

EESO N°259 “Juan Vicente Giménez”

Asignatura: QUÍMICA II

Curso: 4to B

Profesora: Virginia Tosolini

CAPÍTULO XIX

CARBONO

Carbono. --- Generalidades. Formas alotrópicas del carbono. Carbono macrocristalino. — Generalidades. Diamante. Comercialización de los diamantes. Propiedades de los diamantes. Diamantes artificiales. Diamantes célebres. Grafito. Propiedades y usos del grafito. Carbones naturales macrocristalinos. Antracita. Hulla. Lignito. Turba. Carbonos microcristalinos artificiales. Carbón de leña. Carbón de huesos. Negro de humo. Coque. Combustibles. — Poder calorífico. Llama. Combinaciones del carbono e hidrógeno. Compuestos de carbono y oxígeno. Monóxido de carbono. Dióxido de carbono. Obtención. Propiedades. Nieve carbónica. Ácido carbónico, carbonatos y bicarbonatos. Sulfuro de carbono.

Símbolo	C	Punto de ebullición Gr.	4830
Peso atómico	12,011	Densidad Diamante	3,51
Número atómico	6	Densidad Grafito	2,25
Punto fusión °C Gr.	3500	Valencia	IV

XIX. 1. Generalidades.

De todos los elementos que se estudian en la Química Inorgánica el carbono tiene una importancia particular, no sólo porque se encuentra ampliamente distribuido al estado libre en la Naturaleza, sino también porque el número total de sus combinaciones químicas supera a las combinaciones de los demás elementos en conjunto. Y son tan importantes esas combinaciones del carbono que se ha creado una rama especial de la Química para su estudio, la que se designa con el nombre de *Química Orgánica* o *Química del Carbono*.

En esta parte de la Química, la Inorgánica, sólo se estudian las propiedades del elemento, de sus variedades alotrópicas y de algunas de sus combinaciones más sencillas.

Dada la importancia de las formas alotrópicas del carbono, iniciaremos este capítulo con el párrafo dedicado a ese tema.

XIX. 2. Formas alotrópicas del carbono.

Hasta hace poco se designaban como variedades alotrópicas del carbono a las siguientes:

- a) *diamante*
- b) *grafito*
- c) *carbono amorfo.*

Pero los estudios realizados últimamente sobre el carbono amorfo indican que su estructura es muy semejante a la del grafito.

Por eso, los autores modernos prefieren considerar solamente dos variedades: *diamante y grafito.*

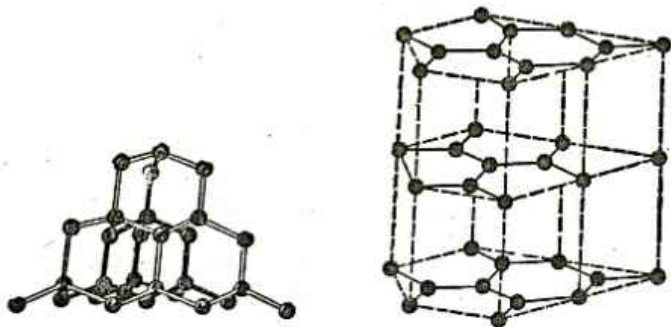


FIG. XIX-1. — RED CRISTALINA DEL DIAMANTE (izq.) Y DEL GRAFITO (der.)

Además de esas dos variedades alotrópicas puras, tenemos otras variedades menos puras: negro de humo, carbones minerales, carbones vegetales y carbón animal. Todas estas sustancias se clasificaban hasta hace poco como carbono amorfo. Actualmente las designaremos como carbono microcristalino, porque se comprobó que todas esas formas de carbono están constituidas por pequeñas partículas cristalinas.

Para ordenar todas estas variedades estableceremos la siguiente clasificación:



CARBONO MACROCRISTALINO

XIX. 3. Generalidades.

El examen de las variedades del carbono por medio de los rayos X ha demostrado la diferencia estructural entre las dos formas de carbono macrocristalino.

Los átomos de carbono en el diamante están dispuestos en la forma que indica la fig. XIX-1, orientados cuatro de ellos como los vértices de un tetraedro y unidos así a otros tetraedros. Obsérvese que los carbonos adoptan una forma de hexágono regular.

En cuanto al grafito, su examen con rayos X demuestra la estructura según la misma figura. Como se observa, los átomos de carbono adoptan forma hexagonal.

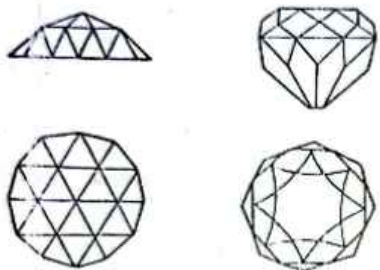
En cuanto a las variedades que se consideraban amorfas tienen la misma estructura del carbono grafitico, pero los planos son mucho más pequeños y dispuestos irregularmente. Por eso, lo clasificamos como microcristalino.

DIAMANTE

XIX. 4. Generalidades.

Los diamantes se encuentran en la naturaleza, en formas más o menos redondeadas, muy semejantes a la goma arábiga. Estas piedras redondeadas se hallan incluidas en una roca fácilmente disgregable con agua, llamada tierra azul.

De allí se extrae el diamante bruto que para su uso como piedra preciosa debe ser tallado y pulido según ciertas formas preestablecidas para aumentar su belleza. En esos procedimientos se pierde alrededor de la mitad del diamante y la forma de tallado no guarda relación con la forma original.



TALLADO EN ROSA

TALLADO EN DIAMANTE

FIG. XIX-2 — TALLADO DEL DIAMANTE

Químicamente, el diamante es carbono puro y la variedad más fina es incolora y límpida, constituyendo lo que se llama «diamante de primera». El tallado aumenta la belleza del diamante, ya que la forma poliédrica que se le da permite mejorar su refracción al máximo. Sin embargo, no todas las variedades son traslúcidas. Los diamantes llamados *negros* y *carbonados* están imperfectamente cristalizados y sólo pueden utilizarse para aprovechar su gran dureza. Son los llamados *diamantes industriales*, de un precio relativamente bajo.

XIX. 5. Comercialización de los diamantes.

Los diamantes se comercializan de acuerdo con su pureza. Con forme a ésta se clasifican en:

- Diamantes de primer agua*
- Diamantes de segunda agua*
- Diamantes de tercer agua.*

Dentro de cada una de esas clases se valoran de acuerdo con el peso, utilizándose como unidad de éste el *quilate* o *carate*, equivalente a 200 mg.

El nombre de *quilate* proviene del nombre de la semilla de algarrobo que se utilizaba en la India. Los comerciantes en diamantes efectuaban sus transacciones relacionando los valores de la piedra preciosa con esas semillas.

XIX. 6. Propiedades del diamante.

Duro.

El diamante es sumamente duro y se lo considera, junto con el carburo de boro, C_2B_4 , como la sustancia de mayor dureza. A pesar de su dureza, es algo quebradizo, y puede romperse por percusión.

Carbono puro.

Químicamente el diamante es carbono prácticamente purísimo, pero es muy poco activo. Es insoluble en todos los líquidos y la mezcla de clorato de potasio y ácido nítrico no actúa sobre él, a diferencia del grafito, que es atacado.

Combustible en atmósfera de oxígeno.

El diamante, como es carbono, es combustible pero con dificultad. Es necesario calentarlo alrededor de los $800^{\circ}C$ en atmósfera de oxígeno, para lograr su combustión total en anhídrido carbónico. En la operación queda muy pequeña cantidad de cenizas, formadas, principalmente, por óxido férrico y dióxido de silicio.

Al rojo blanco se combina.

A la temperatura del rojo blanco se combina con el azufre, nitrógeno y cloro. El peso específico del diamante varía desde 3,514 hasta 3,550.

Fluorescente en presencia de emanaciones.

A diferencia del vidrio y otras piedras coloreadas, es fluorescente en presencia de emanaciones de radio, lo que permite descubrir las falsificaciones.

Brillo intenso.

Su índice de refracción, 2,5, es superior a casi todas las sustancias conocidas, por lo cual presenta un brillo intenso.

Es mal conductor del calor y la electricidad, a diferencia del grafito.

Piedra preciosa e industrial.

El diamante se emplea, fundamentalmente, como piedra preciosa. Se usa, además, en las puntas de ciertas máquinas perforadoras. Para cortar el vidrio se emplean diamantes de mal aspecto o bien fragmentos de diamante. El polvo de diamantes se utiliza para desgastar y pulir los diamantes.

XIX. 7. Diamante artificial.

Resulta sumamente difícil fabricar artificialmente el diamante. Durante mucho tiempo se creyó que el método de Moissan permitía obtenerlos, aunque de un tamaño microscópico, pero los trabajos realizados en ese sentido estos últimos años hacen pensar que es muy improbable que se hayan conseguido diamantes siguiendo ese procedimiento.

El método de Moissan consistía en disolver carbón de azúcar puro en hierro también puro, dentro de un crisol, por efectos de un arco eléctrico. Cuando la temperatura alcanzaba un valor determinado, el crisol se sumergía en plomo fundido, con lo que se producía una enorme disminución de temperatura y una solidificación casi instantánea del hierro, por lo cual las moléculas de carbono repartidas en el metal experimentaban una compresión muy brusca, que determinaba un cambio en su estructura y que según Moissan era semejante a la compresión que transformaba en la Naturaleza el carbono en diamante. Estos diamantes artificiales obtenidos eran pequeñísimos. Los mayores sólo tenían un diámetro de 0,5 mm y para separarlos del hierro solidificado era necesario electrolizar con un tratamiento con ácido clorhídrico concentrado, luego con ácido sulfúrico caliente y finalmente con ácido fluorbórico y una mezcla de ácido nítrico y clorato potásico.

XIX. 8. Diamantes célebres.

El diamante más grande que se ha obtenido es el Cullinan, que fue extraído en Sudáfrica en enero de 1905 y regalado al rey de Inglaterra en 1909. Su peso bruto era de 570 g pero después de tallado se redujo a un cristal de unos 170 g.

Otros diamantes conocidos son el Excelsior, de 973 quilates; el gran Mogol, de 279 quilates, y el más hermoso entre los conocidos, el Regente, de 136,5 quilates, perteneciente al Tesoro de la Corona de Francia.

GRAFITO

XIX. 9. Generalidades.

El grafito es conocido desde la antigüedad, pero normalmente se confundía con el sulfuro de molibdeno, cuyas propiedades aparentes son muy semejantes al grafito. Sin embargo, sólo se tuvo una idea exacta de esta sustancia en 1855, en que Brodie lo preparó al estado puro.

El grafito se encuentra libre en la naturaleza formando grandes depósitos naturales, pero se prepara artificialmente en hornos de

ladrillo refractario atravesados por electrodos de carbón. En estas condiciones se somete el carbón amorfo a la acción del arco eléctrico, manteniendo la alta temperatura conseguida durante 24 horas.



FIG. XIX-2. — HORNO PARA LA OBTENCIÓN DEL GRAFITO

Propiedades y usos del grafito.

Buen conductor calor y electricidad.

El grafito es carbono cristalizado en el sistema hexagonal. Forma láminas de color gris, blandas y untuosas al tacto. Es buen conductor del calor y de la electricidad.

El grafito se transforma en dióxido de carbono cuando se lo calienta en el aire a 700°C. Arde, por lo tanto, a menor temperatura que el diamante.

Resistente a los ácidos.

Es muy resistente a los reactivos químicos, pero el ácido nítrico y otros oxidantes lo atacan en caliente.

Mando

Su peso específico, menor que el del diamante, varía entre 2,1 y 2,4.

Incombustible

Si asignamos al diamante dureza 10, como en la escala de Mohs, el grafito sólo posee dureza 0,5 a 1.

Es incombustible, y mezclado con arcilla, se aprovecha esa propiedad para fabricar con él crisoles y materiales refractarios.

Por su conductibilidad se utiliza en la fabricación de electrodos. Pero su uso más interesante consiste en aprovechar su untuosidad y la huella que deja sobre el papel para confeccionar minas para lápices.

En ciertas circunstancias se emplea como lubricante, por ejemplo para reemplazar a los aceites que a elevadas temperaturas se descomponen.

El grafito es la variedad más estable del carbono a todas las temperaturas y presiones usuales. Por esta razón, cuando se calienta un diamante en el vacío o en presencia de una atmósfera inerte, sufre modificaciones intensas que finalizan transformándolo en grafito.

El lápiz para escribir.

Los primeros lápices que se utilizaron eran delgadas barras de plomo que fueron reemplazadas, posteriormente, por barritas de grafito. Para protegerlas, sobre todo por su fragilidad, éstas fueron recubiertas con telas y papeles, hasta que en 1864 se las colocó entre dos trozos de madera encolada como en los lápices actuales.

En 1795, Conté, en Francia, reemplazó las barritas de grafito natural por una pasta que contenía grafito molido y arcilla, pasta que con ligeras variantes se sigue utilizando en la actualidad.

El lápiz moderno se prepara en dos procesos: uno que fabrica la mina y otro que fabrica la envoltura de madera.

En el primero, se prepara la pasta de arcilla y grafito (en los lápices finos se utiliza caolín en lugar de arcilla); se amasa y luego se somete a una cocción, durante varias horas, a 1.000°C.

Si se trata de fabricar lápices de colores, la pasta no se calienta porque se destruirían los colorantes agregados para dar el color.

En cuanto a la envoltura de madera se utiliza con preferencia el cedro rojo, el alerce, el tilo o ciertas clases de pinos. Se fabrican las dos mitades del cilindro con su ranura para la mina y luego se encolan. Posteriormente se pinta e imprime.

CARBONES NATURALES MICROCRISTALINOS

(llamados carbones amorfos naturales o carbones fósiles)

XIX. 10. Generalidades.

Están formados por restos de vegetales y animales de distintas épocas geológicas que se han descompuesto en presencia de poco aire y han sufrido presiones intensas y elevadas temperaturas. Lógicamente en esas condiciones todos los otros elementos que constituyen la materia orgánica sufren transformaciones, quedando solamente el carbono. Por ejemplo, el oxígeno de la sustancia se transformó, con el hidrógeno de la misma, en vapor de agua.

Cuanto más tiempo los restos están sometidos a esas transformaciones el producto elaborado se aproximará más a las características de un carbón exclusivamente formado por carbono. Y como ese tiempo depende de la capa geológica en que se iniciaron las transformaciones, la clasificación más sencilla de estos carbones será en base a su antigüedad geológica:

Antracita.	Se encuentra en el permocarbónico.
Hulla.	También en el permocarbónico.
Lignito.	Se encuentra en el terciario.
Turba.	Se encuentra en los terrenos cuaternarios y actuales.

Por su origen, estos cuatro carbones naturales se designan carbones fósiles.

XIX. 11. Antracita.

Es el carbón más antiguo. Se presenta como una masa negra, dura y quebradiza y en su estructura no se observan rastros de su origen vegetal. Desde el punto de vista químico contiene alrededor del 75 al 95 % de carbono y solamente un 2 % de humedad, además de distintas materias inorgánicas (que luego quedarán como cenizas) y que representan un 2 %, aproximadamente. Es el carbón amorfo menos rico en materias volátiles, las cuales representan del 2 al 10 %.

Su poder calorífico es muy alto, de 7.800 a 8.500 calorías. Arde a elevada temperatura, con llama corta y poco luminosa, pero su combustión se efectúa con bastante dificultad, por lo que se usa generalmente bajo forma de briquetas mezclado con alquitrán.

Se emplea en estufas, cocinas y en la calefacción donde se desea combustión sin llama. Se utiliza, además, para elaborar gas de agua, gas pobre, y en metalurgia.

XIX. 12. Hulla.

Es el combustible más común. Es una masa negra y dura que arde con gran desprendimiento de calor. Aunque su poder calorífico es algo menor que el de la antracita, su combustión es más fácil.

Según la naturaleza de la llama producida por las hullas se las clasifica en:

1) *Hulla seca de llama larga.* Arde con llama fuliginosa, larga, produciendo un 50 a 60 % de coque pulverulento. Su poder calorífico es de 7.500 calorías y su riqueza en carbono es del 80 %. Se emplea para hornos de gas.

2) *Hulla grasa de llama larga.* Arde con llama fuliginosa, larga, produciendo un 60 a 68 % de coque fundido (no pulverulento). Su poder calorífico es de 7.800 calorías y su riqueza en carbono es de 83 %. Se emplea para la fabricación de gas de alumbrado.

3) *Hulla grasa propiamente dicha.* Arde con llama más brillante que las anteriores, produciendo un 68 a 74 % de coque fundido, más compacto que el de la clase anterior. Su poder calorífico es de 8.200 calorías y contiene un 86 % de carbono. Se emplea para fraguas, etc.

4) *Hulla grasa de llama corta.* Arde con llama muy luminosa y produce un 74 a 82 % de coque fundido muy compacto. Su poder calorífico es de 8.400 calorías y contiene 88 % de carbono. Se emplea para elaborar coque metalúrgico.

5) *Hullas magras.* Son difíciles de encender. Arden con llama corta y sin

humos. Dejan un 82 a 90 % de coque arenoso por destilación seca (al igual que las clases anteriores). Su poder calorífico es de 8.600 calorías y contiene un 92 % de carbono.

La gran importancia industrial de la hulla, reside no solamente en su utilización como combustible, sino también en los subproductos que se obtienen en su destilación seca.

Destilando hulla se logra:

- a) Una mezcla de gases (hidrógeno, metano, etano, etc.). Aproximadamente 300 m³ por tonelada de hulla.
- b) Una capa acuosa de productos solubles en agua (amoníaco, fenol, piridina, etc.).
- c) Una capa insoluble en agua de alquitrán, que contiene benceno, tolueno, naftaleno, etc.
- d) Un residuo sólido combustible llamado carbón de coque o carbón de piedra. Aproximadamente quedan 500 Kg de coque por tonelada de hulla.

A su vez, cada uno de los productos obtenidos forma la base de una industria química. Como se observa, la hulla adquiere así una importancia industrial extraordinaria.

XIX. 13. Lignito.

Es un carbono más moderno aunque contiene solamente de 45 a 75 % de carbono. La humedad oscila entre 4 y 60 %.

Las grandes diferencias en el aspecto y composición son debidas a las diversas variedades que existen, siendo el *azabache* la más parecida a la hulla. Su poder calorífico es, lógicamente, menor que el de las hullas, variando entre 3.500 y 6.500 cal/Kg.

En su estructura se advierten claramente los rastros de vegetales que lo originaron. Se presenta como masas pardas o negras que se desintegran por exposición al aire.

También puede destilarse, como la hulla, y se obtienen muchos productos interesantes: gas combustible, amoníaco, alquitrán, coque, etc. Se utiliza, además, como combustible directo o indirecto (en forma de briquetas).

El azabache se usa en la fabricación de botones, fantasías (perlas), etcétera.

XIX. 14. Turba.

Es el carbón más reciente. Está constituido por vegetales mal carbonizados, y su estructura muestra las fibras vegetales como una

masa esponjosa. Contiene alrededor de 30 % de carbono pero posee mucha humedad, del 60 al 90 %. Una vez que se extrae la turba y se deja secar al aire, su humedad disminuye al 30 %.

Un metro cúbico de turba húmeda, recién extraída, pesa aproximadamente 1.000 Kg. Una vez desecada al aire, ese mismo metro cúbico sólo pesa 180-260 Kg.

Su poder calorífico es relativamente bajo, alrededor de 3.300 cal/Kg una vez secada al aire. Se la utiliza como combustible porque arde fácilmente, pero su rendimiento en productos es muy bajo.

Se emplea como material aislante por ser liviano y mal conductor del calor. En pequeña cantidad se utiliza en los establos porque retiene fácilmente (absorbiéndolos) los líquidos y el amoníaco.

CARBONES ARTIFICIALES MICROCRISTALINOS

(llamados carbones amorfos artificiales)

XIX. 15. Generalidades.

Son productos que se obtienen artificialmente por calcinación o combustión incompleta de sustancias que contienen carbono en su molécula.

Son interesantes las siguientes variedades:

- carbón de madera (carbón vegetal)
- carbón de huesos (carbón animal)
- negro de humo
- coque

XIX. 16. Carbón de madera.

Se prepara calentando madera con poco aire. Se obtiene por dos métodos: por el llamado horno de madera o por retortas.

Carbón de horno.

Es el método más primitivo. Consiste en apilar los troncos formando con ellos un cono y dejando en su interior un hueco semejante a una chimenea. Además se dejan también algunos agujeros laterales de aireación.

Inmediatamente se recubren los lados con tierra para evitar la entrada de aire. Más tarde, por la chimenea central se dejan caer ramas encendidas que inician la combustión.

Como existe muy poco aire se produce una combustión sin llama y a los quince días, aproximadamente, ésta se detiene. Se desarma el horno y los trozos de carbón se retiran.

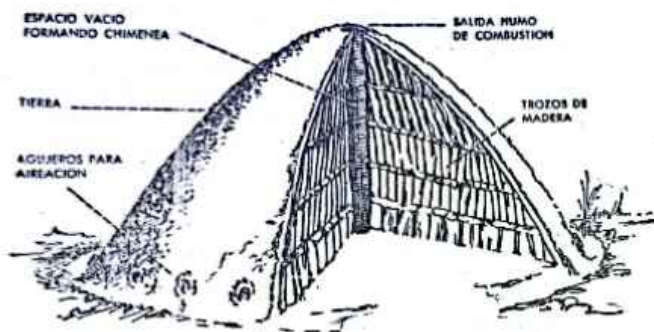


FIG. XIX-4. — OBTENCION DEL CARBON DE MADERA

PRÁCTICA Nº 87. Preparación de carbón de leña en el laboratorio

Este método es semejante al de obtención del carbón de horno. Consiste en colocar en un crisol de porcelana algunas astillas de madera y recubrirlas con arena. Se calienta el crisol sin llegar al rojo. Se deja enfriar. El residuo estará formado por carbón de madera.

Carbón de retorta.

En el caso anterior los gases de combustión, que son ricos en distintas sustancias, escapan y se desaprovechan. Por eso se utiliza actualmente un método más moderno que consiste en introducir los trozos de madera en retortas de hierro, las que se calientan exteriormente. Los gases de combustión, que contienen distintas sustancias, se recogen y se tratan para obtener alquitrán, alcohol metílico, ácido acético, acetona, etc. Además, los gases residuales se utilizan como combustible.

El carbón obtenido por destrucción de la madera posee un poder calorífico elevado, de 7.600 a 7.800 calorías por kilogramo, lo que lo hace un buen combustible. Generalmente contiene un 75 % de carbono.

La composición y las propiedades del carbón obtenido varían con la clase de madera y con la forma en que se ha sometido ésta a la combustión.

El carbón de madera se emplea en la fundición de la plata, hierro y estaño. Como aislador y en la elaboración de sulfuro de carbono, cianuro de sodio, etc.

El polvo de carbón se incluye en alimentos para aves de corral. En la pólvora de escopetas y en briquetas.

PRÁCTICA Nº 88. Preparación de carbón y líquido piroleñoso

El procedimiento es semejante al anterior. Se utiliza un crisol de gres, con tapa, al que se añade una tubuladura lateral que penetra en un balón refrigerado. En el crisol, que actúa en la misma forma que las retortas industriales, se colocan astillas de madera y arena. Se calienta. Los gases desprendidos pasan por la tubuladura al balón refrigerado, donde se condensan formando un líquido, el líquido piroleñoso.

XIX. 17. Carbón de huesos.

(También se llama *carbón animal*, nombre que es más adecuado, ya que para fabricarlo se utilizan huesos, sangre, etc., de animales, los que se destilan en retortas cerradas. Aquí también se recogen las materias volátiles desprendidas y se someten a procesos diversos para obtener distintas sustancias. El carbón que queda en la retorta, si bien contiene poco carbono (alrededor del 10 %) es sumamente rico en fosfato de calcio y magnesio, del cual contiene un 80 %, aproximadamente. Es decir, no es exactamente un carbón por su bajo contenido de carbono, pero se acostumbra a llamarlo así por su aspecto.

(Se utiliza para blanquear el azúcar pardo. En filtros especiales para separar la materia orgánica del agua potable; en la purificación del whisky, glicerina, etc.

PRÁCTICA Nº 89. Preparación de carbón de huesos

En un crisol se colocan huesos cortados en trozos chicos. Se calienta. Se observará el desprendimiento de gases y los huesos habrán tomado el aspecto de carbón. Se pulverizan y se tratan con ácido clorhídrico, que elimina gran parte del carbonato y fosfato; luego se secan suavemente.

XIX. 18. Negro de humo.

Se obtiene quemando sustancias ricas en carbono en una atmósfera conteniendo poco oxígeno, de manera que se forme mucho

humos. El humo, como sabemos, está formado por pequeñas partículas de carbono en suspensión en aire y si se filtra a través de bolsas de tela, esas partículas quedan retenidas.

Para obtener el negro de humo se queman aceites minerales, residuos de la refinación del petróleo, desechos de pinos, etc. El negro de humo es un carbón muy negro (se utiliza como pigmento negro de la tinta china), liviano, y desde el punto químico, carbono casi puro.

Se emplea para fabricar lustre para zapatos y en la fabricación de tinta de imprenta. Además en la fabricación de discos fonográficos y en la vulcanización del caucho.

Práctica Nº 90. Preparación de negro de humo

Se humedece un algodón en aceite, bencina, trementina o sustancias similares. Se enciende y desprenderá un humo obscuro. Si sobre éste se coloca una cápsula de porcelana, las partículas de carbón suspendidas en el humo se depositan sobre ésta. Es el negro de humo.

XIX. 19. Coque.

[Es el carbón residual que queda cuando se destila la hulla. Su composición, como es lógico, depende de la hulla que se utilizó y se conocen principalmente dos variedades: coque blando, de color negro, poroso y quebradizo; y coque duro, sumamente compacto, de color gris brillante.]

El primero se denomina *coque de gas* y se obtiene de hullas grasas de llama larga, que contienen 30 a 35 % de materias volátiles. El segundo se denomina *coque metalúrgico* y para su obtención se emplean hullas grasas de llama corta, de 20 a 25 % de materias volátiles.

[El coque de gas se emplea en calderas para calefacción central, para fabricar gas de agua y gas de aire.]

El coque metalúrgico se usa, fundamentalmente, en la elaboración del hierro en los altos hornos. Se emplea, además, en las industrias del vidrio, cal, cemento, etc.

Práctica Nº 91. Preparación de coque

En un crisol de porcelana se colocan trozos pequeños de hulla cubiertos con arena. Se calienta fuertemente durante largo tiempo. Se deja enfriar y se separará un residuo. Es coque.

COMBUSTIBLES

XIX. 20. Generalidades.

Se designan como *combustibles* a ciertas sustancias que se combinan con el oxígeno con gran desprendimiento de calor y luz.

Los combustibles pueden ser:

- sólidos
- líquidos
- gaseosos.

Si se considera su procedencia los combustibles pueden ser:

- Naturales
- Artificiales.

En la Tabla siguiente pueden estudiarse los ejemplos correspondientes:

Clasificación de los combustibles

COMBUSTIBLE	NATURAL	ARTIFICIAL
Sólido	Antracita Hulla Lignito Turba	Coque Carbón de leña Briquetas
Líquido	Petróleo	Derivados del petróleo como las naftas, kerosene, gas oil, etc. Alcohol
Gaseoso	Gas natural	Gas de alumbrado Gas mixto Gas de agua Acetileno y otros hidrocarburos

Casi todos estos combustibles contienen carbono e hidrógeno, elementos que como sabemos, tienen gran afinidad por el oxígeno. Sin embargo, desde el punto de vista industrial los combustibles deben llenar una condición fundamental: deben ser abundantes y baratos.

XIX. 21. Poder calorífico.

Dada la importancia que tiene el desprendimiento de calor en un combustible, es necesario definir su poder calorífico.

CAPÍTULO VIII

PETROLEO

Petróleo. — *Historia.* — *Estado natural.* — *Origen.* — *Composición química.* — *Propiedades.* — *Exploración.* — *Perforación de los pozos.* — *Extracción.* — *Almacenamiento y transporte.* — *Destilación.* — *Equipos utilizados.* — *Topping.* — *Cracking.* — *Procesos especiales de destilación.* — *Refinación de los productos.* — *Aceites lubricantes.* — *Parafina.* — *Grasas.* — *Asfalto.* — *Características de los subproductos.* — *Petróleo sintético.* — *Detonación de las naftas.* — *El petróleo en la República Argentina.* — *Resumen.* —

XVIII. 1. Generalidades e historia.

(Se designa como petróleo, aceite mineral o aceite de piedra (*petre*: piedra y *oleum*: aceite) una mezcla compleja de diversos hidrocarburos, que se halla en el interior de la tierra, a diversas profundidades.

El petróleo es conocido desde la antigüedad. Se habla de él en la Biblia donde se menciona el uso de asfalto para la construcción de la torre de Babel. Los egipcios lo utilizaron en los procedimientos de embalsamamiento y conservación de sus momias; los babilonios lo emplearon como material ligante de rocas y piedras y como combustible. Los árabes lo usaban en el tratamiento de algunas infecciones.

A pesar de esto la explotación del petróleo comienza a realizarse muchos siglos después. Se habla de la existencia de pozos petrolíferos muy rudimentarios, en Rumania, en el año 1642 y existen menciones de que en Birmania se comenzó a obtenerlo a principios de 1760.

En Europa la extracción y explotación industrial comienza en el siglo XIX, con la instalación de pequeñas plantas para la obtención de gas de iluminación.

En el continente americano la primera extracción se realiza en los Estados Unidos de Norte América, el 27 de agosto de 1854. En aquel entonces el coronel Drake obtiene petróleo en la región de Pensilvania y pocos años más tarde extrae cerca de 1500 litros diarios de crudo.

En la actualidad la industria del petróleo ha adquirido en el mundo entero una magnitud extraordinaria. Es hoy la más importante industria de la química orgánica y fuente de muchísimos subproductos de amplísimas aplicaciones.

XVIII. 2. Estado natural del petróleo.

(El petróleo originado en la descomposición de vegetales y pequeños animales marinos se encuentra en terrenos primarios, secundarios o terciarios. Los depósitos orgánicos antes mencionados fueron

cubiertos, posteriormente, por capas de arena, limo y diversos materiales. Por la acción del tiempo estas sustancias fueron consolidándose hasta originar rocas, comprimiendo al petróleo recién formado y obligándolo a elevarse, lentamente, a través de las capas permeables.

Pero los sucesivos movimientos de la corteza terrestre formaron pliegues y comprimieron las rocas, dejando "trampas" donde el petróleo se alojó. El depósito posterior de rocas impermeables impidieron que el petróleo llegase a la superficie terrestre.

Por lo general se lo encuentra acompañado de gas y agua en los anticlinales o domos, que son deformaciones rocosas arqueadas. También puede hallarse acompañado, únicamente, de una capa de agua que por poseer mayor densidad se ubica por debajo de la capa de petróleo.

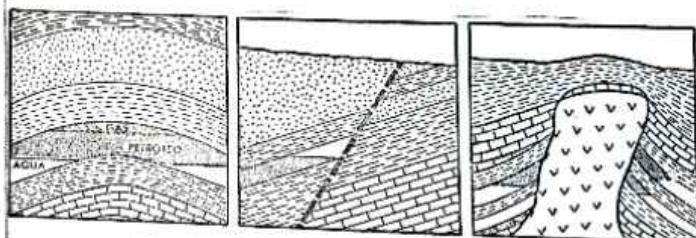


FIG. VIII-1. — ESTADO NATURAL DEL PETROLEO

En la sección I del dibujo puede observarse una de las estructuras más corrientes de un yacimiento de petróleo y que consiste en un anticlinal o domo de estratos arqueados. En la sección II se aprecia una "falla". Se denomina así a la estructura que presenta el terreno cuando los estratos se quiebran y se deslizan hacia arriba o abajo dejando encerrado, entre rocas impermeables, al petróleo. En nuestro ejemplo lo acompaña, únicamente, una capa de agua. En la sección III se aprecia un domo de sal que consiste en una cuña de sal que ha atravesado diversos estratos por acción de una gran presión.

VIII. 3(Origen del petróleo.

No se conoce aún exactamente el origen de la formación del petróleo, en la corteza terrestre.

De las diversas hipótesis existentes las más importantes son:

- Hipótesis inorgánica (de Mendelejeff).
- Hipótesis orgánica (de Engler-Krämer).

(a) Hipótesis inorgánica (Mendelejeff).

Esta teoría supone que el petróleo se ha originado en la descomposición de carburos metálicos pesados, por la acción del agua. Estas reacciones se habrían visto favorecidas por la elevada temperatura y presión existentes en las capas interiores de nuestra corteza terrestre.

Por ejemplo, el metano (primer hidrocarburo saturado) se habría originado a partir del carburo de aluminio:



Simultáneamente se producirían diversas síntesis complejas que formarían los restantes hidrocarburos, presentes en el petróleo.

(b) *Hipótesis orgánica* (Engler-Krämer).

Es la teoría que se considera de mayor valor. Frecuentemente se hallan en los petróleos restos de algas y de diminutos animales marinos, que confirmarían la creencia de que el petróleo se ha originado por descomposición de sustancias orgánicas (vegetales y animales).

Es frecuente subdividir la hipótesis orgánica en:

- I) *Hipótesis vegetal* (de Krämer).
II) *Hipótesis animal* (de Engler).

L) Según la hipótesis de Krämer, los primitivos vegetales acuáticos habrían sido arrastrados a las profundidades de los lechos marinos donde sufrirían enormes descomposiciones (por la elevada presión existente) originando el petróleo.

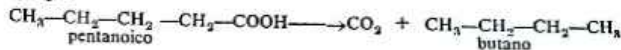
Esta teoría considera, por consiguiente, que el petróleo es de un origen semejante al de los yacimientos de hulla. Debería, por tanto, hallarse petróleo cerca de éstos. Sin embargo no se presenta en la realidad esta circunstancia, por lo que la hipótesis vegetal fue considerada errónea. Sin embargo en la actualidad, se ha comprobado que la celulosa y varios otros hidratos de carbono originan, en su descomposición, hidrocarburos por lo que esta hipótesis ha adquirido nuevamente valor.

II) La hipótesis animal de Engler sostiene que el petróleo se ha originado en la descomposición de restos de pequeños animales marinos. Conforme a estas ideas la materia grasa de los mismos habría sufrido, primeramente, un proceso hidrolítico (por el agua sometida a elevadas presiones en las capas profundas). Se formarían así: glicerina y diversos ácidos orgánicos.

La primera se solubilizaría en el agua, mientras los ácidos se descompon-

drían desprendiendo dióxido de carbono (anhidrido carbónico) y originando hidrocarburos.
Por ejemplo:

er ejemplo:



En la actualidad se considera muy probable que el petróleo se haya originado por descomposición simultánea de vegetales y animales marinos, por lo que se denomina hipótesis orgánica a la reunión de ambos criterios.

VIII(4. Composición química del petróleo.

La composición química de los petróleos crudos (1) varía de acuerdo con su origen. A pesar de ello están constituidos, esencialmente, por una mezcla compleja de diversos hidrocarburos.

Conforme el tipo de hidrocarburo que predomina, los petróleos se clasifican en tres grupos fundamentales:

- Petróleos de base parafínica.
- Petróleos de base nafténica.
- Petróleos de base mixta.

a) Petróleos de base parafínica.

Son aquellos donde predominan los hidrocarburos de la serie saturada (parafínicos) con fórmula general C_nH_{2n+2} . (Son los petróleos de mayor valor industrial por la gran cantidad de nafta, querosene y aceites lubricantes que pueden obtenerse a partir de ellos. Producen poca cantidad de asfalto.

(Son ricos en metano y etano) (que forman el gas natural del petróleo), (en propano y butano) (que generan el supergas) y en los restantes hidrocarburos líquidos y sólidos (hasta de 50 átomos de carbono).

(Son ejemplos: el petróleo de Vespucio, en la Provincia de Salta, y algunos de la Peia. de Mendoza, y los crudos de Kansas, Pensilvania y Oklahoma (EE. UU.))

(b) *Petróleos de base nafténica.*

Son aquéllos donde predominan los hidrocarburos de la serie nafténica, con fórmula general C_nH_{2n} . (Son petróleos que producen abundante asfalto.)

- (1) Se llama *petróleo crudo* o simplemente *crudo* al petróleo tal como se lo extrae de la corteza terrestre.

Son ricos en compuestos cíclicos saturados como ciclo pentano, ciclo hexano, etc. Poseen, además, hidrocarburos de la serie bencénica o aromática (de fórmula general C_nH_{2n-6}) como el benceno y sus derivados.

(Son ejemplos: los petróleos de California y Texas (EE.UU.), algunos de Méjico, los de Bakú (Rusia) y los de Borneo que contienen elevada cantidad de hidrocarburos aromáticos produciendo naftas de gran poder antidetonante.

(c) *Petróleos de base mixta.*

Son aquéllos que contienen hidrocarburos de los dos grupos anteriores. Producen bastante cantidad de nafta y asfalto.

Se hallan en ellos hidrocarburos de diversas series:

- Parafínicos (metano, etano, propano y homólogos superiores).
- Etilénicos u olefínicos (poco eteno, algo más de propeno, etc.)
- Etínicos o acetilénicos (únicamente muy poco de los líquidos).
- Bencénicos o aromáticos (benceno, tolueno, etc.)
- Nafténicos (ciclo pentano, ciclo hexano, etc.)

(Son ejemplos: los petróleos de Comodoro Rivadavia (Chubut) y Plaza Huincul (Neuquén), algunos de Méjico y la mayoría de los centro y sud americanos.)

Además de hidrocarburos, los petróleos contienen:

- a) Compuestos oxigenados.
- b) Compuestos sulfurados.
- c) Compuestos nitrogenados.

a) *Compuestos oxigenados.*

Se hallan presentes en los petróleos en un 2 a 3 % (algunos llegan a poseer hasta cerca de un 7 %). Se encuentran como oxígeno libre o bien en combinaciones como ácidos grasos, fenoles y ácidos nafténicos.

El asfalto y sustancias resinosas los contienen en un 10-13 % debido que se originan por oxidación y polimerización de algunos hidrocarburos.

b) *Compuestos sulfurados.*

Se encuentran, generalmente, en un 0,05 a 3 %. Comprenden azufre libre ácido sulfhídrico (SH_2) y compuestos orgánicos como tiofeno, sulfuros alquílicos, mercaptanes, etc.

c) *Compuestos nitrogenados.*

Comprenden un 0,05 a 1 %. Fundamentalmente el nitrógeno se halla como quinoletinas. Se encuentran además, piridina, etc.

La composición elemental de los petróleos, término medio es:

Carbono :	80 a 88 %
Hidrógeno :	10 a 13 %
Oxígeno :	2 a 3 %
Azufre :	0,05 a 3 %
Nitrógeno :	0,05 a 1 %

Se encuentran, también, otros elementos en proporciones ínfimas como vanadio, hierro, fósforo, yodo, etc.

VIII. 5. *Propiedades físicas del petróleo.*

(Color.

El petróleo es generalmente de color oscuro. Se hallan, sin embargo, crudos amarillos hasta rojos parduzcos. Por lo general presentan un color verdoso, observados con luz reflejada, debido a su fluorescencia.)

(Olor.

La mayoría son de olor desagradable por la presencia de azufre, olefinas y determinados compuestos nitrogenados. Algunos son de olor aromático.)

PRÁCTICA Nº 23. *Caracteres físicos del petróleo.*

Colocar en varios tubos de ensayo diversos petróleos (de distinto origen y composición). Comparar en ellos sus caracteres físicos diversos. Por ejemplo, observar en cada uno su color, el olor, su fluorescencia, su fluidez (poder de escurrirse con o sin facilidad), etc.

(Peso específico.

Son más livianos que el agua.) El peso específico varía, a pesar de ello, entre amplios límites conforme a sus constituyentes. Se los halla de 0,615 gr/cm³ hasta de 0,994 gr/cm³. Los petróleos argentinos varían entre 0,800 a 0,915.

PRÁCTICA Nº 24. *Determinación del peso específico.*

En un tubo de ensayo hacerle, exteriormente, una marca correspondiente a un volumen de 10 ml. (agregando al tubo 10 ml. de agua medidos con una pipeta). Secar el tubo y pesarlo vacío. Agregar luego 10 ml (hasta llegar a la señal) de un petróleo. Pesar el tubo con crudo. La diferencia entre los dos pesos nos

da el peso de los 10 ml. de petróleo. Dividiendo este valor (peso) por 10 (volumen del líquido) se tendrá el peso específico del petróleo. Repetir las experiencias con distintos crudos y comparar.

(Solubilidad.

Son insolubles en agua y debido a su bajo peso específico no brenadan en ella. Son solubles en algunos disolventes orgánicos (éter, benceno y cloroformo) pero poco en alcohol.)

(Viscosidad.

La viscosidad de los petróleos es muy variada. Algunos son muy fluidos y otros muy viscosos.) La viscosidad aumenta con el peso específico del crudo. Petróleos de igual peso específico y distinto origen (composición distinta) poseen diferente viscosidad.

La viscosidad es la tendencia que posee un líquido de fluir. Se determina experimentalmente utilizando aparatos sencillos de dimensiones fijamente estipuladas, denominados viscosímetros (Engler, Saybolt, etc.).

Todos los viscosímetros se fundan en medir el tiempo necesario para que un volumen determinado de sustancia, a una temperatura conocida, pase a través de un pequeño orificio que contienen en su fondo cónico.

La viscosidad es una determinación de gran importancia en aceites lubricantes y en los fuel-oil.

PRÁCTICA Nº 25. Viscosidad de los aceites.

En un viscosímetro Engler colocar aceite lubricante hasta la señal que posee en su interior, tapando previamente el orificio de salida con la clavija de madera que los acompaña. Calentar el aceite por medio del aro de mecheros que tiene el aparato hasta la temperatura en que se desee hacer la determinación. Sacar la clavija y medir el tiempo que tarda el aceite en llenar, hasta la marca, un pequeño matraz que se provee con el aparato.

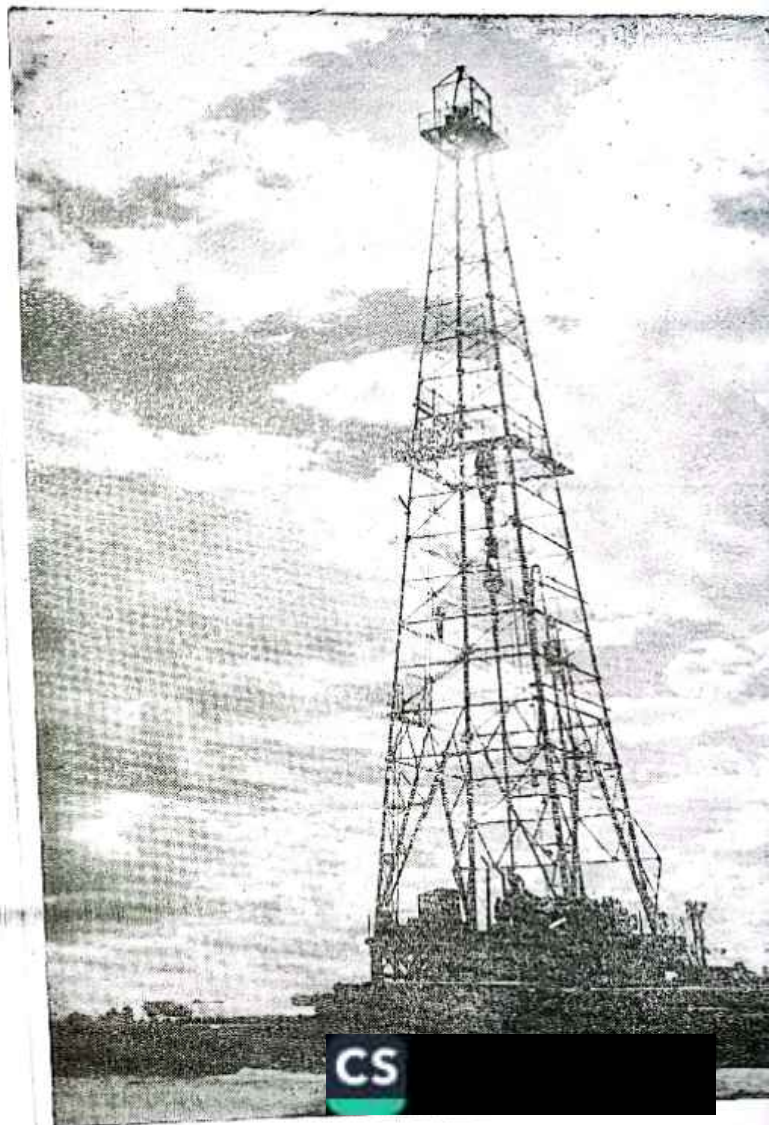
Dividiendo los segundos que tarda el aceite en llenar el matracido por el tiempo, que a igual temperatura, tarda el agua para escurrir el mismo volumen, se tiene la viscosidad del aceite, expresado en grados Engler y válidos para la temperatura del experimento.

Punto de congelación.

Es una propiedad de gran valor en los aceites lubricantes. Consiste en medir la menor temperatura a la cual una sustancia aún fluye (escurre).

Permite, por consiguiente, conocer el comportamiento de los aceites cuando se hallan sometidos a bajas temperaturas.

FIG. VIII-2. — TORRE DE PERFORACION DE UN POZO PETROLIFERO POR EL SISTEMA DE ROTACION
(Gentileza de SHELL - Cia. Arg. de Petróleo S. A.)



Los causantes de que un aceite se enturbie al enfriarlo y no escurra, son los hidrocarburos saturados de elevado peso molecular. Es necesario, por lo tanto, eliminarlos para que los aceites puedan ser utilizados en regiones frías. Este proceso se denomina desparafinación.

La determinación del punto de congelación en un petróleo crudo, es de escaso valor.

Punto de inflamación y punto de combustión.

No se efectúa, generalmente, sobre el petróleo extraído. Es una determinación importante en subproductos del mismo como querosene, aceites lubricantes y fuel oil.

El punto de inflamación es la menor temperatura en la cual comienza la ignición de los vapores del producto, al contacto de una llama pequeña.

Se determina en aparatos de medidas conocidas como el Cleveland (de vaso abierto) o el Pensky Martens (de vaso cerrado) (fig. VIII-17).

El punto de combustión es la menor temperatura a la cual el combustible puede continuar, por sí solo, la ignición de sus vapores una vez inflamado. Se determina en los mismos aparatos para punto de inflamación y a continuación de haber determinado éste.

El punto de combustión es 20-45 °C más elevado que el punto de inflamación de la misma sustancia.

PRÁCTICA Nº 26. Punto de inflamación y combustión.

En una cápsula colocar una cierta cantidad del producto a ensayar. Calentarlo lentamente, en baño de arena, y observar cada grado de aumento la temperatura que posee la sustancia. Acercar en iguales intervalos una pequeña llama, sin tocar la superficie del líquido. Anotar la temperatura a la cual el combustible produce una pequeña llama sobre su superficie y que se apaga sola rápidamente. Tendremos ahí el punto de inflamación.

Continuar calentando exactamente igual y acercarle la llama hasta que vuelva a originarse la inflamación del producto, pero con la diferencia de ser una llama más viva y que no se apaga. Habremos alcanzado el punto de combustión del producto. Observar la diferencia, entre ambas determinaciones, en grados centígrados. Repetir la experiencia con otros productos distintos.

Poder calorífico.

Es una determinación que permite apreciar el valor del producto como combustible. El poder calorífico es la cantidad de calor que desprende un kilogramo de sustancia, al quemarse. Se designa, también, poder de combustión.

El petróleo crudo posee un poder calorífico de 11.500 calorías

(variando de acuerdo con su origen) lo que unido a su fácil manipuleo lo ha llevado a ser considerado como un combustible de primera calidad.

Los subproductos del petróleo poseen diferentes poderes caloríficos, el que es menor cuanto mayor es el punto de ebullición del compuesto.

Por ejemplo:

Nafta	11.250	calorías (término medio)
Querosene	11.030	" " "
Gas oil	10.915	" " "
Aceites	10.885	" " "
Fuel oil	10.840	" " "

El poder calorífico se determina empleando aparatos especiales denominados calorímetros. De ellos el que más se utiliza en la práctica es el de Berthelot-Mahler.

Consiste en un recipiente metálico (obús), cilíndrico, de paredes gruesas, niquelado, y que posee una tapa de cierre hermético que se ajusta por medio de una tuerca. En su interior lleva una pequeña navicilla de platino, donde se coloca un gramo de combustible. Un hilo de platino que desde el exterior del aparato llega hasta ponerse en contacto con la sustancia, sirve para producir la inflamación de la misma en el momento deseado. Por un pico especial presente en la tapa del recipiente se hace llegar oxígeno puro hasta que la presión interior alcance 25 atmósferas. El obús se sumerge en otro recipiente metálico conteniendo una cantidad determinada de agua y que posee un agitador mecánico y un termómetro muy sensible. Todo el sistema se halla aislado del exterior por medio de un aparato de doble pared. Por intermedio de un dispositivo eléctrico se hace saltar una chispa eléctrica en el extremo del alambre de platino que hace entrar en combustión a la sustancia. El calor desarrollado se transmite al agua y el aumento de temperatura que ocasiona permite calcular el poder calorífico del combustible.

VIII. 6. Exploración del petróleo.

Primeramente es necesario averiguar las condiciones geológicas de la zona. Para ello los geólogos estudian el terreno y extraen fotografías aéreas, que vistas en el estereoscopio, permiten conocer la geología de la región.)

Si estos trabajos no pueden efectuarse se realizan estudios geofísicos. Estos comprenden:

Métodos gravimétricos.

Métodos sísmicos.

Métodos magnéticos.

Métodos gravimétricos. Con instrumentos especiales se determinan varia-

ciones de la gravedad en la zona a estudiar. Esto permite conocer con bastante exactitud las clases de rocas presentes en el subsuelo.

Métodos sísmicos. Consisten en realizar pequeñas explosiones y en registrar las ondas en sismógrafos. Posteriormente se estudian.

Midiendo el tiempo que tardan las ondas en llegar a los aparatos se puede determinar las rocas y la profundidad a que se hallan.

Métodos magnéticos. Se basan en estudiar las propiedades magnéticas de las rocas, observando las variaciones registradas.

(Todos estos estudios conducen a ubicar pequeñas zonas donde, probablemente, exista petróleo. Se efectúan luego perforaciones con trépanos *sacatestigos* que permiten obtener muestras de las rocas del subsuelo.

Finalmente se realizan varias perforaciones hasta poder demostrar si hay o no petróleo.)

VIII. 7. Perforación de los pozos de petróleo.

(El petróleo se encuentra a distintas profundidades. Generalmente se halla de 3.000 a 4.000 metros, si bien existen pozos de 5.500 metros y aún más. A fines del año 1956, en los E.E. UU., se halló petróleo a 6.865 metros (récord).)

(El crudo se extrae por dos procedimientos:

a) Por percusión.

b) Por rotación.

(a) Por percusión.

Es un procedimiento actualmente en desuso. Consiste en perforar el terreno mediante trépanos de acero que penetran en el mismo por sucesivos golpes verticales. El trépano, suspendido por un cable, es accionado por un balancín mecánico.)

(b) Por rotación.

Es el método empleado en las perforaciones actuales. Se diferencia del método anterior en que el trépano de acero perfora el terreno animado de un movimiento de rotación que le imprime una mesa giratoria.

El equipo perforador está constituido por caños de acero, de unos 9 m de largo, llamados *barras de sondeo*, los que se enroscan unos a otros formando columnas. En su extremo inferior llevan una *mecha* o *trépano* y en su parte superior un dispositivo denominado *cabeza de inyección*. Esta última se halla conectada a un equipo de bombeo que impulsa, por el interior de las barras de sondeo, una suspensión

espesa de arcilla en agua denominada *lodo de perforación*. Este líquido, a presión, sale por orificios que presenta el trépano y sube a la superficie (por el espacio que queda entre las barras de sondeo y

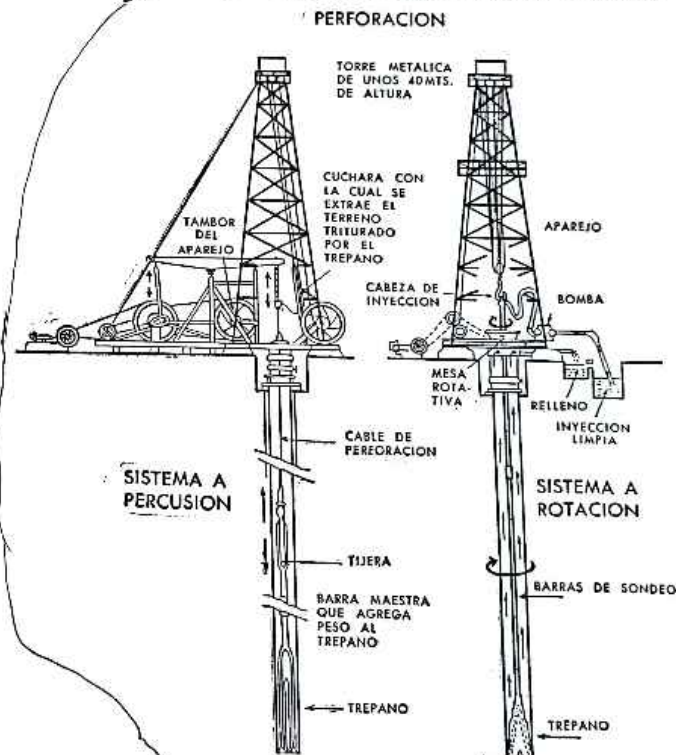


FIG. VIII-3. — SISTEMAS DE PERFORACION
(Gentileza de Yac. Petrolíferos Fiscales)

la pared del pozo) arrastrando los fragmentos de roca y otros materiales que el trépano desmenuza en su camino.)

(A medida que avanza la perforación la columna va introducién-



176

Este procedimiento fue ideado en los EE.UU. hace aproximadamente 20 años y puesto a prueba, en nuestro país, por Yacimientos Petrolíferos Fiscales a mediados del año 1943. Se utilizó por entonces el denominado "cañón Schiavón" y el éxito de la operación ha determinado que este procedimiento se emplee, cada año, en mayor número de pozos. La terminación de la perforación con el trépano va, lentamente, siendo abandonada.

Por lo general el gas y el agua presentes en los pozos, generan sobre el petróleo una presión elevada que hace fluir al crudo, sin ayuda, a la superficie. En la mayoría de los casos esa presión interior va disminuyendo a medida que se extrae el petróleo por lo que llega un momento en que deja de fluir naturalmente.

a) *Inyección de gas.*

b) Bombeo mecánico.

a) *Inyección de gas.*

Este procedimiento consiste en inyectar gas, a elevada presión, por el exterior de la cañería de perforación. El gas se mezcla con el petróleo y lo hace subir a la superficie por el interior de la cañería.

b) Bombardeo mecánico.

Es el método más empleado. Se basa en extraer el crudo con una bomba aspirante de profundidad que se coloca en la cañería de salida.

Quando la producción del pozo llega a disminuir considerablemente suelen efectuarse pozos de inyección entre los de producción. Se envían por ellos gas o agua a presión con lo cual se extraen nuevas cantidades de petróleo que se hallaban ocultas en los estratos porosos del subsuelo, logrando así aumentar el rendimiento de los pozos.

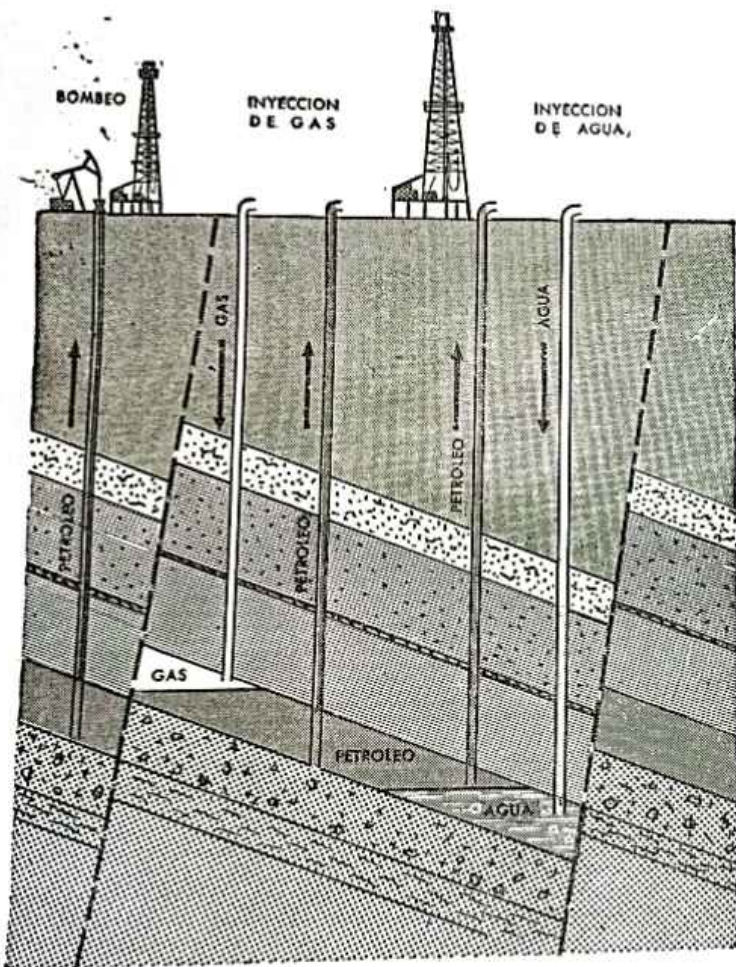


FIG. VIII-5. — EXTRACCION ARTIFICIAL DEL PETROLEO

VIII. 9. Separación del gas de petróleo. Almacenamiento y transporte del crudo.

Cuando el petróleo emerge del pozo, por lo general, lo hace naturalmente y con presión elevada. Esto determina la necesidad de trabajar con cuidado, a los efectos de regular la presión de salida del crudo y evitar pérdidas de gas y petróleo.

Regulada la salida del crudo se procede a separar los gases que lo acompañan (metano, etano, propano y butano, fundamentalmente). Estos gases se someten a compresión con el objeto de separarlos en dos fracciones:

- a) fase gaseosa.
- b) fase líquida.

La fase gaseosa está constituida, principalmente por metano. A éste le acompañan etano en pequeña cantidad y algo de otros hidrocarburos volátiles.

Esta mezcla denominada *gas fijo* o *gas seco* se destina como combustible para el uso industrial y doméstico. Para ello se lo envía a las ciudades por medio de gasoductos, cuya extensión puede ser de varios miles de kilómetros, intercalando en su recorrido bombas impulsoras.

La fase líquida, llamada *gas licuable* o *supergás* está formada esencialmente por propano y butano, líquidos, a los que acompañan muy pequeñas cantidades de otros hidrocarburos (metil propano, etétera).

Después de separar los gases, el petróleo es enviado por cañerías a depósitos cercanos. Aquí se logra eliminarle, por decantación, la mayor parte del agua y otras impurezas que lo acompañan. Luego es bombeado a los tanques de almacenamiento y de allí a las refinerías o destilerías por vía terrestre y/o marítima.

El proceso más económico es el terrestre, empleando los denominados *oleoductos* que son cañerías de acero de un diámetro superior a 70 cm. Existen oleoductos de más de 1.800 Km de longitud. Cuando es subterráneo se recubre con capas protectoras de fieltros embebidos en alquitrán.

En los casos en que no existen oleoductos, el petróleo se transporta en vagones-tanques cuya capacidad es de 15 a 45 toneladas o



bien en camiones-tanques hasta puertos cercanos donde se envía a las destilerías con buques-tanques (fig. VIII-18).

El petróleo crudo recibido en las destilerías contiene aún, aproximadamente 2 % de agua y algunas sales (cloruro de sodio, calcio y magnesio). Se somete, por consiguiente, a un proceso de deshidratación y desalinización, lavando el petróleo con un 5 % de agua y eliminando posteriormente ésta por calentamiento a presión, centrifugación o eléctricamente (destilería fiscal de La Plata).

Realizadas estas operaciones el crudo se halla en condiciones de ser sometido a:

- 1º) Destilación primaria o "topping".
- 2º) Destilación secundaria o "cracking".

VIII. 10. Procesos de destilación.

Conforme al tipo de petróleo, el proceso de elaboración varía. También varía de acuerdo con los productos que se deseen obtener, pero la operación general consiste en una destilación fraccionada y posterior tratamiento químico, filtración, redestilación, etc.

Los petróleos de base parafínica deben trabajarse con cuidado para evitar el cracking. Son muy buenos para producir aceites lubricantes.

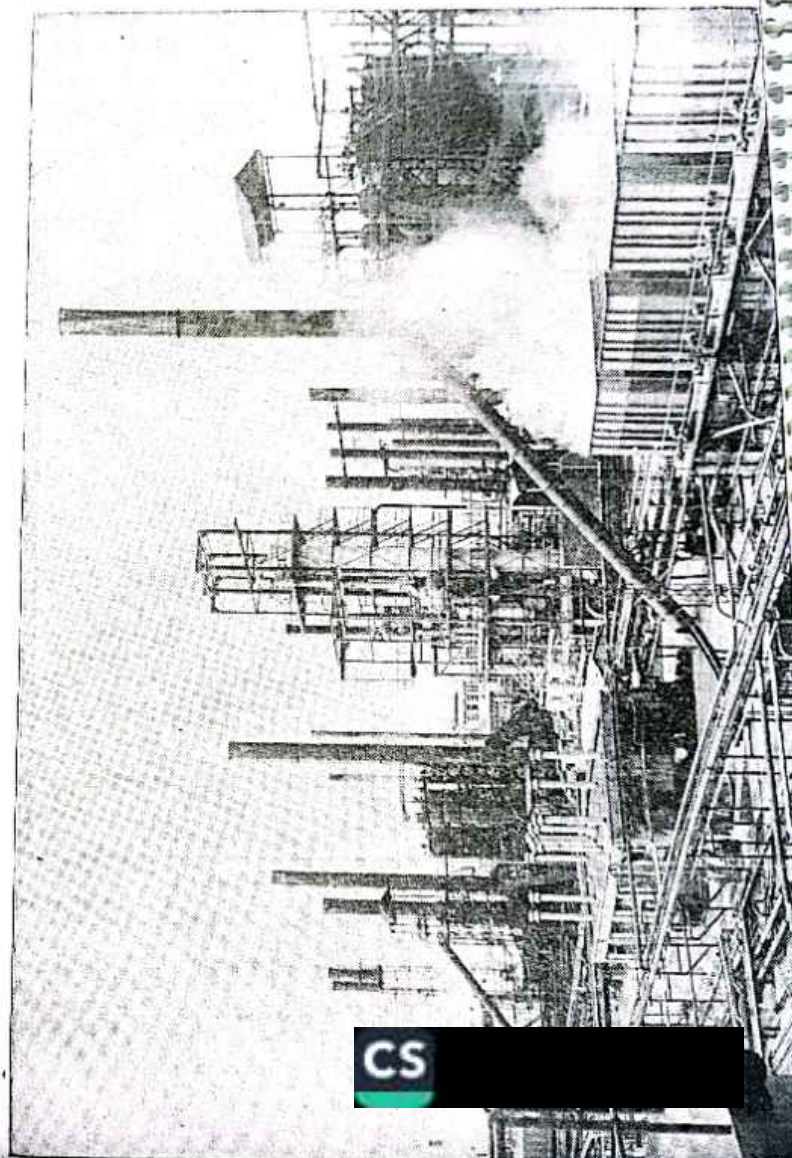
Los petróleos de base nafténica (que producen mucho asfalto) generan, por cracking, gran cantidad de productos livianos.

Los crudos de base mixta se trabajan por procesos combinados. De acuerdo con esto los procesos de refinación del petróleo se clasifican en:

- a) Destilación para obtener aceites lubricantes.
 - b) Destilación a coque.
- a) Destilación para obtener aceites lubricantes.
- Se efectúa cuando el crudo a tratar es de base parafínica o mixta.

El petróleo crudo se calienta, en aparatos especiales denominados alambiques, por medio de vapor de agua que se inyecta por la base de los mismos. Se evita así que la temperatura alcance los 300 ° C que es el punto inicial del cracking. Además, y esto es de gran importancia, el vapor hace disminuir el punto de ebullición de los hidrocarburos del petróleo por lo que destilan a menor temperatura.

FIG. VIII-6. — VISTA GENERAL DE UNA PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA Y CRAQUEO TERMICO (Gentileza de SHELL - Cia. Arg. de Petróleo S. A.)



Con esta forma de trabajo se obtiene, normalmente: nafta, querosene, gas-oil, destilado parafínico y aceite base para cilindros.

b) *Destilación a coque.*

Se efectúa cuando el crudo a tratar contiene mucho asfalto (petróleos nafténicos) por lo cual no es apto para producir aceites lubricantes. El proceso es semejante al anterior pero se obtiene gran producción de combustibles livianos.

Se obtiene, normalmente: nafta, querosene, gas oil y fuel oil.

VIII. 11. Equipos utilizados en la destilación.

En toda planta de destilación existen alambiques, torres de fraccionamiento, condensadores, intercambiadores de calor, etc.

Alambiques.

Aún en la actualidad se utilizan alambiques cilíndricos de gran capacidad, pero van siendo reemplazados por alambiques tubulares que se han modernizado hasta permitir, en ellos, la destilación completa.

Contienen en su interior un elevado número de tubos de acero de unos 10,2 cm de diámetro y 5 m de longitud. Por ellos circula el petróleo a gran velocidad, en forma turbulenta, para asegurarse un calentamiento uniforme y evitar el peligro de un calor excesivo que produciría el cracking del crudo.

Intercambiadores de calor y condensadores.

El empleo de intercambiadores de calor representa un menor consumo de combustible y una reducción considerable en la cantidad de agua necesaria para condensar y enfriar los productos. Se logra, por lo tanto, disminuir los gastos de producción.

En los intercambiadores se extrae el denominado "calor sensible" del producto, es decir, se logra disminuir la temperatura a valores convenientes.

En los condensadores el producto no sólo se licúa sino que se obtiene a una temperatura adecuada.

Los intercambiadores pueden ser de chapa o a tubo o doble tubo.

Los más empleados son a doble tubo. Por el tubo central pasa el producto a calentar y por el tubo exterior (anular) el compuesto a enfriar.

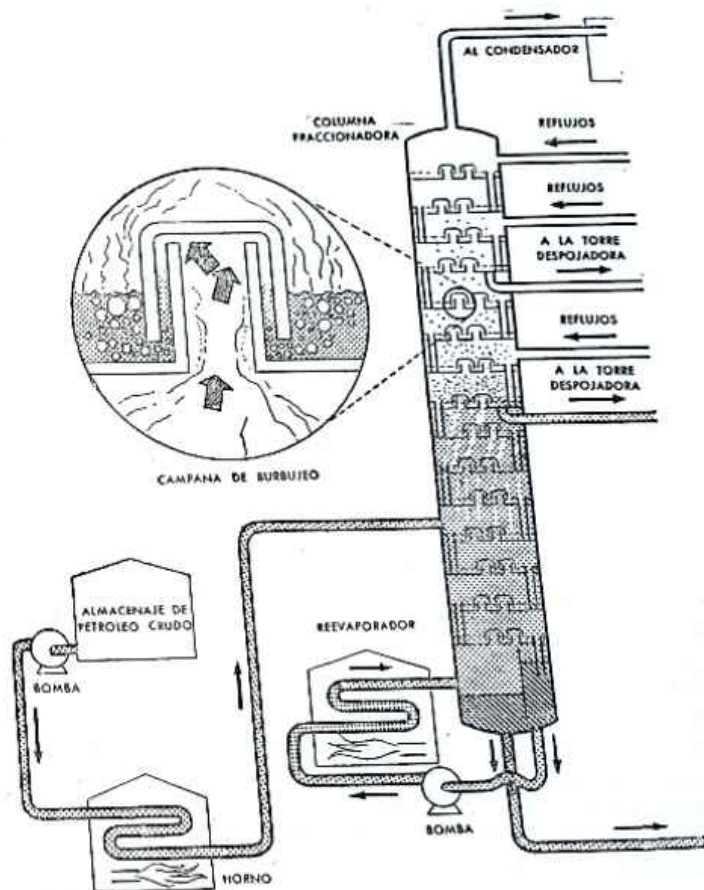


FIG. VIII-7. — TORRE DE FRACCIONAMIENTO O DE BURBUJEIO

Los productos que salen por la parte superior y lateral de la columna se envían a pequeñas torres, similares a las de fraccionamiento, donde se desprenden de sus productos más livianos.

Los dos líquidos circulan en contracorriente cuando se desea que el líquido caliente se enfríe lo máximo posible. Pero si se quiere extraer sólo una parte del calor que posee, los dos líquidos se hacen circular en el mismo sentido. Esto último se realiza, por ejemplo, para enfriar productos densos que por excesiva disminución de temperatura originarían fluidos muy viscosos y, por consiguiente, muy difíciles de hacer circular.

Torres de fraccionamiento o torres de burbujeo.

Son torres de destilación cuyas dimensiones varían de acuerdo con la cantidad de petróleo a tratar.

Una torre que destila 874.000 barriles de petróleo, por día, posee un diámetro de 1,85 m y una altura de 28 m. En su interior se halla una serie de platos o bandejas que actúan como condensadores de los vapores que ascienden. Cuanto mayor es el número de platos de la torre, mayor es el fraccionamiento a que se somete el petróleo. El número de platos varía de 5 a 25, hallándose separados por una distancia que oscila entre 38 y 60 cm.

Cada plato tiene un pequeño número de chimeneas por donde asciende el vapor. Como están recubiertas de pequeñas campanas o sombreros el vapor debe burbujear en el líquido que cada plato contiene, antes de continuar su ascenso. Se desprenden así las fracciones más pesadas, mientras las restantes siguen su camino. Todas las bandejas contienen un tubo de descarga de líquido al plato inferior con el objeto de mantener constante el volumen de líquido de cada bandeja.

Estas columnas trabajan a presión atmosférica (como en la destilación primaria) o bien al vacío (como en el proceso de cracking).

VIII. 12. Destilación primaria o topping.

Hasta hace muy pocos años todas las plantas de destilación primaria trabajaban enviando el petróleo crudo a hornos especiales donde se calentaba y transformaba en vapor. Estos vapores pasaban luego a una torre de fraccionamiento, a presión atmosférica, por la cual ascendían originando cuatro productos:

- Nafta.
- Querosene.
- Gas oil.
- Fuel oil.

- La nafta es la fracción del petróleo que se desprende por la parte superior (cabeza) de la columna. Está constituida por una mezcla de hidrocarburos de bajo peso molecular (4 a 12 átomos de carbono).

Destila entre 40 y 175 ° C. Como arrastra gases se la envía a condensadores donde se licúa y separa los mismos (metano, etano, propano).

- El querosene se separa de los platos superiores de la columna y es enviado a los condensadores por una cañería lateral de la columna.

Destila entre 150 y 275 ° C y está constituido por una mezcla de hidrocarburos de 9 a 17 átomos de carbono.

- El gas oil se separa por una cañería lateral de la columna que se comunica con los platos medios e inferiores altos. Por condensación origina un líquido amarillo, formado por hidrocarburos de más de 15 átomos de carbono.

Destila entre 275 ° C y 320 ° C (generalmente se destila hasta 300 ° C).

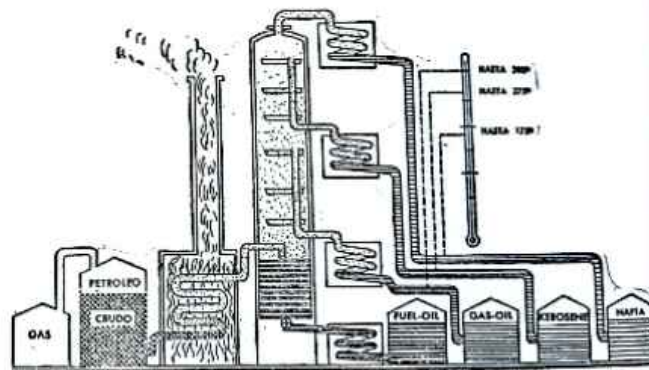


FIG. VIII-8. — PROCESO DE DESTILACION PRIMARIA (TOPPING)
(Gentileza de Y.P.P.)

- El fuel oil es el residuo que se extrae por la base de la columna. Es una masa muy viscosa de color casi negro, hidrocarburos de peso molecular muy elevado.

ducido, que se bombea al alambique tubular, al vacío donde se vaporiza y pasa a la torre de fraccionamiento al vacío.

Por la parte superior de ésta se desprende gas oil pesado y vapor de agua que se envían al intercambiador de gas oil y luego a un condensador.

Por la parte lateral superior de la torre se obtiene, directamente, destilado parafínico.

De la parte lateral intermedia de la torre al vacío se obtienen vapores que se envían a una pequeña torre donde generan un corte parafínico intermedio y aceite base para cilindro. Estos tres cortes por posterior refinación originan aceites livianos, medianos y pesados.

Por la base de la torre de destilación al vacío se obtiene asfalto que se envía a depósitos.

VIII. 13. Destilación secundaria o cracking.

Es la operación por la cual los derivados pesados del petróleo (gas oil y fuel oil) generan productos livianos de mayor valor (nafta, querosene, etc.).

Químicamente los hidrocarburos saturados de elevado número de átomos de carbono sufren una ruptura de sus cadenas carbonadas originando hidrocarburos de menor número de átomos de carbono. Este proceso se logra por la acción conjunta de una elevada temperatura y presión.

La temperatura, a pesar de ello, debe ser regulada a los efectos de no producir un craqueo total de los hidrocarburos pues ello conduciría a obtener, carbono e hidrógeno.

Durante el cracking ocurren numerosas reacciones que hacen al proceso sumamente complejo. Fundamentalmente diremos:

A 200°C todos los hidrocarburos saturados, desde el etano, comienzan a hacerse inestables.

A 300°C los hidrocarburos menos estables (los de cadenas más largas) comienzan a crackearse, es decir, a originar hidrocarburos más cortos. Hasta 450°C los hidrocarburos parafínicos (saturados) rompen sus moléculas originando un hidrocarburo saturado y otro etilénico. El saturado rompe nuevamente su molécula en la misma forma, mientras que el etilénico origina dos hidrocarburos olefinicos (etilénicos).

A más de 450°C los hidrocarburos se deshidrogenan (pierden hidrógeno). Los saturados originan etilénicos y los nafténicos hidrocarburos aromáticos.

A más de 500°C los hidrocarburos etilénicos tienden a polimerizarse pro-

duciendo compuestos cuyas moléculas se crackean originando hidrocarburos no saturados.

A partir de los 600°C se originan hidrocarburos aromáticos partiendo de la condensación de moléculas de hidrocarburos etilénicos.

Los procesos normales del cracking se efectúan entre 400 y 650 °C. A estas temperaturas los hidrocarburos menos estables son los saturados. A igualdad en el número de átomos de carbono se crackean luego los dietilénicos y más tarde los aromáticos. Los más estables son los etilénicos y nafténicos.

En la industria los procesos de cracking son:

A) Craqueo térmico o craqueo en dos etapas.

B) Craqueo catalítico o craqueo con catalizadores.

A) Craqueo térmico o craqueo en dos etapas.

Si bien el craqueo catalítico va desplazando al craqueo térmico, aún se producen hoy muchos productos por el denominado *proceso combinado de cracking*.

Se utiliza este procedimiento cuando se desea obtener, a partir del petróleo crudo, tanta nafta como sea posible.

Consiste en asociar el cracking a operaciones de destilación primaria.

Al petróleo crudo se lo somete a una destilación primaria o topping. Se obtienen así los productos clásicos: nafta de topping, querosene y gas oil liviano. Por la base de la columna de fraccionamiento se obtiene el crudo reducido que se somete a una operación de cracking.

En ésta se separan tres fracciones:

a) gas oil liviano.

b) gas oil pesado.

c) fuel oil.

El gas oil liviano se envía a un nuevo equipo de craqueo donde se une al gas oil liviano obtenido en la destilación primaria.

El gas oil pesado, que se origina en la parte media de la columna se craquea separadamente remitiendo sus productos nuevamente a la torre.

El fuel oil se separa por la base de la columna.

Por la parte superior de la columna de fraccionamiento del equipo de cracking de gas oil liviano se separan los hidrocarburos saturados de bajo número de átomos de carbono.

CS

rados (que producen fácilmente gomas) se condensan y separan por su base. La nafta purificada es de calidad uniforme.

XVIII. 16. Aceites lubricantes.

Ya se ha indicado al hablar de destilación primaria, que hasta hace muy pocos años los aceites lubricantes se obtenían, únicamente, partiendo del fuel oil separado en el proceso topping. Éste se sometía a una destilación al vacío, a 400°C , aproximadamente, en una planta separada de la de destilación primaria. Se obtenían así tres tipos de aceites lubricantes: liviano, medio (motormóvil) y pesado.

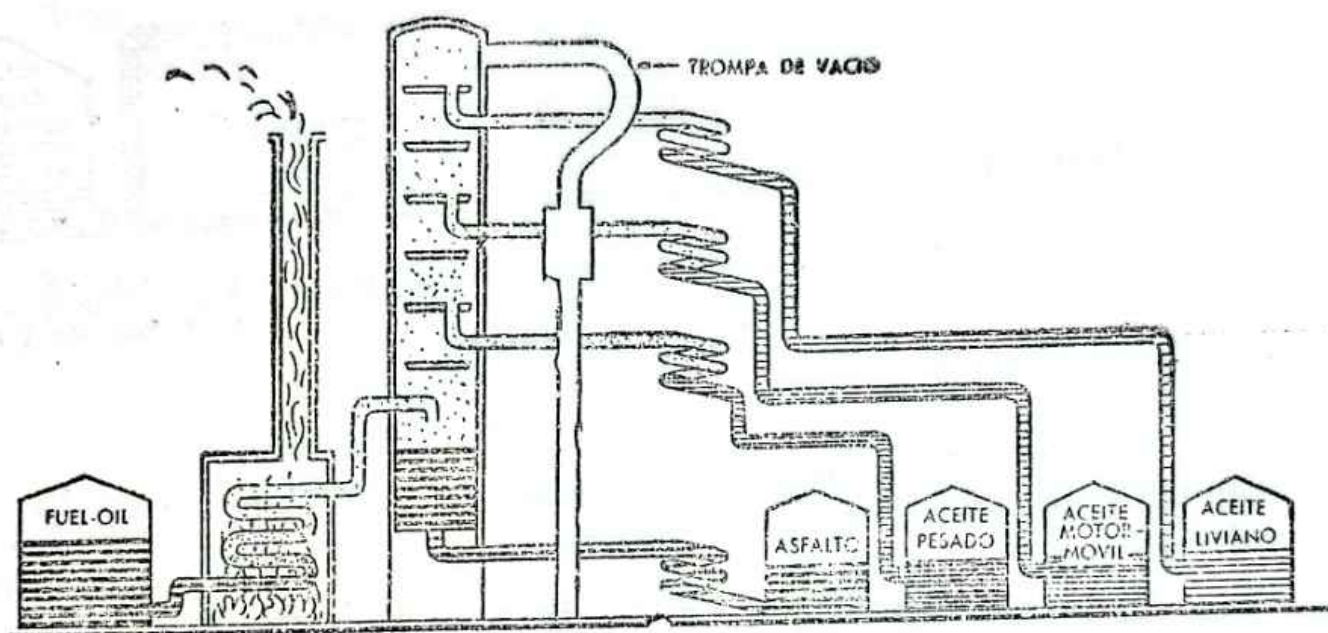


FIG. VIII-13. — PLANTA DE DESTILACION DE FUEL OIL, AL VACIO
(Gentileza de Y.P.F.)

En la actualidad las plantas de destilación en dos etapas (explicadas en el párrafo correspondiente) permiten obtener, directamente, tres cortes para aceites lubricantes: destilado parafínico, intermedio y carga para cilindros.

De estos tres cortes se preparan todos los aceites lubricantes. Para ello los aceites se refinan con el objeto de eliminarles los hidrocarburos no saturados y aromatzados que poseen, y las pequeñas cantidades de asfalto que los acompañan.

El proceso clásico consiste en agitar el aceite con ácido sulfúrico concentrado, en plantas denominadas Laval, semejantes a las indicadas en la refinación de naftas y querosene. El asfalto se deposita en forma de lodo mientras los hidrocarburos indeseables quedan solubilizados en la capa ácida. Por cen-

FIG. VIII-14. — TORRES DE DESTILACION AL VACIO
(Gentileza de SHELL, Cía. Arg. de Petr. S. A.)

trifugación se separa el aceite. Posteriormente se agita en arcilla activada finamente dividida, a 200° C, con lo que se logra neutralizar la acidez y absorber el lodo en suspensión. Por filtración, en filtros prensas, se separan los aceites.

Actualmente este proceso de purificación va siendo reemplazado por el uso de disolventes selectivos que separan los constituyentes no aptos del producto.

Se utilizan, para este fin, anhídrido sulfuroso líquido, fenol o propanol. Agitando el aceite con el disolvente empleado y separándoselo luego por decantación (caso del SO₂) o por calentamiento (caso del fenol) se logran aceites puros.

Luego de estos procesos de purificación química, los aceites lubricantes son sometidos a un desparafinado.

El proceso de desparafinado consiste en eliminar, a los aceites lubricantes, aquellos hidrocarburos saturados que solidifican a temperaturas relativamente altas. Estas parafinas deben eliminarse para poder utilizar los aceites lubricantes en regiones frías.

La parafina se encuentra, en los aceites, en dos formas: cristalina y amorfa. La primera se forma enfriando el aceite a -15° C y separándola en filtros prensas de gran capacidad.

La parafina amorfa acompaña los aceites lubricantes pesados y de los cuales se separa con disolventes especiales (nafta liviana, tricloro etano o dicloro etano). Para ello el aceite se diluye con el disolvente, luego se enfría a bajas temperaturas y finalmente se separan por centrifugación en aparatos que dan hasta 15,000 revoluciones por minuto. Se obtiene así el aceite desparafinado diluido, por un lado, y parafina con disolvente por la otra. Por evaporación se logra, en los dos casos, obtener aceite lubricante refinado y separadamente parafina amorfa.

PRÁCTICA Nº 29. Punto de congelamiento y de niebla.

En un tubo de ensayo agregar aceite lubricante e introducirle un termómetro. Sin agitar, enfriarlo lentamente y a cada grado de disminución de la temperatura sacar el tubo de la mezcla enfriante e inclinarlo para observar si el aceite fluye. Llegará un instante que al inclinar el tubo el aceite permanece inmóvil. Será el punto de congelamiento.

Si se sigue enfriando, pocos grados después el aceite comienza a enturbiarse por la separación de parafina. Esa será la temperatura o punto de niebla.

VIII. 17. Parafina.

La parafina se obtiene, como se ha indicado, en los procesos de refinación de los aceites lubricantes.

Es una mezcla de hidrocarburos saturados de elevado peso mo-

lecular. Refinada es incolora, inodora e insípida, constituyendo masas blancas.

La parafina cruda se vende para elaborar cerillas fosfóricas. Se utiliza en el curtido y en la industria textil para encerar y engrasar los hilados.

La parafina refinada se usa para fabricar bujías, para recubrir los quesos y aislarlos de la humedad y del aire, como aislante en la industria eléctrica, en la fabricación del papel, para conservar la madera, etc.

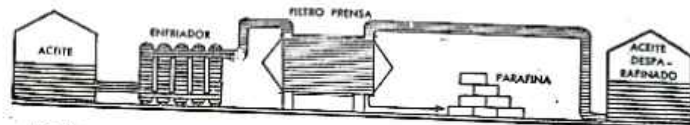


FIG. VIII-15. — PLANTA DE OBTENCION DE PARAFINA Y ACEITE DESPARAFINADO (Gentileza de Y.P.F.)

VIII. 18. Vaselina.

La vaselina es un residuo que se obtiene en la destilación de algunos petróleos crudos. Se purifica por procesos físicos (a través de materiales absorbentes).

Es una mezcla de hidrocarburos saturados de elevado peso molecular y algunos hidrocarburos no saturados, líquidos. Por esta razón es una sustancia semisólida, inodora o insípida, de color blanco cuando pura.

La vaselina artificial es una mezcla de parafina y aceites minerales refinados.

Se usa en farmacia, principalmente, como vaselina líquida (laxante). Se emplea como lubricante, en la preparación de ungüentos y aceites para el cabello, etc.

VIII. 19. Grasas consistentes, minerales o lubricantes.

Son lubricantes sólidos a temperatura ambiente. Se preparan mezclando aceites lubricantes con diversas sustancias (jabón, grasas, resinas, etc.).

Son ejemplos las grasas para máquinas, ejes, cadenas, grasas para carro, etc.

VIII. 20. Asfalto.

Es el residuo que se obtiene del petróleo luego de separar las naftas, querosene, gas oil y aceites lubricantes, en los procesos de destilación.

Es una sustancia negra, sólida o muy pastosa (según la temperatura) constituida por hidrocarburos saturados de elevado peso molecular.

El asfalto obtenido como residuo de la destilación del petróleo se somete a un proceso de soplado con vapor y de oxidación con aire, para conferirle características similares al asfalto natural.

El *asfalto natural* se encuentra en yacimientos que comúnmente se hallan a flor de tierra. Por ejemplo, el lago de asfalto de Trinidad y los de Venezuela y Cuba.

Es una mezcla de hidrocarburos saturados de peso molecular elevado y de pequeñas cantidades de compuestos oxigenados, nitrogenados y sulfurados. Funde, según su origen, a temperaturas que oscilan entre 50 y 160 ° C.

El asfalto se emplea en grandes cantidades solo o bien mezclado con arena o grava, en la pavimentación.

En la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza, se hallan *asfaltitas* (también denominadas "rafaelitas") cuya composición química es semejante a la del asfalto natural.

VIII. 21. Características de los principales subproductos del petróleo.

GASOLINA

En los Estados Unidos de Norte América se designa como gasolina a la nafta. Si bien es corriente en nuestro país utilizar ambas palabras como sinónimos, la *gasolina* es la fracción de nafta más liviana.

Es la mezcla de hidrocarburos de 5 a 8 átomos de carbono (pentano, hexano, heptano y octano).

La gasolina se obtiene a partir del gas que se desprende en los procesos de destilación primaria y cracking. Este gas, denominado *gas fijo*, está cons-

titud por la mezcla de hidrocarburos de uno a ocho átomos de carbono (metano a octano). De ellos se extrae la gasolina por tres procesos: por compresión y enfriamiento; por absorción con aceite y posterior destilación para recuperar el disolvente, y por absorción con carbón.

Por cualquiera de estos procesos se separan tres fracciones:

- a) gas permanente (metano y etano);
- b) gases licuables (propano y butano);
- c) gasolina (pentano a octano).

El primero se emplea como combustible o en diversos procesos químicos.

Los gases licuables, por compresión se transforman en un líquido denominado "supergrás", empleado en gran cantidad para uso doméstico.

La gasolina se mezcla con nafta, en diversas proporciones, obteniéndose un combustible más rico en fracciones livianas, de mayor volatilidad y mejores propiedades para el arranque de motores.

NAFTA

Es la fracción del petróleo que destila entre 40 y 175 °C.

Es una mezcla compleja de hidrocarburos de varias clases, de cuatro a doce átomos de carbono, y cuya composición depende del petróleo del cual se parte.

De acuerdo con el proceso de obtención se tiene:

- a) *Nafta directa* (de la destilación primaria).
- b) *Nafta de cracking* (de la destilación secundaria).

La nafta directa es incolora, estable pero, de poco poder antidetonante. La nafta de cracking es amarilla pero antidetonante.

PRÁCTICA Nº 30. Adulterabilidad de las naftas.

Comprobar si no se posee benzol, en lugar de nafta, pues muchas veces se adultera con este compuesto. Para ello a un volumen determinado de nafta se añade, midiendo, alcohol de 90°. Observar cuando se forma una solución homogénea, clara. Con benzol se produce al añadir, aproximadamente, un volumen y medio de alcohol. La nafta verdadera sólo forma solución incolora al agregarle 5 ó 6 veces su volumen de alcohol de 90°.

Generalmente ambos tipos de nafta se mezclan por lo que su diferencia en el proceso de obtención tiene escaso valor. Se subdividen en cambio, según el uso a que se destinan, en:

- a) *Eter de petróleo.*
- b) *Nafta disolvente.*
- c) *Nafta de aviación.*
- d) *Nafta de motores.*
- e) *Nafta para pinturas y barnices (aguarrás mineral).*

a) Eter de petróleo.

Es un líquido incoloro y muy volátil. Está constituido por los hidrocarburos más livianos. Destila completamente entre 40 y 80 °C. Su peso específico varía entre 0,635 a 0,660, a 25 °C.

Se emplea como disolvente de grasas, en determinados procesos de laboratorio, etc.

PRÁCTICA Nº 31. Volatilidad del éter.

Verter un poco de éter sobre un papel. Esperar que se volatilice completamente. No debe dejar ningún residuo, ni dar olor, ni comunicar color.

b) Nafta disolvente.

Se denominan también *bencinas* o *ligroínas*. Son líquidos incoloros, insolubles en agua, pero solubles en los disolventes orgánicos (éter, cloroformo, etc.). De los diversos tipos de naftas disolventes los más utilizados son los que destilan entre 60 y 80 °C y entre 80 y 100 °C.

Se utilizan como disolventes de grasas y aceites (por ejemplo, en la extracción del aceite retenido en las "tortas" de las prensas hidráulicas), en la industria del caucho (para facilitar la mezcla del azufre y la goma elástica en la vulcanización), etc.

PRÁCTICA Nº 32. Poder disolvente de la nafta disolvente.

En un mortero triturar semillas de lino. Agregar luego bencina, agitando, hasta cubrirlos. Filtrar y recoger el disolvente sobre un cristallizador. Al evaporarse la nafta disolvente sobre un baño de María observar la grasa que queda. Repetir el ensayo con otras semillas.

c) Nafta de aviación.

Es una nafta liviana. Su peso específico varía entre 0,700 a 0,725. Comienza a destilar entre 40 y 45 °C. A los 100 ° destila entre el 75 a 80 %. Su punto seco es de 130-145 °C (destilación completa).

d) Nafta de motores.

Está constituida por una mezcla de hidrocarburos saturados, no saturados, aromáticos y nafténicos en proporción variable de acuerdo con el petróleo del cual se ha partido. Destila entre 40-45 °C y 180-225 °C.

Una nafta de buena calidad es aquella que contiene suficientes compuestos volátiles que permitan el arranque fácil del motor, pero que su proporción no sea demasiado elevada para producir una marcada evaporación.

La nafta de automóviles es de color amarillo. Comienza a destilar entre 35 y 40 °C; a 100 °C destila el 25 % como mínimo y a 150 °C el 70 %. Su punto seco es de 250 °C, como máximo. Su peso específico es 0,740 a 0,755.

PRÁCTICA Nº 33. Nafta de automotores.

Tomar nafta de automóvil y realizar con ella un proceso de destilación semejante al del petróleo (cuidado que es extremadamente inflamable). Comprobar que cumple las especificaciones descriptas. Verificar su peso específico y que su temperatura de inflamación es menor de cero grados.

•) Nafta para pinturas y barnices (aguarrás mineral).

Es un líquido incoloro. Hasta los 150 °C sólo destila el 10 %; hasta 190 °C menos del 80 % y a 200 °C menos del 90 %. Se emplea como diluyente en la industria de pinturas y barnices.

Existen otros tipos de naftas pero para usos muy restringidos. Por ejemplo, naftas para tractores, etc.

QUEROSENE

Es la fracción del petróleo que destila entre 150 y 175 °C. Es un líquido incoloro o ligeramente amarillo.

Está constituido por la mezcla de hidrocarburos de nueve a diecisiete átomos de carbono (nonano a heptadecano). Su peso específico varía de acuerdo con sus constituyentes. Los formados con hidrocarburos saturados varían entre 0,790 y 0,815 y constituyen el mejor combustible para iluminación. Si poseen hidrocarburos aromáticos y nafténicos su peso específico aumenta.

PRÁCTICA Nº 34. Propiedades físicas del querosene.

Determinar si un querosene para iluminación responde a las características señaladas anteriormente. Observar su color, determinar su peso específico y efectuar su destilación con extremo cuidado. Determinar su punto de inflamación y combustión, por los procesos señalados en las prácticas anteriores. Comprobar que es de reacción neutra con papel de tornasol.

Su punto de inflamación debe ser mayor de 40 °C (la gasolina y la nafta se inflaman a temperaturas inferiores a 0 °C; algunas naftas como el aguarrás mineral se inflaman a 25-40 °C).

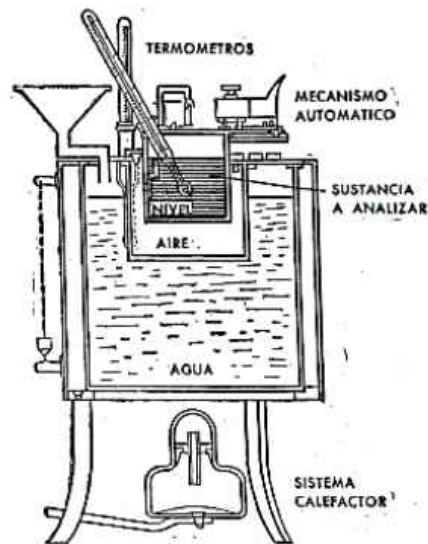


FIG. VIII-17. — APARATO DE PENSKY-MARTENS

El aparato de Pensky-Martens se utiliza, frecuentemente, para determinar el punto de inflamación y de combustión de un líquido (por ej. petróleo, aceites, querosene, etc.). La sustancia a analizar se calienta, indirectamente, por medio del baño de agua. Cada medio grado de aumento de temperatura de la sustancia se abre una pequeña ventanita de la tapa del aparato por donde penetra una llama encendida por el mecanismo automático que posee. Se lee así el punto de inflamación y de combustión de la sustancia desanda cuando se observa una pequeña inflamación sobre su superficie o cuando continua por sí sola su combustión, respectivamente.

El querosene para iluminación es un líquido de color rosado (por coloración). Comienza a destilar a temperaturas mayores de 150 °C y a 200 °C destila el 35 %, como mínimo. Su punto seco es 275 °C, como mínimo. Su punto de inflamación debe ser mayor de 40 °C (en el aparato Tag).

El querosene se emplea en la iluminación (en lugares sin electricidad), para calefacción doméstica, para combustibles de ciertos motores, etc.

GAS OIL

Es la fracción del petróleo que destila entre 275 y 320 ° C.

Es un líquido de color amarillo, peso específico 0,842 a 0,848 y punto de inflamación superior a 50 ° C.

Se lo utilizaba para preparar gas iluminante (de ahí su nombre). Se usa, en las refinerías, para crackearlo y obtener nafta. Se emplea como combustible de motores Diesel, como absorbente en determinados procesos industriales, etc.

FUEL OIL

Es la fracción del petróleo que se obtiene como residuo luego de haber separado, por destilación, nafta, querosene y gas oil.

Hasta hace pocos años se utilizaba como fuel oil el residuo obtenido en la destilación primaria (topping). Actualmente esta es la materia prima para la destilación secundaria (cracking) y el residuo que en esta última se obtiene es el verdadero fuel oil.

El fuel oil de cracking es de menor viscosidad y por ende de mayor valor como combustible.

Es un líquido negro, muy viscoso cuyo nombre varía de acuerdo con el país. De ahí que también se designe mazut, pakura, etc.

Se emplea como combustible directo en quemadores o bien para obtener fuerza motriz en motores Diesel. Es, además, una materia prima de gran valor pues permite obtener aceites lubricantes, parafina, vaselina, asfalto y naftas de cracking.

PETROLEO SINTETICO

VIII. 22. Generalidades.

En aquellos países de poca producción de petróleo (como los de Europa) se estudió, desde hace muchos años, la posibilidad de obtener petróleos sintéticos y con ellos los subproductos más importantes.

Friedrich Bergius, en 1913, ideó un procedimiento consistente en una hidrogenación destructiva de aceites pesados, trabajando a presiones elevadas. Este gran químico alemán (premio Nobel de Química en 1931) patentó su procedimiento para transformar la

hulla en un compuesto de características muy similares al petróleo. Su método, sin embargo, producía naftas de poca graduación octánica y muy poco volátiles.

Sus estudios fueron objeto de numerosos trabajos y en 1916 se instaló, en su país, una fábrica que alcanzó a elaborar 475 Kgr de petróleo sintético por tonelada de hulla empleada. En 1930 su

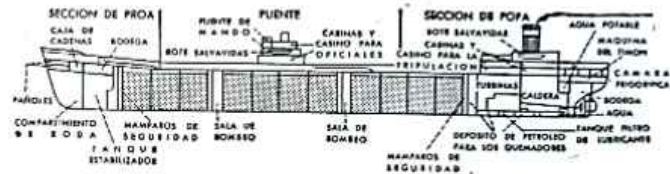


FIG. VIII-18. — SECCION DE UN BUQUE PETROLERO

proceso fue extendiéndose considerablemente y en 1940, la fábrica alemana de Leuna produjo 200.000 toneladas de nafta sintética. F. Bergius murió en nuestra ciudad, Buenos Aires, a mediados del año 1949.

La I. G. Farbeindustrie mejoró ostensiblemente el proceso original de Bergius y al igual que el método Fischer-Tropsch generan hoy productos de diferentes tipos y gran calidad.

Estos procesos consisten en hidrogenar (a temperaturas elevadas y con presión), en presencia de catalizadores especiales, fracciones de petróleo de baja calidad o alquitrán de hulla.

Los hidrocarburos de peso molecular elevado, en estas condiciones, rompen sus moléculas originando fracciones livianas que se hidrogenan produciendo hidrocarburos parafínicos de muy bajo número de átomos de carbono. El producto obtenido tiene la particularidad de no poseer, prácticamente, compuestos no deseables pues el nitrógeno, oxígeno y azufre presentes en la materia prima se convierten en sustancias gaseosas como amoníaco, agua y ácido sulfídrico.

El denominado petróleo sintético genera, por posterior destilación, nafta, gas oil y un residuo que por nueva destilación produce aceites tipo lubricantes, parafina y un asfalto sintético.

Con estos métodos se pue

Los hidrocarburos no saturados son más antidetonantes que los correspondientes hidrocarburos saturados. Los nafténicos son, también, más antidetonantes que los parafínicos. Los aromáticos son los que poseen mayor número de octano.

Para conferirle a las naftas propiedades antidetonantes se agregan hidrocarburos aromáticos. Mezclando naftas de cracking (ricas en hidrocarburos no saturados) y naftas de topping (detonantes por los hidrocarburos saturados que poseen) se logran también naftas de poder antidetonantes.

Para evitar la detonancia se suelen agregar, con gran éxito, algunas sustancias como el plomo tetra etilo que es el mejor (se añaden 0,75-3 cm³ por cada 3,75 litros de nafta). Otra sustancia es el "ethyl fluid" que es una mezcla de di bromo-1-2 etano, dicloro 1-2 etano y plomo tetra etilo en un 63,3 %. El di bromo etano se agrega para transformar el plomo, del tetra etilo, en bromuro de plomo volátil en la combustión, evitando así su toxicidad.

Las naftas obtenidas por los procesos de polimerización, alquilación, etc., ya explicados, son naftas de elevado número de octano (antidetonantes).

EL PETRÓLEO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

VIII. 24. Generalidades.

La República Argentina se halla, actualmente, en un ambicioso plan de producción petrolífera. Mes a mes es dable observar, por medio de las estadísticas, el aumento de producción de crudo y sus subproductos. Incluso se ha llegado, por primera vez en la historia de nuestro país, a exportar combustible (Diciembre de 1961).

Los yacimientos de nuestro país se agrupan, fundamentalmente, en cinco regiones, las que por orden de importancia actual, son:

- a) Zona de Comodoro Rivadavia.
- b) Zona de Mendoza.
- c) Zona de Plaza Huincul.
- d) Zona de Salta.
- e) Zona de Tierra del Fuego.

a) La zona de Comodoro Rivadavia está constituida por una serie de yacimientos que se encuentran en la parte sur de la Provincia de Chubut (sobre la costa del Océano Atlántico) y que se extienden

hasta penetrar en la Provincia de Santa Cruz. Es la zona de mayor producción de petróleo del país.

Los yacimientos más importantes de esta zona son: Caleta Cordova, Restinga Ali, Colonia Sarmiento, Cerro Dragón y Anticinal Grande (en la Prov. de Chubut) y Cañadón Seco, Cañadón León, Caleta Olivia y El Cordón (en la Prov. de Santa Cruz).

El petróleo de esta zona es de base asfáltica.

b) La zona de Mendoza está constituida por una serie de yacimientos que se hallan en la parte media y superior de la provincia del mismo nombre.

Sus principales yacimientos son: Río Tunuyán, Barrancas, Tupungato, Punta de la Barda y El Sosneado.

El petróleo de esta zona es de base asfáltica.

c) La zona de Plaza Huincul está constituida por una serie de yacimientos ubicados en la zona media de la Provincia de Neuquén y cercanos a la frontera con la Provincia de Río Negro.

Los yacimientos más importantes son: Gral. San Martín, Chahaco, Central, Cerro Bandera, Plaza Huincul y Loma Negra.

El petróleo de esta zona es de base parafínica.

d) La zona de Salta está constituida por una serie de yacimientos ubicados en la zona norte de la Provincia del mismo nombre, en las cercanías de la frontera con la República de Bolivia.

Los yacimientos más importantes son: Campo Durán, Madrejonas, Vespucio, Tranquitas y Aguas Blancas.

Es el petróleo mas liviano y de mejor calidad de los que actualmente se extraen de nuestro suelo.

e) La zona de Tierra del Fuego es la de más reciente explotación. Está constituida por una serie de yacimientos ubicados en la costa del Océano Atlántico.

Sus yacimientos más importantes son: Río Grande y Arroyo Gama.

El petróleo de esta zona

CS

La producción de estas cinco zonas, en los años 1959 y 1960, ha sido:

ZONA	Año 1959	Año 1960
Comodoro Rivadavia	2.858.687 m ³	5.513.993 m ³
Mendoza	1.770.388 m ³	2.446.035 m ³
Plaza Huincul	1.010.709 m ³	1.015.003 m ³
Salta	446.323 m ³	905.296 m ³
Tierra del Fuego	1.245 m ³	268.070 m ³

Total General: 7.087.352 m³ 10.168.397 m³

La explotación petrolífera, en nuestro país, se halla a cargo del Estado (por intermedio de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Y.P.F.) y de compañías particulares. Y.P.F. realiza la explotación de la mayor parte de las zonas antes indicadas. Por su parte, las empresas particulares que actúan en nuestro país son:

ESSO. S.A.P.A. y ESSO Arg. Inc. (de EE.UU.) en la zona media de la Prov. de Neuquén.

SHELL Production Co. of Arg. Ltd. (del Reino Unido) en la zona del sud de la Prov. de Bs. As. y este de la Prov. de Río Negro.

Compañía ASTRA (de la Argentina) en la zona del sud de la Prov. de Chubut.

CARL M. LOEB, RHOADES y Cia. (de EE.UU.) en la zona media superior de la Prov. de Mendoza y noroeste de la Prov. de Santa Cruz.

PANAMERICAN INTERNATIONAL OIL Co. (de EE. UU.) en la zona sur de la Prov. de Chubut hasta el norte de la Prov. de Santa Cruz.

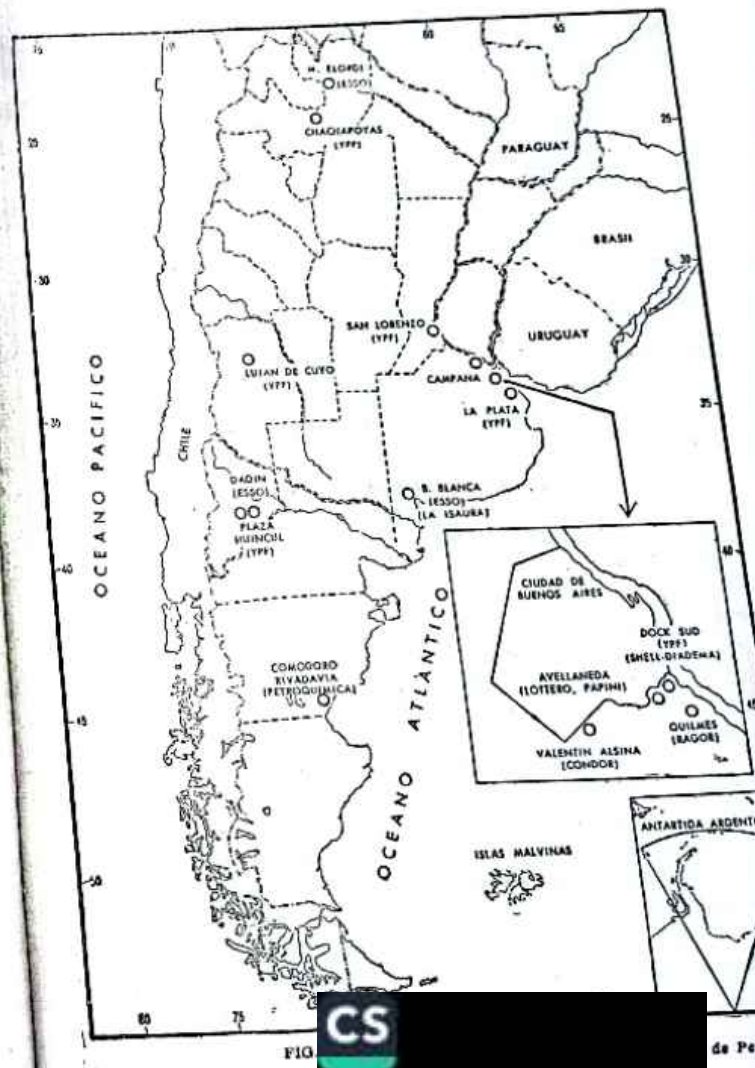
UNION OIL COMPANY (de EE. UU.) en la zona sur y media oeste de la Prov. de Chubut y zona noroeste de la Prov. de Santa Cruz.

S.A.I.P.E.M. (ENI) (de Italia) en la zona noroeste de la Prov. de Santa Cruz.

KERR-MC. GEE OIL INDUSTRIES S.A. (EE.UU.) en la zona noroeste de la Prov. de Santa Cruz.

SOUTHEASTERN DRILLING Co. OF ARG. S.A. (EE. UU.) en la zona noroeste de la Prov. de Santa Cruz.

y TENNESSEE ARGENTINA S.A. (EE. UU.) en la zona norte, media y sud superior de la Prov. de Tierra del Fuego.



CAPÍTULO XI

FERMENTACIÓN

Generalidades. — Evolución del concepto de fermentación. — División de los fermentos. — Nomenclatura de las enzimas. — Clasificación de las enzimas. — Catálisis, acciones diastáticas y fermentación. — Acciones inactivantes de las enzimas. — Fermentos seleccionados. — El proceso de la fermentación. — Generalidades sobre la industria del etanol. — Obtención del etanol. — Industrias fermentativas derivadas: generalidades. — Generalidades sobre vino. — Obtención. — Conservación y envasamiento. — Composición. — Clasificación. — Industria de la cerveza: generalidades. — Obtención. — Composición. — Etanol: generalidades. — Estado natural. — Preparación. — Propiedades. — Usos. — Alcohol absoluto (anhidro). — Alcohol desnaturalizado. — Carburantes. — Bebidas destiladas. — Fermentación cetobutílica. — Butanol-1. — Generalidades sobre alcoholismo.

XI. 1. Generalidades.

Se denomina *fermentación* (del latín *fervere*: hervir) a la descomposición de sustancias, generalmente de peso molecular elevado, producida por la acción de microorganismos y que conduce a la obtención de compuestos más sencillos.

La fermentación se produce casi siempre con desarrollo de calor y formación de productos gaseosos, cuyo desprendimiento puede llegar a semejar una ebullición.

Los microorganismos empleados en la fermentación incluyen levaduras, bacterias y hongos, es decir, vegetales inferiores, monocelulares y sin clorofila.

Esos microorganismos producen los denominados *fermentos* o *enzimas* (del griego *zyme*: levadura) los que originan la fermentación.

Los fermentos actúan como verdaderos catalizadores biológicos (son elaborados por organismos vivos) ya que una cantidad muy

pequeña de ellos es capaz de fermentar cantidades apreciables de sustancia.

Para que la acción de las enzimas sea eficiente, es necesario *trabajar* a temperaturas definidas, con un medio de reacción adecuado y con concentraciones determinadas de la sustancia a transformar.

Las enzimas actúan *selectivamente*, es decir, que cada una de ellas fermenta una sustancia de composición determinada o bien un grupo de sustancias de constitución química análoga.

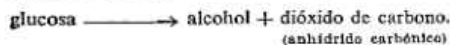
XI. 2. Evolución del concepto de fermentación.

Si bien la preparación de bebidas alcohólicas es conocido desde hace miles de años, el esclarecimiento del proceso de fermentación es relativamente moderno.

VAN HELMONT, a mediados del siglo XVII, indicó que en la fermentación alcohólica se desprendía un gas, produciendo con ello un importante progreso en la investigación del fenómeno.

MAC BRIDE, en 1764, demostró que el gas desprendido era anhídrido carbónico.

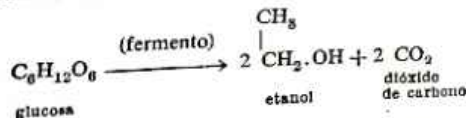
A. L. LAVOISIER, en 1789, señaló y comprobó que en la fermentación del azúcar se producía alcohol y anhídrido carbónico. Indicó, además, que al igual que en todos los fenómenos químicos dicho proceso podía ser expresado mediante una reacción química:



Fue el iniciador del *concepto químico* de la fermentación, mantenido por otros investigadores.

GAY LUSSAC, basado en las investigaciones de sus predecesores indicó en 1810 que para efectuar la fermentación alcohólica se necesita la presencia de un fermento particular, de naturaleza animal, y de un material sacarina.

Representó la fermentación por sus verdaderas fórmulas:



pero opinó que era indispensable la presencia de oxígeno para que ésta se realizara.

CAGNIARD DE LATOUR, en 1836, y el Dr. SCHWANN, en 1837, señalaron que la causa de la fermentación alcohólica era la presencia de levaduras que se multiplican en el medio donde se hallan y que *sólo en estado viviente* ejercen acción sobre el azúcar.

Inician así el *concepto vitalista* de la fermentación.

J. BEZELIUS, en 1839 afirmó que la acción del fermento era simplemente la de catalizar la reacción, es decir que permanecía inalterado al finalizar el proceso. Fija el *concepto catalítico* de la fermentación.

JUSTUS LIEBIG, en 1839, sostuvo que el fermento era una sustancia nitrogenada pero fácilmente descomponible, liberando en su descomposición energía, la que actuaba desdoblando la sustancia fermentescible.

Las *ideas vitalísticas* de LATOUR y SCHWANN se impusieron como consecuencia de los experimentos realizados por LUIS PASTEUR, quien en 1857 demostró que la levadura descompone el azúcar a consecuencia de su actividad vital.

Pasteur, indicó que:

1º) En toda fermentación hay presentes microorganismos vivientes.

2º) La fermentación es un fenómeno que acompaña a la vida de dicho organismo, pues según sus palabras "principia con él y acaba con él".

3º) Existen organismos que actúan en presencia del oxígeno del aire (*aerobios*) y otros (*anaerobios*) que realizan la fermentación en su ausencia. Estos últimos fijan el oxígeno necesario de las sustancias que se encuentran en sus cercanías (por ejemplo, azúcar) transformándolo en alcohol y dióxido de carbono.

4º) Que la fermentación acética, butírica, láctica y ureica son producidas, al igual que la alcohólica, por la acción de microorganismos.

MARCELINO BERTHELOT, a mediados de 1860, extrajo de la levadura una sustancia que desdoblaba la sacarosa en glucosa y levulosa, pero no pudo extraer el principio causante de la fermentación de dichos azúcares.

E. BÜCHNER, en 1897, modificó la teoría de Pasteur y pudo realizar las fermentaciones *en ausencia de células vivas*. Para ello trituró la levadura con arena con el objeto de romper sus membranas celulares. La papilla resultante fue sometida a gran presión y el jugo celular que se obtuvo se separó, por filtración cuidadosa, de las células que podía contener en suspensión. Demostró que en el líquido así obtenido no se encontraban células, ni protoplasma vivo; pero que, sin embargo, podía realizar una viva fermentación de una solución azucarada. A la sustancia presente en el líquido (una enzima) Büchner la denominó *zimas*.

Comprobó de esta manera definitivamente la independencia entre las acciones fermentativas y la vida de los microorganismos y fijó el *concepto diastásico* de la fermentación.

Por consiguiente:

Las levaduras, hongos o bacterias (denominados fermentos figurados) no actúan directamente en los procesos de fermentación. Su acción es la de segregar sustancias activas, denominadas diastasas, enzimas o fermentos solubles, que son los causantes directos de la fermentación.

XI. 3. División de los fermentos.

Los fermentos se dividen en:

- a) *Figurados u organizados.*
- b) *Orgánicos: diastasas, enzimas o fermentos solubles.*

a) FERMENTOS FIGURADOS.

Los fermentos figurados u organizados son microorganismos que puestos en presencia de ciertas sustancias orgánicas y en condiciones favorables, viven y se desarrollan transformándolas en compuestos más sencillos.

Dentro de ellos consideramos:

- 1) *Bacterias (también denominados microbios).*
- 2) *Hongos (Dentro de los cuales se hallan las levaduras).*

1) Bacterias.

Las bacterias son microorganismos vegetales, unicelulares, desprovistos de clorofila, microscópicos (de longitud variable de 1 a 5 micrones) o ultramicroscópicos (de longitud menor a 1 micrón).

Se dividen en su desarrollo por *bipartición*, efectuándose ésta en un plano perpendicular al cuerpo de la bacteria, originándose dos células. La mayoría son *móviles* si bien algunas pueden ser *inmóviles*.

Según su morfología, es decir su forma, se dividen fundamentalmente en:

Bacterias esféricas (llamadas cocos)

por ejemplo: *Micrococcus ureae*.

Bacterias cilíndricas (llamadas bastones o bacilos)

por ejemplo: los *Lactobacillus* y los *Acetobacter* o bacterias acéticas.

Bacterias espiraladas (llamados espirilos,
por ejemplo: los *Spirillum*.

En cuanto a las condiciones de vida diremos que no existe un medio ideal para el desarrollo de todas las bacterias.

La mayoría de las bacterias carecen de capacidad para sintetizar los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas por lo que se desarrollan, únicamente, en medios que los posean. Se denominan *heterotróficas*.

Por el contrario, las *autotróficas* no emplean más que materias minerales, sintetizando a partir de compuestos simples (carbonatos, nitratos, anhídrido carbónico, etc.) las sustancias que necesitan para su desarrollo.

Independientemente de lo indicado las bacterias pueden ser:

aerobias.
anaerobias.

Las primeras, entre las que se halla el *Micoderma aceti*, se desarrollan en *presencia de aire*; las anaerobias, por el contrario, sólo lo hacen en *ausencia de aire*. Por ejemplo: el *Bacillus amilobacter*.

La temperatura ideal para el desarrollo de las bacterias varía de acuerdo con el microorganismo considerado. Las *termófilas* lo hacen entre 50 y 60 °C; las *mesófilas* entre 30 y 37 °C y las *psicrófilas* a 10 °C y aún menos.

A 70 °C la gran mayoría de las bacterias se destruyen.

2) Hongos.

Son organismos vegetales, mono o pluricelulares, que carecen de clorofila, por cuya razón son *saprófitos*, es decir, tienen que vivir sobre sustancias orgánicas formadas por otros organismos.

Pueden reproducirse por *bipartición* y en algunos casos por conjugación de células diferenciadas. Este último proceso se denomina *reproducción sexual*. El primero, *asexual*.

El grupo de hongos más importante, lo constituye las *levaduras* (del latín *levare*: levantar). Estos son organismos monocelulares de 5 a 8 micrones de longitud y de forma ovoide. Se reproducen por *bipartición*. Son aerobias o anaerobias, es decir, *mixtas*. En presencia de aire descomponen los azúcares en CO_2 y H_2O . Actuando en forma

anaeróbica (sin oxígeno) fermentan los azúcares produciendo alcohol y CO_2 .

Es ejemplo de levadura el *Saccharomyces cerevisiae* o levadura de cerveza.

b) FERMENTOS ORGÁNICOS: DIASTASAS, ENZIMAS O FERMENTOS SOLUBLES.

Las enzimas o fermentos son sustancias de naturaleza proteica, con actividad catalítica y producidas por los microorganismos.

Las sustancias sobre las cuales actúan las enzimas se denominan *substratos*. Ejercen su acción, independientemente de la existencia de elementos celulares vivos.

En solución son más sensibles, a la acción del calor, que en estado seco.

Ciertas enzimas son segregadas por las células de los microorganismos como *zimógenos*. Este luego se transforma, por acción de otra sustancia, en la enzima activa. Así, por ejemplo, la pepsina (presente en el jugo gástrico) es segregada por la mucosa gástrica como *pepsinógeno* (estado inactivo) el que en presencia del ácido clorhídrico presente en el jugo gástrico se transforma en *pepsina* (estado activo).

XI. 4. Nomenclatura de las enzimas.

Para designar las enzimas, actualmente se hace finalizar en la partícula "asa" el nombre del sustrato sobre el cual actúan.

Por ejemplo:

ureasa	SUBSTRATO SOBRE EL QUE ACTÚAN
ENZIMA	
lactasa	sacarosa lípidos lactosa
sacarasa	
lipasa	

Sin embargo algunas enzimas conservan sus nombres clásicos como la tripsina, pepsina, etc.

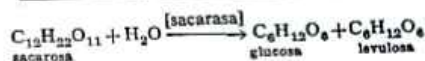
XI. 5. Clasificación de las enzimas.

La clasificación más exacta es la que las agrupa según la naturaleza de la acción que ejercen sobre el sustrato. Los grupos más importantes son:

1. HIDROLASAS.

Descomponen el sustrato, en sustancias de menor peso molecular, por fijación de agua. Es decir, producen hidrólisis. Por ejemplo:

ENZIMAS	SUSTANCIA QUE HIDROLIZA
amilasa	almidón, glucógeno.
lipasa	ésteres del glicerol (lípidos).
lab o cuajo	diversas proteínas (caseína de la leche)
ureasa	urea
etc.	



2. ENZIMAS FOSFORILANTES.

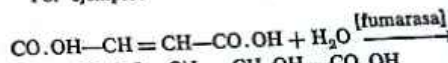
Transfieren ácido fosfórico de una molécula a otra o bien fosforilan el sustrato. Por ejemplo:

ENZIMAS	SUSTANCIA SOBRE LA QUE ACTÚAN
fosforilasas nucleosidasas etc.	almidón o glucógeno nucleósidos

3. ENZIMAS QUE DETERMINAN FIJACIÓN DE AGUA EN EL SUBSTRATO (SIN INTRODUCIR HIDRÓLISIS).

ENZIMAS	SUSTANCIA SOBRE LA QUE ACTÚAN
fumarasa anhidrasa carbónica etc.	ácido fumárico anhidrido carbónico

Por ejemplo:



remos, fundamentalmente:

- a) *Industria del vino.*
- b) *Industria de la cerveza.*

INDUSTRIA DEL VINO

XI. 13. Generalidades sobre vino.

Se denomina vino a la bebida obtenida por fermentación alcohólica de los jugos (zumos) de uva fresca.

En nuestro país la provincia de Mendoza es la mayor productora de vinos. Le siguen San Juan y Río Negro. Se elaboran vinos, además, en La Rioja, Catamarca, Neuquén, Jujuy, Salta y aún en la provincia de Buenos Aires.

El proceso fermentativo del jugo de uva se efectúa sin la necesidad del agregado de levadura, pues en el mismo líquido azucarado de la uva hay presente naturalmente, los microorganismos necesarios para realizarla.

XI. 14. Obtención del vino.

Se denomina corrientemente *vinificación* al proceso por el cual se elabora un vino. Este comprende:

- a) Vendimia o recolección de la uva.
- b) Estrujado.
- c) Corrección de los mostos.
- d) Fermentación.
- e) Descubado.
- f) Prensado del orujo.
- g) Envejecimiento y añejamiento del vino.
- h) Clarificación y filtración de los vinos.
- i) Corrección de los vinos.

Si bien el proceso de obtención de vino tinto o blanco es semejante en todas sus partes, la diferencia fundamental reside en la fermentación.

Los vinos blancos pueden obtenerse de uvas blancas o bien de uvas tintas. Empleando estas últimas la fermentación se realiza en presencia del mosto, únicamente. Para ello se le eliminan el raspón, el hollejo y las pepitas que contienen la materia colorante que hace al vino, tinto. Partiendo de uvas blancas esta separación no es necesaria, si bien en los finos vinos blancos se realiza igualmente.

Los vinos tintos se obtienen fermentando el mosto en presencia del hollejo y de las semillas. Puede efectuarse sin el raspón o bien con él.

a) VENDIMIA O RECOLECCIÓN DE LA UVA.

Cuando la uva está madura (lo que se aprecia por los caracteres exteriores del racimo) se procede a efectuar su recolección. Los racimos se cortan con cuchillo o mejor con tijeras de vendimia, con muelle, que presentan la ventaja de no sacudir ni desgranar el racimo. Al mismo tiempo estas tijeras separan los granos malos de los buenos.

El racimo cortado se coloca en recipientes de madera u hojalata donde el vendimiador separa las uvas no maduras o enfermas de las sanas y maduras.

El racimo está formado por dos partes: la *raspa*, *raspón* o *escobajo* y el *grano*. El primero tiene por objeto actuar de soporte del grano. Contiene taninos.

El grano está constituido por: el *hollejo* o *piel*, la *pulpa* y la *semilla* o *pepita*. El hollejo recubre a la pulpa. En él se hallan las levaduras y otros microorganismos que producen enfermedades al vino. Contiene además la materia colorante y tanino.

La pulpa está constituida, fundamentalmente, por un líquido denominado *mosto*, que posee los azúcares fermentables necesarios para originar el vino.

Las pepitas contienen aceite y tanino, entre otras sustancias.

La uva se transporta luego a la bodega para obtener vino.

b) ESTRUJADO.

Consiste en aplastar la uva. De esta forma se separa la pulpa del hollejo y el mosto se pone en contacto con el raspón y el hollejo, que contienen las levaduras necesarias para la fermentación. Este proceso se realiza en centrifugas especiales que no rompen la semilla ni fraccionan en exceso el hollejo.

En la elaboración de vinos blancos las uvas se presan inmediatamente después del estrujado o luego de transcurrir 12 a 36 horas. Se emplean prensas continuas que separan las rasas y el hollejo del mosto.

En la elaboración de vinos tintos, por lo general, este prensado se realiza después de la fermentación.

El mosto prensado es, fundamentalmente, el jugo proveniente de la pulpa de la uva. Está compuesto, principalmente, por: agua (70 a 80 %); materias azucaradas (dextrosa o glucosa y fructosa o levulosa) algunos ácidos libres como el málico, tartárico, tánico y ciertas sales: sulfatos, forfatos

nerales y colorantes vegetales naturales como la enocianina o enina, presente en las uvas tintas.

c) CORRECCIÓN DE LOS MOSTOS.

Antes de efectuar la fermentación es necesario que el mosto no presente exceso o deficiencia de algunos de sus componentes normales. Estos mostos defectuosos pueden originarse por uvas que hayan sufrido inclemencias climáticas o el ataque de ciertos microorganismos.

Lo fundamental es corregir si hay falta de azúcares o bien si la acidez es excesiva. Fermentando mostos con poco azúcar se obtendrán vinos de poco sabor y grado alcohólico bajo. Los mostos ácidos dan vinos desagradables al gusto.

Si los mostos son pobres en azúcar se permite el agregado de mosto concentrado. Por lo general la acidez excesiva no se combate (salvo que sea muy elevada) pues asegura que en la fermentación no se desarrollen otros microorganismos indeseables.

d) FERMENTACIÓN.

El mosto corregido, si hubiese sido necesario, se envía a las cubas de fermentación, generalmente de madera. Allí el líquido se mantiene durante 7 a 8 días a una temperatura entre 15 a 25 °C lo que origina una buena fermentación.

Durante la misma actúan las levaduras presentes naturalmente en el mosto y al cual han llegado en el estrujado. Las levaduras fundamentales son el *Saccharomyces ellipsoideus* y el *Saccharomyces apiculatus*.

Durante este proceso denominado *fermentación principal* el azúcar sufre su transformación en alcohol etílico y anhídrido carbónico.

Este último se desprende en forma tumultuosa y arrastra a la superficie restos sólidos del hollejo o de la uva, que pudieran estar presentes, formando el "sombbrero". El sombrero debe sumergirse 5 o 6 veces por día (empleando palos especiales) para obtener una fermentación regular.

Cuando la fermentación tumultuosa cesa (pues el desprendimiento de CO₂ es mínimo) se procede al descubado.

En la fermentación del mosto, además de etanol y dióxido de carbono, se origina: glicerina, ácido acético y algo de los ácidos superiores, ácido succínico, etanal, un poco de alcoholes superiores, etc.

El olor del vino formado se debe a los alcoholes, aldehídos y otras sustancias originadas en el proceso.

La fermentación de vinos tintos hemos indicado que se realiza en presencia del hollejo y pepitas del grano. Esto se efectúa para que pase al mosto a fermentar, la materia colorante roja que hay en el hollejo y los taninos de las pepitas, que refuerzan la acción colorante de aquél.

Durante la misma puede hallarse presente el raspón o escobajo, que produce vinos de mayor color, o bien eliminarse previamente.

e) DESCOBADO.

Esta operación consiste en separar el vino producido del orujo fermentado. Se realiza cuando el líquido es muy poco dulce y la fermentación principal ha cesado, prácticamente.

Se efectúa por medio de bombas que envían el líquido (denominado vino joven) a toneles donde se realiza la fermentación secundaria, es decir, la transformación en alcohol del azúcar que aún hubiere presente.

f) PRENSADO DEL ORUJO.

El orujo remanente del descubado se prensa inmediatamente, en aparatos especiales, pues el 40-50 % de su peso es vino que posee absorbido. Estas prensas generan vino de escurrido y vino prensado. El primero se incorpora al vino separado en el descubado.

g) ENVEJECIMIENTO Y AÑEJAMIENTO DEL VINO.

El vino joven no es aún apto para consumirlo inmediatamente. Necesita que transcurra un cierto tiempo para adquirir el aroma y el sabor deseado.

Para ello el vino obtenido por descubado se coloca en toneles o barriles limpios en los cuales se completa la fermentación. En estos se mantiene a una temperatura constante de 20 °C. Durante esta *fermentación lenta* se depositan numerosas sustancias (levaduras, trozos de pulpa y hollejo, cremor tártaro, etc.) que constituyen las *heces* del vino. Estas se separan por trasiegos.

Se realizan trasiegos una vez por año hasta que el vino haya sufrido el envejecimiento.

Los vinos de baja calidad antes de los tres años.

Los vinos de calidad mediana requieren dos o tres años de envejecimiento y una conservación en botella de diez años, aproximadamente.

Los buenos vinos se envejecen durante tres a diez años y sufren un añejamiento, en botella, de veinte a cuarenta años.

Durante esta operación el alcohol etílico se combina con los ácidos presentes originando diversos ésteres, que junto con las escencias producen el *bouquet* característico.

b) CLARIFICACIÓN Y FILTRACIÓN DE LOS VINOS.

Con el objeto de dar al vino la limpidez y el brillo necesario se le agregan sustancias clarificantes. Algunas de ellas, como la arc-

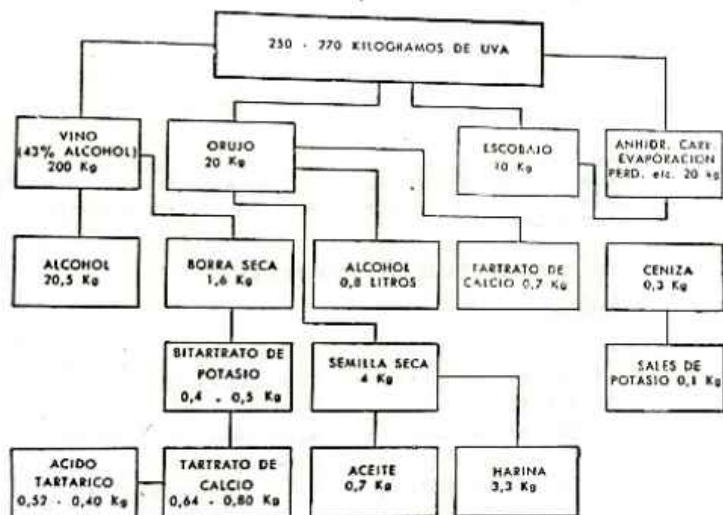


FIG. XI-5. — PRODUCTOS OBTENIDOS A PARTIR DE LA UVA.

na o el caolín, actúan mecánicamente arrastrando en su caída a los componentes que enturbian el vino.

Otros clarificantes (como la albúmina de huevo, gelatinas, caseína y sangre) coagulan al ser añadidos al vino, por reaccionar con

el tanino o bien por el medio alcohólico o ácido del mismo. Arrastran así las impurezas. Estos últimos tipos de clarificantes son los más utilizados.

Finalmente los vinos se filtran a través de filtros de tela, celulosa, amianto o porcelana con el objeto de separar los clarificantes y las lieces.

i) CORRECCIÓN DE LOS VINOS.

Son operaciones que se realizan con el objeto de dar al producto las características deseadas.

Así, si el grado alcohólico es bajo se aumenta agregando etanol de 95° o bien concentrando el vino. Si es alta el vino se mezcla con otro más débil.

Si la acidez es baja se agrega, preferentemente, ácido cítrico.

Si el color del vino tinto es ténue se añade enina u otro vino de mayor color. También puede modificarse artificialmente el azúcar presente, el tanino, etc.

XI. 15. Conservación y envasamiento de los vinos.

Con el objeto de impedir que el vino se desmejore por el desarrollo de microorganismos indeseables, se conservan por varios procesos.

Pasteurización.

Consiste en calentar toda la masa del vino a 60° C durante 2 minutos. Se destruyen así todos los gérmenes que pudieran hallarse. Luego se enfrían.

Se envasan en recipientes de madera esterilizados a presión o bien en botellas de vidrio lavadas con agua potable y calentadas a 96-98° C.

Azufrado.

El anhídrido sulfuroso es el antiséptico más utilizado. En nuestro país se permite un máximo de 320 miligramos de SO₂ total por litro de vino.

Se utiliza en forma de gas (quemando azufre) o bien líquido, lo que es más conveniente por poder calcularse mejor la cantidad agregada.

Los envases lavados y escurridos se tratan con 3 a 5 g de azufre por hectolitro, azufrándolos cada dos meses.

Las bodegas y las cubas, cerradas, se desinfectan quemando 2 g de S por metro cúbico de capacidad.

Actualmente también los mostos se azufran (hasta 15 mg por litro) con anhídrido sulfuroso pues actúa como desinfectante y además como acelerador de la fermentación.

XI. 16. Composición de los vinos.

Es muy variable conforme al tipo de vino. Su mayor componente es el agua (84 a 92 %). Su proporción de alcohol, en volumen, es:

Vinos de mesa	8-10 %
Vinos fuertes	11-13 %
Vinos muy fuertes	13-15 %
Vinos de postre	15-18 %

Además, los vinos contienen:

Alcoholes superiores (aceite de fusel) 0,13-0,26 ml/litro	
Glicerina	7-14 % del alcohol, en peso
Ácido succínico	1 g/litro
Ácido acético	0,4-0,8 g/litro
Ac. málico, tartárico, carbónico, etc.	0,1 a 2 g/litro
Taninos, ésteres, materias minerales, etc.	0,2 a 5 g/litro

PRÁCTICA Nº 47. Destilación de un vino.

En un balón de 1 litro colocar 200 ml de vino. Conectar el mismo a un refrigerante por donde circula, en contracorriente, agua fría. Calentar suavemente el balón a los efectos de evitar una ebullición tumultuosa. Recoger el líquido destilado en una probeta que se coloca en el extremo libre del refrigerante. Cuando ha destilado 100 ml de líquido detener el proceso. Observar que el líquido obtenido es incoloro. En él se halla presente todo el alcohol etílico que contenía el vino, agua (en su mayor parte) y los ésteres que comunican aroma al vino. Completar con agua, agregada a la probeta, un volumen igual al inicial de vino (100 ml). Introducir en la misma un alcoholímetro (tipo Gay Lussac). Observar, por el valor que indica el alcoholímetro, que porcentaje de alcohol, en volumen, contenía el vino ensayado.

Los alcoholímetros de Gay Lussac son densímetros cuya escala indica, directamente, la proporción de alcohol presente en un líquido. Puede comprobarse que en el destilado obtenido hay etanol ensayando sus propiedades características.

XI. 17. Clasificación de los vinos.

Por su color se dividen en:

Vinos blancos.
Vinos tintos.

Cada uno de estos grupos se subdividen, a su vez, en:

- Vinos de pasto.
- Vinos de mezcla.
- Vinos de lujo.

Los vinos de pasto son los comunes de mesa. No son dulces ni alcohólicos y de sabor seco.

Los vinos de mezcla son ricos en algunos componentes. Se denominan, también, vinos de *coupage*. Los tintos son ricos en alcohol y color. Los blancos en alcohol y extracto.

Los vinos de lujo poseen algún componente en exceso, por lo cual se consumen en pequeñas dosis. Comprenden tres clases: vinos dulces, vinos alcohólicos y vinos espumantes.

Son ricos en azúcar, alcohol o azúcar y alcohol. Se obtienen agregando a los mostos: alcohol, mosto concentrado, azúcar, etc.

Son ejemplos el vino dulce natural, el vino generoso seco o dulce (tipo Oporto, Jerez, Málaga, etc.), el vino espumoso o Champagne, etc.

El champagne es un vino espumoso cuya presión, en anhídrido carbónico, no debe ser inferior a dos atmósferas (medido a 0 °C). Este CO₂ se origina en una fermentación secundaria que se produce en el envase, para lo cual se añade, generalmente, sacarosa.

INDUSTRIA DE LA CERVEZA

XI. 18. Generalidades.

La cerveza es una bebida alcohólica, saturada de anhídrido carbónico, y que se prepara por fermentación de suspensiones acuosas de malta de cebada y lúpulo.

Las materias primas utilizadas en la elaboración de la cerveza son:

- Cebada.
- Lúpulo.
- Levaduras.
- Agua.

a) Cebada.

Una buena cebada debe contener 60-62 % de almidón.

b) Lúpulo.

Es la flor hembra del *Humulus lupulus*. Es el principal aroma y sabor característico a la co



c) *Levaduras.*

Se emplean levaduras cultivadas, *Saccharomyces cerevisiae*. Estas se dividen en levaduras de fermentación alta y de fermentación baja. Las primeras operan entre 15-25 °C y las segundas entre 5-10 °C. Las altas ascienden a la superficie del líquido durante la fermentación mientras que las bajas se depositan en el fondo de las cubas.

d) *Agua.*

Se emplea en gran cantidad en diversos procesos de la fabricación. Se usa para humedecer la cebada, para el lavado de las levaduras, recipientes, cañerías, etc. y en el amostamiento de la malta.

XI. 19. Obtención de la cerveza.

El proceso de elaboración de la cerveza, comprende:

- I) Elaboración de la malta.
- II) Preparación del mosto.
- III) Fermentación.
- IV) Trasvasamiento.
- V) Envasado y pasteurización.

I) ELABORACIÓN DE LA MALTA.

La malta es la cebada germinada y torreficada.

La germinación tiene por objeto la formación de *amilasa* o *diastasa*, que posteriormente ha de transformar el almidón de la malta en maltosa (azúcar fermentescible) y dextrina. La torreficación determina la suspensión de la germinación, favorece la conservación de la malta y origina el olor y color característico.

Para preparar la malta primero se procede a la limpieza de la cebada, con aparatos mecánicos. Se separa así el grano del polvo, cardos, etc. Luego se almacena en silos con corriente de aire.

Posteriormente la cebada se trata con agua, a 9-13 °C durante 3 a 5 días, hasta tener un 42-48 % de agua, que es lo necesario para una buena germinación.

Luego la cebada se hace germinar extendiéndola en locales apropiados donde se mantiene durante 8-10 días a una temperatura de 12-16 °C. Cuando la radícula que nace en el grano alcanza a 2 ó 3 veces el largo del mismo, la germinación se detiene.

Finalmente se efectúa la desecación y torrefacción de la malta, que varía conforme al tipo de cerveza a elaborar. Para cervezas blancas la cebada germinada se trata de forma que en 12 horas

elimine su humedad rápidamente (del 42-48 % inicial llega a un 10 %) y luego a 50 °C hasta que la humedad alcance el 3,5 %. Para cervezas negras se trata la cebada germinada durante 24 horas a 30-40 °C y luego, durante 10 horas, a 62 °C.

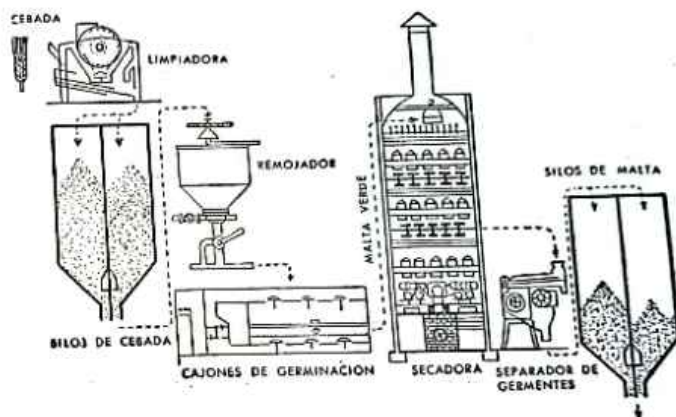


FIG. XI-5. — ELABORACION DE LA MALTA.

(Gentileza de S.A.F.A.C.)

II. PREPARACIÓN DEL MOSTO.

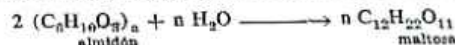
Esta preparación consta de varios pasos:

Molido de la malta.

La malta preparada anteriormente se pasa por molinos especiales donde se reduce a un tamaño conveniente.

Braceado.

Son de dos tipos: por *decocción* para fermentación baja y por *infusión* (para fermentación alta). Es el paso por el cual se produce la sacarificación del almidón de la malta, bajo la acción de la diastasa o amilasa que contiene:



En nuestro país se emplea el proceso de decocción y en la industria moderna el de amostamiento a una decocción. Este consiste en empastar la malta

con agua fría 30 minutos y luego calentarla a 50°C . Se lleva posteriormente a 65°C , se extrae una parte de la mezcla y se envía a una caldera de cocción donde se hace hervir. Esta parte que se ha hervido se agrega nuevamente al recipiente con malta con lo que se logra que toda la masa alcance 75°C . Se mantiene a esta temperatura hasta que la reacción con yodo indique que el almidón se ha saccharificado.

Filtración.

Luego de efectuada la saccharificación el mosto contiene, en suspensión, diversas sustancias. Estas se separan en filtros-prensas, constituyendo la hez de malta. Esta, una vez seca, se emplea para alimentar el ganado.

Cocido.

El mosto filtrado se envía a una caldera de cocción, de cobre, donde se somete al cocido. En ella se agrega el lúpulo (200 gramos por hectolitro) y luego de 45 minutos comienza a calentarse empleando vapor, que produce una agitación intensa de la masa. El cocido dura algunas horas.

Con esta operación se destruye la diastasa presente, se esteriliza el mosto y se logra originar ciertas transformaciones que benefician el sabor y la estabilidad de la cerveza.

Enfriamiento.

Luego del cocido el mosto se envía a través de cedazos filtrantes, que separan las hojas de lúpulo presentes, y de allí a recipientes de hierro (sedimentador) donde se depositan sustancias proteicas coaguladas y el mosto se enfría a 50°C . Luego se pasa por un refrigerador que disminuye su temperatura a $2-5^{\circ}\text{C}$ (para la fabricación de cerveza de baja fermentación) o bien a $12-15^{\circ}\text{C}$ para la cerveza de fermentación alta.

III. FERMENTACIÓN.

El mosto frío se recibe en recipientes especiales donde se le adiciona una papilla espesa de levadura pura, que contiene el *saccharomyces cerevisiae* (medio a un litro por 100 litros de mosto). Luego de 3 horas se lleva a las tinajas de fermentación.

En el proceso de fermentación baja o de fondo, la fermentación comienza luego de 14 a 18 horas de añadida la levadura. El desprendimiento de anhídrido carbónico llega a hacerse tumultuoso y al cabo de seis o siete días se atenúa. Después de nueve a diez días cesa totalmente y el líquido se envía a cubas de reposo donde se produce una fermentación posterior (que descompone la maltosa residual, lentamente) a temperatura de 0°C .

La fermentación alta o de superficie se efectúa entre 2 y 7 días a temperaturas de 15 a 23°C . La mayor parte de la levadura es

arrastrada a la superficie, de donde se separa. La fermentación posterior se realiza en barriles, a 0°C .

En nuestro país se utiliza el proceso de fermentación baja empleando cubas de roble o de hierro.

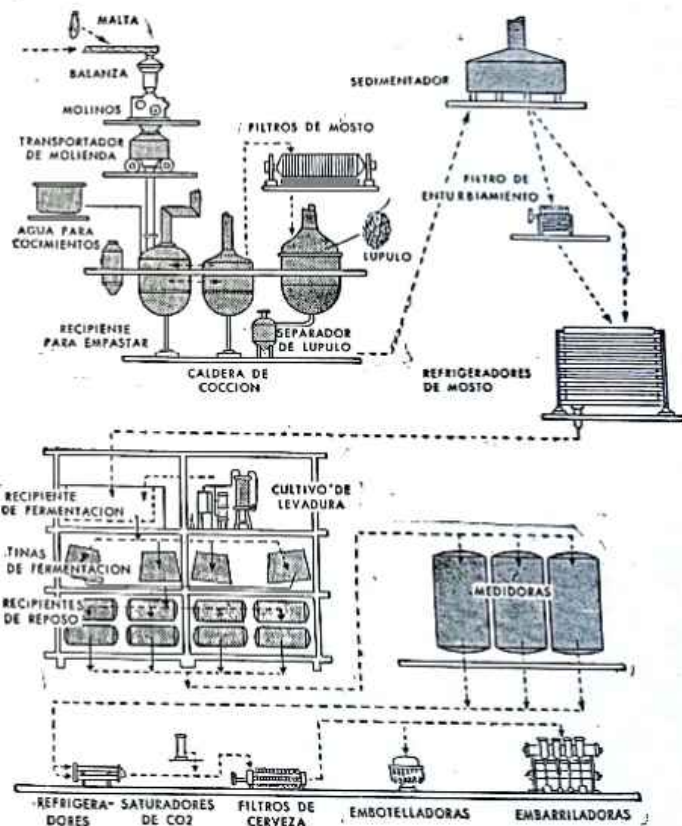


FIG. XI-7. — ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.

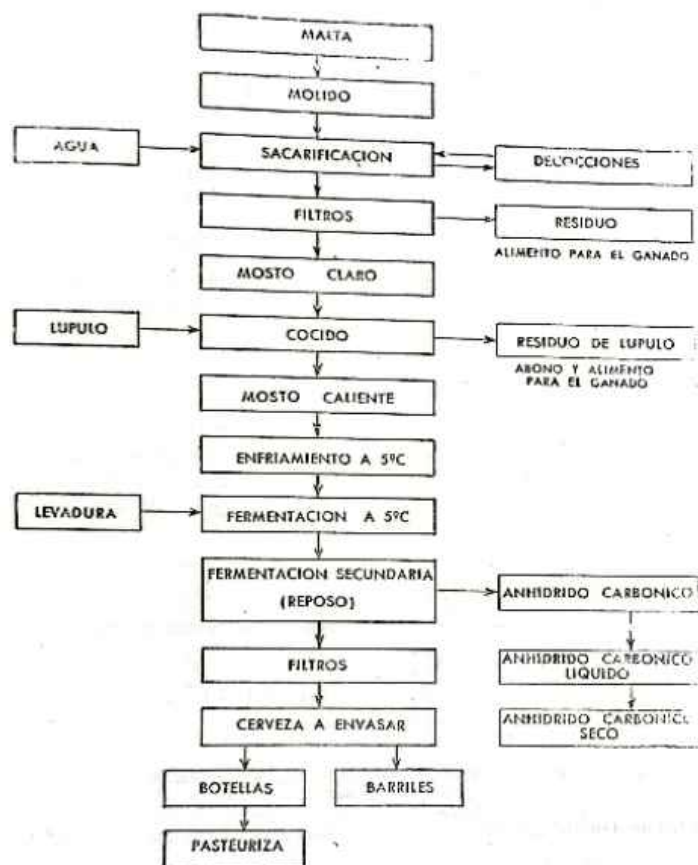


FIG. XI-1. — RESUMEN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CERVEZA.

IV. TRANSVASAMIENTO.

La cerveza se clarifica, precipitando naturalmente la levadura en el fondo, cuando la fermentación posterior ha llegado a su fin. Se envía entonces a un regulador de presión donde se añade CO_2 y luego a filtros especiales donde se obtiene un líquido limpio que se envía al envasado.

V. ENVASADO Y PASTERIZACIÓN.

La cerveza contiene de 0,45 a 0,52 % de CO_2 con el objeto de preservarla y ayudarla a producir y retener la espuma.

Se embotella con aparatos automáticos y luego de cerradas, se pasteurizan. Para esto se calientan hasta unos 60°C , de forma tal que esta temperatura se logre al cabo de 30 minutos de calentamiento. Luego se mantienen media hora a 65°C y finalmente se dejan enfriar lentamente, de modo que al cabo de media hora su temperatura sea de 35°C .

XI. 20. Composición de la cerveza.

Una cerveza de calidad contiene:

Agua	88 - 92	%	(en volumen)
Etanol (alcohol)	3 - 5	%	
Azúcar no fermentado	3 - 6	%	
Ácidos	0,45 - 0,85	%	
Glicerina	0,1 - 0,3	%	
Otras sustancias	0,2 - 0,5	%	

ETANOL

XI. 21. Generalidades.

Se denomina, corrientemente, *alcohol etílico*, *alcohol de vino* o simplemente *alcohol*.

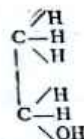
Responde a la fórmula:



fórmula global



fórmula estructural



fórmula desarrollada



CAPÍTULO XIII

GLÚCIDOS

(HIDRATOS DE CARBONO)

Glúcidos. Historia. Concepto general de glúcidos. Estado natural de los glúcidos. Clasificación. Fórmulas oxídicas. Monosacáridos. Definición. Glucosa. Generalidades. Obtención. Propiedades y usos. Levulosa. Generalidades. Glúcidos compuestos u ósidos. Holósidos. Generalidades. Sacarosa. Estado natural. Azúcar de caña. Obtención. Azúcar de remolacha. Propiedades de la sacarosa. Usos. Maltosa. Generalidades. Lactosa. Generalidades. Poliholósidos. Almidón. Estado natural. Obtención. Estructura química. Propiedades. Usos. Industrias derivadas del almidón. Celulosa. Generalidades. Resumen.

XIII. 1. Historia.

Existe un gran número de sustancias que por su carácter neutro, solubilidad en agua y sabor dulce fueron agrupados, en la antigüedad, bajo el nombre de *azúcares*. Se incluía en ese concepto, no solamente a los azúcares de caña, remolacha y uva, sino también a algunos compuestos inorgánicos como el acetato de plomo, al que por sus propiedades se conocía como *azúcar de Saturno*.

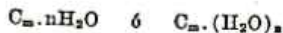
Posteriormente, Lavoisier efectuó la combustión de la sacarosa y determinó que estaba formada por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Este experimento y otros realizados por químicos contemporáneos del gran sabio francés, permitieron clasificar apropiadamente a esos azúcares, teniendo en cuenta, no solamente sus características físicas, sino también su estructura molecular. Esta clasificación eliminó a los compuestos inorgánicos.

Por entonces se había observado que todos esos azúcares o compuestos de estructura semejante tenían una constitución particular.

En sus moléculas se hallaban átomos de carbono y un número

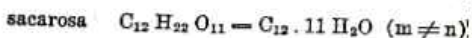
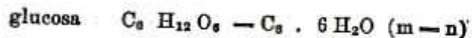
suficiente de átomos de hidrógeno y oxígeno como para formar una cantidad exacta de moléculas de agua.

Es decir que se podían agrupar esos azúcares bajo la siguiente fórmula general:



donde el número de átomos de carbono, m , puede ser igual o distinto al número de moléculas, n , de agua.

Por ejemplo:



Fue Schmidt, en 1844, quien sugirió que en lugar de azúcares (nombre que ya era impropio) se los denominara, por su fórmula general, *hidratos de carbono*. Esta designación aún se conserva.

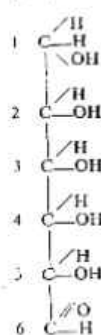
La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, desde sus congresos en Cambridge (1923) y Varsovia (1927), ha adoptado el nombre de *glúcidos* (del griego *glykys*: dulce) para todos los azúcares reductores y aquellas sustancias que, por hidrólisis originan dichos compuestos.

XIII. 2. Concepto general de glúcidos.

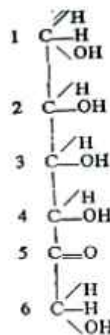
Se denominan *glúcidos* o *hidratos de carbono* a una serie de sustancias orgánicas ternarias constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno, en una proporción de, aproximadamente, un átomo de carbono por cada dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.

Estos átomos están agrupados en una estructura formada por funciones alcohólicas, cetónicas o aldehídicas, desarrolladas sobre una cadena abierta de carbonos unidos por valencia simple. Dadas estas características, algunos autores definen a los glúcidos como aldehídos o cetonas de polialcoholes alifáticos.

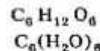
Por ejemplo:



FUNCION
ALCOHOL
1-2-3-4-5
FUNCION
ALDEHIDO
6



FUNCION
ALCOHOL
1-2-3-4-5
FUNCION
CETONA
6

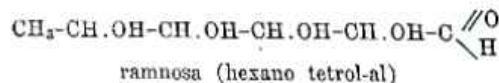


Actualmente, el concepto de solubilidad en agua o gusto dulce no es una característica de los hidratos de carbono. Existen algunos de ellos insolubles, como el almidón y otros, inclusive, son insípidos (celulosa) o bien de sabor no dulce.

A pesar de ello se los ha designado como *glúcidos* porque al desdoblarse por hidrólisis pueden formar sustancias de gusto azucarado.

Existen además algunos glúcidos donde la proporción de átomos de hidrógeno y oxígeno no corresponde a la del agua.

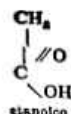
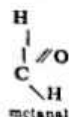
Por ejemplo:



Por el contrario, existen sustancias solubles en agua y de sabor dulce que no son glúcidos. Por ejemplo la *sacarina*, obtenida por deshidratación de la sulfamida del ácido benzoico y que es empleada por los diabéticos para endulzar sus alimentos.

Otras sustancias tienen hidrógeno y oxígeno en la proporción del agua y no son hidratos de carbono a pesar de responder a su fórmula general, indicada.

Por ejemplo:



Su composición centesimal, más corriente, es:

Carbono	40 -45 %
Hidrógeno	6,1- 6,7 %
Oxígeno	49 -53 %

XIII. 3. Estado natural de los glúcidos.

Prácticamente se encuentran glúcidos en casi todos los vegetales y animales, fundamentalmente en los primeros, donde constituyen *sustancias de reserva* (almidón de trigo, maíz, arroz, etc., fécula de papa, etc.) o bien *de sostén* (celulosas). En los animales se hallan en los humores del organismo: linfa, sangre, etc., en los músculos (glucógeno), etc.

Si se tiene en cuenta la gran cantidad de estas sustancias, puede decirse que los hidratos de carbono abundan extraordinariamente en toda la Naturaleza.

XIII. 4. Clasificación de los glúcidos.

Los glúcidos se clasifican según su complejidad, en dos grupos.

1. GLÚCIDOS SIMPLES, MONOSACÁRIDOS, MONOSAS U OSAS.
2. GLÚCIDOS COMPUESTOS U ÓSIDOS.

1. GLÚCIDOS SIMPLES, MONOSACÁRIDOS, MONOSAS U OSAS.

Son aquellos que no pueden desdoblarse en otros hidratos de carbono más simples:

Por ejemplo: la glucosa (por eso también se designan a estos monosacáridos como *glucosas*).

Como hemos dicho sus moléculas contienen funciones alcohólicas y aldehídicas o cetónicas.

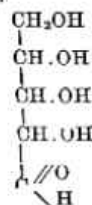
Clasificación de los glúcidos simples (monosacáridos, monosas u osas).

Los monosacáridos se clasifican, según la función presente en el polialcohol, en:

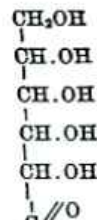
- a) aldosas.
- b) cetosas.

Aldosas son aquellos monosacáridos que tienen función alcohol y aldehído.

Por ejemplo:



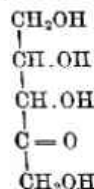
arabinosa



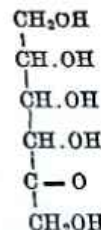
glucosa

Cetosas son aquellos monosacáridos que tienen función alcohol y cetona.

Por ejemplo:



xilacetosa



fructosa o levulosa

Es corriente, también, clasificar los monosacáridos de acuerdo al número de átomos de carbono. Se tiene así, por ejemplo:

Triosas (de 3 carbonos)	: aldehído glicérico, etc.
Tetrosas (de 4 carbonos)	: eritrosa, etc.
Pentosas (de 5 carbonos)	: arabinosa, xilosa, etc.
Hexosas (de 6 carbonos)	: fructosa, glucosa, etc.
Heptosas, etc.	

CAPÍTULO XXI

PROTEINAS. - VITAMINAS. - PLASTICOS. - CAUCHO.

Proteínas. — Generalidades. — Propiedades. — Hidrólisis. — Clasificación. — Importancia biológica. — Mínimo proteico. — Nociones sobre vitaminas. — Generalidades. — Vitamina A. — Vitamina B₁. — Vitamina B₂. — Vitamina B₆. — Vitamina B₁₂. — Vitamina C. — Vitamina D. — Vitamina E. — Vitamina K. — Plásticos. — Generalidades. — Clasificación. — Procesos de fabricación. — Caucho. — Generalidades. — Preparación del caucho crudo. — Vulcanización. — Cauchos sintéticos. — Generalidades. — Resumen.

PROTEINAS (Prótidos)

XXI. 1. Generalidades.

Se denominan proteínas a todas aquellas sustancias naturales formadas, principalmente, por la unión de aminoácidos distintos.

Se hallan abundantemente esparcidas en el reino vegetal y animal; bastaría para ello indicar que son los constituyentes de todos los tejidos.

Las proteínas siempre contienen cuatro elementos:

Carbono; hidrógeno; oxígeno y nitrógeno.

En muchas proteínas, sin embargo, se hallan además otros elementos como:

Azufre, fósforo, yodo, bromo, etc.

Si bien la composición centesimal de las proteínas varía según el prótido considerado, por lo general responden a los siguientes límites:

Carbono	50 a 55 %
Hidrógeno	6 „ 7,5 „
Oxígeno	19 „ 24 „
Nitrógeno	15 „ 19 „
Azufre	0 „ 2,5 „

XXI. 2. Propiedades de las proteínas.

Las proteínas más simples (aquellas constituidas únicamente por aminoácidos) son sólidas e incoloras cuando su pureza es elevada. Por lo general son amorfas pero algunas de ellas se han logrado aislar al estado cristalino (albúminas, hemoglobina, globulinas vegetales, etc.).

Por lo general son inodoras e insípidas. La mayor parte de las proteínas son solubles en agua. Algunas, como las *escleroproteínas*, son insolubles. Hay ciertas proteínas, por ejemplo las *globulinas*, que son insolubles en agua destilada pero solubles en ella cuando se disuelven algunas sales. Son poco solubles en los disolventes orgánicos.

Las proteínas no forman soluciones verdaderas. En presencia de agua originan soluciones coloidales. Por consiguiente, no dializan y sus soluciones presentan el fenómeno de Tyndall. Las soluciones concentradas de las proteínas tienen alta viscosidad.

Por lo general, una proteína es más soluble en una solución salina diluida que en agua sola. Pero si la concentración de sal se eleva mucho, la solubilidad de las proteínas disminuye y pueden llegar a separarse por precipitación.

Son de peso molecular elevado. Algunos ejemplos son:

<i>Insulina</i>	12.000
<i>Lactoglobulina</i>	40.000
<i>Hemoglobina de hombre</i>	67.000
<i>Caseína</i>	98.000
<i>Hemocianina de Helix</i>	6.680.000
<i>Virus del tomate enano</i>	10.600.000
<i>Virus del papiloma del conejo</i>	47.100.000

XXI. 3. Hidrólisis de las proteínas.

Las proteínas pueden hidrolizarse por la acción de enzimas o por tratamiento con ácidos o bases (hidróxidos). Como producto final de la hidrólisis se obtienen siempre, α -amino ácidos.

La degradación de la molécula de proteína se realiza en etapas sucesivas. A pesar de ello se han logrado aislar distintas sustancias de propiedades particulares, los que indican que son pasos intermedios en la hidrólisis total.

Los compuestos producidos durante la hidrólisis son:

Proteína $\rightarrow$ *Albumosa* $\rightarrow$ *Peptona* $\rightarrow$ *Polipéptido* $\rightarrow$ *Aminoácido*

Las *albumosas* son polipéptidos de peso molecular elevado. Precipitan de sus soluciones por saturación con sulfato de amonio. No dializan.

Las *peptonas* son polipéptidos de peso molecular más bajo. Precipitan de sus soluciones por la acción del ácido tánico concentrado. Dializan, lentamente, a través de papel de celofán. Las *peptonas* no precipitan por la acción del sulfato de amonio.

Los *polipéptidos* son compuestos de peso molecular bajo. Precipitan por la acción del ácido fosfotúngstico. No precipitan por la acción del ácido tánico.

XXI. 4. Clasificación de las proteínas.

Existen distintas clasificaciones de las proteínas. La más corriente es la que las divide en:

a) *Proteínas nativas.*

b) *Proteínas derivadas y productos de hidrólisis.*

a) *Proteínas nativas.*

Se llaman así a todas las proteínas que se hallan en los organismos.

Se subdividen, a su vez, en dos subgrupos:

1) *Simple.*

2) *Conjugadas.*

Las *proteínas nativas simples* son las que, por hidrólisis, originan únicamente aminoácidos.

Por ejemplo:

Albúminas	(leche, sangre, semillas, etc.)
Globulinas	(leche, cereales, sangre, etc.),
Histonas	(sangre)
Protaminas	(peces)
etc.	

Las *proteínas nativas conjugadas* son las que, por hidrólisis, originan aminoácidos y además otro tipo de sustancia.

Por ejemplo:

- Fosfoproteínas (originan ácido fosfórico): *Caseína* (leche) y *Vitelina* (yema del huevo).
 - Núcleoproteínas (originan ácidos nucleicos): *Timeína* (timo).
 - Lipoproteínas (originan un lípido).
 - Metaloproteínas (contienen un metal): *anhidrasa carbónica* (que posee zinc) y muchas otras enzimas.
- etc.

b) *Proteínas derivadas y productos de hidrólisis.*

Se agrupan aquí las sustancias producidas por transformación o hidrólisis de las proteínas.

- Por ejemplo:
- Alcali - albúminas.
 - Ácido - albúminas.
 - Albumosas.
 - Peptonas.
 - Polipéptidos.
- etc.

XXI. 5. Importancia biológica de las proteínas.

Es indudable que las proteínas son de un valor biológico muy importante. Cuando la ingestión de proteínas es deficiente se originan trastornos que pueden llegar a ser graves. Por lo general se produce una *hipoproteinemia* con aparición de *edema*, llamado comúnmente *edema por deficiencia nutritiva*.

La falta de ingestión de determinados aminoácidos también produce anemia.

Estos trastornos son consecuencia de que el organismo humano no está capacitado para sintetizar todos los aminoácidos que le son indispensables para su crecimiento y mantención. Por ello la importancia biológica de las proteínas varía conforme los aminoácidos que la constituyen.

Los *aminoácidos indispensables* son aquellos que el organismo humano no puede sintetizar. Ellos son: triptófano, fenil alanina,

lisina, treonina, valina, metionina, leucina e isoleucina. Por consiguiente es necesario que la dieta alimenticia diaria contenga alimentos con proteínas ricas en estos aminoácidos.

Existen otros aminoácidos que no son indispensables. El organismo humano puede sintetizarlos. Son ejemplos: la glicocola, la alanina, serina, tirosina, prolina, etc.

XXI. 6. Mínimo proteico.

Es la cantidad mínima de proteínas necesarias para mantener el equilibrio nitrogenado. Esta definición corresponde al denominado *mínimo proteico fisiológico* estipulado y es la cantidad necesaria para no aumentar ni disminuir el tenor de proteínas del organismo.

Se considera que ese mínimo proteico varía entre 0,33 y 0,56 gramos, por kilogramo de peso y por día.

Existe, también, un *mínimo proteico higiénico* que es la cantidad de proteínas más conveniente para mantener el organismo en buen funcionamiento.

NOCIONES SOBRE VITAMINAS

XXI. 7. Generalidades.

Las vitaminas son sustancias orgánicas indispensables, en pequeña cantidad, para el crecimiento, desarrollo y reproducción normal de los organismos.

La necesidad de vitaminas deben cubrirse por ingestión con la dieta diaria, pues el organismo no es capaz de efectuar su síntesis.

Las enfermedades producidas por la falta de vitaminas en el organismo se denominan *avitaminosis* y las originadas por un exceso de vitaminas: *hipervitaminosis*.

Las vitaminas se clasifican, según su solubilidad, en:

- a) *Hidrosolubles.*
- b) *Liposolubles.*

Las primeras son solubles en agua. Las liposolubles lo son en las grasas y disolventes orgánicos.

XXI. 8. Vitamina A.

La *avitaminosis* en esta vitamina provoca la detención en el crecimiento de los animales jóvenes, pérdida de peso, xeroftalmia (sequedad de la córnea y la conjuntiva), ceguera nocturna, esterilidad (en animales, cuando la *avitaminosis* es muy marcada), etc.

La vitamina A se halla presente en los aceites de hígado de pescado. Este es el producto natural que contiene mayor cantidad de esta vitamina. Por ejemplo: aceite de hígado de bacalao, tiburón, mero (halibut), atún, etc.

También se la encuentra en la leche, manteca, huevos, etc. Los vegetales no contienen esta vitamina pero, en cambio, poseen carotenoides (provitamina A) que en el organismo humano se transforman en vitamina A. La zanahoria y la batata son los vegetales con mayor cantidad de provitamina A.

La vitamina A se ha obtenido por procesos sintéticos. Es corriente, sin embargo obtenerla partiendo de los carotenoides presentes en los vegetales.

La necesidad diaria, en esta vitamina, está calculada en 5.000 unidades internacionales.

El nombre oficial de esta vitamina es *axeroftol*.

XXI. 9. Vitamina B₁

La carencia de esta vitamina conduce al beriberi, disminución de crecimiento, disminución de peso, diarreas y vómitos (trastornos gastrointestinales), polineuritis, etc.

Existe, especialmente, en la carne de cerdo. Las otras especies de carne la contienen en menor proporción. Se halla, en gran cantidad, en la levadura de cerveza y en menor grado en algunas clases de porotos, maní, cebada, etc.

La necesidad diaria de esta vitamina está en relación con las calorías de la dieta. Se aconseja, para una dieta de 3000 calorías un consumo de 1,5 mg; para 4500 cal: 1,8 mg y si la dieta es sólo de 2000 cal: 1,2 mg.

Su nombre oficial es *tiamina* o *anecurina*.

XXI. 10. Vitamina B₂

La falta de esta vitamina (*avitaminosis*) origina glositis (lengua inflamada), alteraciones de la córnea, pérdida de peso y disminución del crecimiento, fisuras en los labios, etc.

Se halla presente en el hígado, riñón, cerebro, etc. de los animales. En los vegetales se halla presente en pequeña cantidad. De ellos la levadura de cerveza es la que la posee en mayor proporción. Existe, además, en las espinacas, naranjas, tomates, etc.

La necesidad diaria, en esta vitamina, se ha calculado en 1,5 a 1,8 mg.

Su nombre oficial es *riboflavina*.

XXI. 11. Vitamina B₃

La *avitaminosis* origina, en los animales: edema, descamación de boca y orejas, ataques epiléptiformes, trastornos en el funcionamiento del corazón, etc. No se conoce exactamente cuál es la deficiencia producida en el ser humano.

Se halla en la carne de cerdo (fundamentalmente en el hígado). Se encuentra, también, en la harina de trigo total, en las papas, bananas, etc.

Se recomienda la ingestión diaria de 1,5 mg.

Su nombre correcto es *piridoxina* o *adermina*.

XXI. 12. Vitamina B₁₂

Su *avitaminosis* origina anemia perniciosa, trastornos gastrointestinales, trastornos nerviosos, etc.

Se halla, fundamentalmente, en el hígado y riñón de bovino. En los vegetales su contenido es muy escaso o bien nulo.

Se recomienda una ingestión diaria de 1 g.

Su denominación oficial es *cofevina*.

XXI. 13. Vitamina C

Su *avitaminosis* origina, en el hombre, escorbuto con pérdida de peso, trastornos digestivos, con dolores e inflamación

En los animales se ha estudiado su avitaminosis en el cobayo originándose trastornos similares a los del ser humano. Sufre inflamaciones articulares adoptando una posición acostada sobre el dorso (posición escorbútica). Finalmente mueren. Los perros, las aves y las ratas no adquieren el escorbuto pues pueden sintetizar a la vitamina.

Se halla presente, principalmente, en las glándulas (suprarrenal, hipófisis, etc.), en el bazo, en el páncreas, en el corazón y otros músculos, etc. En los vegetales se la encuentra en el repollo, berro, lechuga, naranja, limón, pomelo, etc.

La necesidad diaria mínima se ha considerado en 75 mg.

Su nombre oficial es *ácido ascórbico*.

XXI. 14. Vitamina D.

Su ingestión en forma insuficiente conduce al raquitismo (deficiente calcificación de los huesos), el crecimiento se hace más lento, se producen alteraciones en el metabolismo del calcio y del fósforo los que disminuyen en su cantidad, etc.

Se la halla, en cantidad, en los mismos productos animales que contienen vitamina A. Por lo tanto se la encuentra en el aceite de hígado de peces, en la yema del huevo, en la manteca y en pequeña cantidad en la leche.

Se calcula que la necesidad diaria es de 400 unidades internacionales.

XXI. 15. Vitamina E.

La avitaminosis produce, en las ratas, esterilidad. En el organismo humano origina lesiones musculares, trastornos nerviosos, detención del crecimiento, etc.

Se halla, en gran cantidad, en los tejidos animales fundamentalmente hígado. Se encuentra además en la leche de vaca (la leche humana es más rica en esta vitamina), en hojas frescas de vegetales (lechuga, alfalfa), en las grasas y aceites, etc.

No se ha determinado aún para el ser humano la necesidad mínima diaria.

Su nombre oficial es *tocoferol*.

XXI. 16. Vitamina K.

Su avitaminosis determina un aumento en el tiempo de coagulación de la sangre provocando hemorragias subcutáneas, abdominales, intramusculares, etc.

Se halla, en mayor proporción, en el hígado del cerdo. También se encuentra, en pequeña cantidad, en la leche y huevos. Se halla en las hojas verdes de alfalfa, repollo, espinaca, etc.

La dosis diaria necesaria se calcula en 2 a 3 mg.

Su denominación oficial es *filoquinona*.

De todas las vitaminas que hemos indicado cabe agregar que son *hidrosolubles* (solubles en agua) las vitaminas B₁, B₂, B₆, B₁₂ y C. Son *liposolubles*, las restantes vitaminas: A, D, E y K.

PLASTICOS

XXI. 17. Generalidades.

El primer plástico conocido fue descubierto por J. Wesley Hyatt, en 1856, disolviendo en alcanfor el nitrato de celulosa. Al producto obtenido lo denominó *celuloide*. Posteriormente, en 1890, A. Spitteler y W. Kirsche, partiendo de la caseína obtuvieron el segundo plástico: *galalita*.

Si bien es difícil definir un plástico diremos que se entiende por tal a todas las sustancias orgánicas, de alto peso molecular, que por la acción simultánea o combinada de la temperatura y presión se hacen lo suficientemente fluidas para adquirir una forma deseada.

XXI. 18. Clasificación de los plásticos.

Si bien los plásticos pueden clasificarse conforme a la constitución química que poseen es más corriente dividirlos de acuerdo a su comportamiento frente a la acción del calor y la presión.

Es por esto que se agrupan en:

a) *Termoplásticos*.

b) *Termoendurecidos, termoestables o termofraguables*.

a) Los *termoplásticos* son aquellos plásticos que por acción de la presión, con o sin calentamiento, se transforman en masas blandas