

maneras: *Estructura compacta* ó en masa indeterminada: *vetas con minerales diseminados*, cuando uno ó más minerales se hallan esparcidos sobre la sustancia que les sirve de matriz: *estructura simétrica*, la de las vetas formadas de zonas colocadas y repetidas con regularidad: *concéntrica*, cuando las materias minerales se colocan en capas envolviendo núcleos que bien pueden ser los fragmentos de las rocas del criadero: *estructura brechiforme*, la de un filon que envuelve en su masa fragmentos arrancados de las rocas vecinas: *geódica*, cuando hay cavidades de cristales recubiertas interiormente.

De estas seis clases de estructuras pueden presentarse ejemplos frecuentes en los distritos minerales del país.

Las vetas minerales se presentan generalmente asociadas formando grupos ó sistemas; unas pueden ser de una época, y presentarse otras en el mismo terreno, formándose así sistemas diversos. Además de los accidentes que en los filones hemos señalado, pueden presentar también el de dislocación ó fallas, como ántes se dijo al hablar de los estratos. Como en éstos, al estudiar las vetas, debe determinarse su dirección é inclinación por los métodos referidos.

#### APLICACION DE LAS OBSERVACIONES REFERIDAS.

Estudiados esos diversos modos con que las rocas se presentan, demos una rápida ojeada sobre las muchas é importantes deducciones que de tales estudios puede hacer el geólogo.

Desde luego, al tratarse de las rocas estratificadas, la observación cuidadosa puede enseñar la relación de unas masas con otras, su contemporaneidad ó las épocas relativas de su formación; también pueden verse los fenómenos que á unas masas de rocas han efectuado y si su acción ha sido general ó de carácter local: pueden suponerse con notable exactitud las formas, dimensiones y situación de los continentes en determinadas y aun remotas épocas geológicas, á cuya investigación podría llamarse *Paleotopografía*.

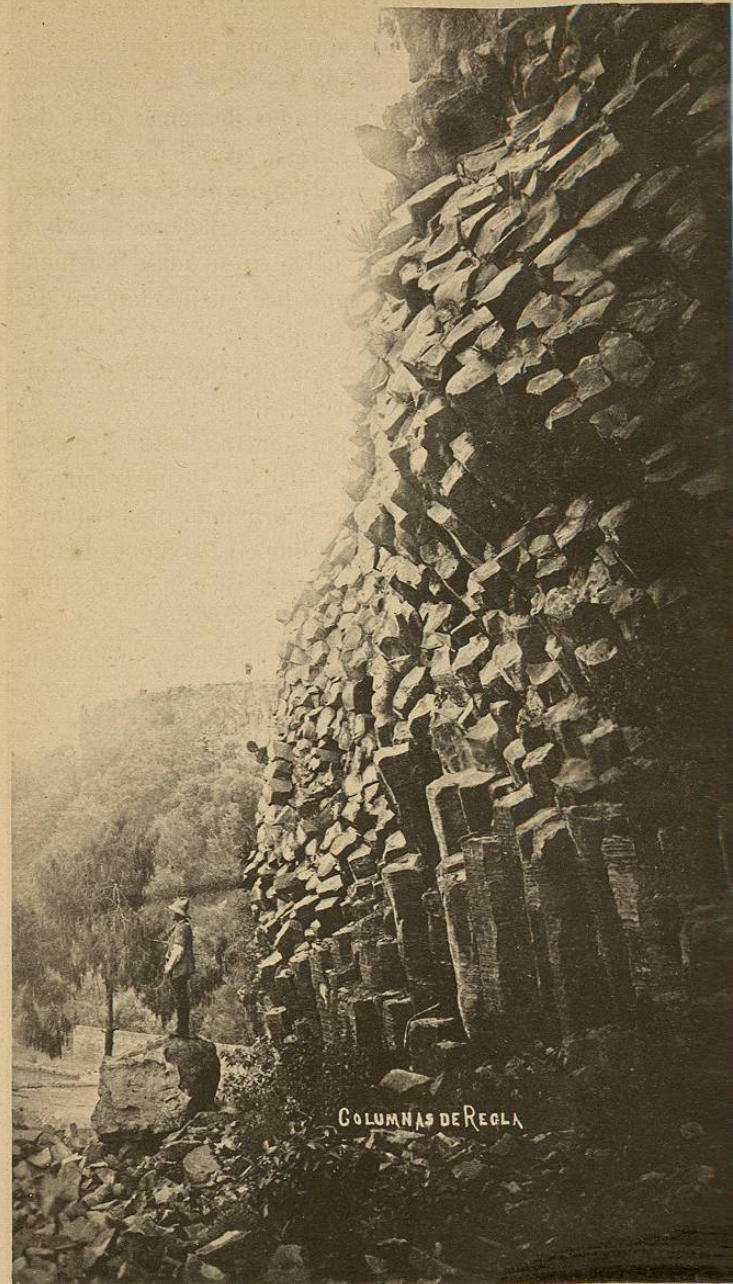
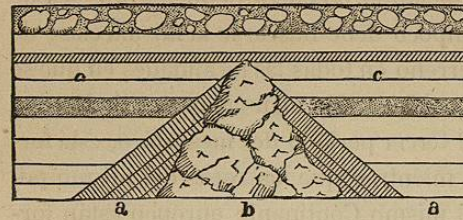


Photo. E. Bernard et Ce

71, rue Lacondamiae.

COLUMNAS BASALTICAS DE REGLA

En efecto, si examinamos la figura adjunta núm. 33, notamos las siguientes



Formaciones diversas.

épocas de formación aducidas del aspecto, naturaleza y posición relativa de las capas de rocas. Desde luego debe deducirse que las capas *a* fueron las primeras formadas, y que se encontraban en posición horizontal: que en seguida vino una erupción ó salida de roca ígnea *b* que las levantó y quedaron apoyadas en su masa; pasado este segundo acontecimiento, vinieron nuevos sedimentos, que podemos considerar de pizarra arcillosa *c*, y se depositaron sobre las anteriores rocas: en seguida supondremos que se extendió ó pasó por encima una corriente cuyo lecho estuvo formado por aluviones de guijarros gruesos *d*. Así se podrían poner varios ejemplos para deducir la formación ó depósitos relativos de las masas de rocas y notar cuáles fenómenos y qué extensión las han afectado; del mismo modo puede también deducirse, en qué épocas relativas se efectuaron determinadas erupciones volcánicas y cuándo se formaron ciertas vetas ó filones minerales, observando atentamente á qué masas de rocas influenciaron.

Y téngase presente que estas determinaciones estratigráficas ó de posición de las capas solamente dan deducciones relativas y no absolutas; como se verá al tratar de la geología histórica, el carácter paleontológico es más importante que el estratigráfico, y viene á ser el auxiliar poderosísimo de este último.

Conviene igualmente advertir, que si bien siguiendo en una comarca las posiciones relativas de los estratos, se pueden hacer esas deducciones de *edad relativa*, sobre todo si se parte de un terreno bien conocido y que sirva de horizonte geológico, es necesario no atenerse solamente á los caracteres litológicos ó petrográficos, como lo hacen algunos geólogos, pues este medio de determinación puede conducir á notables errores. Así, p. e., se sabe que en algunos puntos de Europa, en los terrenos de-

Ejemplo.

La estratigrafía sólo conduce á interpretaciones de relación.

Los caracteres petrográficos no son constantes.

vonianos, abunda la arenisca roja, y por encontrar en México una roca de caracteres semejantes no puede deducirse que sea de la edad devoniana; ni tampoco debe buscarse la misma clase de roca caracterizando un terreno en todas las localidades en que se marque la misma edad geológica. En algunas partes de Europa el terreno cretáceo, ó del tercer período del mesozoico, está formado de capas de creta, mientras que las rocas del mismo período en otras partes del mismo Continente europeo están formadas de arcillas, margas ú otras sustancias.

Los caracteres petrográficos pueden utilizarse en comarcas análogas y de corta extensión.

Estos caracteres petrográficos, así como los estratigráficos, si son muy útiles en comarcas relativamente cortas, y que presenten analogías en sus formaciones. Así, en México, con seguridad se puede deducir que tratándose de valles lacustres, en que abunden las tobas y otras tierras de acarreo, que se apoyen sobre montañas de pórfidos volcánicos, sean del tiempo cenozoico, porque con caracteres litológicos y estratigráficos análogos, tenemos horizontes geológicos ó terrenos bien reconocidos en que los caracteres paleontológicos nos aseguran ó demuestran que tales estratos son de la edad geológica citada.

Deducciones paleotopográficas.

Lo relativo á deducciones paleotopográficas ó referentes á las formas, extensiones y situaciones de tierras emergidas, mares ó depósitos y corrientes de aguas continentales, nos las indican las observaciones referentes á la naturaleza de las rocas, á su estructura y á su estratigrafía, así como ciertas señales que en las mismas rocas suelen quedar impresas: como ejemplos de interpretaciones de este género, daremos algunas figuras tomadas especialmente de la Geología del Profesor J. D. Dana.

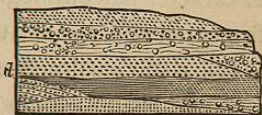
Marcas geológicas.

Estructura de las playas.

La Figura núm. 34 representa la estructura de las playas, caracterizada por aglomeración de lechos delgados y de poca extensión, los que están formados de arenas, guijarros, etc., mezclados irregularmente.

Marejadas.

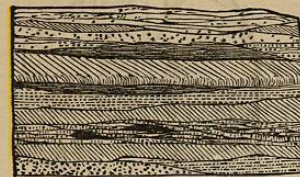
Figura núm. 35 *Marejadas*. Lechos semejantes á los anteriores, pero que presentan algunos de laminación oblicua al-



Estructura de las playas.

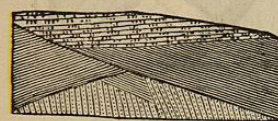
ternando con otros horizontales; estas diferentes direcciones se

F. 35ª



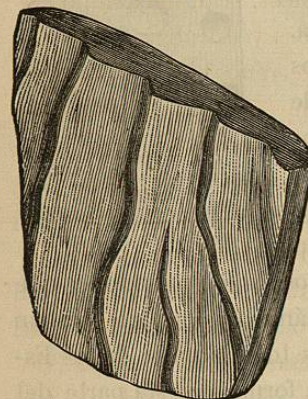
Marejadas.

F. 36ª



Estructura producida por los vientos.

F. 37ª



Vibraciones de las aguas.

forman por la intermitencia de las corrientes y sus movimientos de flujo y reflujo.

Fig. núm. 36. *Estructura producida por acarreo de los vientos*. Lechos desordenados, rectos y curvos, mezclados en diversas direcciones, como se observa en los médanos. También á orillas de la laguna de Texcoco, Valle de México, se tienen ejemplos, aunque en pequeño de esa estructura, formada especialmente por los vientos primaverales en la época en que disminuyendo las aguas dejan seca gran parte de las riberas.

Estructura producida por los vientos.

*Señales de la vibración de las aguas*.

Vibraciones de las aguas.

Se ven en la Figura 37ª: las aguas del mar en sus salidas y retiradas periódicas forman generalmente arroyuelos como los que se indican en el dibujo.

Figura núm. 38. *Resquebrajaduras*. Las arcillas al secarse al aire y al sol se resquebrajan por lo regular, y esas hendeduras pueden quedar señaladas en las rocas, sobre todo

Resquebrajaduras.

si son cubiertas por nuevas capas; en algunos casos por la mayor dureza de la sustancia arrojada quedan en relieve las señales.

*Impresiones de gotas de lluvia*. Como se ven en la Figura 39ª

Impresiones de gotas de lluvia.

*Impresiones fisiológicas*. Llámense así á las trazas que aparecen en las rocas por el paso de los animales. En una formación de rocas, calizas de las cercanías de San Juan de los Lagos, Estado de Jalisco, hemos encontrado marcas de piés de aves y de un mamífero carnívoro, de cuyo hallazgo publicamos una nota en las actas de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.

Impresiones fisiológicas.

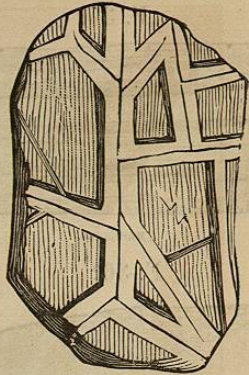
Dadas las explicaciones anteriores, veamos algunos casos de interpretaciones paleotopográficas.

Ejemplos.

Supóngase que se observan algunas cordilleras de las que se encuentran en los Estados de Veracruz, Guerrero, Michoacan, Morelos, Querétaro, Hidalgo, Potosí, Jalisco y otros; se notará que hay muchas montañas formadas por masas calcáreas que contienen incrustaciones de conchas marinas, pertenecientes á moluscos de los que se consideran como característicos del período cretáceo, ó propiamente hablando, de aquellos animales que sólo vivieron en esa época de la existencia de la tierra.

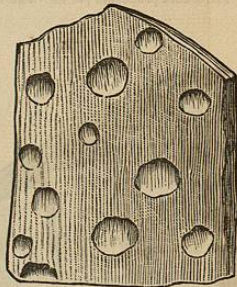
Las deducciones que de esos hechos se descubren, son: que en ese período de la tierra, habia mar en todos los puntos donde ahora se encuentran los restos de los animales que entónces vivian; que como no es posible admitir la existencia de pequeños depósitos marinos aislados, es lógico suponer que en el período cretáceo, los mares Atlántico y Pacífico estaban comunicados, cubriendo con sus aguas toda la parte de los Estados referidos, y por consiguiente la forma de esta parte del Continente Americano era muy distinta de la que hoy presenta. De esta disposicion de los mares cretáceos y forma del Continente da idea la adjunta Figura núm. 40, tomada en parte de la obra del Profesor Dana, y cuyo mapa hemos adicionado en los datos relativos á México. Nuevas observaciones extenderán, sin duda, la situacion de los mares cretáceos en lo que hoy es territorio mexicano. Como sobre la mayor parte reconocida de esas montañas no se ven depósitos marinos terciarios, es de suponerse que el levantamiento de lechos del mar cretáceo se verificó en este mismo período. En esta figura la parte blanca

F. 38ª



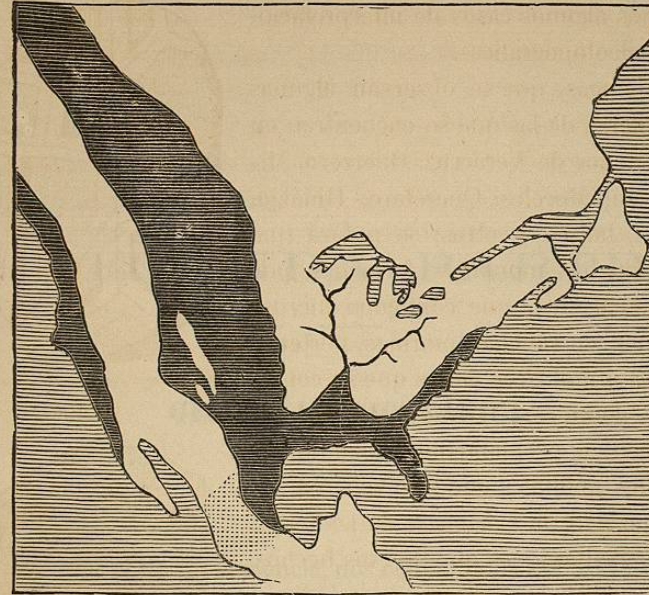
Resquebrajaduras de las arcillas.

F. 39ª



Impresiones de gota de lluvia.

F. 40ª



Mapa de una parte del Continente Americano durante el período cretáceo.

indica la tierra emergida en el período cretáceo, y lo señalado con líneas la disposicion del mar en aquel período; los puntos marcan lo relativo á México.

Este ejemplo tomado de datos referentes á nuestro país, da idea de las deducciones relativas á la forma del Continente en determinada época de la tierra.

Si ahora, sobre las rocas marinas de un terreno se encuentran depósitos formados por el agua dulce, lechos arenosos de los rios, marcas de playa, de oleaje, de vientos, huellas de aves, etc., etc., se podrá deducir: que allí hubo un lago, que corria un rio, que era aquel punto la orilla de un mar, que habia tierra emergida expuesta á la accion de los vientos, que era una área emergida y de tierra blanda donde se estampaban los piés de las aves ú otros animales, etc., etc.

A todas estas deducciones tan importantes que descubre la estratigrafía y las observaciones sobre la estructura de las rocas, les dan mayor valor aún los caracteres paleontológicos, como se verá en la Geología histórica.