

Yacimientos.

ROCAS DE SEDIMENTO MECÁNICO.

Conglomerados. Los conglomerados abundan en el Estado de Veracruz, y pueden verse en muchos puntos de la vía férrea de México al puerto. Debemos citar también los conglomerados rojos de Guanajuato; los del cerro de Ameca, en Jalisco, formados de fragmentos arredondados de pórfido rojo y de roca verde; y otros muchos en diversas localidades.

Areniscas. En México se encuentran las rocas areniscas en diversas localidades, y debe hacerse especial mención de las de Guanajuato, que se emplean como una vistosa piedra de construcción y de adorno, á causa de las diversas zonas y manchas de varios tonos de verde y otros colores que presenta.

Tobas. Como es sabido, las tobas ocupan grandes extensiones en los terrenos inmediatos á los de origen volcánico, con lo que dicho queda que son muy abundantes en nuestro país, encontrándose, en la mayor parte de los valles, extensos terrenos formados de ellas. El Valle de México ofrece un ejemplo fácil de observar, sobre todo donde se han hecho grandes excavaciones, como en el Tajo de Nochistongo, en que se perciben muchas capas de toba de grande espesor.

Trípoli y Tiza. El trípoli alterna en el Valle de México, en el de Aguascalientes y otras localidades, en algunos casos, con las arcillas, arenas y margas. La tiza es muy frecuente en muchas regiones del país, principalmente en Zacoalco, Puerto de Vega, Ixtlahuaca, Atotonilco, etc.

Creta. Abundantísima, sobre todo en Coahuila y Nuevo León.

Calizas. Muy generales son los yacimientos de la caliza común, ya marinos, ya lacustres. En las costas del Golfo de México se ven grandes bancos calcáreos, conteniendo restos de conchas de las especies actuales ó de las fósiles. Los yacimientos de caliza de agua dulce son también frecuentes.

ROCAS DE SEDIMENTO QUÍMICO.

Caliza estilaticia. La variedad conocida por *Alabastro calcáreo* ú *oriental*, se llama entre nosotros *Tecali* ú *Onix mexicano*, cuyo primer nombre es debido á la localidad en que más abunda, y el segundo á su semejanza de aspecto con el ónix silíceo. Por ser roca de gran importancia para México, dice el Sr. Bárcena, de quien extracto estas noticias, insertamos los caracteres de la variedad típica: Formas irregulares; dureza de 4; raspadura blanca; lustre vítreo resinoso; color blanco, ligeramente teñido de verde; es transparente en láminas delgadas, y transluciente en fragmentos de algún espesor; fractura brillante en la sección oblicua, y fibrosa con lustre de seda en los cortes verticales; al soplete se pone opaca, y al fin toma un tinte rojizo. En dos análisis hemos encontrado, por término medio, la siguiente composición: cal, 55.00; magnesia, 1.25; agua y óxidos de fierro y manganeso, 0.10; ácido carbónico, 42.40; ácido sulfúrico, 1.25. Estos caracteres se refieren á la variedad más pura; pero las rocas de Tecali presentan infinidad de coloraciones, ya uniformes, ya en manchas, nubes, puntos, listas, etc., de uno ó varios colores mezclados de diversas maneras; estas mezclas, así como los diversos grados de transparencia que presenta un mismo fragmento, dan á esas rocas un efecto verdaderamente admirable. Muchas veces el alabastro calizo ú onicita, se presenta con listas amarillentas de color de cera, siendo el de este aspecto común en varias localidades.

Travertino ó caliza incrustante. Frecuentes son también los yacimientos de caliza estilaticia, pues muchas aguas contienen bicarbonato de cal, en disolución, y de ellas se precipita el carbonato in-

crustante. Notables son, á este respecto, las aguas de Tehuacán, en el Estado de Puebla. Las estalagmitas y estalactitas pueden admirarse en grandes proporciones en la gruta de Cacahuamilpa, en el Estado de Guerrero. El criadero de alabastro oriental que se halla en el pueblo de Tecali, y del que acabamos de hablar, es muy notable por su magnitud y por las bellas rocas que produce. Yacimientos de las mismas rocas se encuentran en Tehuacán, en Ixtapa y en el Estado de San Luis Potosí.

ROCAS METAMÓRFICAS.

Granito. En México se encuentra esta roca en muchas montañas, y principalmente en las cordilleras del Sur.

Gneiss. Igualmente abundante en las montañas del Sur. El Sr. Ingeniero D. Santiago Ramírez cita el gneiss en varios puntos de los distritos de Matamoros y Acatlán, del Estado de Puebla. Debe encontrarse también en el Estado de Sinaloa, entre otras rocas primitivas y metamórficas.

Mica-pizarra. En las montañas del Sur y en la Sierra Madre occidental. En Tejupilco hay mica-pizarra con esmeraldas.

Felsita. Las minas de Agostadero, en Zacatecas, contienen vetas de felsita con oro nativo.

Arcillita. Esta roca, bastante común, que se encuentra en varios pisos geológicos, existe en varias localidades mexicanas, siendo muchos los distritos mineros en que se ve la pizarra metamórfica.

Vacia. Se encuentra en Oaxaca y otras localidades, principalmente en Zacatecas y en Aguascalientes, donde puede tomarse por indicios de terreno metalífero. La vacia pasa insensiblemente á pórfido ó á roca verde (diorita). Este fenómeno se nota, sobre todo, en Zacatecas.

Sienita. En el cerro de Ameca, Estado de Jalisco, la sienita presenta los colores nacionales de México, pues el cuarzo es blanco, la hornblenda verde, y el feldespato rojizo.

Protoginita. El Sr. Bárcena la ha encontrado en Jacala, Estado de Hidalgo, en vetas con minerales de cobre.

Clorita-Pizarra. Deben existir algunos criaderos en la República, pues los aztecas hicieron muchos objetos de esta roca, sobre todo máscaras de grandes dimensiones.

Serpentina. Se encuentra en varias partes del país. Los antiguos aborígenes hacían muchos objetos de esta roca.

Caliza cristalina. Se han señalado en México varios criaderos de esta roca, sin que hasta hoy se haya hecho una explotación formal. Hay mármoles en los Estados de Puebla, Querétaro, San Luis, Veracruz y otros. Actualmente se explotan con éxito los mármoles fosilíferos de los cerros de Orizaba (Veracruz), de muy bello aspecto y variado dibujo. Los fósiles son esencialmente radiolitas y nerineas.

ROCAS ÍGNEAS.

Granito ígneo. En México se presenta con frecuencia el granito ígneo en circunstancias análogas á las de los pórfidos y traquitas, á cuyas rocas se halla relacionado: en varias partes del Estado de Hidalgo, especialmente en Jacala, se ven diques de granito levantando la caliza mesozoica; en Ojocaliente, Zacatecas, cerca de la mina del Orito, se nota el mismo caso. Es de observarse que el granito de estas localidades tiene la mica de color

negro. Muchos pórfidos y traquitas de México contienen cuarzo y mica y forman transiciones insensibles con el granito ígneo.

"Puede decirse que en casi todas las poblaciones del país se usan los pórfidos eruptivos, así como las traquitas, tobas volcánicas y basaltos, como las principales rocas de construcción. Estos pórfidos producen tobas y arcillas como rocas derivadas, y en muchos casos esas tierras son poco fértiles, sobre todo cuando escasean los basaltos y las rocas calcáreas, en la localidad. Hay que agregar respecto de los pórfidos volcánicos de México, que en muchas ocasiones presentan caracteres indicantes de que son de origen hidrotermal, ó á lo menos que cuando aparecieron estaban bastante blandos, á causa del agua que impregnaba su masa, pues se observa en ellos muchas líneas onduladas conteniendo siliza hidratada, y materiales que quedaron como dirigidos según las corrientes de las sustancias fluidas que los acompañaban. También se nota en las masas de los pórfidos algunas concreciones de los ópalos, trialita, etc., así como de óxidos de hierro y de estaño, que deben ser, á no dudarlo, de origen hidrotermal. También hemos observado en dichos pórfidos que en ciertas partes se transforman en tobas, por la acción de la atmósfera; esto se ve con toda claridad en el Pico de Bernal, lo que indica que las formaciones pórfido-traquíticas de México han suministrado y suministran aún materiales tóxicos, sin que todos los que hoy se observan hayan sido vomitados en ese estado, por los volcanes."

A los pórfidos de que nos ocupamos, acompañan los ópalos, óxidos de hierro y de estaño. Lo primero se ve en el Estado de Querétaro, y lo último en el cerro de Zamorano, en el propio Estado, y en el cerro del Chiquihuite, Aguascalientes.

Los pórfidos ígneos tienen un gran interés en México, y es de creerse que su aparición haya sido la causa principal de la formación de las numerosas vetas minerales que enriquecen nuestro territorio; y allí, donde se presenten como agentes de metamorfismo, deben buscarse los minerales en vetas.

Traquita. Esta roca es extremadamente común entre nosotros, y se relaciona á los pórfidos, como se indicó en el capítulo anterior, y también afecta, como ellos, en algunos casos, la estructura columnar. En las erupciones actuales de los volcanes Ceboruco y Colima, las lavas son de traquita, de base de piedra pez.

Dolerita. En México tiene gran desarrollo la formación basáltica, en diques ú ocupando grandes extensiones en terrenos planos y en las montañas. Como casos notables de basaltos prismáticos, deben citarse los de la Cascada de Regla, en Hidalgo, y el Salto de San Antón, en Cuernavaca.—Los basaltos concrecionados se encuentran en varias localidades, y se derivan, por lo general, en arcillas rojas, como se ve en Tepatlán, Estado de Jalisco. Se observan también en el país corrientes de roca basáltica, derramadas sobre toba cuaternaria; ejemplos pueden verse en el llamado Pedregal de San Angel—Valle de México—y en varios puntos del Valle de Tula, en Hidalgo. En nuestro país se ha llegado á encontrar plata nativa en el basalto.

Lavas. En México, donde el volcanismo ha sido tan importante, son comunes las lavas; en el Valle de México se encuentran las lavas escoriosas, llamadas *tezontles*, que generalmente son de color pardo rojizo ó negro, y tienen muchas oquedades. La corriente lávica de San Angel es otro ejemplo notable que puede examinarse con mucha facilidad.

Tobas ígneas. La *cantería* de México debe referirse á esta clase de rocas.

Varias rocas. Por último, las Liparita, Rhyolita, Retinita, Perlita, Obsidiana, Dasita, Andesita, Eufólida, Pómez, Fenolita, Granulita, Pegmatita, Gabbro, Diabasa, Hyalosmita y Kersantita, se encuentran juntas ó separadas, todas ó algunas en los Estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Michoacán, Guanajuato, México, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Baja California y Guerrero, según se deduce del Mapa geológico del Sr. Castillo, que hemos citado en otra parte.

Geogenia.

Geogenia. Podría admitirse, *á priori*, la teoría de que los Andes constituyen una formación especial que se extiende desde la Tierra del Fuego, hacia el Norte, á lo largo de la costa de Chile; se inclina al N.O. en el Perú, y después hacia el N.E. en el Ecuador, más aún en Colombia, y mucho más en Venezuela; sin que me parezca demasiado atrevimiento pretender que las Pequeñas Antillas son una prolongación de ese levantamiento; aunque también pudiera ser que el inmenso archipiélago que se extiende de la Florida al Golfo de Paria constituyese una formación independiente.

Me inclino á la primera hipótesis, en vista de la configuración de esas pequeñas islas, y de la dirección de las aristas de sus montañas, que parecen continuación unas de otras. A mayor abundamiento, puede citarse el hecho de que desde el Estrecho de Davis hasta el de Magallanes, en toda la costa atlántica de la América, no se encuentra ningún volcán, á no ser en las Antillas, en las que son frecuentes erupciones, terremotos, solfataras, fuentes de agua en ebullición y otros fenómenos que revelan la energía del fuego subterráneo; y si nos fijamos bien, vemos que en la América del Sur tales fenómenos parecen circunscritos á la inmensa cadena de los Andes.

En la isla de San Vicente existe un volcán en actividad, el *Morne-Garou*, el que después de haber permanecido algún tiempo en el estado de solfataras, tuvo dos grandes erupciones, en 1718 y en 1812. El Barón de Humboldt, al hablar en su *Cosmos* de la última, hace valer notables coincidencias:

"Los primeros estremecimientos comenzaron cerca del cráter, desde el mes de Mayo de 1811, tres meses después del solevantamiento de la isla Sabrina, en medio de las Azores. Los primeros sacudimientos se dejaron sentir débilmente en el mes de Diciembre del mismo año, en el valle montañoso de Caracas, á 3,280 piés sobre el nivel del mar. La destrucción completa de esta gran ciudad tuvo lugar el 26 de Marzo de 1812.—Así como se atribuye, con razón, el temblor de tierra que destruyó á Cumaná el 14 de Diciembre de 1796, á la erupción del volcán de la isla de Guadalupe (fin de Septiembre de 1796) la destrucción de Caracas parece producida por la reacción de un volcán situado también en las Antillas; pero más al Sur del volcán de la isla de San Vicente. El 10 de Abril de 1812 se oyó en los vastos llanos de Calabozo y en las márgenes del río Apure, á 48 millas geográficas de su confluencia con el Orinoco, un ruido subterráneo terrible, semejante al de descargas de artillería. El volcán de San Vicente no había vomitado lavas desde 1718: el 20 de Abril una inmensa erupción salió del cráter situado en la cima de la montaña, y el torrente de lava llegó en cuatro horas al borde del mar."

Agrega Humboldt que marineros inteligentes le afirmaron que esas detonaciones eran mucho más fuertes en plena mar que cerca de la isla; y debe tenerse en cuenta que el río Apure se halla á 210 leguas del volcán de San Vicente.

Los hechos mencionados parece que robustecen la teoría que dejo apuntada con las reservas necesarias.

El levantamiento de los Andes propiamente dichos, parece anterior á la formación de la América Central, comprendiendo en esta denominación á México, pues hay motivo para creer que esta región se levantó mucho después que el resto del Continente.—Según el Profesor Dana, en el período arcaico no aparece emergida más que una pequeña porción del territorio mexicano, que entiendo corresponde á lo que es hoy Guerrero. En esa época tuvo lugar la emersión del N.E. de los Estados Unidos y el Canadá, pues las rocas arcaicas se presentan allí en forma de una inmensa V, al Norte de los grandes lagos, cuyo bra-

zo mayor se extiende hacia el Océano Artico. Una pequeña parte del Estado de Nueva York, algo de Virginia, parte del Sur del Lago Superior y algunos puntos al Este de los Rocallosos, pertenecen también á esta época primitiva.

El Sr. Bárcena dice que, atendida la frecuencia de las montañas formadas de rocas cretáceas en México, es de suponerse que antes del fin del mesozoico no estaba aún formado el esqueleto rocalloso de nuestro territorio; observamos que los agentes del levantamiento de esas montañas fueron las rocas ígneas, especialmente los pórfidos, las traquitas y los basaltos; en muchas localidades la roca ígnea aparece derramada sobre la caliza cretácea, después de haber levantado sus estratos. Ahora bien, como de un modo general no se ven sedimentos cenozoicos sobre esas rocas cretáceas, de admitirse es que ese gran movimiento volcánico que levantara los sedimentos marinos, comenzó al fin del mesozoico, y fué probablemente la causa de la extinción de la vida cretácea en esta parte del Continente. El movimiento debe haber comenzado hacia el S.E., en la región de los Andes, y propagándose hacia el N.O., rumbo á la región de las montañas Rocallosas.—“Tal suposición la apoyamos en los hechos siguientes: primero, en el desarrollo é importancia de la formación traquítica de Sur América; segundo, en la dirección del Continente, que es de S.E. á N.O.; tercero, en la dirección más general de nuestras cadenas de montañas, de muchas vetas, galerías subterráneas y otros accidentes del territorio mexicano, que están igualmente dirigidos de S.E. á N.O.—Si, pues, al fin del cretáceo hubo ese gran movimiento volcánico en esta parte de la América, debe haberse formado entonces una gran parte del esqueleto montañoso de nuestro territorio; estaría entonces cruzado por cordilleras y relieves entre los cuales quedarían grandes espacios, que en algunos lugares llenarían después las aguas de los mares cenozoicos y en otros los depósitos lacustres; era, pues, nuestro territorio, al comenzar la edad terciaria, una gran red montañosa encerrando parte de mar y diversos lagos en los espacios que hoy ocupan los valles mexicanos. De entonces debe datar el principio del volcanismo que ha venido en diversas épocas haciendo sentir sus efectos en esta parte de la América.”

La verdad es que en la edad carbonífera nuestro Continente era bajo y con pocas montañas, estando probado que en esa época no existían en los Estados Unidos los Apalaches, ni la región que comprende hoy los Estados de Pensilvania y Virginia, pues las rocas de esas montañas son, en una extensión considerable, carboníferas, y en parte marinas, indicando que el mar entonces se extendió sobre aquella región; y en parte los lechos carboníferos evidencian que una gran laguna de agua dulce, plana como todas las lagunas, ocupó por largo tiempo la región de las presentes montañas.—Hay la misma evidencia de que la masa de los Rocallosos no había surgido en aquella época, puesto que constituyen una buena parte de esas montañas las rocas marinas carboníferas, y muchos lechos conteniendo restos de la vida de los mares carboníferos que cubrían aquella parte de la América del Norte. Sólo islas ó archipiélagos formados por algunas cimas arcaicas ó paleozoicas se levantaban en medio de la ancha extensión de las aguas del Oeste.

La posición de las capas cretáceas en Norte América, á lo largo de las costas del Atlántico, al Sur de Nueva York, cerca del Golfo de México, y también sobre una gran área de la región de las Montañas Rocallosas, indican que esas regiones del litoral y gran parte del interior del Oeste, estaban sumergidos en el agua cuando comenzó la edad mesozoica.

En el litoral del Golfo de México se encontraban sumergidos, según los mapas del profesor Dana, los terrenos correspondientes á la Florida, Alabama, Luisiana, Texas, Tamaulipas y la mitad Norte del Estado de Veracruz; y la parte occidental de la Baja California en el Pacífico. La región de los Rocallosos, cadena occidental, era aún en gran parte un mar somero hasta el período cretáceo, ó sea cuando la era mesozoica tocaba ya á su fin.

El Sr. Bárcena supone que en el período cretáceo los océanos Atlántico y Pacífico es-

taban comunicados, cubriendo con sus aguas los Estados de Veracruz, Guerrero, Michoacán, Morelos, Querétaro, Hidalgo, San Luis Potosí, Jalisco y otros, y se funda en que en esa ancha zona central de México, 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. Lógico parece, en efecto, deducir que en ese período había mar en todos los puntos donde ahora se encuentran los restos de los animales que entonces vivían, no siendo aceptable la idea de que existían pequeños depósitos marinos aislados.

Por el Sur de Puebla se ven las impresiones de plantas triásicas y se encuentran amonitas de los grupos característicos del jurásico. En algunas localidades de Hidalgo, San Luis, Zacatecas, Durango y Chihuahua se han encontrado ejemplares del grupo de las Arietinas, consideradas como jurásicas.

En la edad terciaria encontramos la gran época geológica de la formación orográfica americana, y muy principalmente de México. Cuando el período lignítico estaba para concluir, faltaban en nuestro mapa Tamaulipas, Nuevo León, gran parte del Norte de Veracruz, el Occidente de Sonora y el de la Baja California.—Hacia el fin del mioceno ó principios del plioceno, México debió haber alcanzado la configuración que tiene en la actualidad.—En el curso de esta edad muchas partes de los Andes, según el profesor Dana, alcanzaron de tres á cinco mil pies más de altura.

Veamos lo que dice el Sr. Bárcena respecto á este período:

“Vimos que muchas montañas del interior y cerca de las costas de nuestro territorio, están formadas por rocas cretáceas levantadas por masas de pórfido, de cuyas circunstancias dedujimos que al concluir el período cretáceo, habían sido levantados los sedimentos de sus mares y se había formado una red de eminencias que rodeaban diversas oquedades del terreno. Como las observaciones hechas en otras partes de la América y en el Continente Europeo, manifiestan que en la edad terciaria tuvo lugar el principal movimiento geológico que formara algunas de las más elevadas montañas, debemos inferir que, comenzando el movimiento, como se observa en México, al fin de la edad mesozoica, dió principio á la terciaria y fué formándose el esqueleto montañoso de México, continuando esa obra de levantamiento y arreglo del Continente, en el cenozoico. En efecto, al lado de las cordilleras calcáreas del cretáceo, surgen ó aparecen en muchas direcciones en nuestro territorio cordilleras y montañas porfídicas que deben datar del terciario, y algunas otras prosiguieron en su formación durante la presente edad geológica: ese movimiento volcánico lo consideramos, pues, originado al fin del cretáceo, y abriendo, por decirlo así, una nueva era ó la entrada del mesozoico, siendo correspondiente á la edad terciaria la mayor parte de las montañas ígneas del país. Después del primer levantamiento, los mares podrían penetrar sobre las costas y aun entrar en anchos brazos al interior del territorio; sus sedimentos han quedado á descubierto por levantamientos posteriores, ó sepultados por los depósitos lacustres de la edad cuaternaria. No conocemos aún muchos datos; pero sí algunos que demuestran la primera suposición, aunque es fácil presumir que habrá muchas capas terciarias, con sus fósiles característicos, levantadas á diversas alturas. De lugares vecinos á las costas, sobre todo del Estado de Veracruz, hemos revisado fósiles claramente terciarios.”

Humboldt en sus *Fragmentos de Geognesia* (Ensayo Político sobre la Nueva España), hablando sobre la Mesa Central, dice que una masa enorme de pórfido de transición se eleva á la altura media de 1200 á 1400 toesas sobre el mar, la cual está cubierta en el Valle de México y por el lado de Cuernava de mandelstein basáltica y celulosa, y de formaciones secundarias hacia el E. y el N. E. El pórfido en algunas partes atraviesa la capa celulosa en varios puntos, y varía de aspecto, conteniendo en algunos lugares, como Gua-