

CAPÍTULO III

MAPAS GEOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS

Terminada la historia descriptiva de los terrenos, parece natural dar á conocer los medios de que hoy se vale la ciencia para representarlos de un modo claro y gráfico, facilitando así su estudio y el de sus numerosas aplicaciones. Esto se consigue por medio de los mapas geológicos, cuyo objeto es «poner de manifiesto sobre uno geográfico la naturaleza, disposición y demás accidentes de los terrenos que componen en su conjunto la costra sólida del globo, en su totalidad ó en una region dada.» Semejantes á los cuadros sinópticos para las ciencias, los mapas geológicos, como dice con mucha oportunidad Boué, en su excelente *Guía del viajero geólogo*, ofrecen la ventaja de dar á conocer á primera vista lo que no se consigue á veces, con la lectura asidua de largas y pesadas descripciones.

Provisto de los instrumentos necesarios para estas exploraciones, como martillos, brújula, clinómetro, barómetro, lentes, buen calzado y un traje á propósito, adornado además de ciertos conocimientos generales, y con el mapa geográfico siempre en la mano, el geólogo que se proponga realizar el trazado de un buen mapa geológico local ó general de un país, lo primero que debe hacer es marcar los límites y el carácter geográfico de la region objeto de su estudio; luego recoger el mayor número posible de rocas y fósiles, anotando con exactitud los puntos de su procedencia, y todos sus accidentes, particularmente el horizonte ó piso de que proceden.

Para esto se llevan papeletas en blanco en las que se anota todo lo que sea digno de llamar la atención en cada ejemplar. También importa mucho que á las rocas se les dé una forma determinada y siempre la misma para la belleza de las colecciones. Generalmente el largo y ancho, que puede ser de 3 pulgadas sobre una y media ó dos, se marca en el mango del martillo. Los ejemplares se envuelven en seguida con papel de cualquier clase que sea, si bien es preferible el de periódicos, y entre estos el de los ingleses por ser muy fuerte.

Los fósiles se envuelven uno á uno; y para facilitar las exploraciones se colocan en saquitos, los de una misma localidad ó terreno.

Reunidos materiales y datos en el gabinete, se ordenan despues y se lleva á cabo la obra, reducida á expresar en un buen mapa geográfico, primero é indispensable medio para este género de trabajos prácticos, por medio de colores (1) y signos convencionales, los diferentes terrenos, segun la clasificación adoptada de antemano, que forman la constitución geológica del país ó region que se trata de dar á conocer. Esto puede hacerse indicando solo los límites de los terrenos por medio de una línea de color distinto, ó bien llenando con el mismo todo el espacio que aquellos ocupan; teniendo cuidado en el último caso, de dar una tinta un poco mas fuerte en los límites para que se distingan mejor. El primer método es útil para los mapas físicos, para los forestales, para los de Geografía botánica y de fuentes minerales

(1) El Sr. Charpentier fué el primero que empleó los colores para expresar en los mapas la diferente naturaleza de los terrenos, realizándolo en el geológico de Sajonia, publicado en 1788.

en que al propio tiempo se quiera dar una idea de la composición geológica. El segundo es el mas comunmente empleado, sobre todo en los mapas exclusivamente geológicos, y ofrece la ventaja de dar á conocer á primera vista la extensión y el carácter de los terrenos.

Los accidentes de dirección é inclinación de las capas, así como los filones metalíferos, las fallas ó hendiduras, los sitios de explotación tales como canteras, minas, las cavernas, cuyo estudio tanto llama hoy la atención, los establecimientos balnearios, etc., se representan por medio de signos convencionales, como los siguientes, propuestos por Boué.

1 Inclinacion	↑	22 Filon.	—
2 Verticalidad	↑↓	23 Capa.	—
3 Horizontalidad	↔	24 Peñasco.	■
4 Mina	⌘	25 Caverna.	⌘
5 Mina de carbon	⌘	26 Ingenio.	⌘
6 Mina abandonada	⌘	27 Fragua.	⌘
7 Pozos	⌘	28 Fábrica de sal.	⌘
8 Galería	⌘	29 Altos hornos.	⌘
9 Sonda ó perforacion	⌘	30 Horno de cal.	⌘
10 Escombros	⌘	31 Fuente salada.	⌘
11 Mina hundida	⌘	32 Salina.	⌘
12 Cantera	⌘	33 Mina de sal.	⌘
13 Explotacion de arcilla	⌘	34 Agua mineral.	⌘
14 Turbera	⌘	35 Corriente de lava.	⌘
15 Cantera de pizarra	⌘	36 Hundimiento.	⌘
16 Cantera de mármol	⌘	37 Desfiladero.	⌘
17 Mina de oro	⌘	38 Cráter.	⌘
18 Lavado de oro	⌘	39 Cobre.	⌘
19 Plata	⌘	40 Plomo.	⌘
20 Estaño	⌘	41 Hierro.	⌘
21 Mercurio	⌘	42 Salitre.	⌘

Quando se trata de filones metalíferos se procura orientarlos siguiendo la misma dirección que afectan en el terreno. La diferente altura de las montañas se indicará por guarismos y por rasgos ó líneas mas ó menos largas, procurando que marquen con su desviación, el grado de la pendiente.

Los cortes geológicos, ora generales, ora locales ó circunscritos á un terreno ó punto dado, deben acompañar siempre á los mapas, sobre todo cuando se trata de una pequeña

region, ó cuando se quieren expresar muchos detalles. Los cortes se reducen á representar en una seccion vertical ó longitudinal los diferentes terrenos de una comarca, ó bien los pisos ó hiladas de los diversos materiales que componen

un terreno ó formacion dada. Esto puede hacerse con mas ó menos exactitud; pero siempre es de muchísima utilidad, por cuanto habla á la vista. Cuando se quieren hacer los cortes con toda conciencia, debe expresarse en ellos la direc-

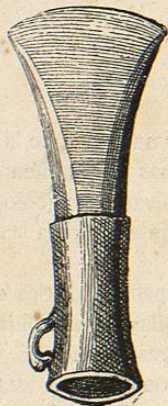


Fig. 148.—Hacha cubo.

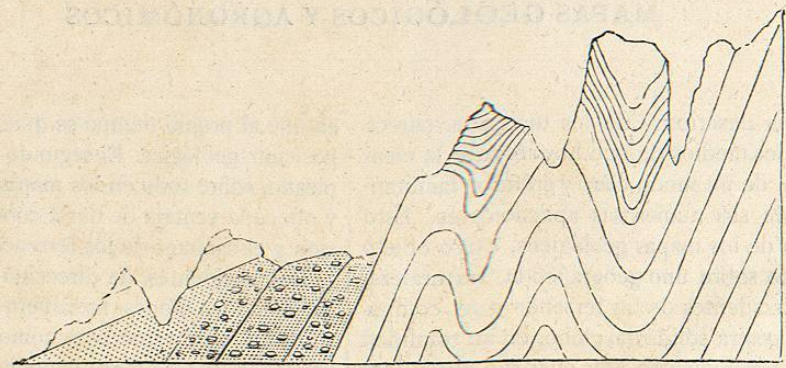


Fig. 149.



Fig. 150.—Punzon de sílex.



Fig. 151

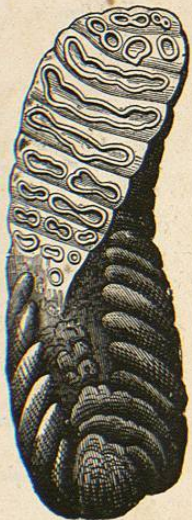


Fig. 152.—Diente del Mammuth

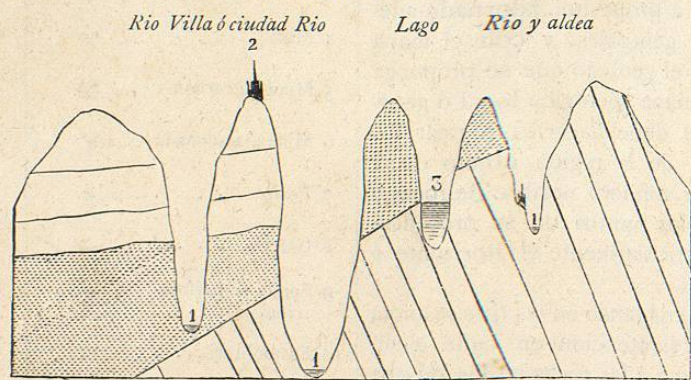


Fig. 153

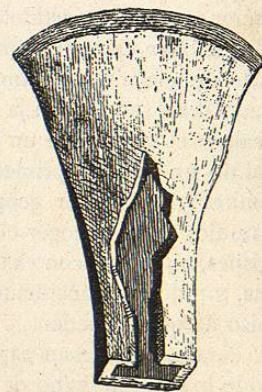


Fig. 154.—Hacha de hierro llamada de cubo



Fig. 155

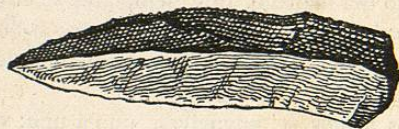


Fig. 156.—Cuchillo de sílex

cion y la inclinacion de sus estratos, orientándolos conforme lo están en el terreno; y sobre todo, debe expresarse el espesor relativo de cada piso, con la indicacion por medio de ciertos signos, de la naturaleza de cada especie de roca. Este sistema es el que se ha adoptado en el cuerpo de la obra, en cuyos cortes se habrá echado de ver la uniformidad que proporciona una base fija y constante desde el principio.

Tambien debe procurarse ajustar los cortes á una misma escala en altura y distancia horizontal, ó por lo menos conservar en lo posible las proporciones que ofrece la naturaleza misma, pues de lo contrario, se cae en el escollo de no dar á conocer los accidentes de la region, si la escala longitudinal es desproporcionada, y por el contrario, si lo es la de alturas se forman especies de caricaturas que además de ridiculas, son erróneas. Las siguientes figuras copiadas de la excelente obra de Mr. Delabeche, intitulada *Coups et*

vues pour servir à l'explication des phénomènes géologiques, dan una idea de la necesidad que acabo de mencionar.

La fig. 155 es un corte ideal, supuesto proporcional, destinado á demostrar las falsas ideas que se forman, respecto de la configuracion del suelo, por haber adoptado para las alturas una escala diferente de la de las distancias horizontales.

La fig. 149 representa el mismo corte anterior, con la diferencia de ser la escala de alturas tres veces mayor que la longitudinal; circunstancia que determina grandes variaciones en la inclinacion de las capas, y hace desaparecer la verdad tan necesaria en el perfil del país.

La fig. 151 es un corte ajustado en realidad á las proporciones que ofrece el terreno.

Y por último la fig. 153 es el mismo corte, pero trazado conforme á una escala diez veces mayor en sentido vertical que en el horizontal, de lo que resulta la confusion mas

completa. En este dibujo, como hace notar Delabeche, ha desaparecido por completo el verdadero contorno del país; las poblaciones se encuentran colocadas al borde de enormes precipicios, ó bien ocultas en profundos barrancos ó desfiladeros, donde jamás se ha pensado construir las; los anchos valles se convierten en ramblas ó quebradas; los lagos y rios adquieren una profundidad exagerada y no comun. Además de estos inconvenientes se observa que la forma, disposicion, inclinacion y demás accidentes de las capas, varia de una manera extraordinaria. En resumen, es la caricatura del corte verdadero.

La indicacion de los terrenos ó formaciones en general, debe hacerse sobre un calco del mapa en el punto mismo de la observacion; anotando además cuidadosamente en el diario de viaje, todos los accidentes relativos á la naturaleza de las rocas, á la direccion, inclinacion de las capas, espesor y potencia que ofrecen, etc. Sin embargo, estas operaciones deben considerarse como preparatorias: en el gabinete y con calma es donde se llevan á debido término; sea estudiando mejor, ó analizando, á veces, las rocas dudosas, ó determinando los fósiles, y poniendo en armonía estos conocimientos con los datos que se hayan anotado en el diario.

El objeto de los mapas geológicos puede ser diverso, y de aquí las denominaciones que comunmente se les da. Unos son mineralógicos ó simplemente petrográficos; otros son geológicos ó geológico-industriales cuando se quiere averiguar la relacion que existe entre los terrenos y ciertos depósitos de materias útiles á la Industria: geológico-balnearios, cuando se trata de ver la relacion que existe entre las fuentes termo minerales y determinados terrenos; ó bien agronómicos cuando su objeto es dar á conocer el enlace ó conexion que existe entre la naturaleza del suelo ó subsuelo, y la vegetacion que en él se encuentra ó pueda convenir. Segun la indole de estos diferentes mapas, así deberá variar su preparacion y trazado.

Tambien pueden llevar por objeto los mapas geológicos dar una idea de la configuracion de un país ó region en los diferentes periodos de la historia física del globo. Para esto se echa mano de varios mapas y se marca en cada uno, en vez de los terrenos, los mares en cuyo fondo se depositaron los materiales que los representan. Esto mismo puede hacerse para una region limitada por medio de mapas sobrepuestos, indicando en cada uno por un recorte, la extension de los continentes en cada época. Los mapas colocados segun el órden de sobreposicion, se van levantando y aparecen sucesivamente los terrenos mas inferiores. El primer mapa de este género lo ví en 1852 en poder del Sr. Gemellaro de Catania, su autor.

Cuando la indicacion de los terrenos por medio de colores se hace sobre buenos mapas en relieve, puede decirse que es la última perfeccion de la ciencia. El Sr. Beck de Berna, publicó en 1858 el primer ensayo de mapa geológico en relieve de la Suiza, fundado en los datos proporcionados por Studer y Fischer, autores de la descripcion y mapa geológico de la Confederacion helvética.

Una de las condiciones indispensables para el trazado de un mapa geológico, es la division de la provincia ó país en diferentes secciones ó distritos naturales que se estudian uno tras otro, escogiendo antes uno ó varios puntos centrales, desde donde deben hacerse correrías y cortes en todos sentidos. Muchas veces conviene repetir las mismas expediciones, pero en sentido contrario, para cerciorarse de que se han visto bien las cosas la primera vez.

En los mapas mineralógicos ó petrográficos hay que valerse de tantos colores, cuantos son los minerales de la region que se explora. Pero cuando son geológicos y de un país muy

extenso, solo se adopta en general un color uniforme para cada terreno, debiendo ser distintos los de sedimentos de los cristalinos, y estos de los volcánicos. Hay que cuidar que los colores no sean ni muy vivos ni muy bajos; pues en el primer caso, el mapa se hace desagradable á la vista, y en el segundo pierden con el tiempo y se confunden. Lo que seria de desear es, que todos los geólogos adoptaran iguales tintas para expresar los mismos terrenos; pero por desgracia no sucede así, lo cual es muy ocasionado á confusion. Como las diferentes tintas de un color pueden confundirse, se hace absolutamente necesario colocar dentro de cada uno una letra del alfabeto ó cualquier otro signo, para distinguir los terrenos que representan.

En general, en estos mapas solo se pintan los terrenos que se presentan al descubierto, teniendo buen cuidado de marcar los limites de cada uno, cuando están cubiertos por la tierra vegetal ó por depósitos de acarreo ó del diluvio. En aquellos puntos en que se presentan dos terrenos sobrepuestos, se pinta por lo comun el superior y si es posible se indica tambien el otro. Muchas veces los terrenos se presentan en manchones sueltos; en este caso conviene representarlos así, á no ser que por las excavaciones ó por otro medio se tenga la certidumbre de que se enlazan por debajo, en cuyo caso pueden representarse formando una faja ó zona.

Cuando prescindiendo de la capa vegetal se pintan los terrenos subyacentes ó los que forman el subsuelo, si á estas indicaciones se agregan el carácter de cada terreno, y las relaciones que pueden tener ó que tienen en realidad, con la vegetacion espontánea y el cultivo de plantas útiles, los mapas reciben el nombre de agronómicos y en especial el de Forestales ó Silvícolas cuando se refieren á la relacion que guarda el subsuelo con el porte de los bosques.

Un mapa agronómico lleva por objeto expresar ó representar las relaciones que existen entre las operaciones agronómicas y la disposicion geográfica y naturaleza geológica del suelo. El suelo y subsuelo vegetal guardan entre sí tantos puntos de contacto, y tan íntimas relaciones, que un mapa agronómico puede considerarse como verdadero corolario del geológico de una region dada.

Si la vegetacion dependiera exclusivamente de la naturaleza de las rocas, y si por otra parte la tierra vegetal fuera tan solo el resultado de la descomposicion de su subsuelo propio ó de aquel sobre que descansa, las divisiones agronómicas serian iguales ó coincidirian con las geológicas. Pero como la existencia de las plantas se enlaza de un modo mas íntimo con el estado físico que con la naturaleza propia de las rocas, y como además concurren á este fenómeno todos los factores que determinan y modifican los climas, habrá que sujetarse en la formacion de dichos mapas á todas estas condiciones para que correspondan al objeto. En virtud de estas consideraciones puede asegurarse, que un mapa agronómico debe expresar mas bien los minerales y rocas; que los terrenos y formaciones de un país dado: adoptando, si es posible, colores diferentes para representar la manera especial de disgregarse cada una, y la abundancia y naturaleza de la tierra que suministran.

Otra de las ventajas de este procedimiento, es el que deja marcadas todas las sustancias que con mas oportunidad pueden emplearse como mejoramientos y abonos minerales en la region á que se hace referencia.

Generalmente hablando, el subsuelo varia con menos frecuencia que la tierra vegetal; y en los puntos en que se verifican estos cambios, se observa una mezcla de materiales, que por lo comun mejoran notablemente las cualidades de aquella: conviene de consiguiente, indicar en el mapa, por medio de una tinta mas fuerte del mismo color, este punto,

pues puede enseñar al labrador la utilidad de dichas mezclas, aplicadas al cultivo. Cuando por el contrario el subsuelo es homogéneo y de composición sencilla como de arena, caliza, etc., el terreno es estéril, y los mapas pueden también aconsejar al agricultor á combatir esta homogeneidad por medio de las mezclas.

La relación ó enlace que se nota entre las operaciones agronómicas y la disposición geográfica y geológica del suelo, son muy diversas; y como en último resultado lo que se propone resolver un buen mapa agronómico, es aumentar la producción y facilitar los medios de extracción de los productos agrícolas, y el transporte interior de las materias que pueden emplearse como mejoramientos y abonos, se comprende lo árduo de la empresa, y que difícilmente podrán expresarse todas estas relaciones en un solo mapa. Hay, de consiguiente, que trazar varios por necesidad, á saber: uno en el que se indique por la disposición de los terrenos, la facilidad ó dificultad de los transportes de todas especies, y la conveniencia de poner en práctica sus diferentes medios por tal ó cual punto: en otro puede expresarse la relación que existe entre los terrenos y la forma ó accidentes del suelo, la dirección de las cordilleras, la separación en valles, llanuras y montes con su dirección media; la altura relativa y absoluta de estas y aquellas, etc., pues todos estos son datos preciosos para determinar la índole del clima del país, cuya influencia en la agricultura es evidente. En este mismo mapa puede expresarse la hidrografía exterior y subterránea en lo que sea posible; y la naturaleza de los terrenos que recorren las aguas, pues sabida es la acción tan directa que esta circunstancia ejerce en la vegetación. En otro mapa pueden indicarse las rocas del subsuelo y las subyacentes según su composición química ó mineralógica, calizas, arcillas, arenas, areniscas, granitos, etc., ó según la tendencia de cada una á descomponerse y á dar este ó el otro género de detritus, como lo ha hecho el Sr. Thurmann, en el de Suiza. También puede representarse en otro el clima de cada región y las plantas que crecen espontáneamente, como demuestra el de la excelente obra de Fitostática de este autor.

En los mapas agronómicos conviene respetar las divisiones establecidas por el uso, aceptando hasta los nombres con que el vulgo las designa, pues en general expresan ciertas relaciones agronómico-geológicas que no hay que despreciar; como por ejemplo, las de tierra de Campos de Castilla; tierra de Barros, tierra Negrizal y Rubial, los Guijares, las Serenas, en Extremadura; los Páramos en Búrgos; las Landas, Sabanas ó Pampas y Estepas en otras regiones.

Si no se quiere expresar en alguno de los dos últimos la disposición y extensión del terreno de acarreo y diluvial, que tanta influencia ejerce en la vegetación espontánea y en

el cultivo, puede destinarse uno especial á tan importante objeto, pues indudablemente la fertilidad de las regiones mas privilegiadas se debe al desarrollo de estos depósitos.

Por lo visto, la realización de los mapas agronómicos es muy difícil, y debe basarse esencialmente en la de buenos geológicos. Naturalmente unos y otros deben ir acompañados de su correspondiente descripción, en la que se expresen todas aquellas circunstancias que no pueden indicarse gráficamente; como por ejemplo, en los geológicos el número y naturaleza de las rocas que se encuentran en la región ó comarca; la descripción de todas ellas ó de las mas principales, y los accidentes que determinan; si son ígneas ó de sedimento, la forma que comunican á las montañas; si la estratificación es normal, ó si hay inversión en los bancos ó capas, y muy particularmente la inserción de las listas de fósiles mas notables ó característicos de cada grupo ó terreno de sedimento, indicando, de paso, las asociaciones y demás particularidades que su distribución pueda ofrecer ú ofrezca en realidad. En los mapas agronómicos la explicación debe referirse al género de cultivo que conviene á un terreno ó región dada; á la ventaja de servirse de este ó del otro abono ó mejoramiento, y al medio mas económico de su transporte ó la manera de verificar las mezclas por desmontes á proximidad: la indicación de las labores que convienen á cada tierra, y hasta las especies de animales de que debe servirse el agricultor para estas faenas agrícolas, ó bien para aclimatarlos y mejorar las razas; el sistema que debe preferirse en los riegos, la posibilidad de procurarse fuentes artificiales, pozos artesianos, etc., la completarán perfectamente. Por desgracia estos estudios de aplicación se hallan todavía en mantillas, y todo lo que por el momento puede hacerse es dar reglas y preceptos para llegar á estos resultados, cuya utilidad práctica se está ya tocando en Alemania, Inglaterra y Francia, donde van realizándose poco á poco.

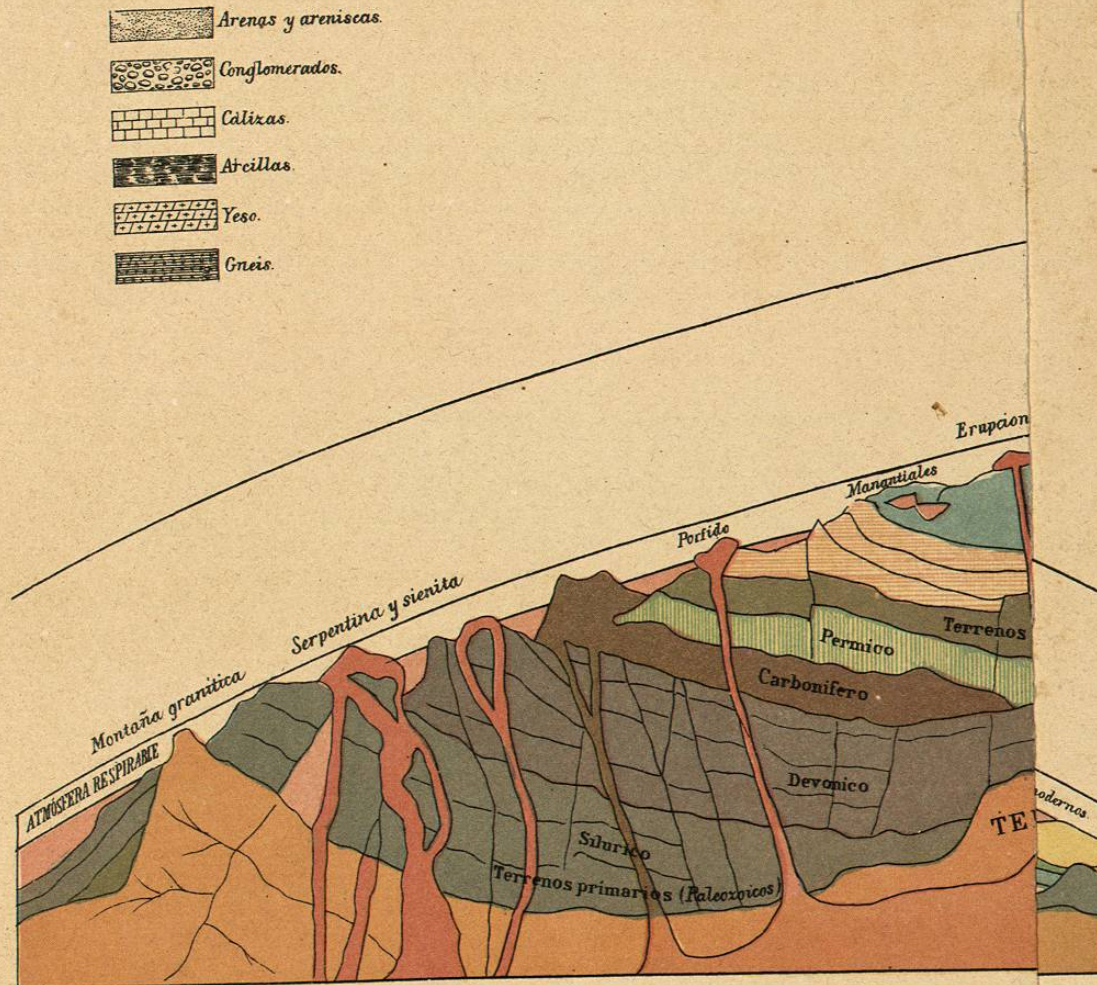
Cuando los mapas tienen por objeto hacer ver la relación que existe entre la composición geológica de un país y sus principales regiones vegetales, ó la distribución de las plantas espontáneas y cultivadas, reciben el nombre de mapas geológico-botánicos, de los que el trazado por Willkomm, y que acompaña á su célebre obra sobre las costas y estepas de la Península, puede citarse como ejemplo, y es además el que ofrece un interés mas directo para nosotros. Trázanse hoy mapas hipsométricos valiéndose de varios matices de un mismo color para indicar la respectiva altura máxima de las regiones, lo cual, si se relaciona además con el terreno á que las diferentes altitudes corresponden, es de indisputable utilidad, pudiendo citar como el primer ejemplo, en España, de este género el que ilustra la Memoria del Sr. Mac-Person sobre la provincia de Cádiz.

PARTE CUARTA—GEOGENIA, GEOGONIA Ó TEORÍA DE LA TIERRA

CAPITULO UNICO

La palabra que encabeza esta última parte de la obra dice claramente que nos vamos á ocupar en el estudio del origen y formación del globo, pues *Gé* significa tierra y *Génesis* generación. Otros la llaman Geogonia, derivada de *Gé*, tierra, y *Gonos*, origen ó nacimiento. Hubo una época, no muy remota por cierto, en que toda la ciencia geológica

reducíase á estas especulaciones, poniendo cada cual su imaginación en tortura, y forjando sistemas, con el plausible objeto de ajustar la creación entera y los hechos maravillosos que á ella se refieren, al gusto y deseos del inventor, sin ocuparse de la verdadera interpretación de aquellos, y mucho menos de las aplicaciones que pudieran hacerse al me-



CORTE