

## Apuntes Mineralógicos

H. DANIEL

**Lignito:** (del latín *lignum*-madera). Densidad; 0,5 a 1,25; dureza 1 a 2. El lignito es un carbón de materia negra o morena, de ordinario menos brillante que la hulla; se enciende más fácilmente aunque produce un número menor de calorías. Al ser destilado desprende materias bituminosas y agua que encierra a menudo ácido acético y deja un carbón brillante, compacto, que conserva sensiblemente la forma de los fragmentos. Puede tener hasta 27% de oxígeno; por consiguiente, tiene gran analogía con las hullas secas de llama larga. Se presenta a veces en forma de ramas y troncos de árboles en cuyo interior se observa perfectamente el tejido leñoso de las coníferas o de árboles dicotiledóneos, pero cuando hay grandes masas no se observa el aspecto leñoso sino que tiende más bien a cierta esquistosidad como la hulla a la cual se parece mucho en ese caso, sólo que tiene un brillo menor.

“El lignito se halla según Lleras Codazzi en las costas del Pacífico y en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental; el lignito papiráceo se encuentra en varios puntos de la altiplanicie; el lignito compacto, negro, brillante, se encuentra en fragmentos aislados en Zípáquirá y en Muzo, y en vetas explotables en la región de Saldaña. El lignito moreno (**Braun Kohle** de los alemanes) se encuentra en la región de San Luis, en el Tolima, en capas angostas y poco extensas”.

El lignito terciario de Chile se explota a razón de 120.000 toneladas mensuales. El azabache es la variedad de lignito compacto y brillante que en otro tiempo fue usado como joya de luto y para fabricar objetos de fantasía. Fue en la región francesa de Saint Colombe-sur-l'Hers, en el departamento de Aude en donde adquirió proporciones de industria el trabajo del azabache ya que se llegaron a emplear algo más de mil obreros. Hoy ya se halla totalmente sustituida esta joya por otras de más fácil adquisición, entre ellas el acero bronceado.

**Turba:** Densidad 1. Constituye este combustible fósil el primer grado en la carbonización natural de los vegetales. Tiene aspecto terroso, fibroso o aun compacto de color moreno achocolatado. Sus humos despiden un olor peculiar. Destilada produce, como la madera, amoníaco y ácido acético. El residuo que queda conserva el mismo aspecto del principio pero reducido en sus dos tercios. La turba se halla con frecuencia en los sitios cubiertos por antiguos depósitos lacustres como en determinados sitios del subsuelo de la Sabana de Bogotá, y en los pantanos de Gacha. Las turberas se han formado en un medio húmedo a expensas de vegetales de diversos grupos pero especialmente de Esfagnos, musgos, juncos, ciperáceas, etc.

**Ceras fósiles:** Son hidrocarburos isomorfos de la esencia de trementina y generalmente cristalizados. Provienen de árboles resinosos hundidos en las turberas. La principal es:

**La Ozocerita:** (del gr. *Ozos*, yo siento, y *Koros*, cera a causa de su olor). C30 H62. Densidad 0.94. Es llamada también **Parafina natural**, de color verdoso por reflexión; es moreno-amarillenta por transmisión y en las aristas es translúcida;

se deja cortar como la cera y al calentarla suavemente se deja modelar entre los dedos. Se disuelve en esencia de trementina y en nafta; más difícilmente en éter o alcohol. Los petróleos del Catatumbo contienen esta cera fósil.

**Betunes:** Son cuerpos líquidos resultantes de la mezcla de diversos hidrocarburos. Los principales son:

**La Elaterita o Caucho fósil:** es un betún elástico que fue observado por primera vez en las minas de plomo de Derbyshire.

**El Asfalto:** Densidad 1,2; dureza 2; de color negro; proviene de la alteración de ciertos petróleos y funde cerca de los 100° C. Se presenta a veces en filones o en vetas. No es un combustible ideal pues por el hecho de fundirse a baja temperatura y de hincharse, impide el fácil acceso del aire. A lo largo de la formación andina se han descubierto interesantes yacimientos de este betún como el verificado en San Rafael (Argentina) en donde se presenta asociado al Vanadio de modo que al quemar ese asfalto en la proporción de una tonelada se obtiene 2168 gramos de anhídrido vanádico; muy buen rendimiento si se tiene en cuenta el valor de este metal y su aplicación cada vez mayor en la fabricación del ácido sulfúrico por el método de contacto.

Hay asfalto en el Carare, en Valledupar, en Saldaña, en Tolima, en Barranca-bermeja y varios sitios de los Llanos Orientales en donde hay numerosas manifestaciones petrolíferas. Una parte del asfalto empleado en la pavimentación de las calles de Bogotá proviene de la región de Pesca (minas Sta. Teresa, Villarraga, Londoño y Reyes, San Francisco etc.,) del Depto. de Boyacá y en general de la región asfaltífera comprendida en el centro de este Depto. y hacia el lado del límite con Cundinamarca (Machetá). Asfalto de Tuta, Sogamoso, Paipa (Rioarriba), Laguna de Tota, Tópaga, Toca, Pesca, Corrales y la población de Boyacá (quebrada del Neme). La edad geológica de estos yacimientos varía desde el cretáceo inferior hasta el eoterciario (piso de Guaduas). Las de Pesca son de este último piso.

Como se sabe, el asfalto no es sino petróleo crudo oxidado en la superficie o cerca de ella. Posiblemente el punto inicial de formación proviene de las arcillas bituminosas del neocomiense (piso de Villeta). Por defecto de algunos macizos eruptivos brotados en el inferior de esa región, las substancias bituminosas subieron en forma gaseosa o líquida a estratos superiores al ser calentadas por las masas ígneas y se depositaron en las areniscas porosas de grano medio que forman el piso eoterciario (o de Guaduas) y sólo dejaron como huella de su permanencia en los estratos del piso Villetense la impregnación petrolífera que al presente se observa.

**Nafta o Petróleo:** El petróleo es una mezcla de diversos hidrocarburos; en estado bruto es de color amarillento oscuro, fluorescente del cual se extraen numerosos productos al someterlo a una destilación fraccionada; difieren los diversos petróleos según el sitio de origen, debido probablemente al modo como se formaron y a las diversas substancias que contribuyeron a dicha formación.

**Origen:** Una de las más aceptadas teorías que explican la acumulación de grandes cantidades de petróleo en los estratos de la tierra es ésta:

En el curso de pasados tiempos geológicos los detritus y cadáveres de animales y plantas acumulados en ensenadas y golfos de los mares prehistóricos se sedimentaron junto con las areniscas arrastradas; toda esta cantidad de material orgánico fue alterándose debido a la presencia de ciertas bacterias, hasta que se transformó en material bituminoso fluido y gaseoso. Aquellos terrenos así formados experimentaron posteriormente presiones e invasiones de agua; bajo estas dos acciones se desplazaron a otros estratos cuya posición era más favorable para su acumulación o se regaron en capas permeables que quedaron impregnadas con la substancia

cia petrolífera pero no favorecieron su acumulación. De aquí el que actualmente se encuentren:

1) Esquistos bituminosos o pizarras petrolíferas que pueden considerarse como la roca madre del petróleo, pero no hay acumulación de esta substancia en forma comercial pues ha emigrado a otras capas.

2) Sedimentos más o menos plegados con sus anticlinales y sinclinales en donde una o más capas sedimentarias petrolíferas reposan sobre terrenos impermeables; en este caso hay sitios favorables para una explotación adecuada. Generalmente en el fondo de los sinclinales hay agua como más densa; a medida que se sube hacia el anticlinal se encuentra el petróleo y en el vértice de dicho anticlinal, substancias gaseosas. Si por cualquier causa de origen volcánico o tectónico se producen fallas o discordancias en los terrenos, o si existe algún afloramiento del estrato portador del petróleo, éste emigra a otros estratos o se pierde definitivamente como ha ocurrido en algunos puntos de nuestra rica extensión petrolífera del Catatumbo.

3) Si ha emigrado a capas permeables de cierto espesor, éstas se han empapado con la substancia bituminosa pero no han dado lugar a acumulación de ninguna especie y es inútil empeñarse en la perforación de pozos sobre dichos terrenos.

Pudo ocurrir que estas últimas capas se hayan encontrado cerca a la superficie; en este caso las oxidaciones producidas por las aguas de infiltración o por el oxígeno atmosférico endurecieron la capa petrolífera y la transformaron en asfalto como ocurrió en el ejemplo de los asfaltos de Pesca, Tota, Boyacá, etc., citado anteriormente; por este motivo, no es raro hallar una fluidez cada vez mayor a medida que se profundiza en las capas asfaltíferas.

De acuerdo con los estudios practicados por el Dr. Juan de Dios Bravo sobre los terrenos de Zambrano, y con las prospecciones llevadas a cabo en la concesión Mares, concesión Barco, en los Llanos Orientales, etc., los yacimientos originales de nuestros petróleos del Catatumbo se hallan localizados en los estratos cretáceos lo mismo que los de Venezuela y Persia. En cambio los de los Apalaches son del silúrico y del devónico; de estos últimos estratos son los yacimientos Argentinos del interior (límite boliviano), en cambio los de Plaza Huincul son del jurásico. Los de Rumania, Bakú y California son de las primeras capas del terciario.

En capas del Terciario se han acumulado los petróleos de las hoyas del Magdalena y del río César y si es posible hallar petróleo en cantidad comercial en la hoya Cauca-Patía, debe hallarse también en capas terciarias.

**Resumen histórico del petróleo en América:** En el año 1857 Jorge Bissel acababa de comprar una finca en la cual había visto ciertas filtraciones de "aceite de piedra" y al ver en la vitrina de una botica un billete blanco con el dibujo de una de las torres que en aquella época se usaban para perforación de los pozos de sal, tuvo la idea de aplicar el mismo método de perforación para extraer el "petróleo" o "aceite de piedra". Se asoció a Guillermo Smith experto perforador de pozos de sal y a Edwin L. Drake conductor de ferrocarril, quien representó a la compañía y para hacerlo más airosamente se antepuso el título de "coronel". Despues de varios meses de trabajo y de vacilaciones que han sido sin duda exageradas a fin de dramatizar este primer incidente, Smith anunció a los moradores de Titusville que había logrado sacar petróleo a la escasa profundidad de 22 metros.

El maravilloso **oro negro** hacía de esta suerte su entrada triunfal en el movimiento de industrialización de los conglomerados humanos y una verdadera revolución en el orden económico y social implantaba su advenimiento. Cuántos disturbios y hecatombes girarán en adelante alrededor de los futuros yacimientos y cuántos cruentos pugilatos se habrían de producir por su adquisición. Todos estos

secretos fueron los que ocultó en esta plácida tarde del mes de Agosto de 1858 el pozo del "Coronel Drake".

El transporte del petróleo era en extremo dispendioso; al principio a lomo de cabalgaduras; después en carros y ferrocarriles, pero aun así la producción resultó muy pronto superior a lo que podía transportarse, de modo que en 1865 E. van Syckel ideó el primer oleoducto práctico; un grueso tubo que tendría unos 8 kilómetros de longitud conduciría el petróleo de los pozos de la granja Miller al centro de distribución y refinación.

**Phithole City.** Fue éste el precursor de los modernos y poderosos oleoductos, uno de los cuales, y que ocupa lugar no despreciable, es el que conduce el petróleo de Barrancabermeja hasta la costa Atlántica para ser transportado a las refinerías de Aruba en su mayor parte.

**Un poco de Geofísica:** El geólogo necesita conocer el terreno sobre el cual se han de hacer las perforaciones con el fin de obtener el petróleo; con todo, a pesar de todas las prospecciones que haga, los sondeos hacia la profundidad le quedan en ocasiones en extremo difíciles y cuando halla manifestaciones petrolíferas, puede decir a lo sumo: "aquí hay posibilidad de hallar petróleo" pero nunca puede tener la completa seguridad de ello, pues por muchas causas ha podido emigrar este a bicionado combustible hacia otros terrenos. Esta es la razón por la cual muchas veces, antes de hallar un pozo productivo, se han hecho varias perforaciones dispendiosas en donde el hallazgo de capas bituminosas constituía un ambiente para continuar por más tiempo una perforación de resultados negativos. Es clásico el ejemplo del pozo perforado por la "Lago Petroleum Corporation", compañía venezolana, en la aldea **Dividive** del Estado Trujillo. Después de trabajar por espacio de año y medio y de gastar cerca de millón y medio de bolívares, se alcanzó la profundidad de 3.142 metros. Se vio entonces que aquello era un pozo seco y que todo aquel esfuerzo había resultado negativo. En julio de 1937 también en Venezuela se inició la perforación del pozo llamado "El roble N° 1" a 30 kilómetros al este de Aragua de Barcelona; después de pasar de los 2.000 metros de profundidad, las vacilaciones comenzaron a atormentar a los espíritus; a pesar de todo, se siguió el trabajo; llegaron a 2.500 metros y ciertas impregnaciones petrolíferas hicieron renacer la esperanza; esta vez el esfuerzo tenaz fue recompensado; a los 2.929 metros burbujeó el oro negro entre los hierros del taladro y un inmenso depósito surgió impulsado por las bombas. Es de advertir, que gran parte de los pozos perforados en los contornos del lago Maracaibo han pasado de los 2.000 metros.

Para completar sus datos, el geólogo necesita, pues, otros elementos auxiliares que ayuden a sus investigaciones. Uno de ellos es la **fotografía aérea** que, junto con el conocimiento de la dirección de las capas, dan la orientación más aproximada para elegir el sitio de una perforación dada a lo largo de los anticlinales y sinclinales formados por los pliegues y curvas del terreno.

Otro de los medios complementarios es el **sismógrafo** este aparato, como se sabe, se aplicó inicialmente para conocer las vibraciones producidas en las diversas capas terrestres por causa de los temblores; al principio el sismógrafo fue un péndulo de gran masa y suspendido por una cuerda de notable longitud; en virtud de la inercia, al producirse un temblor el péndulo tiende a quedar inmóvil mientras que la tierra vibra; y dicha vibración queda grabada por alguna aguja que sale del péndulo; este principio se ha perfeccionado en los sismógrafos horizontales como el de Mainke, o en los estáticos como el de Wiechert. Estos aparatos registran en sus **sismógrafos** tres clases de ondas a saber: las directas longitudinales, las directas transversales y las superficiales o grandes ondas.

Mas, no sólo registran los **sismógrafos** las vibraciones naturales de las capas

de la tierra sino también el tiempo empleado por ondas sonoras producidas artificialmente para reconocer una determinada distancia a través de los estratos terrestres a velocidades conocidas. Si se provoca una explosión en un punto determinado, las ondas recorren varias capas y son propagadas a través de ellas con velocidades distintas de acuerdo con sus densidades; si, además de esto, se colocan varios aparatos que captan dichas vibraciones y sus velocidades respectivas, puede determinarse la distancia a la cual se produjo la explosión como se hizo en la guerra de 1914-1918 y como se ha practicado en la tremenda conflagración pasada (Sbre. 1939-1945) para determinar la exacta posición de baterías y cañones enemigos, o también puede determinarse el espesor de las capas haciendo la interpretación exacta de las **vibraciones de reflexión** que han viajado a diversas profundidades y que vuelven al chocar con una nueva capa de consistencia distinta para ser registrada en el **sismógrafo** o, mejor dicho, en el **geófono**, el cual transmite el impulso recibido al aparato grabador. Una vez determinado el tiempo que se ha necesitado para la transmisión de las ondas a velocidades conocidas hasta una capa del subsuelo y para su regreso a la superficie, se puede hacer un cálculo de la distancia recorrida, la cual dividida por dos (ida y regreso) dará el espesor aproximado que tendrá una determinada formación. Se repiten los ensayos en numerosos sitios del área estudiada y así se tendrá una idea aproximada de las ondulaciones y cambios de rumbo del horizonte subterráneo en cuestión. Esto dará una base para calcular los puntos favorables para la acumulación del petróleo.

El **Magnetómetro**: consiste en un imán muy sensible, cuidadosamente balanceado, encerrado en una caja aislada, y el cual mide las diferencias del campo magnético terrestre al pasar de un sitio a otro. Estas diferencias se deben a la característica inherente a algunas rocas, que son altamente magnéticas debido a su elevada proporción de minerales paramagnéticos, es decir, rocas, que, estando dentro del campo magnético de la tierra, se magnetizan en alto grado —a modo de lo que sucede con la imanación de un cortaplumas cuando se le acerca a un imán. Una variación en la profundidad a que están situados estos cuerpos magnetizados, causa una correspondiente deflexión en el sensibilísimo magnetómetro, y da así una descripción cuantitativa de las profundidades relativas de dichos cuerpos.

La **balanza de Torsión** y el **Gravímetro**: registran los cambios de gravedad de una localidad a otra. Estos cambios se deben a las diferencias en densidad entre estratificaciones de espesores variables. Un aumento de gravedad en una extensión de determinada, indica generalmente la proximidad a la superficie de un cuerpo denso, lo que a su vez puede ser indicación de condiciones de estructura favorable a la acumulación del petróleo.

Pero, como ya se ha indicado anteriormente, sólo después de perforar, se puede saber con precisión si hay o no hay petróleo. La geología y sus ciencias auxiliares solamente pueden indicarnos los sitios en donde es posible y hasta probable que lo haya —pero nada más. De ahí tantos fracasos costosísimos que constituyen un factor que mal se puede perder de vista al considerar lo que cuesta producir el petróleo.