

lechos delgados de pizarras negras algo bituminosas, con concreciones calizas esferoidales, análogas á las de la base del piso superior de Bohemia. Este horizonte se halla en Ogasa, representado por los mismos elementos geognósticos, cubiertos por pizarras que contienen varios bancos de combustible y muchas impresiones de helechos del período carbonífero. También, según Verneuil, puede referirse al mismo, la faja de caliza silicea atravesada por numerosos filones de granito, que aparece en varios puntos desde Gerona y Calella hasta Barcelona, cerca de cuya ciudad encontró Prats algunas orthoceras.

Aunque en rigor no esté demostrada la existencia en la Península de las formaciones más superiores del silúrico, sin embargo, puede asegurarse que estos materiales representan entre nosotros la parte culminante del terreno en cuestión; por cuyo motivo figuran en el cuadro de clasificación de terrenos, como equivalentes de los pisos Wenlock y Ludlow.

El terreno silúrico comunica á las comarcas formas muy diversas, según los materiales que en él dominan; así es que cuando son las pizarras talcosas ó micáceas y aun el gneis los que adquieren más desarrollo, no produce montañas muy elevadas: sus formas son redondas y terminan por mesetas muy á propósito para el cultivo de la vid, cuando el clima lo requiere, según hace notar el Sr. Rojas Clemente en su «Ensayo sobre las variedades de la vid común;» también se producen muy buenos pastos en estas mesetas, como de ellos da un buen ejemplo la Serena (Extremadura). Por el contrario, las cuarcitas y areniscas constituyen montañas bastante altas, ásperas, de contornos caprichosos y entrecortados y de grandes escarpes, imprimiendo al país el sello de pobreza vegetal.

Este terreno puede considerarse como el más rico entre los de sedimento, bajo el punto de vista industrial, explotándose en él el cinabrio, el oro, la galena argentífera, el zinc, el cobre, el estaño y otros metales y algunas piedras preciosas. Entre los materiales pétreos las areniscas, los conglomerados silíceos, las calizas y las rocas plutónicas que se encuentran en él en abundancia, pueden destinarse á los usos indicados ya en terrenos anteriores. Muchas pizarras sirven para tejar y para pavimentar, etc.

En cambio de esta riqueza industrial, el terreno silúrico suministra pocos materiales á la agricultura, siendo en general pobre la vegetación en las comarcas en que abunda este terreno. Sin embargo, en España puede decirse que por excepción ofrece una gran riqueza en el criadero de fosfato de cal de Logrosan (Extremadura), cuya explotación va creciendo de día en día de un modo fabuloso. Algunos opinan, en cuanto al uso que pueda hacerse de esta sustancia, que debe darse como alimento á las bestias y en especial á los bueyes, ejerciendo en su organismo, según Elie de Beaumont y Mige-Couries, la misma influencia que sobre las plantas.

SEGUNDO.—Terreno devónico

SINONIMIA.—Arenisca roja antigua ó grupo devónico, Lyell.—Grupo de la arenisca roja antigua, Delabeche.—Old-red-sandstone, del mismo y de otros ingleses.—Piso de arenisca purpúrea, Cordier.—Formación paleosamerítica, Huot.—Grauwackgebirge, de los alemanes.—Sistema devónico, Murchison y Sedgwick.—Devonian grup, Morris.—Piso segundo, devónico, D'Orbigny, etc.

HISTORIA DE ESTE TERRENO.—El terreno de que vamos á tratar, confundido hasta estos últimos tiempos con el período carbonífero por una parte, y con el silúrico por otra, bajo las denominaciones vagas de terreno de la

grauwacka y de la arenisca roja antigua, fué separado y delimitado perfectamente en 1839 por los geólogos ingleses Murchison y Sedgwick, dándole el nombre que lleva por ser la parte meridional del condado de Devon (Inglaterra) la región en que ofrece mayor riqueza en restos orgánicos característicos. Esta separación fué después confirmada por la bella teoría de los levantamientos, habiendo demostrado el Sr. E. de Beaumont que entre el terreno silúrico y el carbonífero aparecieron los sistemas del Morbihan y de Westmoreland, que circunscriben perfectamente una serie de estratos con fósiles peculiares, aunque conservando algunos el carácter del terreno anterior, que son los representantes del old-red-sandstone. Posteriormente el Sr. Dumont, en la explicación del mapa geológico de Bélgica, creyó oportuno separar la parte inferior del devónico, y elevarla al rango de terreno independiente, aplicándole el adjetivo rhínico ó del Rhin, desmembración no por todos admitida.

DEFINICION Y CARÁCTER MINERALÓGICO.—El terreno devónico es el conjunto de capas de areniscas rojas, old-red-sandstone, y de conglomerados silíceos grau-wacka, alternando con otras de pizarras, areniscas algo abigarradas y de caliza, ofreciendo entre sus estratos, como materia subordinada, la antracita, por cuya razón el Sr. Omalus lo llamó al principio parte antraxífera del grupo bituminífero, considerándolo como la base del de la ulla.

CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.—El levantamiento del Westmoreland lo aísla, sin embargo, del indicado terreno, al que sirve de base en estratificación discordante; así como el del Morbihan lo separa del silúrico por su parte inferior. Conste, no obstante, que esto se dice así de un modo general, pues con frecuencia es en extremo difícil separar las rocas devónicas de las silúricas, como sucede, según Prado, en los alrededores de Almadén, donde, si llegan á faltar los fósiles, casi es imposible establecer la línea de separación entre unas y otras. Este distinguido geólogo dice también que en general puede asegurarse, al menos en dicha comarca, que toda gran masa de pizarras es silúrica, así como las rocas muy cargadas de hierro, pertenecen al terreno devónico.

No se crea, sin embargo, que la composición de este terreno es siempre idéntica; á veces predominan las areniscas y los conglomerados y le imprimen un carácter distinto y condiciones agronómicas diferentes; otras, adquieren mayor importancia las arcillas pizarrosas y las calizas, haciéndole variar completamente de aspecto.

CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.—La primera aparición de los reptiles junto con gran número de braquiópodos, pertenecientes á los géneros *Spirifer*, *Productus*, *Atrypa*, y *Terebratula*; de cefalópodos, tales como *Clymenia*; el gran desarrollo de los equinodermos pediculados llamados crinoideos, de cuyo grupo zoológico solo existen en el mundo actual dos representantes en el Atlántico; la presencia de muchas especies de trilobites, aunque diferentes todas de las anteriores; peces de extraña organización y aspecto, como puede verse en las figuras 77 y 78: muchos zoófitos formando arrecifes, y por último, una vegetación propia y distinta de la del terreno silúrico, y del inmediato posterior ó carbonífero; tal es en breves palabras la representación de la vida durante este período de la historia terrestre.

ESPEJOR.—Según el Sr. Murchison, este terreno alcanza en Inglaterra más de 3,000 metros de desarrollo vertical; circunstancia que por sí sola basta para concebir el inmenso espacio de tiempo que supone la formación de todos sus materiales.

DIVISION.—Aunque no aparece ningún sistema de levantamiento entre el de Morbihan y Westmoreland, sin

embargo, generalmente hablando, el terreno devónico se divide en tres pisos: superior, medio é inferior, conocidos también con los nombres de arenisca blanca de Elgin (Inglaterra, condado de Moray); caliza del Eifel con *strygocephalus* y *calceola Schiefer* (pizarras de calceolas), que represen-

tan el medio; y arenisca roja antigua, grau-wacka de Kœmer, ó arenisca de *Spirifers* de Sandberger, que terminan por abajo la serie devónica. Estos horizontes se hallan perfectamente representados en Llama, Colle y Sabero por materiales algún tanto diferentes de los de Inglaterra y Alemania,

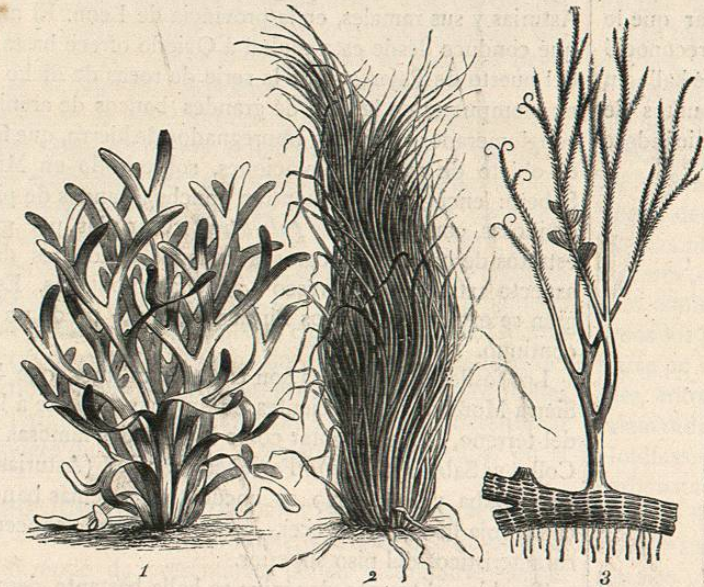


Fig. 77.—Plantas del período devónico.—1 Fucus; 2 Zostera; 3 Psilophyton

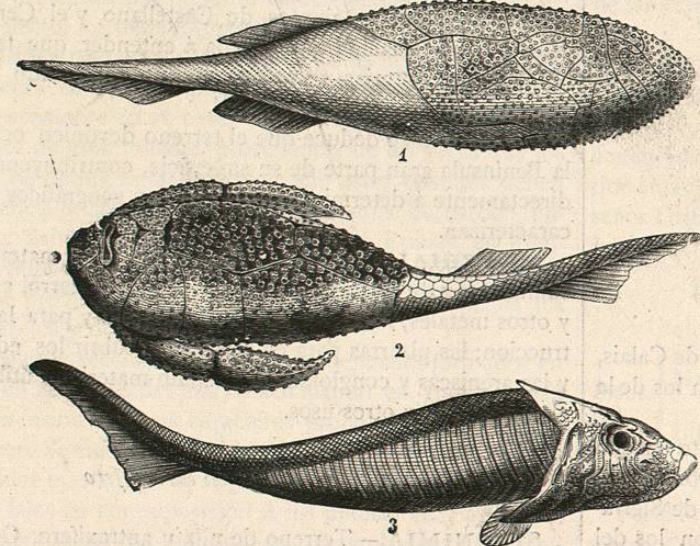


Fig. 78.—Peces del período devónico.—1 Coccosteus; 2 Pterycthyis; 3 Cephalapsis



Fig. 80.—Productus Martini Fig. 81.—Spirifer trigonalis Fig. 82.—Spirifer glaber

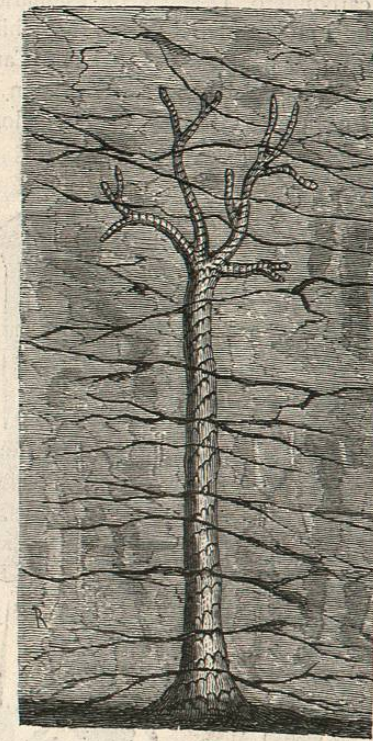


Fig. 79.—Lepidodendron Sternbergii

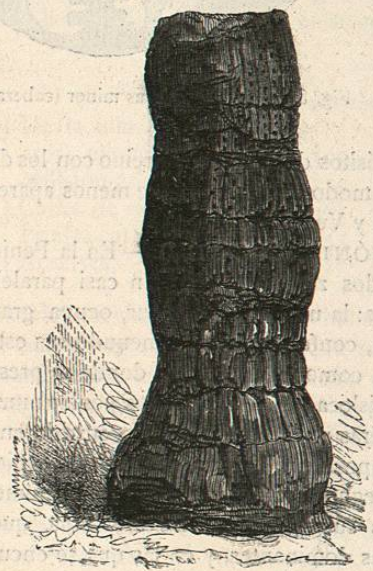


Fig. 83.—Tronco de sigillaria

pero con fósiles característicos de este terreno y que establecen su verdadera contemporaneidad. (Véase el Cuadro general de terrenos.)

Al sur de los montes Grampianos, en los condados de Forfar, Kincardine y Fife, puede considerarse dividido el devónico en tres zonas, á saber: primera, de arenisca amarilla atravesada por otras en forma de fajas de color blanco; segunda, de pizarras rojas, areniscas con cornstone y un conglomerado en la base; y tercera, de arenisca tegular ó pizarrosa y arenisca dura, consistente, aunque bastante mi-

cácea, conteniendo una pequeña cantidad de carbonato de cal; esta piedra se destina al empedrado. En la región superior aparecen muchos peces de los géneros *Pterichthys*, *Pamphractus*, *Glyptopomus*, *Holoptychius*, y otros.

El terreno devónico del imperio ruso ofrece un hecho singular, según Lyell y Murchison, y es: que en los horizontes en que predominan las areniscas, estas contienen muchos peces idénticos á los de Inglaterra, característicos del piso de la arenisca roja antigua, propiamente dicha; al paso que en los bancos calizos predominan las conchas semejantes á

las del Devonshire. Esta circunstancia confirma el origen contemporáneo de este terreno en ambas regiones, á pesar de la distancia que las separa.

EXTENSION Y DISTRIBUCION GEOGRÁFICA.—Este terreno, reconocido primero en los condados de Devon y Cornwall, ocupa en la Gran Bretaña una extension considerable, formando fajas ó zonas relacionadas con el terreno carbonífero. Despues de asignarle el lugar que le correspondia en la serie, el mismo Murchison lo reconoció en Rusia, donde ocupa vastas regiones. Tambien se halla en la orilla derecha del Rhin, en el Eifel, en otros puntos de Prusia y en Bélgica está muy desarrollado, comunicándose

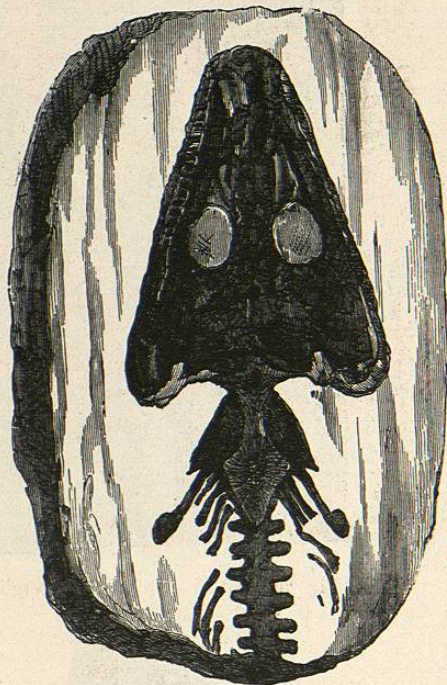


Fig. 84.—Archegosaurus minor (cabeza y cuello)

los depósitos de este último reino con los del Paso de Calais, y de un modo directo, aunque menos aparente, con los de la Bretaña y Vendée.

DEVÓNICO ESPAÑOL.—En la Península este terreno forma dos zonas, que corren casi paralelas de nordeste al sudoeste: la una se halla al sur, ocupa gran parte de Sierra-Morena, confundiendo á menudo sus estratos con los del silúrico, como en Almadén, donde se presentan quebrantados y dislocados de mil modos por las numerosas erupciones metalíferas y pétreas que han ocurrido en dicha cordillera. La composición del devónico en esta region se halla presentada, segun Prado, por un escaso número de estratos de pizarras subordinadas á las areniscas, que, al parecer, son las rocas dominantes, y en las que se encuentran los fósiles mas característicos. Las pizarras, que nunca adquieren gran desarrollo, se presentan de color gris, amarillento, verdoso ó rojizo, y hasta negro, como se observa en Guadalperal. Su consistencia es escasa y de aspecto con frecuencia térreo. Las areniscas, que aunque no tan duras como las del terreno silúrico, son mas consistentes que las pizarras, se presentan de color blanco, gris amarillento, á veces tambien rojas, jamás negras. En general las rocas devónicas de Almadén son menos ferruginosas que las de la cordillera cantábrica, si bien predomina mas el hierro en ellas que en los materiales del silúrico. Los fósiles mas característicos del devónico en esta region, de los que á veces se halla cuajada la roca, son los siguientes: Terebratula undata, T. reticularis, T. Ma-

riana, Spirifer Bouchardi, Sp. subsp. Archiaci, Sp. Verneuli, Productus subaculeatus, Leptaena Dutertrei, L. Murchisoni, Orthoceratites vermicularis, Dalmanites sublaciniata, Phacops latifrons, Homolotus Pradoanus y otros muchos que se encuentran en Guadalperal, Guadalmez y Chillón, localidades muy ricas.

La zona del norte ocupa gran parte de las montañas de Asturias y sus ramales, en la provincia de Leon. El arrecife, que conduce desde esta capital á Oviedo ofrece hasta el pié del puerto de Pajares toda la serie de rocas de dicho terreno, compuesta en la base de grandes bancos de areniscas y conglomerados rojos, tan impregnados de hierro, que forman el objeto de ricas explotaciones, sobre todo en Mieres y Sabero: encima se encuentran muchos bancos de pizarras arcillosas, con el *cardium palmatum*, coronadas por gruesos estratos de caliza, que con sus variados accidentes dan un aspecto extraño y pintoresco á aquellas montañas. Esta region se extiende hasta los Pirineos, aunque no de un modo continuo.

Los fósiles de esta zona son casi los mismos que los de Sierra-Morena, pertenecientes en su mayor parte á la base del terreno, debiendo citar como localidades famosas las de Colle y Sabero (Leon), Ferroños y Avilés (Asturias). En Puentealba y Burdongo se encuentran además bancos de caliza roja llena, al parecer, de goniatites y orthoceratites, característicos del piso superior.

Tambien el terreno devónico se halla bastante desarrollado en Hinarejos (Cuenca) alrededor del depósito de carbon, siendo notables los puntos de Castellano y el Cerro del Hierro; denominacion que nos da á entender que tambien allí como en Asturias, se ve este terreno favorecido por la presencia de tan precioso mineral.

De lo dicho se deduce que el terreno devónico ocupa en la Península gran parte de su superficie, contribuyendo muy directamente á determinar los accidentes geográficos que la caracterizan.

MATERIALES ÚTILES.—Las principales materias que suministra este terreno son: la antracita, el hierro, el cobre y otros metales; las calizas como mármoles y para la construccion; las pizarras para embaldosar y cubrir los edificios, y las areniscas y conglomerados, como materiales útiles para el empedrado y otros usos.

TERCERO.—Terreno carbonífero

SINONIMIA.—Terreno de ulla y antraxífero, Omalius.—Terreno izemínico-abísico de la ulla, Brongniart.—Coalmeasures and carboniferous limestone de los autores ingleses, Mountain-limestone, Philipps.—Stein-kohlengebirge, kohlen-sandstein de los alemanes.—Suelo secundario, Boué.—Grupo carbonífero, Delabeche.—Caliza de transicion en parte, de algunos alemanes.—Tercer piso, carbonífero, D'Orbigny.

HISTORIA.—El terreno en cuya descripcion vamos á ocuparnos, uno de los mas importantes de la serie bajo el punto de vista industrial por las cantidades considerables de combustible que suministra, se hallaba confundido hasta hace poco con el terreno pérmico y con otros mas inferiores, conocidos en Inglaterra con el nombre vago de arenisca roja antigua, *old red sandstone*. Los Sres. Sedgwick y Murchison lo deslindaron separándolo del terreno devónico, sobre el que descansa, y del pérmico al que sirve de base, y asignándole su verdadera posicion y caracteres propios.

DEFINICION Y CARÁCTER MINERALÓGICO.—Desde esta época se da el nombre de terreno carbonífero al conjunto de capas areniscas, arcillas pizarrosas, pizarras silíceas y micáceas (samita), con bancos de pudingas y calizas,

fétidas por lo comun, de colores oscuros; todo esto alternando á su vez con bancos de diferente espesor de carbon de piedra, y como elementos subordinados, nódulos, y á veces masas de hierro carbonatado y de otros minerales, objeto con frecuencia de ricas explotaciones.

CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.—El sistema del norte de Inglaterra separa perfectamente este terreno por arriba de la parte inferior del pérmico en estratificacion discordante; por abajo el del Westmoreland lo aísla del devónico, con las mismas condiciones estratigráficas.

A pesar de la exactitud con que hoy puede asignarse el lugar que ocupa en la serie este terreno, gracias á las dislocaciones producidas por la aparicion de los sistemas indicados, su posicion suele hallarse completamente invertida, estando unas veces sobre el jurásico y terciario inferior, como sucede en la Tarantesia (Saboya); otras encima del cretáceo en capas casi en estado normal, como se ve en las provincias de Leon y Palencia, y en especial en la última, entre Guardo y Muñeca, segun el Sr. Prado. En estos casos la calidad del combustible, y muy particularmente el carácter de los fósiles que encierran sus capas, son los únicos datos para determinar el verdadero horizonte que este terreno debe ocupar en la serie.

DISPOSICION Y ACCIDENTES DEL CARBÓNIFERO.—Los depósitos carboníferos, respecto á su disposicion ó al modo de presentarse, deben distinguirse, segun Coquand, en dos clases, variando en cada una de un modo esencial las condiciones que los caracterizan.

Con efecto, los unos forman cuencas circunscritas y pueden considerarse como depósitos lacustres análogos á los de las turberas. El carácter que los distingue mejor es la presencia casi constante en su base, de una masa de pudingas de elementos de gran tamaño, procedentes de las rocas que los rodean; de donde es fácil deducir que estos terrenos deben su existencia á causas locales. Los criaderos de carbon mineral de Saint-Etienne, del Aveyron y de Epinac, en Francia, son buenos ejemplos de esta clase de depósitos locales, á los que probablemente corresponden en la Península los de Hinarejos y de Belmez y Espiel.

La segunda seccion comprende los depósitos formados en el seno de las aguas del mar, participando en consecuencia de su extension y de los caracteres propios de los terrenos de acarreo. Sirviéndoles generalmente de límites los terrenos paleozóicos mas antiguos, se presentan en forma de zonas ó grandes fajas en contraposicion á los anteriores. Las pudingas ó conglomerados, que tambien, por regla general, suelen formar su base, constan de materiales de escaso tamaño, son de naturaleza esencialmente silícea y de procedencia lejana. Las cuencas del norte de Francia, las de Bélgica, y particularmente las de Inglaterra, pertenecen á esta segunda categoría, á la que pueden igualmente referirse las de Palencia, Leon y Asturias.

Así los depósitos locales de naturaleza mas ó menos esencialmente lacustre, como los generales y marinos, han sufrido, en general, la accion de erupciones porfídicas, graníticas ó de otras rocas ígneas, las cuales con su aparicion determinaron uno de los caracteres mas distintivos de este terreno, á saber: la dislocacion de sus estratos que se presentan con frecuencia formando ondulaciones ó SS muy curiosas. Como ejemplos notables de este rasgo característico del terreno carbonífero, pueden citarse los representados en las figuras 40, 41 y 42.

Esta especie de repulsion lateral simple ó doble, que experimentaron las capas del terreno carbonífero, determinó el estrechamiento de sus materiales en escala á veces enorme. Burat estima en 8,000 metros el de la cuenca del Sao-

na y Loira y en 15,000 metros el del norte de Francia y Bélgica.

Otro de los efectos notables de estas erupciones, muy dignos de tenerse en cuenta en la explotacion de este combustible, es el de los saltos, fallas, grandes hendiduras ó resbalamientos que experimentaron todos los estratos, incluso los del carbon.

ORÍGEN DE LA ULLA.—Para evitar repeticiones inútiles, léase la pag. 300.

CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.—Un hecho notable ofrece la naturaleza y distribucion de los fósiles característicos en este terreno, á saber: el hallarse casi toda la fauna limitada al horizonte inferior y medio, mientras que la flora puede decirse peculiar al superior, observándose tambien algunas plantas en el medio. Aquella se halla principalmente representada por un extraordinario número de crinoideos, ó sean equinodermos pediculados, por muchos moluscos de todos los grupos, algunos insectos, peces, que suelen encontrarse en el interior de los nódulos de hierro y tambien reptiles, entre los cuales figuran el *apateon pedestris*, afine á las salamandras, y tres especies de *archegosaurus*, descritos por Goldfuss, procedentes del interior de las masas de hierro carbonatado de las minas de Saarbruck y de otras varias. (Véanse las figs. 79, 80, 81, 82, 83 y 84).

ESPESOR.—El terreno carbonífero llega á alcanzar en algunos puntos 3 y hasta 4,000 metros de espesor, como sucede segun el Sr. Verneuil en el distrito de Asturias, donde las capas de combustible repiten hasta setenta ú ochenta veces.

DIVISION.—Los levantamientos del Forez y de los Vosgos interrumpieron la formacion de este terreno, separándolo en tres pisos, superior, medio é inferior, division que concuerda admirablemente con la establecida en época anterior en Inglaterra, país clásico de este período geológico. El señor Griffith admite las divisiones siguientes en su mapa de Irlanda.

		Espesor en metros	
Pisos.	Superior..	{ De la ulla (coal measures), medida de carbon.	305 á 670
	Medio.	{ Millston-grit.	115 á 550
	Inferior.	{ Caliza de montaña.	365 á 1,950
{ Pizarra carbonífera.		255 á 365	
		{ Arenisca.	120 á 610

Formando la base del terreno carbonífero se halla un inmenso depósito de caliza negruzca ó azulada, que se llama carbonífera ó de montaña por su posicion, y tambien mármol encrinítico, por la abundancia de restos fósiles, y en especial de encrinites, que se encuentran como empotrados en su masa. Esta caliza forma bancos poderosos, aislada por arriba por el sistema de los Vosgos, y descansando por abajo sobre el terreno devónico en estratificacion discordante, determinada por la aparicion del sistema de Westmoreland.

Este piso suele presentar alguna capa de ulla, generalmente seca y con mas frecuencia antracitosa, en la parte superior y en la inferior, donde alterna con estratos de pizarras, areniscas rojas y arcillas.

Hállanse en él como materias subordinadas muchos betunes, entre los cuales debe mencionarse el que por sus propiedades se ha llamado goma elástica fósil: tambien se ven el espató flúor, el yeso, el aragonito, la baritina, la barita carbonada, la estronciana, el cristal de roca en diferentes formas, y otras varias.

La pobreza de este piso en ulla y en vestigios de plantas fósiles se halla compensada por la presencia de algunas sustancias útiles, como el hierro, el azufre y las piritas, y