

Combustibles sólidos

<http://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/solidos>

Origen y Clasificación

El origen de los combustibles sólidos es ciertamente remoto. Desde el descubrimiento del fuego el hombre los viene utilizando entre otros fines, por ejemplo, para alimentar ese fuego o fuente de calor más concretamente tan necesaria en tantos procesos.

Los combustibles sólidos naturales son principalmente la leña, el carbón, y los residuos agrícolas de diverso origen.

Los combustibles sólidos artificiales son los aglomerados o briquetas, alcoque de petróleo y de carbón y carbón vegetal.

Los aglomerados o briquetas son transformados a partir de los combustibles sólidos naturales. Las briquetas se obtienen aglomerando grano menudo y polvo de carbón.

Los combustibles sólidos artificiales son el resultado de procesos de pirogenación a que sometemos los combustibles sólidos naturales. La pirogenación es un proceso mediante el cual, aplicando calor sin contacto con aire, obtenemos los combustibles sólidos artificiales (por ejemplo, en las carboneras).

La madera se ha empleado como combustibles sólidos desde que se descubrió el fuego. Hasta mediados del S. XVIII era prácticamente el único combustible utilizado. El desarrollo industrial fue el que propició el uso de otros combustibles más eficientes y potentes, como por ejemplo el carbón

Madera

Composición

La madera está compuesta por fibras leñosas, nitrógeno, savia y agua. El *nitrógeno* forma parte de la estructura vegetal de la madera. La *savia* es una disolución acuosa con sales inorgánicas, azúcares, celulosas,.. El *agua* es el principal componente no inflamable de la madera.

En invierno es cuando la madera contiene menos agua. El porcentajes de las cenizas o residuos de la combustión es pequeño. Suelen contener fosfatos, silicatos, carbonatos, Na, K, Fe Mg, Mn.

El proceso de formación de la madera es un proceso endotérmico (reacción de la vida). Su temperatura de inflamación se sitúa por los 250-300°C. Arde con llama larga. Las unidades de medición son:

- Metro Cúbico: Masa de madera *maciza* que llena 1 m³

- Estéreo: Cantidad de leña partida y apilada que llena el volumen *aparente* de 1 m³.

Clasificación de las maderas.- Atendiendo al peso específico y a la resistencia que presenten se pueden clasificar en:

- *Duras*: Peso específico mínimo de 0,55. Proceden de árboles con hoja ancha, como pueden ser el manzano, peral, cerezo, nogal, roble, haya...
- *Blandas*: Peso específico menor de 0,55. Son el pino, abeto, tilo...

Composición química del carbón

El **carbón** es un combustible fósil sólido, en el que intervinieron en su formación un proceso de descomposición de vegetales. Para su formación intervienen sobre todo los ácidos húmicos. *Potonié* considera que los carbones se pueden clasificar en

- *Sapropelitos* o rocas de fermentación pútrida
- *Rocas Húmicas*: Debidas a la descomposición de las plantas
- *Liptobiolitos*

La *lignina* parece ser, hoy por hoy, la responsable de la formación de los carbones. En el proceso de formación del carbón, las plantas sufren la putrefacción. La celulosa es atacada por bacterias. La celulosa, como se sabe, es un compuesto hidrocarbonado, que se descompone en diversos productos. La lignina, sin embargo, solo se descompone en ácidos húmicos. La lignina posee una estructura aromática que no se perderá en su descomposición.

Los componentes fundamentales del carbono son:

- Combinaciones Hidrogenadas
- Combinaciones oxigenadas
- Combinaciones nitrogenadas
- Combinaciones sulfuradas

Todas estas combinaciones tienen la particularidad que el carbono se presenta en ellas formando una estructura bencénica (anillos).

En cuanto a los yacimientos carboníferos podemos decir que se pueden clasificar en dos tipos:

- *Autóctonos*: El carbón se ha formado en el mismo lugar en el que se han depositado los restos vegetales de los cuales procede. A este tipo responden la mayor parte de los yacimientos
- *Alóctonos*: Los restos vegetales de los cuales procede el carbón han sido arrastrados por los ríos, por las mareas, han sufrido las transformaciones y posteriormente se forma el depósito carbonífero. Es decir, el depósito o yacimiento se va a formar lejos del lugar donde crecieron los vegetales.

Un carbón está compuesto por *carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, agua*. También puede tener componentes inorgánicas que proceden de diferentes lugares.

Estos componentes inorgánicos nos van a dar lugar a las cenizas tras la combustión. Todos los elementos que forman el carbón pueden alterar las características del combustible, beneficiándolos o perjudicándolos. Por ejemplo, la *humedad* y *las cenizas* no modifican las cualidad intrínsecas del combustibles, pero van a modificar el poder calorífico y la inflamabilidad.

La humedad de un carbón disminuye el PCI. Aumenta además el volumen de gases de combustión, disminuyendo de este modo el rendimiento del combustible.

Las cenizas no sufren combustión, pero forman óxidos en las escorias, lo que puede impedir el contacto con el aire, atacan la instalación, apantallan el proceso,... Un dato importante sobre las cenizas es su punto de fusión. Si se alcanza esta temperatura, las cenizas fundidas se escurren por la parrilla y pueden provocar grandes daños en la instalación

Se denomina valor de un combustible a la relación entre el contenido de *carbón* y el contenido en *hidrógeno* (C/H). Cuanto mayor sea esta relación, mayor será su valor. Además, el valor vaa disminuir con la aparición de oxígeno, azufre, agua (humedad), cenizas,...

La formación del carbón, y por tanto, su composición vienen dadas por la reacción de la vida. Además de los tejidos vegetales fosilizados que existan en el carbón, también pueden aparecer tejidos animales.

Los principales elementos que forman las plantas son

- Hidratos de Carbono: Están presentes sobre todo en las celulosas (armazón), almidón (reserva alimenticia) y pentosanas
- Lignina: Une las fibras de las celulosas. Son polímeros de naturaleza aromática. No se conoce la composición con exactitud. Acompaña a las celulosas en un porcentaje del 20-30%
- Lignanos: Posee una estructura y comportamiento parecido al que presentan las ligninas. El proceso de fosilización también es parecido al de las ligninas.
- Proteínas: Son compuestos derivados de los aminoácidos. Por ejemplo, la *clorofila*. Están formados por C, H, O, N.
- Compuestos Nitrogenados: Principalmente está el ATP, que funciona como reserva energética
- Alcaloides: Entran en poca proporción. Se parece a las celulosas en cuanto a comportamiento

Además de todos los compuestos citados, se presentan también en el carbón *resinas*, *grasas*, *ceras*, *terpenos*,... Estos compuestos son muy resistentes a las transformaciones que se producen en el proceso de fosilización.

Teoría sobre la carbonificación de las plantas

Se definía el carbón como una *masa compacta estratificada de restos vegetales momificados intercalados con materia inorgánica y cubierta por rocas sedimentarias*.

Para explicar la carbonificación de las plantas y formación del carbón se formularon a lo largo de la historia diversas teorías.

Stodnikoff, estudiando plantas de los Urales, vio que contenían un 37,7% de lignina y solo un 15,5% de celulosa. Bergius realizó trabajos sobre la celulosa como formadora del carbón. Mailland, en 1911, demostró que los azúcares se podían transformar en sustancias *húmicas* con la acción de aminoácidos. Estableció la hipótesis de que la celulosa y la lignina se desarrollaban a al par. Pero en 1922, Fisher y Schrader, que se oponían a la teoría de que la celulosa era la principal formadora del carbón, establecieron que el agente principal de su formación era la *lignina*, formulando la *teoría de la lignina*. *Se intentó demostrar que la lignina, en condiciones pantanosas desaparecía totalmente y se transformaba en productos solubles en agua y gases (CO₂, CH₄), de modo que tenía que ser la lignina la responsable de la formación de los carbones.*

Fases de formación del carbón

Existen dos fases en la formación del carbón:

- a. *Fase Biológica* (o de White)
- b. *Fase Geológica* (metamórfica)

Los agentes de la transformación química de la materia vegetal van a ser las bacterias, la temperatura, el tiempo y la presión.

Las bacterias son los principales agentes de descomposición. Actúan fundamentalmente de dos maneras

- *Aerobia*
- *Anaerobia*

La actuación aerobia es la actuación oxidante, mientras que la actuación anaerobia es la reductora. Las *aerobias* van a ser las primeras en actuar. Lo hacen cerca de la superficie. Necesitan del oxígeno para funciones. Cuando ya no queda oxígeno es cuando pasan a la acción las bacterias *anaerobias*, terminando las transformaciones empezadas por las aerobias. Este tipo de bacterias actuará hasta que el depósito se cubre de una capa sedimentaria impermeable.

La *temperatura*, el *tiempo* y la *presión* también actúan, sobre todo cuando la actividad bacteriana ha cesado. La temperatura aumenta al ir acercándonos al núcleo terrestre. La temperatura suele favorecer la cinética de la reacción. El tiempo a su vez es necesario por la velocidad de reacción. La presión también influye y ayuda a estratificar y favorecer cierto tipo de reacciones. En esto tienen que ver también los plegamientos.

Pasamos ahora a estudiar separadamente las dos fases de la formación del carbón:

- **FASE BIOLÓGICA:** Surge cuando tenemos grandes masas y estas quedan anegadas. Actúan aquí algas y hongos. Se produce entonces la fermentación aerobia. Otros organismos y animales se añaden a su vez a la masa en descomposición.

Predominana en esta masa las ligninas, resinas y ácidos grasos. En menos proporción va a haber aminas y fenoles (de la descomposición de los azúcares).

Podemos distinguir aquí dos fases

Fase I

Fermentación aerobia. Se forma la *turbera*. La masa vegetal está en contacto con el oxígeno. Las reacciones son de oxidación o hidrólisis. El pH es ligeramente ácido

Fase II

Fermentación anaerobia. Actúan las bacterias (respiración intramolecular). Se destruyen las estructuras moleculares para tomar de este modo oxígeno. Se producen reacciones de hidrólisis y reducción. El pH es aproximadamente neutro.

Fase geológica o metamórfica

Tiene lugar en la materia vegetal sobre la que se han ido depositando ciertos elementos arrastrados por los agentes geológicos (arcillas, arenas,...) Esto hace que la masa vegetal se vaya progresivamente enterrando. Llegará un momento en que el enterramiento es tal (40 cms) que los organismo vivos dejarán de actuar. Hay ahora una cierta masa de materia húmica junto con un 90% de agua. Es en este momento cuando entre en juego los factres geológicos.

Grado de carbonificación. Clasificación de los combustibles sólidos

Los lignitos son unos carbones inmaduros con un porcentaje entre la turba y los bituminosos. Podemos clasificarlos por:

i) Su formación:

- *Lignitos Húmicos*: Compuestos húmicos menos modificados que las hullas
- *Sapropelitos*: Carbonificación de grasa y albúminas de animales y vegetales inferiores (algas)
- *Liptobiolitos*: Constituidos sobre todo, y a veces con exclusividad, de ceras naturales.

ii) Por sus características tecnológicas:

- *Pardos*: Carbones terosos o xiloides con humedad de hasta el 60%. Se ve que casi es madera.
- *Negros*. Son duros (azabache)

Hullas

Son los carbones que poseen el siguiente grado de carbonificación a los lignitos. La hullas son carbones que presentan un interés mayor que los anteriores porque nos pueden aportar más energía que los anteriores. El *poder calorífico* oscila entre las 7500-

8000 kcal/kg, refiriéndolas a materias secas. Se formaron en 3 épocas diferentes del periodo carbonífero.

- Dinantiense
- Estafaniense
- Westfaliense

Antracita

Es el carbón que tiene un mayor poder calorífico. Es el más duro y más denso. Se emplea para procesos de gasificación directa, y algún tipo de aplicación metalúrgica de baja capacidad. Las épocas de carbonificación son:

- Estefaniense
- Westfaliense