

"El *gneiss* se descubre generalmente en las cañadas ó vallecillos que sirven de lecho á los cursos de agua que se distribuyen á uno y otro lado de la cordillera, y muy pocas veces formando elevaciones, que no pasan de 300 metros de altura. Está muy caracterizado en el arroyo que se atraviesa varias veces en el portillo de la Chivela, y que se une al río Verde, antes de llegar á las llanuras del Pacífico; en este punto su masa es feldespática, en lo general poco cargada de mica, rara vez talcosa, siempre muy compacta, y de colores claros más ó menos variados. En la torrentera de Guichilona es anfibólico y de color verde oscuro, lo mismo que el que se observa en los lechos de los ríos Chiapa, Monetza, Ostuta, Almoloya, Petapa y el Barrio. El Cerro de la Cruz, en San Miguel Chimalapa, y algunos otros de los que siguen al Oriente por la orilla izquierda del Chicapa, están formados de *gneiss hornbléndico*, que en algunos lugares se convierte en hornblenda apizarrada, y en otros se halla muy mezclado con cuarzo semitransparente, bastante común en esta región. En el arroyo Monetza y en el río del Barrio lo atraviesan cintas de cuarzo lechoso y de espato calizo; en el Chicapa suele dejar ver alguna que otra partícula de cobre amarillo, y en el Almoloya encierra cabos de pirita transformados en hierro pardo.

"Como se ve, el *gneiss* y la roca de hornblenda pueden observarse casi en todos los lugares bajos de la parte montañosa, en la zona comprendida entre el Barrio y el Portillo de Chivela.

"La serpentina se encuentra poco ántes de llegar á Barrio, por el camino de Chivela, cubriendo la superficie del suelo en una extensión poco considerable. Su color presenta casi todas las variedades del verde, desde el blanquecino hasta el verdinegro. Su textura es astillosa ó concóidea y su dureza de 4 á 5. Se halla acompañada de la variedad de *Metaxita* llamada crisotilo (*chrysotile*), en cintas muy finas y paralelas, que la atraviesan en todo su espesor. En algunos lugares se manifiesta algo descompuesta, y entonces adquiere untuosidad y el aspecto de la esteatita; en otros está mezclada con dialaje, asbeto y algo de amianto, minerales que, como se sabe, son extremadamente frecuentes en las rocas serpentinas."

Verdad es que el *gneiss*, aunque característico de los tiempos azoicos y paleozoicos, se encuentra en edades menos primitivas. De todos modos, bueno es consignar su presencia en nuestras cordilleras del Sur, y en varios puntos de los distritos de Matamoros y Acatlán, Estado de Puebla, donde lo ha encontrado el Ingeniero D. Santiago Ramírez.

La mica-pizarra existe en Tejupilco, con esmeraldas, y en la ladera occidental y en las mesetas de las montañas de Oaxaca, con el granito y el *gneiss*.

En Sonora se ve el pórfido y el granito en la ladera occidental de la Sierra, lo mismo que en Sinaloa, donde también se encuentra la sienita. En la Mesa Central de Chihuahua se encuentra también protogina, granito, pórfido y diorita. En Michoacán, granito con mica amarilla, en largas extensiones, cerca de la costa. En Zimapán, Hidalgo, tenemos el pórfido y la serpentina. En la Sierra de Durango, el granito. En el Estado de Guanajuato pórfido y sienita. En Veracruz, sienita y pórfido. Varias montañas, como el Cofre de Perote, Veracruz; los Organos de Actopam, Hidalgo; la Peña de Bernal, en Querétaro, ostentan en sus cumbres colosales masas de pórfidos en formas muy caprichosas.

Tiempo paleozoolo. El Sr. Bárcena asienta en su "Tratado de Geología" que por los estudios hasta entonces conocidos (1886) no podía precisar dónde existiesen á la vista las rocas silurianas en México, ni las características del período devoniano. Sabido es que la litología de los dos primeros períodos de esta época, la caracterizan principalmente las rocas areniscas, pizarras, calizas, pizarras conglomeradas y caliza con corales.

El inteligente Ingeniero de minas D. Pascual Arenas, en un concienzudo trabajo sobre la geología de los minerales del Fresnillo y Plateros, nos da á conocer las rocas que componen estos distritos y algunos otros de Zacatecas y de San Luis Potosí. Por él se ve que

las rocas sedimentarias antiguas que componen los dos minerales primero mencionados, pertenecen al período paleozoico, y son la vacia gris, la siliza pizarra, la pizarra arcillosa, la caliza apizarrada, la caliza y una brecha de la vacia gris; entre las metamórficas coloca el cuarcito y la caliza granuda ó mármol. Las rocas de origen ígneo son: el granito, la sienita, la roca verde, los pórfidos, las traquitas y los basaltos.

La vacia se encuentra en el istmo de Tehuantepec, tanto la gris común como la apizarrada, y principalmente en los Estados de Zacatecas y de Aguascalientes, conteniendo cristales de feldespato que le dan una estructura porfídica. En Zacatecas se presenta alternando con la pizarra, en distintos puntos, y con la caliza, en Saucedá y en el cerro de la Tinaja. En el distrito de la Noria de los Angeles la vacia gris y la pizarra se encuentran en capas delgadas y sobrepuestas á una caliza negra, de los mismos caracteres que la de Plateros.

El distrito de Ramos, según el Sr. Berges, está compuesto de pizarra y piedra lidia, cuya formación está trastornada por rocas hornbléndicas y un pórfido de la misma composición que el de Zacatecas. En el distrito de Alamos de Catorce abunda mucho la caliza de transición con pizarra, y una arenisca parecida á la vacia gris. Como rocas plutónicas se encuentran la sienita, en vetas, y muchas masas de basalto y rocas amigdalóideas que contienen olivino, zeolitas y obsidiana. El distrito de la Sierra de Pinos está compuesto de una caliza de transición y de vacia gris, cuyas rocas están trastornadas por una formación considerable de pórfido cuarcífero.

Además de estos distritos, el Sr. Barroso cita otros que pueden referirse á la misma época, por entrar en su formación las mismas rocas, por hacer parte de las mismas serranías y por algunos restos orgánicos encontrados en ellos. Tales son el distrito del Peñón Blanco, en el cual las montañas del Este y del Nordeste están formadas de una caliza metamórfica del mismo aspecto que la de Plateros. Esta caliza está dividida por lechos de piedra lidia, alterna con una vacia gris de color verdoso y grano fino, y se presenta metamorfoseada y trastornada por un granito blanquecino que contiene mica plateada, y por el pórfido cuarcífero.

Los distritos de Asientos de Ibarra y Tepezalá, cuyas serranías limitan el bajío del Peñón Blanco por el Sur y Suroeste. Estas elevaciones están formadas de las mismas rocas observadas en los Angeles, es decir, la caliza dividida por lechos de siliza-pizarra, la vacia gris y la pizarra arcillosa que pasa, como la de Zacatecas, á pizarra talcosa. Estas rocas están trastornadas y modificadas por el pórfido cuarcífero; así es que se encuentran también en los mismos distritos el cuarcito y la caliza granuda.

Los distritos de Ojocaliente y la Blanca, en los cuales se halla la pizarra común y cuyas capas sedimentarias están levantadas por los pórfidos. El distrito de Sombrerete, cuyas principales rocas son la pizarra y la caliza con piedra lidia, que, según el Sr. Soneschmidt, es de la misma formación que la de Saucedá. El distrito de Comanja, en el que se encuentra el granito de la serranía de Peñón Blanco, trastornando una pizarra común del mismo aspecto que la de Guanajuato. El granito reaparece en las cercanías de las aguas termales de Comanjillas y termina en el cubilete de la Luz. La pizarra de Comanja está muy alterada y presenta en este estado caracteres muy semejantes á los de la pizarra del cerro de Sirena, en Guanajuato.

Continúa diciendo el Sr. Barroso que el examen hecho de las rocas que se presentan en diversos puntos de la cordillera central, que atraviesa los Estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, México, Guanajuato, San Luis y Zacatecas, parece indicar que los terrenos paleozoicos se extienden sin interrupción á lo largo de nuestra República. Las rocas sedimentarias son casi las mismas en todos estos Estados, y consisten principalmente en pizarra arcillosa, en vacia gris y en caliza compacta, dividida muy frecuentemente por lechos de siliza-pizarra. En su contacto con las rocas plutónicas, la pizarra arcillosa pasa á

la talcosa, la vacia gris se convierte en cuarcita, y la caliza compacta adquiere un aspecto más ó menos cristalino.

De todo este estudio deduce el Sr. Barroso la probabilidad de que las capas paleozoicas de nuestro territorio se unan, por el Norte, con las de los Estados Unidos, y, por el Sur, con las de la América Central y Meridional; pues aunque el número de pisos que representan el período paleozoico no es uno mismo en toda esta vasta extensión, sí se encuentra representado este período en toda ella por uno ó por algunos de los que le pertenecen. "Esta uniformidad en la composición de la gran cordillera americana, permite juzgar por analogía, entre ciertos límites, de las relaciones que los diversos miembros de un piso geológico tienen entre sí cuando no ha sido posible observar directamente el orden de sobreposición de las capas que lo constituyen."

Como se ve, el Sr. Barroso se inclina más á la opinión de Humboldt que á la de Mr. Virlet d'Aoust.

Los yacimientos de carbón que se han encontrado en nuestro país, en los Estados del centro y en algunas de las costas, no pertenecen, en concepto del Sr. Bárcena, á la edad carbonífera que constituye el último período del tiempo paleozoico. No niega la posibilidad de que se encuentre en ellos yacimientos verdaderamente carboníferos, y cree que es seguro que existan en alguno de los Estados fronterizos, especialmente en Sonora, Nuevo León y Tamaulipas.

Los terrenos carboníferos estudiados hasta hoy, son bastante extensos y se encuentran desde los Estados de Guerrero y Oaxaca, al Sur, hasta los de Sonora y Chihuahua, al Norte. Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Michoacán, Morelos, Querétaro, San Luis Potosí, Jalisco, Coahuila y Tamaulipas poseen yacimientos más ó menos ricos de las diferentes variedades de este fósil.

Tiempo mezozoico. En el distrito de Acatlán, Estado de Puebla, se encuentran rocas que contienen la impresión de las plantas triásicas. Es una pizarra arcillosa de color gris más ó menos pardusco, y conteniendo partículas de mica.

Los fósiles jurásicos que se encuentran en México, yacen en rocas apizarradas, ya arcillosas, ya calizas. En las pizarras jurásicas de Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, y en las de la Trinidad, de Puebla, se han hallado las amonitas James Dana y Planula. También se han hallado amonitas jurásicas en Noria de Angeles, Zacatecas y otras localidades, como lo veremos al entrar al estudio de la paleontología mexicana.

Por la colección de fósiles que el distinguido ingeniero D. Pedro Senties hizo en la Encantada, cantón de Aldama, Chihuahua, se ve que en aquella localidad existen rocas características de los dos primeros períodos del mesozoico, pues entre ellos está el género *Ceratites*, característico del triásico, y varias especies, como la *Grifea carinata*, del jurásico.

El Sr. Bárcena, de cuya geología extracto este apunte, cree que en los períodos triásico y jurásico hubo algunos levantamientos en esta parte del continente, que emergieron ciertas porciones de las tierras de aquellos períodos, y que hoy están á descubierto, y que, probablemente, en la mayoría de esta área siguieron depositándose los sedimentos cretáceos sobre los otros del mezozoico.

"Relativamente á México, y según nuestras propias observaciones, podemos dar los siguientes datos: las rocas que, por sus fósiles y relaciones estatigráficas, consideramos como claramente cretáceas, son calizas compactas, fétidas, de color gris de humo, conteniendo hipuritas, nerineas y radiolitas en grande abundancia; en estratificación concordante con estas masas, hay caliza pizarra, pizarras arcillosas y lechos de piedra lítica; la posición más constante en estas rocas es la siguiente, comenzando por las capas superiores:

1. Pizarras delgadas, arcillosas, de color amarillento.
2. Pizarras arcillosas de colores claros, gruesas y quebradizas.

3. Caliza apizarrada de color gris de humo, con lechos de piedra lítica y alternando con pizarras negras y arcillosas.

4. Caliza fosilífera.

5. Cal pizarra, de color negro agrisado, conteniendo óxidos de manganeso y partículas carbonosas.

"Estas rocas se presentan removidas y plegadas en diversos sentidos; pero su estratificación es concordante, y el rumbo más general de las capas salientes es de N.O. á S.E. con inclinación al S.O. En otras localidades se presentan algunas calizas apizarradas, de color gris perla; alternan con lechos de piedra lítica y contienen nódulos de piritas; por su dirección é inclinación, así como por otras analogías, creemos que estas rocas son igualmente cretáceas.

"Las rocas ígneas que levantaron estas masas, son comunmente pórfidos traquíticos; en algunas localidades, aunque en menor número, se ven diques de granito, de diorita y de basalto. Hay algunos otros terrenos, sobre todo en los Estados de Zacatecas, de Aguascalientes y de San Luis, en que existen la vacia, las pizarras y la caliza, que por su estratigrafía pudieran creerse fueran también mesozoicas; pero la falta de fósiles no ha permitido clasificarlas con exactitud."

Tiempo Cenozoico. Las rocas que en México se conocen como claramente eocenas, son calizas amarillentas, conteniendo numulitas, pectén y otros fósiles, y que se encuentran en las costas del Golfo de México, cerca de Tuxpam.

Según el Dr. E. D. Cope, deben considerarse como pliocenos los terrenos del Valle de México, donde se encuentran los huesos de elefantes, mastodontes, etc., cuyos terrenos clasifican otros autores como de la edad cuaternaria.

Esta edad fué de las grandes épocas de formación de montañas, en la historia geológica de América, según el eminente profesor Dana, como lo veremos más adelante.

De la edad cuaternaria el período glacial es el que con ménos precisión se ha fijado en México, pues aunque es cierto que en muchos de nuestros terrenos se hallan aluviones gruesos, es probable, en opinión del Sr. Bárcena, que se refieran más bien al período Champlain. Este autor agrega que no ha observado rocas estriadas en las diversas excursiones que ha hecho en el país; pero el General D. Vicente Riva Palacio asegura haber visto, sobre las costas de Acapulco, grandes y medianos bloques con las caras pulidas y á veces rayadas, los que él considera como pertenecientes al período glacial.

Las formaciones diluviales, aluviales, lacustres y marinas del período Champlain, están perfectamente caracterizadas en nuestro país, y á él deben referirse los valles aluviales y lacustres en que tanto abunda México.

Dice el Sr. Bárcena que los terraplenes ó graderías que en muchas partes del país ha observado, son, en opinión suya, análogos á los que en los Estados Unidos y en Europa caracterizan á los terrenos Champlain; y que en las excursiones que ha verificado, ha encontrado terraplenes en forma de gradas ó en acumulaciones sobre las paredes de los lados de los valles en las localidades siguientes: —*Estado de Hidalgo*: en Apasco, valles y cañadas entre Actópam é Ixmiquilpam, hacia Zimapán y en Barranca Seca, y en Valle de Tula.—*Estado de Querétaro*: en el mineral de las Aguas.—*Estado de Morelos*: en las cercanías de Xochitepec.—*Estado de Guerrero*: en Dos Ríos y dentro de la gruta de Cacahuamilpa.—*Estado de Aguascalientes*: en el curso del río inmediato á la ciudad del mismo nombre y en otros puntos del Estado.—*Estado de San Luis Potosí*: entre Pozo del Carmen y Santa Catarina.—Muy notables son las graderías y los depósitos contra las paredes de las barrancas ó en los valles de los ríos en el Estado de Hidalgo; las gradas están formadas, en general, de aluvión grueso en su base, y después de capas de tobas y arenas, y están aplicadas sobre caliza cretácea ó sobre masa de pórfido. En el cauce del río San Martín, en San Luis, se observan capas de arenas y guijarros, más ó menos onduladas, con espe-

sores hasta de diez metros. Dentro de la caverna de Cacahuamilpa hay grandes masas formadas de marga y cantos porfídicos arredondados, llenando oquedades sobre las paredes de la espaciosa caverna.—Tales depósitos en graderías, deben ser muy frecuentes en el país, sobre todo en los arroyos de la Sierra Madre, hacia las costas; y los que fueron sin duda formados por las corrientes diluviales del período Champlain, sin que en estas regiones hayan actuado los hielos directamente ni las aguas de su fusión.

“Las formaciones lacustres que se encuentran en casi todos nuestros valles, están constituidas por capas alternativas de tobas, margas, arcillas, trípoli, arenas y aluviones de diversos espesores: en las excavaciones más profundas se observa generalmente un aluvión grueso de masas arredondadas de pórfidos y otras rocas ígneas, sirviendo de base á las capas lacustres. Entre éstas son frecuentes las tobas pomosas, formadas de granos arredondados, unidos por cemento arcilloso.”

Como tipo de estos depósitos cuaternarios, cita el Sr. Bárcena el pozo artesiano de la Casa de Moneda y Apartado, de esta capital, cuyo corte presenta en la parte hidrológica de su recomendable libro; y además, presenta como ejemplo el corte de la desembocadura del túnel en el tajo de Tequixquiác, Estado de México; lugar notable por los muchos restos de mamíferos cuaternarios que allí se han encontrado, así como vestigios de la existencia del hombre en los propios terrenos.

En el corte del pozo artesiano se ve el terreno cuaternario hasta la profundidad de 149 metros, á que llega la excavación; todas las capas son de origen lacustre, interrumpidas por otras de aguas corrientes, y en muchas de aquellas se observan vestigios de plantas acuáticas, como son los tallitos silizosos que en el corte se citan, y además un lecho de turba. En las capas superiores se encuentran muchas conchitas de crustáceos de agua dulce.

Advierte nuestro autor que en muchas localidades del país las capas cuaternarias aparecen removidas por los basaltos, y en otros lugares, como en el Pedregal de San Angel (tres leguas al Sur de esta capital), hay una espesa y dilatada corriente basáltica extendida sobre la toba cuaternaria. Fenómeno semejante se nota en el Valle de Tula, Estado de Hidalgo; en el Estado de San Luis Potosí y en otros varios lugares del país.

Ilustraremos este ligero estudio litológico presentando la tabla formada por el ingeniero mecánico y de minas Mr. Charlès B. Dahlgren, quien asegura haberlo formado después de largas y asiduas investigaciones.

| Situación. | Equivalencia en tamaño. | Viento. | Estados. | Sección. | Geología. |
|---------------------------------------|----------------------------|--|------------------------------|---------------------------|---|
| Ladera Occidental..... | Colorado..... | Región Oeste de México. | Sonora..... | La Sierra..... | Pizarra arcillosa, pórfido, granito, cantera, caliza. |
| Idem..... | Carolina del Sur..... | | Shinola..... | Idem..... | Granito, pórfido, caliza, sienita. |
| Mesa Central..... | Main y California..... | Línea media al Norte de México. | Chihuahua..... | Idem..... | Cantera, diorita, pórfido y granito. |
| Idem..... | Michigan..... | | Durango..... | Idem..... | Granito, basalto, caliza. |
| Idem..... | Maine..... | | Zacatecas..... | Mesa Central..... | Vacia gris. |
| Idem..... | Delaware..... | | Aguaascalientes..... | Idem..... | Idem. |
| Ladera Oriental..... | Virginia..... | | San Luis Potosí..... | Catorce..... | Caliza alpina. |
| Mesa Central..... | Vermont y Connecticut..... | | Guanajuato..... | Veta Madre..... | Pórfido y pizarra arcillosa. |
| Idem..... | Idem..... | | Idem..... | Comanja..... | Sienita. |
| Ladera Occidental..... | Arkansas..... | | Idem..... | Villalpando..... | Pórfido y fonolita. |
| Ladera Occidental y Mesa Central..... | Indiana..... | | Jalisco..... | La Sierra..... | Traquita en pizarra gris arcillosa, y vacia gris. |
| Ladera Occidental..... | Idem..... | | Región Occidental de México. | Michoacán..... | Caliza alpina y del Jura. |
| Ladera Oriental y Mesa Central..... | Idem..... | Parte central de México. | Guerrero..... | Tasco y Tehuilotepic..... | Caliza de transición. |
| Ladera Oriental..... | Idem..... | | Veracruz..... | Cardonal Xacali..... | Pórfido, diamita y serpentina. |
| Mesa Central..... | Maryland..... | | Hidalgo..... | Zimapan..... | Caliza sobre pórfido. |
| Idem..... | Idem..... | | Idem..... | Pachuca..... | Caliza de transición. |
| Idem..... | Idem..... | Al Este de la parte Central de México. | Idem..... | Zimapan y Toro..... | Caliza alpina sobre conglomerado. |
| Idem..... | Vermont..... | | México..... | Zimapan, Doctor y Xichú. | Pizarra estratificada base de formación secundaria. |
| Mesa Central y Ladera Oriental..... | Idem..... | Sur de México. | Puebla..... | Vetas más antiguas..... | Formación calcárea. |
| Ladera Oriental..... | Maryland..... | | Veracruz..... | Los Minerales..... | Granito, gneiss, micapizarra. |
| Ladera Occidental y Mesa Central..... | Tennessee..... | | Oaxaca..... | Mesetas..... | |
| Ladera del Pacífico..... | Kansas..... | | La Sierra..... | | |