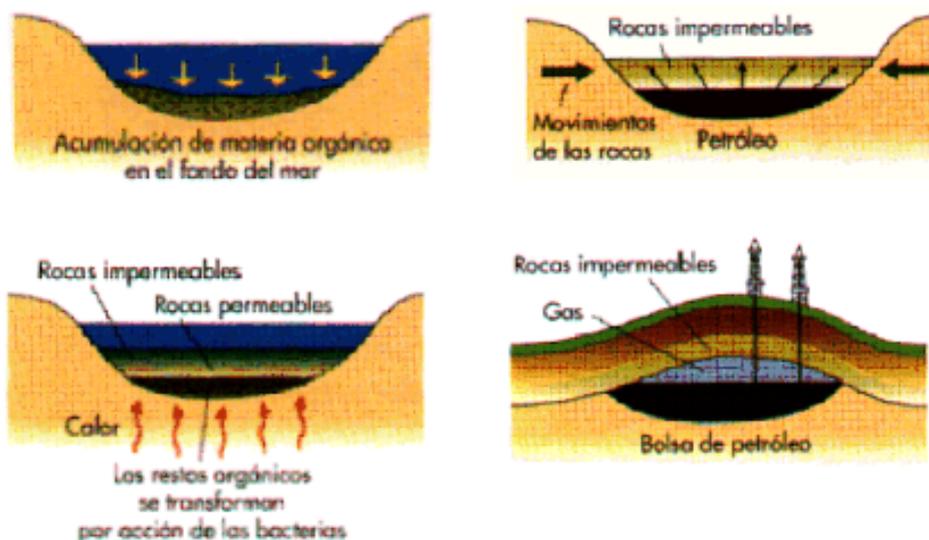


EL PETROLEO.

Al igual que el carbón, el petróleo es un producto de origen fósil, formado por una mezcla compleja de hidrocarburos. Es de consistencia muy viscosa, más ligero que el agua (densidad alrededor de $0,8$ a $0,95 \text{ kg/dm}^3$), de color negro o pardo muy oscuro y olor penetrante.



Su formación es debida a la acumulación de detritos de organismos vivos, animales y vegetales, que vivían en mares, lagunas, etc., y fueron cubiertos por sedimentos, produciendo una degradación que en principio fue por bacterias anaerobias y luego aerobias. A medida que los sedimentos se van acumulando, se produce un fuerte aumento de la presión ($170 -180 \text{ kg/cm}^2$) y temperatura (hasta $150 \text{ }^\circ\text{C}$) y el petróleo va fluyendo por las capas permeables hasta encontrar otras impermeables (margas y arcillas), alojándose en anticlinales, fallas, etc., llamadas trampas geológicas, a profundidades que oscilan entre los 7.000 y los 15.000 metros.

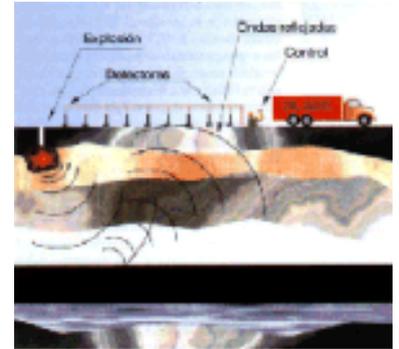
Las bolsas de petróleo formadas suelen estar flotando en agua salada y sobre él, una capa de hidrocarburos gaseosos, cuya capacidad es muy variable, siendo este parámetro, junto con la profundidad del yacimiento, los factores que determinan la posible explotación industrial. La distribución territorial del petróleo es muy irregular, aunque la mayoría de las reservas, del orden del 60%, se encuentran en Oriente Medio. Otras zonas donde se encuentran grandes reservas son:

EE.UU. con un 10%, la antigua URSS con un 9%, en Nigeria, Libia y Argelia con un 8% y en algunos países del Caribe con el 6%.

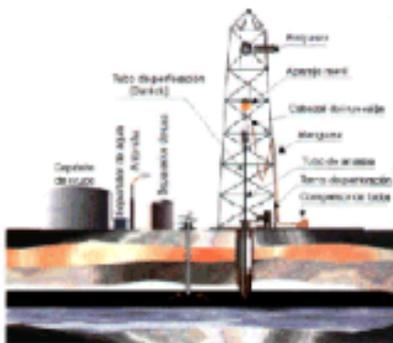
La localización de los yacimientos de petróleo (prospección) entraña grandes dificultades que requieren fuertes inversiones económicas y, alto conocimiento de técnicas específicas, lo que hace que su explotación esté casi siempre en manos de los países desarrollados. El primer paso es localizar zonas de rocas sedimentarias que se

hayan formado en medios acuáticos y en un ambiente físico y químico propicio, y una vez localizada la zona, se efectúan pruebas físicas, que pueden ser magnéticas, sísmicas e incluso perforaciones.

Las pruebas magnéticas se inician con un avión que sobrevuela la zona captando las distorsiones de la susceptibilidad magnética de las rocas, localizándose perturbaciones del terreno donde pueden existir «trampas geológicas» en las que se acumule el petróleo. Los métodos sísmicos se basan en la creación de ondas artificiales por medio de explosivos, que son reflejadas por las diferentes capas del terreno y recogidas en unos detectores situados en la superficie. Cuando el resultado de los métodos citados es satisfactorio se inician las perforaciones, que en definitiva van a ser las que localicen con exactitud la ubicación de la bolsa de petróleo.



Una vez localizado el yacimiento, se procede a la perforación de los pozos para su extracción. Por lo general, el método más empleado para la perforación de los pozos es el llamado «rotary», que consiste en ir clavando un tubo que lleva en un extremo un **trépano** formado por tres muelas dentadas y giratorias o por abrasivo de diamante que van rompiendo el terreno. Este tubo de perforación va roscado en el otro extremo de

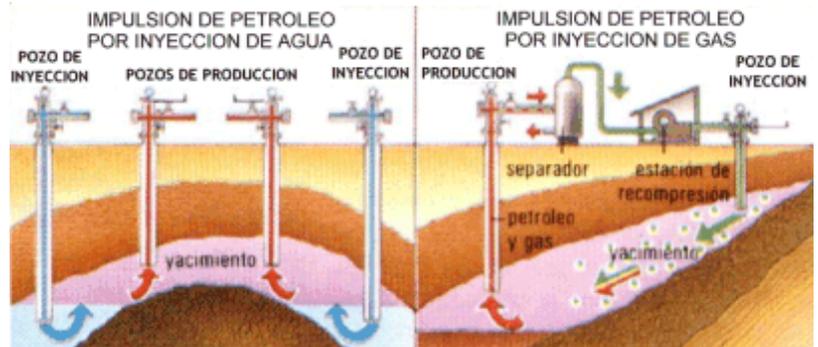


forma que se puedan ir empalmando tubos a medida que va progresando la perforación hasta llegar al tubo de arrastre, ya en el exterior Este tubo de arrastre suele ser de sección cuadrada y en su extremo inferior va acoplado a una mesa que le imprime un movimiento giratorio, mientras que en el extremo superior lleva montada la cabeza de inyección de lodos. Estos lodos, formados por arcillas, aditivos y agua, son introducidos por el interior de los tubos hasta el fondo del pozo con el fin de refrigerar, lubricar y hacer girar el trépano e impulsar las rocas arrancadas hasta la superficie.

Cuando se comienza la perforación y el peso de los tubos no es suficiente para que el trépano trabaje con eficacia, se emplean tubos más gruesos, e incluso lastrados con pesos supletorios, para lograr la fuerza de penetración necesaria. Una vez que se lleva perforada una cierta profundidad, se entiba el taladro con tubos de acero con el fin de garantizar la consistencia de las paredes y evitar que se produzcan derrumbamientos en el interior.

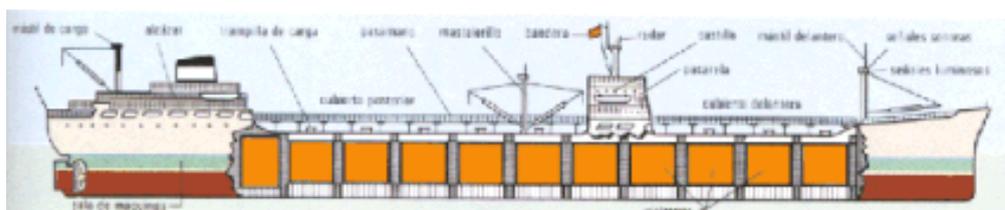


Cuando el trépano entra en la bolsa donde está depositado el petróleo es frecuente que se produzca una primera emanación de hidrocarburos gaseosos, pero si su volumen no es suficientemente grande, se queman en la propia planta de perforación (mechurrio). La presión interior hace que el petróleo fluya hasta la superficie a través de una serie de tuberías, llamadas «árbol de Navidad» por su forma arborescente, y es conducido hasta los primeros depósitos de almacenaje, donde se produce una primera separación de gases y petróleo. Debido a la presión



interior es posible obtener un 20-30% del total de la bolsa, pero cuando esta presión disminuye, se procede a inyectar gases procedentes de la propia explotación o agua, lográndose extraer hasta el 60-70%. Por último, para poder extraer casi la totalidad del crudo se efectúa el bombeo hasta la superficie, en la que el primer proceso es la separación del gas, que normalmente se quema para, a continuación, separar el crudo del agua, de forma que una vez depurado de las primeras impurezas se almacena en grandes depósitos, de hasta 100.000 metros cúbicos, desde donde se distribuye.

Como ya se ha comentado anteriormente, el coste de las instalaciones petrolíferas es muy elevado y, en muchas ocasiones, los países en los que se encuentra el crudo no disponen de capital y tecnología suficiente, por lo que en la mayoría de las ocasiones las explotaciones están en manos de grandes empresas multinacionales. Estas circunstancias hacen que en muchos casos las operaciones posteriores no se efectúen en los propios pozos, sino que el crudo es conducido a través de oleoductos, también llamados pipe line, a los puertos de mar más próximos, donde es embarcado en grandes barcos petroleros a las refinerías de todo el mundo.



EL REFINO DEL PETRÓLEO CRUDO.

El crudo extraído del pozo no tiene aplicación industrial y es necesario someterlo a un proceso químico de destilación fragmentada continua, llamado «refino». Este método consiste en un calentamiento del petróleo crudo alrededor de los 360 °C, donde se produce la primera destilación (topping), y a continuación, el petróleo pasa a la torre de fragmentación.

- **Destilación básica:** el petróleo crudo empieza a vaporizarse a una temperatura algo menor que la necesaria para hervir el agua. Los hidrocarburos con menor masa molecular son los que se vaporizan a temperaturas más bajas, y a medida que aumenta la temperatura se van evaporando las moléculas más grandes. El primer material destilado a partir del crudo es la fracción de gasolina, seguida por la nafta y finalmente por el queroseno. Las zonas superiores del aparato de destilación proporcionan lubricantes y aceites pesados, mientras que las zonas inferiores suministran ceras y asfalto. A finales del siglo XIX, las fracciones de gasolina y nafta se consideraban un estorbo porque no existía una gran necesidad de las mismas; la demanda de queroseno también comenzó a disminuir al crecer la producción de electricidad y el empleo de luz eléctrica. Sin embargo, la introducción del automóvil hizo que se disparara la demanda de gasolina, con el consiguiente aumento de la necesidad de crudo.

- **Craqueo térmico:** el proceso de craqueo térmico se desarrolló en un esfuerzo por aumentar el rendimiento de la destilación. En este proceso, las partes más pesadas del crudo se calientan a altas temperaturas bajo presión. Esto divide (craquea) las moléculas grandes de hidrocarburos en moléculas más pequeñas, lo que aumenta la cantidad de gasolina producida a partir de un barril de crudo. La eficiencia del proceso es limitada porque, debido a las elevadas temperaturas y presiones, se deposita una gran cantidad de combustible sólido y poroso en los reactores. Esto, a su vez, exige emplear temperaturas y presiones aún más altas para craquear el crudo. Más tarde se inventó un proceso en el que se recirculaban los fluidos; el proceso funcionaba durante un tiempo mucho mayor con una acumulación de combustibles sólidos bastante menor.

- **Alquilación y craqueo catalítico:** para aumentar la producción de gasolina a partir del barril de crudo, durante la década de 1930, se incorporan otros dos procesos, la alquilación y el craqueo catalítico.

La **alquilación** consiste en la recombinación, en presencia de un catalizador; de las moléculas pequeñas producidas por craqueo térmico, produciendo moléculas ramificadas en la zona de ebullición de la gasolina con mejores propiedades. En el **craqueo catalítico**, el petróleo se fracciona en presencia de un catalizador finamente dividido; permitiendo la producción de hidrocarburos diferentes que luego pueden recombinarse.

PROCESO DE REFINO

Una vez limpio de impurezas (agua, lodos y piedras), el petróleo ya podría ser utilizado como combustible con un poder calorífico que oscila entre 9.500 11.000 kcal/kg, dependiendo de su composición.

Pero lo habitual es someterlo a un cuidadoso proceso de refino denominado **destilación fraccionada continua**. Este proceso consiste en calentar el crudo hasta 400 °C y hacer pasar los vapores por la torre de **fraccionamiento**, provista de *casquetes de borboteo* y *platillos*



A medida que el gas asciende por la torre y se enfría, se condensan diferentes productos: *residuos sólidos*, *aceites pesados*, *gasóleos*, *queroseno*, *gasolinas* y *productos gaseosos*.

? Los **residuos sólidos** constituyen el primer producto del proceso de destilación. Están compuestos por *asfaltos*, *betunes* y *ceras*. Se emplean en la construcción de carreteras y para recubrimientos.

? Los **aceites pesados** se condensan a 360 °C, en la parte más baja de la torre. Por su gran viscosidad se destinan a la *lubricación* de máquinas y motores, y a la obtención de otros productos, como *la parafina*, *la vaselina* y ciertos *extractos aromáticos*. En esta zona también se obtiene el *fueloil*, que se emplea como combustible.

? Los **gasóleos** se condensan entre 250 °C y 350 °C. Tienen un poder calorífico de 11.120 kcal/kg y se emplean como *combustible* para calefacción y en los motores Diesel. Una parte de estos productos se somete a un proceso de **craqueo**, que consiste en romper las moléculas de los compuestos más pesados y obtener así compuestos más ligeros, del tipo de las *gasolinas*.

? El **queroseno** se obtiene a 280 °C y se emplea básicamente como *combustible* en los motores de los aviones.

? Las **gasolinas** son una mezcla de hidrocarburos líquidos y algunos compuestos de azufre y nitrógeno. Según su composición, se condensan entre 20 y 160 °C. Su poder calorífico alcanza las 11.350 kcal/kg y se emplean como *combustibles* en multitud de vehículos.

? Los **productos gaseosos** que contiene el crudo no llegan a condensarse sino que se obtienen por la parte superior de la torre. Están compuestos por *hidrógeno, metano, propano y butano*. Algunos de ellos se aprovechan también como *combustibles domésticos*.

Combustión de los derivados del petróleo

Como ocurre con el carbón, la combustión de gasóleos, queroseno y gasolinas libera a la atmósfera multitud de agentes contaminantes como los *óxidos de carbono* (CO y CO₂) y *de nitrógeno* (NO y NO₂), *hidrocarburos volátiles; vapor de agua y otros* que dependen de los aditivos que se añaden a los combustibles para mejorar su rendimiento. Todos ellos son responsables de una parte de la contaminación atmosférica que generan los procesos industriales y el transporte.

LOS COMBUSTIBLES GASEOSOS

Los *precios* alcanzados por los combustibles líquidos y el interés por utilizar el petróleo como materia prima para otros materiales de uso industrial han provocado un notable aumento de la demanda de **combustibles gaseosos**, tanto en la industria como a escala doméstica.

Los más empleados en la actualidad son el *gas natural el gas de hulla, los gases licuados del petróleo, el gas de carbón y el acetileno*.

Gas natural

Al igual que el carbón y el petróleo, se origina como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica en el interior de la Tierra.

Los yacimientos de gas natural son grandes embolsamientos bloqueados por rocas impermeables. Suelen acompañar, como ya hemos visto, a los yacimientos de petróleo.

Según el tipo de yacimiento distinguimos el *gas seco* y el *gas húmedo*.

? Se denomina gas húmedo al que aparece junto a pequeñas cantidades de petróleo. Está formado en su mayor parte por los hidrocarburos gaseosos: *metano* (CH_4); *etano* (C_2H_6), *propano* (C_3H_8) y *butano* (C_4H_{10}).

? Cuando la ausencia de petróleo es total, se le denomina gas seco y está formado por *metano* y *etano* junto a pequeñas cantidades de *hidrógeno* y *nitrógeno*.

El gas natural que se extrae de los yacimientos tiene un poder calorífico que llega a alcanzar las 11.500 kcal/m^3 y puede aprovecharse directamente *como combustible*, ya que apenas presenta impurezas. Tan solo contiene algo de sulfuro de hidrógeno (H_2S), que se elimina fácilmente antes de que llegue al consumidor.

Después de su extracción, el gas se almacena en grandes depósitos denominados gasómetros. De ahí se distribuye mediante canalizaciones denominadas **gasoductos** o en forma de **gas licuado**, utilizando tecnología **criogénica**. Cada vez se utiliza más como combustible doméstico o industrial.

Gas de hulla

Se obtiene de la *destilación seca de la hulla*, como ya indicábamos en el tema del carbón. También se denomina gas ciudad o gas de alumbrado, ya que durante mucho tiempo fue el utilizado como combustible doméstico en los hogares y en el alumbrado público de las calles.

Está compuesto básicamente por una mezcla de *hidrógeno* (H_2), *metano* (CH_4) y *monóxido de carbono* (CO) y tiene un poder calorífico de 4.200 kcal/m^3 .

Debido a su composición, se trata de un gas *muy inflamable* y fuertemente *tóxico*. Dejó de utilizarse como gas de alumbrado con la aparición de la electricidad. En la actualidad, está siendo sustituido como combustible doméstico por el gas natural, de menor toxicidad y mayor poder calorífico.



Gases licuados del petróleo

Como ya vimos en el apartado anterior, los últimos productos que se obtienen en la *destilación fraccionada del petróleo* son gaseosos a la temperatura y presión ambientales. Industrialmente se les conoce como **GLP** (Gases Licuados del Petróleo} ya que se comercializan envasados en recipientes de alta presión, a *la que son líquidos*.

Entre estos productos se encuentran el *propano* y el *butano*.

? El gas **propano** (C_3H_8) tiene un poder calorífico de 24.000 kcal/m³. Se comercializa en *bombonas* de acero de dos tamaños, que pueden contener 11 kg o 35 kg. También se almacenan en grandes tanques *fijos* que suministran el gas a viviendas o industrias. Estos tanques se recargan periódicamente mediante camiones cisterna.



? El gas **butano** (C_4H_{10}) tiene un poder calorífico algo mayor que el propano 20.500 kcal/m³. se comercializa en bombonas de 12,5 kg, exclusivamente para su uso como combustible doméstico.

Gas de carbón

El **gas de carbón** se obtiene por combustión incompleta del carbón de cok. Contiene un 40 % de sustancias combustibles, fundamentalmente *monóxido de carbono* (CO), y tiene un poder calorífico muy bajo, inferior a 1.500 Kcal/kg. Por eso también se le denomina **gas pobre**.

Una variante del gas de carbón es el denominado **gas de alto horno**. Antiguamente se desechaba pero, en la actualidad, se aprovecha como combustible en las instalaciones anexas a las acerías.

Acetileno

Este gas, de fórmula C_2H_2 se obtiene por reacción del agua con una sustancia denominada carburo de calcio (CaC_2). En este proceso se obtiene como subproducto la *cal apagada*, $Ca(OH)_2$.

Antiguamente se utilizaba para el alumbrado doméstico, debido a la llama brillante que produce su combustión. En la actualidad, sólo se emplea en situaciones especiales.

Su utilización industrial más interesante radica en la soldadura oxiacetilénica: mezclado con oxígeno, genera una llama de elevado poder calorífico capaz de fundir el hierro. Si se mezcla con un exceso de oxígeno, puede utilizarse para cortar planchas de acero.

