aglomerados.....	467.218	59.644	526.862

Producción nacional de aceites combustibles (2)

Meses de enero a noviembre de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (desfilación de la hulla)

	Meses anteriores	Noviembre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	3.308.094	319.591	3.627.685
Benzol 50 por 100 (medio)...	175.289	24.290	199.579
Solvent-nafta (pesado).....	407.794	42.802	450.596
Otros tipos.....	516.727	46.587	563.314
TOTAL.....	4.407.904	433.270	4.841.174
Aceites crudos (alquitranes)	30.140.839	2.759.577	32.900.416

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	4.794.590	480.384	5.274.974
Gasolinas y similares.....	407.480	46.694	454.174

(1) Cifras provisionales.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de noviembre de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	62.047
Badajoz.....	3.800
Coruña (Galicia).....	12.849
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	3.013
Granada-Málaga.....	17.297
Huelva.....	28.896
Jaén.....	1.650
Murcia.....	12.024
Oviedo.....	9.129
Santander.....	44.547
Sevilla.....	11.150
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	66.080
Vizcaya.....	198.351
Zaragoza.....	2.957
TOTAL.....	475.720
Meses anteriores.....	4.774.903
TOTAL A LA FECHA.....	5.248.623

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	>	125	>	>	>
Coruña.....	>	>	687.000	>	>
Guipúzcoa.....	924	1.447	>	>	>
Oviedo.....	6.556	10.551	>	>	>
Santander.....	3.949	3.948	>	>	>
Sevilla.....	>	>	>	>	>
Valencia.....	15.644	13.336	>	>	>
Vizcaya.....	30.864	44.377	>	>	>
TOTAL.....	59.937	73.782	687.000	>	>
Meses anteriores	576.131	764.482	1.357.286	>	>
T. A LA FECHA.	636.068	838.264	2.044.286	>	>

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	>	>
Badajoz.....	>	>
Barcelona-Lérida.....	805	>
Ciudad Real.....	226	>
Córdoba.....	255	316
Guipúzcoa.....	477	>
Murcia.....	2.880	>
Oviedo.....	>	669
Santander.....	5.383	>
TOTAL.....	10.026	985
Meses anteriores.....	84.378	9.418
TOTAL A LA FECHA.....	94.404	10.403

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	M E T A L			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	>	>	>	649.657	>
Huelva....	320.826	1.228.691	>	>	>
Murcia....	>	>	>	>	>
Oviedo....	>	>	>	>	>
Sevilla....	1.037	>	>	>	13.000
TOTAL..	321.863	1.228.691	>	649.657	13.000
Meses anteriores.	3.106.175	11.501.204	620.767	5.553.842	242.000
T. FECHA.	3.428.038	12.729.895	620.767	6.203.499	255.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.035
Oviedo.....	52
TOTAL.....	1.087
Meses anteriores.....	13.746
TOTAL A LA FECHA.....	14.833

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	37	>
Badajoz.....	269	>
Barcelona-Tarragona-Gerona....	432	151
Baleares.....	>	>
Ciudad Real.....	741	>
Córdoba.....	2.266	3.710
Granada-Málaga.....	269	1.600
Guipúzcoa.....	71	541
Jaén.....	6.320	665
Murcia.....	1.550	4.696
Santander.....	653	>
Sevilla.....	>	>
Zaragoza.....	169	>
TOTAL.....	12.777	11.363
Meses anteriores.....	120.710	99.882
TOTAL A LA FECHA.....	133.487	111.245

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado a la Escuela Práctica de Obreros mineros, Fundidores y Maquinistas de Linares, el Ingeniero tercero D. Rafael Andrés Traver.

Se destina al Distrito minero de Córdoba al Ingeniero tercero D. Antonio Ortiz Molina.

Es destinado al Instituto Geológico y Minero de España el Ayudante primero D. Juan Bautista Targhetta.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de diciembre de 1929.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de diciembre de 1929.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS
Córdoba...	Añora.....	Santa Isabel.....	Bismuto...	12	D. Francisco Herruzo.
Idem.....	Montoro.....	Manolita.....	Idem.....	24	» Juan Miguel Buenestado.
Idem.....	Pozoblanco.....	Isabel.....	Idem.....	48	» Antonio Yun Torralbo.
Idem.....	Idem.....	Antonio.....	Idem.....	32	Idem.
Idem.....	Idem.....	Lolita.....	Idem.....	36	D. Ignacio García Tamayo.
Idem.....	Idem.....	María de los Remedios.	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Idem.....	Sebastián.....	Idem.....	18	D. Antonio Yun Torralbo.
Idem.....	Idem.....	La Venganza de un Martillo.	Idem.....	20	» Ignacio García Tamayo.
Idem.....	Torrecampo.....	Brígida.....	Idem.....	20	» Diego Casado Díaz.
Idem.....	Idem.....	Carmela.....	Idem.....	13	Comunidad Industrial Alcántara Palacios.
Idem.....	Idem.....	La Conferencia.....	Idem.....	36	D. Juan F.º Fernández Moreno.
Idem.....	Alcaracejos.....	Palomeras.....	Plomo.....	26	Sdad. Minera Bético-Manchega.
Idem.....	Almodóvar del Río.....	El Argentífero.....	Idem.....	24	D. Rafael Camaño Bugez.
Idem.....	Idem.....	Almodóvar.....	Idem.....	13	» Ant.º Velasco Villaescusa.
Idem.....	Idem.....	Posadas.....	Idem.....	40	Idem.
Idem.....	Fuenteovejuna.....	El Gran Cónsul.....	Idem.....	29	D. Guillermo Wilkens Méndez
Idem.....	Hornachuelos.....	San Juan.....	Idem.....	28	» Manuel Romero Rusi.
Idem.....	Villanueva del Duque.	Ampliación a Gregorio.	Idem.....	56	Sdad. Minera Bético-Manchega.
Idem.....	Idem.....	Enriqueta Décima.....	Idem.....	11	Idem.
Idem.....	Idem.....	Colmenarejo.....	Idem.....	25	Idem.
Idem.....	Idem.....	Arroyo Pasadera.....	Idem.....	51	Idem.
Idem.....	Idem.....	Campillos.....	Idem.....	11	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Mora.....	Idem.....	9	Idem.
Idem.....	Alp-Bas-Urtig-Ger-Bolvir-Pulgordá	San Fernando.....	Idem.....	1.600	Idem.
Idem.....	Pont de Molins-Llus y Bradella..	Totelo.....	Idem.....	20	D. Ricardo Costa Grande.
Lérida.....	Gramós y otros.....	Paloma.....	Hulla.....	190	D.ª Josefa González Ferrer.
Idem.....	Sellent de Montanisell.	María.....	Lignito...	30	D. Pablo Angarit Torrent.
Málaga.....	Sedella.....	Casualidad.....	Cinabrio...	20	» Juan Jiménez Montero.
Idem.....	Igualeja-Parauta-Benahavis.	San Fernando.....	Hierro.....	162	» Fernando Loring Martínez
Idem.....	Periana.....	Lolita.....	Manganeso	24	» Juan Alonso Jiménez.
Idem.....	Idem.....	El Cáucaso.....	Idem.....	17	Idem.
Madrid.....	Colmenar Viejo.....	San Clemente.....	Cobre.....	12	D. Abelardo Gómez Ruiz.
Idem.....	Idem.....	Ntra. Sra. del Rosario..	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Lozoyuela.....	Julia.....	Idem.....	10	D. Domingo Hernández Domínguez.
Idem.....	Lqs Molinos.....	La Molinera.....	Indeterminado..	21	» Ambrosio Anta Rodríguez.
Navarra.....	Araiz.....	Santa Bárbara.....	Hierro.....	20	» Juan Tomás Iturrioz Abalceigueta.
Oviedo.....	Aller.....	Idem.....	Idem.....	40	» Francisco González y Fdez. Castañón.
Idem.....	Cabrales.....	Ampliación a Ninón...	Idem.....	136	C.ª Minera Asturiana de Minas Metalíferas.
Idem.....	Idem.....	Victoria.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Ampliación al Desquite.	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Ibias.....	Angela.....	Idem.....	54	D. Alfredo Villa González.
Idem.....	Oviedo.....	Arcea.....	Idem.....	8	» Jenaro Valdés.
Idem.....	Piloña.....	Recuperada.....	Idem.....	20	» Ramón Fernández Prida.
Idem.....	Ribadedeva.....	Virgen de Lourdes.....	Idem.....	20	D.ª María Casado Vitores.
Idem.....	Aller.....	Teresita.....	Hulla.....	4	Sdad. Hullera Española.
Idem.....	Langreo.....	Demasia a Pachina.....	Idem.....	4,0360	Sociedad Minas de Langreo y Siero.
Idem.....	Idem.....	Idem a Camporra.....	Idem.....	4,8529	Idem Fábrica de Mieres.
Idem.....	Lena.....	1.ª idem a Bilbaina.....	Idem.....	18,9542	D. José Sánchez Santos.
Idem.....	Oviedo.....	Demasia a Remiendo 4.º	Idem.....	0,7130	Sociedad Minas de Langreo y Siero.
Idem.....	Idem.....	Idem a Hechicera.....	Idem.....	2,4541	Idem Hulleras de Veguín y Olloniego.
Idem.....	Idem.....	Idem a Proserpina.....	Idem.....	0,2265	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem a Aniceta.....	Idem.....	6,3143	Idem.
Idem.....	Oviedo y Langreo.....	Idem a Remiendo 1.º	Idem.....	5,6248	Sociedad Minas de Langreo y Siero.
Idem.....	Oviedo.....	Idem a Bienvenida.....	Idem.....	1,1129	Idem Hulleras de Veguín y Olloniego.
Idem.....	Idem.....	2.ª Robertina.....	Idem.....	4	D. Gerardo Fdez. Menéndez.
Idem.....	Gijón.....	Pi.....	Lignito...	51	» Manuel Cuesta Pallicia.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hecláreas	PROPIETARIOS
Santander..	Ampuero.....	Advertida.....	Hierro	20	D. José de Bilbao Azcorra.
Idem.....	Resines.....	Olvido.....	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Idem.....	Antonia.....	Idem.....	64	Idem.
Idem.....	Piélagos.....	La Yesera.....	Idem.....	12	D. Constantino García Quirós.
Idem.....	Idem.....	Las de Tremedo.....	Idem.....	197	Idem.
Idem.....	Enmedio.....	Los Trece.....	Idem.....	24	D. Emilio del Valle Egocheaga.
Soria.....	Peñalcázar.....	Juan de Austria.....	Plomo.....	32	» Francisco Lacasa Moreno.
Tarragona..	Albió (Llorach), Sarallí y Segura..	Ntra. Sra. del Remedio.	Petróleo...	398	Compañía Minerales Ibéricos.
Vizcaya....	Echegarri.....	Antón.....	Hierro	33	D. Conrado de Gorostiaga y Echevarría.
Zaragoza...	Calatayud y otros.....	Aragón.....	Salas potásicas..	13.539	Sdad. Estudios expl. ^{on} Sales pot. ^{as} de Aragón
Idem.....	Idem. Ateca y otros ...	Idem núm. 3.....	Idem.....	2.100	Idem.
Idem.....	Calatayud y otros.....	Idem núm. 4.....	Idem.....	170	Idem.
Idem.....	Torralba de Ribota y otros.....	Idem núm. 2.....	Idem.....	1.500	Idem.

— 1396 —

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de Córdoba, Gerona, Lérida, Málaga, Madrid, Navarra, Oviedo, Santander, Soria, Tarragona, Vizcaya y Zaragoza.

Catastro minero

— 1397 —

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o minerales indeterminados que puedan contener este metal en las zonas que se indican. ("Gaceta" del 3.)

Núm. 353.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta elevada a este Ministerio por el Instituto Geológico y Minero de España en 16 de noviembre de 1929, referente a la conveniencia de que el Estado se reserve determinadas zonas de terrenos en las provincias de Guipúzcoa, Santander y Asturias, con objeto de estudiar las condiciones de posibles yacimientos de mineral de estaño, y teniendo en cuenta los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre del corriente año,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer lo siguiente:

1.º Queda suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal en las tres zonas que se indican a continuación:

a) *Provincia de Guipúzcoa.*—La faja costera comprendida entre Fuenterrabía y Zumaya, limitada por el mar al Norte, y por una línea determinada por la carretera que desde el puerto de aquella ciudad conduce a San Sebastián, pasando por Irún, Ventra, Gatrizarizqueta, Rentería y Pasajes, continuando desde la citada capital por Añover, Recalde y Uzurbil, hasta la estación de ferrocarril de la costa en Orío. Desde este punto seguirá la línea férrea

hasta la estación de Zumaya, y desde ella por la carretera que conduce al pueblo y continúa hasta la playa de Baños, terminando allí en el mar.

b) *Provincia de Santander.*—La faja costera comprendida entre la ría de Santander y el barranco que desemboca en la ensenada del Cabo La Marina, limitada al Norte por el mar; a Levante, por la ría de Santander hasta la estación del ferrocarril de la costa; al Sur, por la línea de este ferrocarril, y a Poniente, por el curso del barranco desde aquella línea hasta su desembocadura en la ensenada del Cabo La Marina.

c) *Provincias de Santander y Asturias.*—La faja costera comprendida entre la playa de Oyambre (Santander) y la ría de Santiuste en Asturias, limitada al Norte por el mar; al Este, por la carretera de Comillas a San Vicente de la Barquera hasta el cruce con la que va a Treceño, siguiendo ésta hasta el cruce con la que va desde Treceño a Roiz y Bielbe; al Sur, sigue esta última hasta su encuentro con la que sigue el Valle del Nansa, y ésta, pasando por Luey, hasta el cruce con el camino que va de Muñorrodero a San Pedro; cerrando el perímetro al Oeste este último camino hasta su encuentro con el que conduce a Villanueva y Noriega, y desde este punto al cruce con la carretera general de Santander a Oviedo, que sigue hasta el puente sobre el río Cabra y desde él por la ría de Santiuste al mar.

2.º Los registros mineros de substancia mineral distinta del estaño que se soliciten dentro de la zona reservada de que queda hecha mención se admitirán, tramitarán, y, en su caso, concederán con la salvedad de que si el Estado ejecutara dentro del terreno comprendido por los mismos labores de reconocimiento y descubriera, por virtud de ellas, alguna substancia mineral de la tercera sección distinta de la que obligatoriamente hubiera expresado el peticionario en su solicitud, la concesión no dará a éste derecho alguno a explotar aquella substancia,

3.º La suspensión del derecho de registro de minas de estaño en las tres zonas antedichas es por el plazo de dos años, prorrogable por plazos iguales si a su tiempo se juzga conveniente hacerlo.

4.º La presente Real orden se publica en la *Gaceta de Madrid* y *Boletines Oficiales* de Guipúzcoa, Santander y Oviedo, previa comunicación a los Ingenieros Jefes de los Distritos mineros correspondientes.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 30 de noviembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden núm. 357 que autoriza a la Compañía general de Asfaltos y Portland Asland, de Barcelona, para instalar la maquinaria que se indica. («Gaceta» del 10.)

Real orden núm. 358 autorizando a la Sociedad general de Cementos Portland, de Sestao, para la instalación de un aparato nuevo para la molienda y sustitución del antiguo. («Gaceta» del 10.)

Real orden núm. 359 autorizando a La Auxiliar de la Construcción para establecer una instalación de depuración de gases en la fábrica que tiene dicha Sociedad en término municipal de San Justo Desvern. («Gaceta» del 10.)

Real orden núm. 360 que deniega la petición formulada por la Compañía Alicantina de Cementos Portland para instalar un horno rotatorio completo y un molino de clinker, con destino a su fábrica de San Vicente de Raspeig (Alicante). («Gaceta» del 10.)

Real orden núm. 361 que dispone quede constituido en la forma que se indica el Sindicato de Almacenistas e Importadores de Carbón de las rías de Vigo, Marín y Arosa. («Gaceta» del 11.)

Real orden disponiendo se acepte por la Escuela de Mieres el donativo de 14.200 pesetas, como capital inicial para la creación del «Premio Adaro», clasificando la Fundación como beneficio docente de enseñanza minera.

Ilmo. Sr.: Vista la propuesta del Subdirector de la Escuela de Capataces Facultativos de Minas y Maestros Mineros, fundidores y maquinistas de Mieres, elevada a este Ministerio por mediación de la Escuela especial de Ingenieros de Minas, en la que se expresa que constituido un capital de 14.200 pesetas nominales en un bono de la Deuda perpetua 4 por 100 Interior, núm. 3.999, que puede ser aumentado por nuevas aportaciones para la creación de una Fundación benéfico-docente, nominada «Premio Adaro», destinándose la totalidad de los intereses liquidados a favor de los alumnos de la Escuela de Mieres en premios reglamentados, y solicita de este Ministerio, a fin de dar efectividad a esta Fundación, que sea clasificada entre las benéfico-docentes particulares de enseñanza minera, que su patronato esté constituido por su claustro de profesores, la aprobación del Reglamento para su funcionamiento, en cumplimiento del apartado E, 3.º del artículo 9.º de las Instrucciones para el ejercicio del Protectorado del Gobierno de 20 de julio de 1926, que se consigna en el apartado 4.º del proyecto de escritura que se acompaña, en el que se detallan las cláusulas fundacionales y reglas de organización y vida de la Institución y se designe la persona que, si procediera, sea autorizada para firmar la escritura de fundación:

Vistos los Reales decretos de 29 de julio de 1924 y 20 de julio de 1926 de Instrucciones reglamentarias para el ejer-

cicio del Protectorado del Gobierno en las Instituciones y Fundaciones benéfico-docentes particulares de enseñanza agrícola, pecuaria o minera:

Considerando que la generosa iniciativa de los donantes del capital de la Fundación, que constituye un homenaje a la memoria de aquel ilustre Ingeniero de Minas, es merecedora de gratitud por parte del Estado:

Considerando cuánto puede favorecer la enseñanza en la Escuela de Mieres la creación del «Premio Adaro», estimulando la aplicación de los alumnos, a fin de conseguir tan honrosa distinción,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

1.º Que se acepte por la Escuela de Mieres el donativo de 14.200 pesetas, como capital inicial para la creación del «Premio Adaro», clasificándose la Fundación como benéfico-docente de enseñanza minera, destinándose la totalidad de los intereses líquidos a favor de sus alumnos, y se exprese a los donantes la merecida gratitud por parte del Estado; y

2.º Que a fin de legalizar la Institución, se autorice al Subdirector de la Escuela de Capataces Facultativos de Minas y Maestros mineros, fundidores y maquinistas de Mieres para la firma de la escritura, haciéndose cargo del donativo y fijando el Reglamento por que ha de regirse la Fundación, según el texto de la que se propone y consta en este expediente.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 14 de diciembre de 1929.—*Rafael Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona cuya designación se indica. («Gaceta» del 14.)

Núm. 382.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta elevada a este Ministerio por el Instituto Geológico y Minero de España, en 9 del corriente, referente a la conveniencia de que el Estado se reserve determinada zona en la región gallega con objeto de estudiar las condiciones de posibles yacimientos de mineral de estaño, y teniendo en cuenta los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre último,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona cuya designación es la siguiente:

P. P.—Puente sobre el río Tambre, de la carretera de Noya a Muros.

Desde P. P. se seguirá la carretera hasta Noya.

De Noya, carretera a Santiago.

Santiago carretera a Arca, Andrade, Branzá, puente sobre el río Ulla, Insúa, Cumeiro, Sabrejo, Vale, Meijome, Lalin, Jesta, San Salvador, Destierro, La Canda, Cea, Carballino, Maside, Punjín hasta el cruce de la carretera con la que va de Ribadavia a Orense y siguiendo esta carretera hasta Orense.

Desde Orense por Allariz, Ginzo y San Juan de Trasmiras.

Desde San Juan de Trasmiras a Peña-Verde.

De Peña-Verde a Robondondo.

De Robondondo a Infiesta.

De Infiesta por carretera a Verín, Santa María de Ríos, Gudiñas (San Lorenzo).

Desde Gudiñas por el fondo de una vaguada que se interna en Portugal hasta la frontera portuguesa. Seguir

toda la frontera portuguesa hasta Greciente, en el ferrocarril de Ribadavia a Túy.

Seguir este ferrocarril hasta el límite de las provincias de Orense y Pontevedra, siguiendo esta carretera hasta Cerdedo.

De Cerdedo por carretera a Caldas, Padrón, Caramiñal y Corrubedo.

De Corrubedo al mar y por costa hasta el P. P.

2.º Los registros mineros de substancia mineral distinta del estaño que se soliciten dentro de la zona reservada de que queda hecha mención, se admitirán, tramitarán y, en su caso, concederán con la salvedad de que si el Estado ejecutara dentro del terreno comprendido por los mismos labores de reconocimiento y descubriera por virtud de ellas alguna substancia minera de la tercera sección distinta de la que obligatoriamente hubiera expresado el peticionario en su solicitud, la concesión no dará a éste derecho alguno a explotar aquella substancia.

3.º La suspensión del derecho de registro de minas de estaño en la zona antedicha es por el plazo de dos años, prorrogable por plazos iguales si a su tiempo se juzga conveniente hacerlo; y

4.º Que la presente Real orden se publique en la *Gaceta de Madrid* y en los *Boletines Oficiales* de las provincias a que afecta la expresada zona, previa comunicación al Ingeniero Jeje del Distrito minero de La Coruña.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 12 de diciembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden núm. 364 dictando reglas relativas a la presentación de instancias sobre devolución de derechos arancelarios a los importadores de carbón. («Gaceta» del 17.)

Real orden núm. 366 que concede a D. Joaquín Andrés Calvo prórroga de tres meses para llevar a efecto las instalaciones que se indican en su fábrica de Cementos Naturales, de Campanar (Molino de San Pablo), Valencia. («Gaceta» del 24.)

Real decreto núm. 2.660 que establece en Oviedo, con el nombre de Orfanato de Mineros Asturianos, una institución benéfico-docente, sometida a la jurisdicción de este Ministerio y bajo la dependencia inmediata del Director general de Minas y Combustibles. («Gaceta» del 28.)

Real decreto que otorga a D. Ildfonso González Fierro, como concesión minera especial, el subsuelo correspondiente a la superficie de la zona de terreno reservada por el Estado, dentro de la cuenca potásica catalana, por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, comprendida dentro de un polígono cuyos vértices son los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Solsona, Puigreig, Vich, Boixadors y Castellfullit. («Gaceta» del 28.)

EXPOSICIÓN

Señor: La concesión minera especial de una parte de los terrenos reservados por el Estado en la cuenca potásica de Cataluña, que de acuerdo con el Gobierno tiene el Ministro que suscribe la honra de someter hoy a la aprobación de V. M., es la primera que ha de otorgarse con arreglo a los preceptos del Real decreto-ley de 7 de septiembre último, y tal circunstancia invita a considerar algunos aspectos de trascendental importancia para el interés público que han de derivarse de la aplicación estricta de las previsiones consignadas en aquella Soberana disposición.

Las concesiones mineras en general que existen actual-

mente fueron, por precepto imperativo de la Ley, otorgadas al primer peticionario por tiempo indefinido; sin límite máximo para la superficie solicitada, que era forzoso conceder, siempre que el terreno pedido fuera franco y registrable; sin que el concesionario hubiera de justificar que se hallaba en posesión de los recursos económicos indispensables para llevar a cabo la explotación de los minerales comprendidos dentro del perímetro de la demarcación; sin obligarse, fuera del caso de las sales potásicas, a investigar o trabajar continuamente las concesiones; sin otra intervención del Estado en los trabajos que, a su voluntad, decidiera ejecutar el concesionario que la relativa a policía y seguridad de los mismos, y con libertad absoluta de venta o transferencia de las concesiones, todo ello mediante el solo pago de un reducido canon de superficie, más bien en reconocimiento de la soberanía del Estado sobre el subsuelo nacional que como ingreso fiscal o participación del mismo en los beneficios, y sin otra causa de caducidad de las concesiones que la falta, durante un año, del pago de aquel canon de superficie.

De esa manera, por concesión directa o por compra, han podido algunas entidades llegar a concentrar, sin grandes sacrificios pecuniarios, extensiones muy importantes de terrenos mineros, incluso en las cuencas potásicas, no pudiendo el Poder público oponer para el porvenir otra barrera eficaz a circunstancias tan desfavorables al interés nacional que la reserva de terrenos a favor del Estado, con la facultad de otorgar luego su concesión en el tiempo, forma y circunstancias y bajo las condiciones que en cada caso estime más conveniente para la defensa de aquel supremo interés.

Tal fué el origen del Real decreto-ley de 7 de septiembre último, antes mencionado, por virtud de cuyo espíritu y letra las concesiones mineras especiales que se otorgan en terrenos previamente reservados por el Estado, reserva

que puede siempre establecer sin limitación alguna, alcanzarán la extensión que éste crea conveniente, las otorgará por tiempo forzosamente limitado, a la entidad que estime oportuno, ya que no está obligado a cederlas a nadie, quedando, al finalizar el plazo de concesión, a su favor todas las obras e instalaciones y el material adquirido por el concesionario, fijándose a éste un capital mínimo y una cantidad mínima también de mineral a explotar por año, y reconociéndose al Estado una participación progresional en los beneficios que rinda la explotación y la facultad de designar un Interventor técnico y otro administrativo, habiendo de formularse por el Instituto Geológico y Minero de España, de acuerdo con el concesionario, cuando la zona no esté debidamente reconocida, el plan adecuado de los trabajos de investigación, determinándose la cantidad mínima y el plazo máximo a invertir en la ejecución de los mismos.

Ahora bien; tratándose de concesiones especiales que no han de otorgarse en manera alguna con arreglo a las bases que en orden a los extremos enumerados pretendan los solicitantes, sino con las que el Estado les imponga, después de los estudios y asesoramientos técnicos que estime convenientes en cada caso, es lógico conservar el derecho que a la prioridad en la petición confiere nuestra legislación minera general, ya que el Estado no debe imponer ni aceptar condiciones más onerosas que las que sean justas y necesarias para el buen desenvolvimiento de la empresa de que se trata.

Contrayéndonos ya al caso que motiva el presente Real decreto, obvio, Señor, es manifestar que ha sido objeto de un estudio muy detenido por parte del Ministerio de Fomento, previo informe del Instituto Geológico y Minero de España, habiendo formulado en definitiva, dentro de los preceptos del Real decreto antes mencionado, las condiciones bajo las cuales es de conveniencia otorgar a D. Ildefonso González Fierro la concesión de una sola parte de los terrenos

que solicitó dentro de las zonas potásicas reservadas por el Estado, de cuya total investigación debe éste descargarse para poder atender convenientemente a los trabajos de reconocimiento de otras substancias minerales de alto interés nacional sin traspasar los límites de las consignaciones presupuestarias, condiciones que han merecido la aprobación del Consejo de Ministros.

Fundado en las anteriores consideraciones, el Ministro que suscribe tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 27 de diciembre de 1929.—Señor: A L. R. P. de V. M., *Rafael Benjumea y Burín*.

REAL DECRETO

Núm. 2.661.

A propuesta del Ministro de Fomento y de acuerdo con Mi Consejo de Ministros,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo único. Se otorga como concesión minera especial a D. Ildefonso González Fierro, bajo las condiciones que a continuación se expresan, de acuerdo con las prescripciones del artículo 8.º del Real decreto-ley núm. 1.957 de 7 de septiembre último, el subsuelo correspondiente a la superficie de la zona de terreno reservada por el Estado, dentro de la cuenca potásica catalana, por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, comprendida dentro de un polígono cuyos vértices son los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Solsona, Puigreig, Vich, Boixadors y Castellfullit:

Primera. El concesionario quedará subrogado en todos los derechos y obligaciones que corresponden al Estado en relación con los terrenos objeto de la concesión. El Ministerio de Fomento le hará entrega de todos los antecedentes, trabajos y estudios que con referencia a ellos posea; y él,

por su parte, vendrá obligado a cumplir los convenios celebrados o compromisos contraídos hasta la fecha por la Administración con terceras personas, respecto de los mismos, y especialmente en cuanto a la ejecución de sondeos o trabajos de exploración.

Segunda. El concesionario realizará la investigación de dichos terrenos con arreglo al plan que de acuerdo con él se establezca por el Instituto Geológico y Minero de España, en un plazo máximo de tres años y con obligación de destinar a ellos una cantidad no inferior a dos millones de pesetas.

No obstante, si antes de ello llegara a demostrarse la inutilidad de proseguir los trabajos de investigación por no ofrecer resultados satisfactorios, podrán, de acuerdo el concesionario y la Administración, darlos por terminados, con obligación para el primero de destinar la cantidad restante a la investigación de otras zonas que de acuerdo asimismo se determinen.

Para llevar a efecto los trabajos a que esta concesión se refiere, podrá el concesionario asociarse los elementos financieros y técnicos que estime convenientes, sin otra limitación que la de que sean de nacionalidad española.

Tercera. Si el resultado de la investigación demostrara la existencia de yacimientos económicamente explotables, el concesionario, para llevar a efecto dicha explotación, deberá constituir una Sociedad anónima de carácter nacional, con un capital de 20 millones de pesetas, si hubiera ejecutado por sí directamente los trabajos de investigación, o ampliar hasta la expresada cifra el de la constituida para realizarlos, si con anterioridad hubiera utilizado la facultad que le otorga el último párrafo de la condición anterior. Si dicho capital fuera insuficiente, a juicio de la Administración, para el debido desarrollo de la Empresa deberá ser aumentado en la cuantía que el Estado estime necesario; si el concesionario no lograra ese aumento del capital, lo com-

pletará el Estado por sí o por entidad adecuada, y en ese caso se determinará, también por el Estado, la valoración que deba darse a las aportaciones del Sr. González Fierro.

La expresada Sociedad quedará subrogada, si ya no lo estuviere, en todos los derechos derivados de la concesión, mediante aportación que de ellos habrá de hacer, en su caso, el concesionario; será considerada como de interés público y el Estado participará en sus beneficios líquidos en la proporción establecida con arreglo a la siguiente escala:

Hasta un beneficio del 10 por 100 para la Sociedad, 5 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 10 por 100 y menor de 15 por 100, 10 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 15 por 100 y menor de 20 por 100, 20 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 20 por 100 y menor de 25 por 100, 30 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 25 por 100 y menor de 40 por 100, 35 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 40 por 100 y menor de 50 por 100, 40 por 100 para el Estado.

Con beneficio mayor de 50 por 100, 50 por 100 para el Estado.

Se entenderá por beneficio líquido, al indicado efecto, el que resulte después de deducir de los productos los gastos de explotación, cargas financieras, amortizaciones, valor de los trabajos de investigación y la propia participación del Estado. Mientras la Sociedad no tenga beneficios, no vendrá obligada a satisfacer cantidad alguna.

El Estado gozará de preferencia absoluta para el cobro de las sumas que le corresponda percibir con arreglo a la anterior escala.

La Sociedad vendrá obligada, además, a suministrar al

Ministerio de Economía Nacional, a precio de coste, hasta un 10 por 100 de su producción con destino al fomento de la agricultura.

El Estado tendrá la facultad de nombrar dos Interventores, uno de carácter técnico y otro administrativo, que serán designados, respectivamente, por los Ministerios de Fomento y Hacienda, y podrán asistir con voz y voto a las reuniones del Consejo de Administración.

Cuarta. Una vez constituida la Sociedad y conocida la importancia de los yacimientos, se fijará por la Administración, de acuerdo con el concesionario, la cantidad mínima de mineral a explotar por año.

Quinta. Si el resultado de las investigaciones realizadas dentro de la zona objeto de esta concesión no fuera satisfactorio, el Estado, como compensación a los gastos realizados infructuosamente, otorgará al Sr. González Fierro, o a la Sociedad que constituye el derecho de tanteo en la adjudicación de todo o parte del resto de la zona reservada correspondiente a la provincia de Lérida, que la Administración acordará ulteriormente otorgar a particulares, como concesión especial.

Sexta. La Sociedad concesionaria queda obligada a ingresar en el Sindicato General de Ventas de sales potásicas que, en su día, habrá de constituirse bajo el control del Estado, y éste no admitirá en el mismo ninguna nueva entidad, mientras las cantidades asignadas a dicha Sociedad para ventas, tanto en el mercado nacional como para la exportación, sean insuficientes para asegurar la marcha normal de la misma en los órdenes industrial y económico.

Séptima. Esta concesión minera especial queda sujeta a las condiciones generales de la Ley y Reglamento de minas potásicas en cuanto a las cantidades a explotar para el mercado nacional y para la exportación, precios de venta de los productos y prescripciones vigentes en orden a policía y seguridad de los trabajos y tendrá derecho a la repre-

sentación que indican dicha Ley y Reglamento en la Junta Superior de Explotación y Oficina reguladora de la producción y venta de sales potásicas.

Octava. La duración de la concesión será de sesenta años, y a su término revertirán al Estado íntegramente los terrenos objeto de la misma con todas las obras e instalaciones realizadas en ellos por el concesionario y el material destinado a su explotación.

No obstante, si el Estado acordara entonces conceder nuevamente su disfrute, el concesionario gozará del derecho de preferencia o tanteo para obtenerlo, en igualdad de condiciones, y si fueren declarados francos y registrables, será considerado como primer solicitante y gozará de preferencia para obtener su concesión, siempre que solicite el registro en el plazo de treinta días desde que se publique la expresada declaración.

Novena. Esta concesión no podrá ser transferida total ni parcialmente a tercera persona o entidad sin autorización del Gobierno.

Décima. El incumplimiento de cualquiera de las condiciones bajo las que se otorga, llevará consigo la caducidad de la concesión.

Disposición transitoria. Queda excluido de esta concesión el espacio que radicando en el paraje nombrado Malagarriga y perteneciente a la provincia de Lérida, está rodeado en todos sus rumbos por la mina «Salinas Victoria», y que fué solicitado por el concesionario de ésta, mediante instancia que actualmente se tramita con sujeción a los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre último.

Se excluyen igualmente los pequeños espacios comprendidos entre minas ya concedidas a los que tienen derecho preferente los dueños de éstas, según el artículo 5.º del mismo Real decreto, siempre que justificadamente ejerciten este derecho.

Dado en Palacio a veintisiete de diciembre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real decreto núm. 2.667 que desestima la petición formulada por D. Antonio Jalón Ruiz, en nombre de la Sociedad Española de Cementos Portland Hispania, en cuanto a la concesión de los beneficios otorgados por el Real decreto de 1.º de abril de 1927, para su industria de la provincia de Toledo. (“Gaceta” del 28.)

Real orden disponiendo continúen formando parte de la Oficina Reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas, los señores que se mencionan. (“Gaceta” del 31.)

Núm. 370.

Imo. Sr.: Vista la Real orden de 12 de abril de 1926, por la que se constituía la Oficina Reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas, prevista en el artículo 11 de la Ley de 4 de julio de 1918:

Visto el artículo 33 del Reglamento para la aplicación de dicha Ley, promulgado en 23 de octubre del mismo año:

Considerando que con arreglo a lo que dispone el citado artículo, los Vocales electivos de la expresada Oficina, así como los Diputados provinciales designados por las Diputaciones respectivas, serán renovados cada tres años, quedando autorizada la reelección de los mismos; por lo que, habiendo transcurrido el plazo señalado, procede la revisión de los nombramientos acordados y la confirmación de poderes o su rectificación,

S. M. el Rey (q. D. g.), una vez evacuadas las consultas formuladas al efecto, ha tenido a bien disponer, de acuerdo con las respectivas propuestas, que continúen formando parte de la Oficina Reguladora de la producción, fábrica y

venta de sales potásicas los Sres. D. Benito de Pomés y Pomar, Conde de Santa María de Pomés; Marqués de Casa Pacheco y Barón de Esponellá, que vienen representando en dicho organismo a la Diputación provincial de Barcelona, Asociación general de Ganaderos e Instituto Agrícola Catalán de San Isidro, respectivamente.

En representación de la Asociación de Agricultores de España y Confederación Nacional Católico-Agraria, formarán parte de dicha Oficina, en lo sucesivo, los Sres. don Jesús Cánovas del Castillo y Vallejo y D. Fernando Martín Sánchez, respectivamente.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 26 de diciembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden disponiendo que durante el mes de enero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente. («Gaceta» del 31.)

Núm. 371.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de enero de 1930 rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, o sean los que fueron fijados por Real orden de 31 de julio último publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º de agosto.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de diciembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que concede premios a los trabajos presentados por D. Juan Rubio de la Torre y D. Luis Torón Villegas al concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.

Ilmo. Sr.: Cumplidas las bases consignadas en la Real orden de 5 de abril del corriente año, con arreglo a las cuales debía celebrarse el concurso correspondiente al ejercicio económico de 1929 de trabajos sobre temas de la especialidad entre Ingenieros de Minas españoles, con título profesional, expedido por la Escuela Especial de Madrid, y habiendo sido aprobada por el Consejo de Ministros en 26 del actual la propuesta de premios hecha por el Ministerio de Fomento, de acuerdo con el Consejo de Minería,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

Primero. Que se conceda un premio de 6.000 pesetas al trabajo que lleva por lema «Por la Sierra de Cartagena», del que es autor D. Juan Rubio de la Torre, y otro de 4.000 pesetas al correspondiente al lema «Courrieres», del que es autor D. Luis Torón Villegas.

Segundo. Que se publiquen dichos trabajos en el *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*; y

Tercero. Que la citada recompensa sea consignada en el expediente personal de cada uno de los citados señores como nota de mérito.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos procedentes, debiendo ser publicada esta Real orden en la *Gaceta de Madrid* y *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de diciembre de 1929.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena</i> , por D. Juan Rubio de la Torre, Ingeniero de Minas. Trabajo premiado en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.....	1.207
SERVICIO DE MERIDIANAS:	
Trazado de Meridianas en el Distrito minero de Murcia, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa.....	1.383
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de noviembre de 1929.....	1.386
Producción de combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1929.....	1.389
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1929.....	1.389
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de noviembre de 1929.....	1.390
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	1.393
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de diciembre de 1929.....	1.394
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o minerales indeterminados que puedan contener este metal en las zonas que se indican.....	1.398
Real orden núm. 357 que autoriza a la Compañía general de Alfaltos y Portland Asland, de Barcelona, para instalar la maquinaria que se indica.....	1.400
Real orden núm. 358 autorizando a la Sociedad general de Cementos Portland, de Sestao, para la instalación de un aparato nuevo para la molienda y sustitución del antiguo.....	1.400
Real orden núm. 359 autorizando a La Auxiliar de la Construcción para establecer una instalación de depuración de gases en la fábrica que tiene dicha Sociedad en término municipal de San Justo Desvera.....	1.400
Real orden núm. 360 que deniega la petición formulada por la Compañía Alicantina de Cementos Portland para instalar un horno rotatorio completo y un molino de clinker, con destino a su fábrica de San Vicente de Raspeig (Alicante).....	1.400
Real orden núm. 361 que dispone quede constituido en la forma que se indica el Sindicato de Almacenistas e Importadores de Carbón de las rías de Vigo, Marín y Arosa.....	1.401
Real orden disponiendo se acepte por la Escuela de Mieres el donativo de 14.200 pesetas, como capital inicial para la creación del «Premio Adaro», clasificando la Fundación como beneficio docente de enseñanza minera.....	1.401
Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona cuya designación se indica.....	1.403
Real orden núm. 364 dictando reglas relativas a la presentación de instancias sobre devolución de derechos arancelarios a los importadores de carbón.....	1.404
Real orden núm. 366 que concede a D. Joaquín Andrés Calvo prórroga de tres meses para llevar a efecto las instalaciones que se indican en su fábrica de Cementos Naturales, de Campanar (Molino de San Pablo), Valencia.....	1.405
Real decreto núm. 2.660 que establece en Oviedo, con el nombre de Orfanato de Mineros Asturianos, una institución benéfico-docente, sometida a la jurisdicción de este Ministerio y bajo la dependencia inmediata del Director general de Minas y Combustibles.....	1.405

Páginas

Real decreto que otorga a D. Ildefonso González Fierro, como concesión minera especial, el subsuelo correspondiente a la superficie de la zona de terreno reservada por el Estado, dentro de la cuenca potásica catalana, por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, comprendida dentro de un polígono cuyos vértices son los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Solsona, Puigreig, Vich, Boixadors y Castellfullit..... 1.405

Real decreto núm. 2.667 que desestima la petición formulada por D. Antonio Jalón Ruiz, en nombre de la Sociedad Española de Cementos Portland Hispania, en cuanto a la concesión de los beneficios otorgados por el Real decreto de 1.º de abril de 1927, para su industria de la provincia de Toledo..... 1.413

Real orden disponiendo continúen formando parte de la Oficina Reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas, los señores que se mencionan..... 1.413

Real orden disponiendo que durante el mes de enero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente..... 1.414

Real orden que concede premios a los trabajos presentados por D. Juan Rubio de la Torre y D. Luis Torón Villegas al concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid..... 1.415

INDICE ALFABETICO

DE LAS

MATERIAS CONTENIDAS EN EL AÑO 1929

Artículos técnicos.

Páginas

Tratamiento y refino de los combustibles líquidos minerales, por D. Alfonso de Sierra y Yoldi, Ingeniero de Minas.—Primer premio en el concurso de 1928 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid... 3, 99, 179, 257, 345, 429, 575, 645, 765 y 913

Informe sobre los «Procedimientos de H. y E. Kruskoff», para el atacado de barrenos y la seguridad en las minas con grisú o polvo inflamable de carbón..... 397

Trazado de meridianas en el distrito minero de Murcia, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de La Rosa..... 737

Trazado de meridianas en el distrito minero de Salamanca, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de La Rosa..... 1008

Los filones de galena de Bielsa y Parzán —Descripción de la formación filoniana y de sus explotaciones mineras para el catálogo de los criaderos minerales de España, por el Ingeniero del distrito D. José Romero Ortiz de Villacián, con un prólogo del Ingeniero Jefe D. Leandro Pérez Cossio..... 1069

Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena, por D. Juan Rubio de la Torre, Ingeniero de Minas. Trabajo premiado en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid..... 1207

Trazado de meridianas en el distrito minero de Murcia, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa. 1383

Estadística.

	<u>Páginas</u>
Avance de la producción de combustibles durante el mes de diciembre de 1928.....	72
Producción de combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1928.....	75
Producción nacional de aceites combustibles.—Meses de enero a diciembre de 1928.....	76
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de diciembre de 1928.....	77
Avance de la producción de combustibles durante el mes de enero de 1929.....	158
Producción de combustibles durante el mes de enero de 1929.....	161
Producción nacional de aceites combustibles durante el mes de enero de 1929.....	162
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de enero de 1929.....	163
Avance de la producción de combustibles durante el mes de febrero de 1929.....	228
Producción de combustibles durante los meses de enero y febrero de 1929.....	231
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero y febrero de 1929.....	231
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1929.....	232
Avance de la producción de combustibles durante el mes de marzo de 1929.....	318
Producción de combustibles durante los meses de enero a marzo de 1929.....	321
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a marzo de 1929.....	321
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de marzo de 1929.....	322
Avance de la producción de combustibles durante el mes de abril de 1929.....	412
Producción de combustibles durante los meses de enero a abril de 1929.....	415
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a abril de 1929.....	415
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de abril de 1929.....	416

	<u>Páginas</u>
Avance de la producción de combustibles durante el mes de mayo de 1929.....	550
Producción de combustibles durante los meses de enero a mayo de 1929.....	553
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a mayo de 1929.....	553
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1929.....	554
Avance de la producción de combustibles durante el mes de junio de 1929.....	628
Producción de combustibles durante los meses de enero a junio de 1929.....	631
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a junio de 1929.....	631
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de junio de 1929.....	632
Avance de la producción de combustibles durante el mes de julio de 1929.....	744
Producción de combustibles durante los meses de enero a julio de 1929.....	747
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a julio de 1929.....	747
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de julio de 1929.....	748
Avance de la producción de combustibles durante el mes de agosto de 1929.....	874
Producción de combustibles durante los meses de enero a agosto de 1929.....	877
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a agosto de 1929.....	877
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de agosto de 1929.....	878
Avance de la producción de combustibles durante el mes de septiembre de 1929.....	1012
Producción de combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1929.....	1015
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1929.....	1015
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de septiembre de 1929.....	1016
Avance de la producción de combustibles durante el mes de noviembre de 1929.....	1386
Producción de combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1929.....	1389

Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1929.....	1389
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de noviembre de 1929.....	1390

Legislación.

C

Real decreto disponiendo que por el Ministerio de Fomento se nombre una Comisión, con carácter de «Junta Reguladora e Inspector», que ordene y regule cuanto se refiera a las aplicaciones y nuevas instalaciones de las fábricas de cemento.....	88
Real orden que abre concurso entre Ingenieros de Minas para la presentación de proyectos relativos a los temas que se indican, de industrias mineras y metalúrgicas ...	339
Real orden concediendo autorizaciones a la Sociedad Portland Iberia (S. A.), a la Sociedad anónima Española de Cementos Portland Hispania y a la Compañía general de Asfaltos y Portland Asland, para ampliar la producción que se indica.....	639
Real orden concediendo autorizaciones a la Compañía Portland Valderribas y Sociedad Cementos Portland para efectuar instalaciones en las fábricas de Vicálvaro y Olazagutia (Pamplona), respectivamente, sin aumento de producción.....	757
Real orden que concede al Marqués de Villamarta prórroga de tres meses para instalar en el Puerto de Santa María (Cádiz) una fábrica de cemento portland artificial, con capacidad de producción de 80 a 90.000 toneladas...	757
Real orden que concede autorización a D. Ramón Vivanco Carranza para instalar en Sevilla una fábrica de baldosas de cemento.....	1025
Real orden que concede a D. José Borrás Salvadó autorización para instalar en Tortosa los aparatos que se indican para producir cemento natural.....	1025
Real orden que concede a la Sociedad anónima Cales, Cementos y Carbones, de Pobla de Segur, autorización para reanudar en su fábrica de Pobla de Segur (Lérida) la fabricación de cales y cementos naturales.....	1059
Real orden que concede a la Sociedad anónima Cemento Cosmos autorización para instalar en su fábrica de Toral	

de los Vados (León) un horno de 30.000 toneladas anuales de producción de clinker, que se destinará exclusivamente para las obras de Saltos del Duero	1059
Real orden núm. 357 que autoriza a la Compañía general de Asfaltos y Portland Asland, de Barcelona, para instalar la maquinaria que se indica.. ..	1400
Real orden núm. 358 autorizando a la Sociedad general de Cementos Portland, de Sestao, para la instalación de un aparato nuevo para la molienda y sustitución del antiguo.....	1400
Real orden núm. 359 autorizando a La Auxiliar de la Construcción para establecer una instalación de depuración de gases en la fábrica que tiene dicha Sociedad en término municipal de San Justo Desvern.....	1400
Real orden núm. 360 que deniega la petición formulada por la Compañía Alicantina de Cementos Portland para instalar un horno rotatorio completo y un molino de clinker, con destino a su fábrica de San Vicente de Raspeig (Alicante).....	1400
Real orden núm. 361 que dispone quede constituido en la forma que se indica el Sindicato de Almacenistas e Importadores de Carbón de las rías de Vigo, Marín y Arosa..	1401
Real orden núm. 364 dictando reglas relativas a la presentación de instancias sobre devolución de derechos arancelarios a los importadores de carbón.....	1404
Real orden núm. 366 que concede a D. Joaquín Andrés Calvo prórroga de tres meses para llevar a efecto las instalaciones que se indican en su fábrica de Cementos Naturales, de Campanar (Molino de San Pablo), Valencia ...	1405
Real decreto que otorga a D. Ildefonso González Fierro, como concesión minera especial, el subsuelo correspondiente a la superficie de la zona de terreno reservada por el Estado, dentro de la cuenca potásica catalana, por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, comprendida dentro de un polígono cuyos vértices son los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Solsona, Puig-reig, Vich, Boixadors y Castellfullit.....	1405
Real decreto núm. 2 667 que desestima la petición formulada por D. Antonio Jalón Ruiz, en nombre de la Sociedad Española de Cementos Portland Hispania, en cuanto a la concesión de los beneficios otorgados por el Real decreto de 1.º de abril de 1927, para su industria de la provincia de Toledo.....	1413

D	<u>Páginas</u>
Real orden que dispone se sigan las mismas normas que para los Ingenieros en la provisión de los destinos de los Cuerpos de Ayudantes de Minas, Celadores de Policía minera y Delineantes de Minas, dependientes de la Dirección general de Minas y Combustibles	242

E

Real orden que adjudica a la Geofísica, S. A., la ejecución de los estudios por los métodos gravimétrico y sísmico en El Burgo de Osma y Berlanga de Duero (Soria).....	92
Real orden que concede a la Sociedad «Ladrillos Salmantinos» los beneficios de la ley de Expropiación forzosa, por causa de utilidad pública, para la adquisición de terrenos con destino a la ampliación de la fábrica que posee en el término municipal de Babilafuente, provincia de Salamanca.....	242
Real orden que aclara las de 2 de noviembre de 1927 y 10 de enero de 1928 respecto a certificaciones para el servicio de pólvoras y demás explosivos y visitas de los depósitos.....	248
Real orden referente a los artículos 23 y 27 del Reglamento de Explosivos de 25 de junio de 1920.....	563
Real decreto creando un organismo con el título de Instituto de Estructuración Minera.....	897
Real orden que aprueba los Reglamentos que se insertan, de los Laboratorios de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas.....	1026
Real decreto que concede a la Sociedad anónima Española de Productos Dolomíticos, para su industria de materiales refractarios, de Revilla de Camargo (Santander), los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública.....	1197

J

Constitución de las Juntas calificadoras de ascensos y destinos en el Cuerpo de Ingenieros de Minas	423
---	-----

L

Real orden que concede a D. Ramón Azorín, para su fábrica de ladrillos cerámicos de Carabanchel Alto (Madrid), la ocupación temporal de los terrenos que se indican.....	639
--	-----

O	<u>Páginas</u>
Real orden disponiendo que la organización corporativa del trabajo en las minas, canteras y establecimientos mineros se verifique conforme a la distribución que se indica.....	908
Real decreto núm. 2.660 que establece en Oviedo, con el nombre de Orfanato de Mineros Asturianos, una institución benéfico-docente, sometida a la jurisdicción de este Ministerio y bajo la dependencia inmediata del Director general de Minas y Combustibles.....	1405
Movimiento de personal: ^{E P H A M S S A} 81, 167, 233, 325, 419, 557, 635, 751, ^D 881, 1019, 1187 y 1393	1393
Real orden que dispone rijan en el mes de enero los precios que indica para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	87
Real orden disponiendo rijan en el mes de febrero, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios del mes de enero...	171
Real orden que dispone rijan los mismos precios del mes de febrero para la venta en el de marzo del plomo en barra, tubos, planchas y perdigones, y para la compra del plomo viejo los precios que se indican.....	175
Real orden que dispone que durante el mes de abril rijan los precios que se indican para los suministros de plomo en barra y elaborado y para la compra de las diversas clases de plomo viejo.....	245
Real decreto que modifica la redacción de los artículos 150 a 153, inclusivos, del capítulo XVIII del vigente Reglamento de Policía minera, referente a minas con polvo de carbón	329
Real orden que fija los precios que han de regir durante el mes de mayo para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	341
Real orden que fija para el mes de junio los mismos precios que rigieron en el de mayo anterior para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	561
Real orden que autoriza los procedimientos H. y E. Kruskopf para el atacado de barrenos y la seguridad de las minas con grisú o polvo inflamable de carbón.....	561
Real orden que fija los precios para la venta del plomo en	

barra y elaborado y para la compra del plomo viejo durante el mes de julio..... 568

Real orden que fija los precios que han de regir durante el mes de agosto para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo..... 755

Real orden que dispone rijan durante el mes de septiembre, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que se fijaron para el mes de agosto..... 759

Real orden disponiendo que durante el mes de octubre rijan en España, para la venta de plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios fijados por Real orden de 31 de julio del año actual..... 1025

Real orden que dispone que durante el mes de noviembre rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los precios fijados por Real orden de 31 de julio del año actual..... 1061

Real orden disponiendo que durante el mes de diciembre rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los precios ya fijados..... 1199

Real orden disponiendo se acepte por la Escuela de Mieres el donativo de 14.200 pesetas, como capital inicial para la creación del «Premio Adaro», clasificando la Fundación como beneficio docente de enseñanza minera..... 1401

Real orden disponiendo que durante el mes de enero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente..... 1414

Real orden que concede premios a los trabajos presentados por D. Juan Rubio de la Torre y D. Luis Torón Villegas al concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid..... 1415

R

Real orden que prorroga por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla..... 241

Real decreto-ley declarando que el Estado, con carácter de descubridor, y cuando se trate de yacimientos minerales en que la producción ofrezca un especial interés, bien para el mayor desarrollo industrial o agrícola del país, bien para fines relacionados con la defensa del Rei-

no, podrá reservarse los terrenos en que dichos yacimientos se hallen enclavados, con tal de que se encuentren francos y registrables, mineramente considerados. 887

Real orden que dispone quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros en que la substancia mineral solicitada sea el estaño..... 1060

Real orden que suspende temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o de minerales indeterminados que puedan contener este metal, en la zona que se indica de la provincia de Vizcaya..... 1062

Real orden disponiendo que por el Gobierno civil de la provincia de Vizcaya se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año actual, aun cuando los terrenos a que se refieran se encuentren comprendidos dentro de la zona reservada por el Estado en la Real orden de 28 del mismo mes, y que se tramiten igualmente los registros mineros de aquella índole, presentados después del 18 de octubre, que se refieran a terrenos solicitados fuera de la zona reservada..... 1195

Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño o minerales indeterminados que puedan contener este metal, en las zonas que se indican..... 1398

Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona cuya designación se indica..... 1403

S

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta y dispone se efectúe, mediante concurso público, la contrata de ejecución de tres sondeos, uno en término de Cartagena (Murcia) y dos en la cuenca del río Andarax (Almería)..... 171

Real orden disponiendo se adjudique a D. Ricardo Icardo y Fontán la ejecución de dos sondeos de investigación de carbones en la provincia de Burgos..... 173

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta la contrata de ejecución de los tres sondeos propuestos por el Instituto Geológico y Minero de España, en la cuenca carbonífera de Puertollano, y dispone se efectúen mediante concurso..... 243

Real decreto que exceptúa de las formalidades de subasta

Páginas

y adjudicándose, mediante concurso, la contrata de ejecución de investigaciones por sondeo en la cuenca potásica de Cataluña 337

Real orden que adjudica definitivamente a D. Félix Cifuentes González la contrata de ejecución de siete sondeos de investigación de aguas subterráneas en las provincias de Valencia, Murcia y Almería..... 565

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo de comprobación geológica en el anticlinal de Leva (Burgos)..... 566

Real orden que adjudica a D. Eberhard Frey la contrata de ejecución de tres sondeos de investigación y reconocimiento de la cuenca potásica de Cataluña 567

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta la ejecución de un sondeo mecánico en las cercanías de San Mamés de Abar (Burgos)..... 639

Real orden que adjudica definitivamente a D. Francisco Sánchez Madrid, Ayudante de Minas y vecino de Murcia, la contrata de ejecución de un sondeo de investigación de aguas y estructuras geológicas en Tarifa (Cádiz) 756

Real orden que declara desierto el concurso, por la de 26 de junio del año actual, para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de horizontes acuíferos y de comprobación de estudios geofísicos en el anticlinal de Leva (Burgos)..... 907

Real orden declarando desierto el concurso anunciado para contratar la ejecución de un sondeo de investigación de aguas subterráneas en San Mamés de Abar (Burgos)..... 1191

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se efectúe mediante concurso público la contrata de ejecución de un sondeo dentro de la zona reservada para el Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla)..... 1192

Real orden que adjudica definitivamente a la Sociedad Anónima Española de Sondeos «Foraky» la contrata de ejecución de un sondeo de comprobación y reconocimiento en el anticlinal de Leva (Burgos)..... 1194

Real decreto que desestima el recurso de alzada interpuesto por D. Ignacio Casariego y confirma la providencia dictada por el Gobernador civil de la provincia de Oviedo, con fecha 6 de agosto último, que decretó la necesidad de ocupación de una faja de terreno, a los fines de imposición de servidumbre forzosa de paso aéreo para

Páginas

el servicio de conducción de arcilla por la Sociedad de Cerámica Asturiana «San Claudio»..... 1197

Real decreto exceptuando de las formalidades de subasta y disponiendo se adjudique mediante concurso la contrata de ejecución de un primer sondeo de investigación de la cuenca potásica de Navarra..... 1197

Real orden disponiendo continúen formando parte de la Oficina Reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas, los señores que se mencionan 1413

▼

Real orden que dicta las normas que se indican relativas a la provisión de las vacantes que ocurran en el Cuerpo de Ingenieros de Minas..... 758

Sección de Minas.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el año 1929... 84, 168, 238, 326, 420, 558, 636, 752, 882, 1020, 1188 y 1394

