

carbono en forma de hidrocarburos (gas de ciénagas ó pantanos, hidruro de metilo) petróleo y ácido carbónico. La antracita en la

forma más perfecta debe juzgarse como el producto final de la descomposicion que ha dado origen á los lignitos y hullas.

	Carbono.	Hidrógeno	Oxígeno.
Celulosa . . . . .	52'75	5'25	42'10
Turba de Vulcaire . . . . .	60'44	5'96	33'60
Lignito . . . . .	66'96	5'27	26'76
— terroso . . . . .	74'20	5'89	19'90
Hulla (formacion secundaria) . . . . .	76'18	5'64	18'07
— ( — hullera.) . . . . .	90'50	5'05	4'10
Antracita . . . . .	92'85	5'96	3'19

#### 7. PRINCIPALES YACIMIENTOS HULLEROS.

En vista del consumo siempre creciente de la hulla, que resulta de la propagacion del vapor como fuerza motriz y del uso menos frecuente que se hace de la leña como combustible, es interesante echar una rápida ojeada sobre los yacimientos de la hulla que aún existen en el seno de la tierra. Los depósitos hulleros más importantes de Europa son: 1.º, en *Inglaterra*, la cuenca situada al sud del Pais de Gales, que mide una anchura de 5 millas geográficas por una longitud de 20; y además hay en el norte de Inglaterra, hácia Leeds, Manchester y Sheffield, otra cuenca hullera con la cual tienen relacion los yacimientos de Newcastle y de Escocia; 2.º, en *Bélgica*, la cuenca de Lieja (cuenca del Mosa); la de Charleroi y Namur (cuenca del Sambre) y la de Mons; 3.º, en *Francia*, las cuencas del Loira, Valenciennes, Creusot y Blanzi, Aubin, Alais, etc.; 4.º, en *Alemania*, las cuencas de Silesia, del Saar, del Rhin ó de Westfalia, la de Zwickau y Plauen, etcétera; 5.º, en *Austria*, las cuencas de Bohemia, Pilsen, Brandau y Schlan; 6.º, en *España* hay también ricos veneros de hulla, principalmente en Cataluña, Aragon, provincias Vascas, Andalucía, etc. Por último, se encuentran algunos depósitos de hulla en Italia, Grecia, Turquía y Rusia. Pero las mayores cuencas europeas nada significan en comparacion con las que se encuentran en la *América del Norte*. El yacimiento de hulla más vasto de la América, es el que

comienza á corta distancia (hácia el Sudoeste) del lago Erié y que se estiende por los Estados de Pensilvania, Virginia, Kentucky, Tennessee, hasta el rio de este nombre. Se denomina la cuenca de los Apalaches, y mide 37 millas geográficas de ancho por 130 de largo, abarcando una superficie de 2.800 millas cuadradas. Las cuencas del Illinois, del Canadá y Michigan son un poco más pequeñas. La China es igualmente digna de notar por sus depósitos hulleros, que ocupan una superficie 30 veces mayor que la de los yacimientos de Inglaterra, si bien hasta ahora han sido poco explotadas esas minas.

#### 8. ELEMENTOS ACCESORIOS DE LA HULLA.

Entre los elementos accesorios de las hullas cumple mencionar el hierro sulfurado que en ellas se encuentra bajo forma de pirita cúbica (hierro sulfurado amarillo) ó de pirita romboidal (hierro sulfurado blanco), y que no carece de inconvenientes, porque á causa del azufre que encierra, hace inútil la hulla en ciertos casos, pues trasformándose en sulfato de hierro, disgrega el carbon y lo reduce á fragmentos, pudiendo hasta ocasionar la inflamacion espontánea de los depósitos de hulla. A la par del hierro sulfurado suelen encontrarse en ella la galena, la pirita de cobre y la blenda. Todos estos sulfuros han tomado origen á costa de los sulfatos correspondientes, que disueltos en el agua han penetrado los depósitos de hulla y han sido reducidos por la accion de la materia orgánica. Entre los minerales terrosos deben mencio-

narse sobre todo el espato calcáreo, la dolomia, el gipso (yeso crudo, la barita, la arcilla esquistosa, la esferosiderita, y el blackband, mezcla íntima de hierro oxidado carbonatado, carbon y un poco de arcilla silícea), que es uno de los minerales más importantes de la formacion carbonífera.

9. CLASIFICACION DE LAS HULLAS. Bajo el punto de vista industrial las hullas se dividen, conforme á la manera de portarse en el fuego, en: 1.º *hullas grasas*, cuyo polvo calentado en un crisol se derrite y cuaja en masa homogénea; 2.º, *hullas semigrasas*, cuyo polvo se cuaja solamente en masa sólida sin sufrir una fusion propiamente dicha; 3.º *hullas secas ó magras*, cuyo polvo no se aglutina en el fuego. Segun el uso para que sirve la hulla, distingúense en Inglaterra las tres clases siguientes: *a*, el *carbon de gas* (*gaz coal*); *b*, el *carbon de calentar aposentos* (*household coal*); *c*, el *carbon para calentar calderas de vapor* (*steam coal*).

La comparacion de la composicion elemental de las hullas con sus propiedades químicas y físicas prueba que las hullas grasas contienen un betun, compuesto de carbono é hidrógeno, enteramente formado, ó como es más probable, que se produce á una temperatura elevada, y además que la gran cantidad de oxígeno contenida en las hullas semigrasas disminuye la proporcion de ese betun, mas no impide que se forme. En las hullas magras se produce una cantidad de betun todavía más corta. Sin embargo, investigaciones recientes no han confirmado la opinion que suponía la propiedad aglutinante disminuida á causa del aumento de la proporcion de oxígeno, ni que los carbones más pobres en oxígeno siempre sean hullas negras. Se ha visto que carbones que tenían casi la misma composicion operaban muy distintamente cuando se les exponía á la accion del calor. (1)

(1) E. Richters describió pocos años há un excelente método para la determinacion comparativa de la propiedad aglutinante de las diversas

10. HULLA GRASA. La *hulla grasa* tiene un color negro oscuro, es fácil de inflamar, y como se ha dicho, cuaja su polvo en masa bajo la influencia del calor, formando un cok denso y derretido. Si (con *Fleck*) designamos con C la riqueza centesimal en carbono de la sustancia carbonosa exenta de ceniza, con V<sup>1</sup> el hidrógeno disponible, con V el hidrógeno combinado, y con S el oxígeno y el ázoe, tenemos  $C + (V + V^1) + S = 100$ . Se obtiene V<sup>1</sup> admitiendo que 8 por ciento de oxígeno se une á 1 por ciento de hidrógeno, ó por consiguiente  $V^1 = 5/8$ , y ese valor, cercenado de la riqueza total en hidrógeno, da como diferencia del hidrógeno disponible = V. La propiedad que tiene un carbon de aglutinarse y dar un cok derretido, depende de que en 100 partes de carbono hay á lo menos 4 disponibles. Las hullas grasas convienen particularmente para la fabricacion del gas de alumbrado (*carbon de gas*), por más que *Fleck* conceptúa carbon de gas todo el que por 100 partes de carbono contiene á lo menos 2 de hidrógeno combinado. Como entonces el valor de tal carbon de gas depende á la vez del hidrógeno disponible, que con el carbono formará hidrocarburos volátiles que tengan por efecto aumentar el poder lumínico del gas, pueden designarse como las *mejores* clases los carbones con 2 partes de hidrógeno combinado y 4 de hidrógeno disponible (por 100 de carbono) y darles el nombre de *hullas grasas* ó *hullas de gas*.

A causa de su gran proporcion en hidró-

hullas: 1 gramo de carbon reducido á polvo fino y bien mezclado con polvo de cuarzo molido se calienta en un crisol de platino mientras se exhalan gases ardiendo con llama alumbrante. El pan de cok así producido se deposita con precaucion en una plancha de palastro, de modo que descansa en ella por la base. Colócase en seguida sobre el pan un peso de 1/2 kilogramo; y la masa queda aplastada por esa carga, ó por el contrario, resiste la presión y queda entera. En el primer caso se repite el experimento con una cantidad más corta de polvo de cuarzo, ó en el segundo con una cantidad mayor, y hasta que el pan pueda soportar el peso sin aplastarse. La cantidad de cuarzo empleada que á cada experimento se disminuye ó aumenta de 1 decigramo, sirve de medida para la propiedad aglutinante. Las hullas muy grasas, los ricos carbones de cok de la cuenca de Waldemburgo, exigen por gramo 2/8 de polvo de cuarzo antes que la torta ó pan de cok obtenido sea bastante quebradizo para resistir apenas el peso de 1/2 kilogramo; con las hullas semi-grasas es preciso disminuir la cantidad del cuarzo hasta 0/8, y con las hullas magras propiamente tales es menester reducirla gradualmente á 0.

geno son estas clases más fáciles de inflamar que las otras dos, y por esa razon dan la llama más larga. Las hullas que se aglutinan mucho no convienen para emplearlas solas en los hornos de reverberacion, porque al hincharse, obstruyen la parrilla é impiden el tiro, amen de que dan un calor al principio muy intenso que luego disminuye rápidamente. En cambio las hullas grasas convienen perfectamente para forjar el hierro (*carbon de forja, hulla de herrero*), porque durante su combustion se cuajan en una masa que forma un recipiente para el aire del fuelle, lo cual aumenta el efecto calorífico y produce una economía de combustible.

11. HULLA MAGRA. La *hulla magra ó seca* es la clase peor; es muy rica en oxígeno, se contrae mucho al convertirla en cok, y deja un cok arenoso compuesto de pequeños fragmentos. Contiene por 100 partes de carbono, menos de 40 de hidrógeno disponible. Sirve principalmente en los casos en que se trata de tener un combustible tan barato como se pueda, como en la cochura de ladrillos ó de cal.

Las hullas grasas contienen por 100 partes de C.	más de 4V <sup>1</sup> y menos de 2V
Las hullas grasas y las hullas de gas.	— — 4V <sup>1</sup> y más de 2V
Las hullas de gas y las hullas magras.	— — menos de 4V <sup>1</sup> — 2V
Las hullas semigrasas.	— — 4V <sup>1</sup> y menos de 2V

C. *Hilt* (1873) encontró en sus investigaciones sobre las relaciones que existen entre la composicion y las propiedades técnicas de las hullas, que las propiedades tan diferentes de esos combustibles pueden atribuirse casi esclusivamente á la proporcion varia-

1. Con 17 por 100 ó más de oxígeno,	hulla magra rica en gas.
2. — 14-17 — —	hulla semigrasa, —
3. — 10-14 — —	hulla grasa —
4. — 7-10 — —	hulla grasa, —
5. — 3-7 — —	hulla grasa, hulla semigrasa, antracita.

La clasificaciou segun la proporcion en oxígeno, es por tanto muy exacta en los números 1, 2 y 3; viene á ser incierta para el número 4 y es enteramente inaplicable al nú-

12. HULLA SEMIGRASA. La *hulla semigrasa* tiene un color gris de hierro; su superficie y fractura son á veces muy brillantes. Es mucho más difícil de inflamar que la hulla grasa, y casi siempre contiene mucho hierro sulfurado. Conviene muy particularmente para producir de una manera rápida y continua una elevacion de temperatura, y por lo tanto, para alimentar hornos de reverberacion y de cubo, calentar crisoles, calderas, etcétera. Cuando se carboniza, cambia muy poco su volúmen; se aglomera levemente en los hornos de cok, da poco gas y un cok poco compacto y poroso. La parte combustible de ese carbon contiene por 100 partes de carbono menos de 4 de hidrógeno disponible y menos de 2 de hidrógeno combinado. Parécense á las hullas semigrasas ciertas antracitas, por más que la antracita propiamente tal deba juzgarse como cok natural formado por un método particular no comparable con el que se emplea en la industria para fabricar cok y gas.

Puede formarse idea de las propiedades físicas de las hullas por la cantidad de hidrógeno que contienen. Se ha encontrado que

ble en oxígeno, y parece que la proporcion en oxígeno depende de la edad del carbon, y que por regla general las otras propiedades están en conexion con la edad. Bajo este concepto podria admitirse la clasificacion siguiente:

mero 5, para el cual, sin embargo, tiene mayor importancia, porque sin duda es muy significativo para el industrial poder distinguir la hulla grasa, la semigrasa y la antracita.

*Hilt* encontró además que la cantidad de los productos volátiles que dan nacimiento á la llama y que denomina el *betun* de la hulla, y la proporcion del betun comparada con el cok que queda, constituyen elemen-

1. Carbon antracítico magro.	5 — 10	por 100 de betun.
2. Hulla semigrasa pobre en gas.	10 — 15'5	—
3. Hulla grasa.	15'5 — 33'3	—
4. Carbon de gas graso.	33'3 — 40	—
5. Hulla semigrasa (reciente) rica en gas.	40 — 44'4	—
6. Hulla magra rica en gas.	44'4 — 48	—

Por consiguiente en la clase 3 (hulla grasa) se encuentran carbones que pueden diferir de 18 por ciento en su proporcion de gas, mientras que en las otras clases los carbones no difieren sino de 4 á 5 por ciento.

Si se consideran las propiedades del carbon que pertenecen á cada clase en particular, pueden hacerse las siguientes observaciones:

1.º El *carbon antracítico* necesita vivo tiro, da corta llama alumbrante y poco hollin; sirve para calentar habitaciones, para la cochura de ladrillos, para los hornos de cubo de todas clases y en ciertas condiciones tambien para calentar las calderas de vapor.

2.º La *hulla semigrasa antigua* conviene para los mismos usos que el núm. 1; pero es un carbon para las calderas de vapor; y con dispositivos convenientes, máxime mezclándolo con clases más ricas en gas, puede servir para la preparacion del cok (á esa clase pertenece el renombrado carbon de Cardiff llamado *smokeless steam coal*).

3.º La *hulla grasa* con una proporcion en gas comprendida entre 15'5 y 20 por ciento, constituye la hulla de herrero propiamente dicha y el carbon de cok. Entre 20 y 33 por ciento se encuentran los numerosos matices de la hulla grasa rica en gas ó carbones industriales propiamente tales y á propósito para casi todos los usos. Esa hulla da aun muy buen cok, puede emplearse en todos los hornos de llama, y ofrece tan sólo el inconveniente de dar al principio mucho

humo y apagarse muy pronto, máxime en las estufas.

4.º El *carbon de gas* no es menos bueno y da el mejor gas de alumbrado, para cuya preparacion es el que más suele emplearse. Pero aquí el valor comienza á menguar, porque el rendimiento en cok es pequeño, y á más el cok es poroso. Los números 5 y 6 dan los verdaderos carbones para calentar los hornos de llama.

La *clasificacion de las hullas* indicada por *L. Gruner* (1874) es muy digna de atencion. Segun *Gruner*, el análisis inmediato puede permitir apreciar el valor técnico de las hullas mucho más exactamente que el análisis elemental. Con tal objeto los carbones se destilan en una retorta y el residuo se incinera. Así se llega á conocer el poder aglomerante, lo mismo que la índole y cantidad de la ceniza.

En las hullas propiamente dichas el poder calorífico varia con la cantidad del carbono fijo dejado por la destilacion; mas no sucede siempre lo mismo con las antracitas y los lignitos. Bajo el punto de vista industrial pueden distinguirse las hullas en cinco tipos claramente determinados, entre los que puede haber paso gradual. El cuadro siguiente es el resultado de numerosas investigaciones y análisis. A veces se confunden las hullas secadas con las magras. La primera calificacion corresponde á los carbones que á causa de su elevada proporcion en oxígeno, no fritan (calcinan) como los lignitos, en tanto

tos en virtud de los cuales fácilmente puede uno darse cuenta del valor de la hulla. Si se compara la proporcion en betun respecto de 100 partes de cok exento de ceniza, se obtienen:

humo y apagarse muy pronto, máxime en las estufas.