

## BREVE RESEÑA GEOLÓGICA

DEL TERRENO COMPRENDIDO EN LAS

# Obras del Desagüe del Valle de México

y en general de toda esta región.

Entre las grandes obras de ingeniería realizadas hasta hoy en México ocupan un lugar preferente, tanto por su importancia como por el arte con que han sido ejecutadas, las emprendidas con el exclusivo objeto de poner á salvo de inundaciones la Capital de la República, á la vez que favorecer su saneamiento. Fuera de este fin tan provechoso, tuvieron para la ciencia un resultado plausible, con los notables descubrimientos paleontológicos de que se ha hecho mérito en otro escrito publicado anteriormente.

Entrando ahora en materia expondré desde luego, que las obras de que se trata están divididas en tres secciones ó tramos: el Gran Canal, el túnel de Zumpango y el tajo de Tequixquiac.

Comienza el primero en la garita de San Lázaro situada en el lado Oriente de la Ciudad; siguiendo esta dirección se prolonga en línea recta por espacio de un kilómetro; describe en seguida una curva en rumbo al NE., costeano la orilla occidental del lago de Texcoco, y la cual comprende una extensión de siete kilómetros; continúa en el mismo sentido con alguna más desviación al O. hasta llegar al kilóm. 20; en este punto describe una segunda curva inclinándose al NO., atravesando casi en su medio el lago de San Cristóbal, y en seguida el de Xaltocan en su parte occidental; á la altura de Zumpango, en el kilóm. 43½, describe una tercera curva, tomando de nuevo el rumbo NO., hasta desembocar en el túnel, algo más allá del kilóm. 47½: su total desarrollo puede casi representarse por la letra S. En su principio tiene de profundidad 5.75<sup>m</sup> y en su terminación muy cerca de 29.50<sup>m</sup>. Su pendiente es ligera y uniforme, de 0.187<sup>m</sup> por kilómetro, con una anchura en el fondo, desde donde comienza hasta el kilóm. 20, de 5<sup>m</sup>, y de allí á

su conclusión, de 6.50<sup>m</sup>. Los taludes tienen en lo general 45° de inclinación.

Entre el túnel y el Gran Canal hay interpuesta una presa de hermosa construcción, destinada á contener y regularizar la entrada del agua en aquél. El primero se dirige directamente al N. NO. y tiene de largo 10 kilómetros. Su abertura es aproximadamente ovalada, de 4×4.20<sup>m</sup> en sus ejes; con 24 lumbreras practicadas en la bóveda para su ventilación y vigilancia, distantes 400 metros una de otra. Su profundidad es variable: de 35 metros en su punto de partida, alcanza el *máximum* de 90 metros entre las lumbreras 18 y 19, distante la primera 7 kilóm. de la embocadura. Su pendiente es igualmente uniforme, aumentando en algo de trecho en trecho. La última sección de las obras del Desagüe, y que fué la primera que se terminó, la constituyó el profundo tajo de Tequixquiac, ó más propiamente de Acatlán; pero en realidad no es sino una ampliación regularizada de la barranca que lleva este último nombre. Sus paredes fueron, además, revestidas de césped, con el fin de promover el desarrollo de una abundante vegetación que les diera firmeza y estabilidad. Esta obra se emprendió en un tramo de 2,500 metros y con una profundidad de 50 metros en su origen. Las aguas que recibe del túnel las conduce al río de Tequixquiac, el que más adelante atraviesa el pequeño valle de Apasco.

Desde el nacimiento del Gran Canal hasta un poco más allá de su desembocadura en el túnel, el terreno va ascendiendo gradualmente, mientras que el fondo de las excavaciones desciende, por el contrario, en el mismo sentido. Ahora bien: estando formado todo aquel terreno, al menos en su mayor parte, de capas sedimentarias en estratificación rigurosamente concordante, pero de potencia variable, el número de capas que aparecen en el corte aumenta desde su principio hasta el fin: por lo menos en el Gran Canal, en donde se perciben con toda claridad, pues en el tajo se ocultan bajo una tupida capa de vegetación; en el túnel es también difícil descubrirlas en la actualidad.

Como se ve en el croquis, en el kilóm. 47 aparecen en número de 18, y su descripción es como sigue, partiendo del fondo á la superficie:

1.<sup>a</sup> capa.—Potencia en el talud, 1.35<sup>m</sup>. Toba pomoza de grano fino (por su aspecto de *tizate* abrigo la sospecha de que sea más bien de origen orgánico); de color blanco sucio y deleznable. Desprovista de cal y con partículas de mica.

2.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 2<sup>m</sup>. Como la anterior, pero de color blanco sucio amarillento y poco deleznable. Desprovista también de cal, con partículas de mica é impresiones de raíces.

3.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 1.55<sup>m</sup>. En todo igual á la anterior, pero más compacta.

4.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.10<sup>m</sup>. Toba siliceosa, probablemente de origen andesítico y algo compacta; de color blanco sucio verdoso; algo caliza y con partículas de mica.

5.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.35<sup>m</sup>. Aluvial ó de acarreo; formada de arena gruesa y grava; color pardusco.

6.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.50<sup>m</sup>. Arenisca siliceosa muy deleznable, de color blanco pardusco, con numerosas partículas de limonita ó hierro palustre.

7.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.80<sup>m</sup>. Arenisca siliceosa muy deleznable, de color sucio blanco, amarillento, y por lo demás como la anterior.

8.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.85<sup>m</sup>. Toba pomezosa de grano fino (ó más bien, con la salvedad de la primera, formada por restos de infusorios): de color blanco sucio verdoso y ligeramente compacta. Desprovista de cal y con impresiones de raíces.

9.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 3.80<sup>m</sup>. Toba arcillo-siliceosa, de color blanco sucio y deleznable. Con partículas de cal y ligeramente plástica.

10.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 2.80<sup>m</sup>. Toba arcillosa de origen andesítico, ligeramente compacta, de color blanco sucio verdoso y con algunas partículas de mica.

11.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 1.85<sup>m</sup>. Toba siliceosa, de color blanco agrisado y muy deleznable, con una que otra partícula de mica é impresiones de raíces.

12.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.30<sup>m</sup>. Toba margosa de color blanco sucio verdoso, ligeramente compacta y con fragmentos más ó menos gruesos y brechiformes de basalto.

13.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 1.15<sup>m</sup>. Toba margosa bastante compacta, de color blanco agrisado, marcadamente caliza y con impresiones muy claras de raíces.

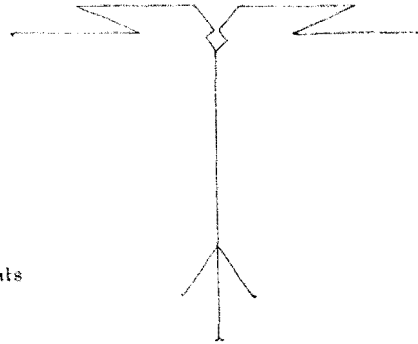
14.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.65<sup>m</sup>. Arenisca siliceosa, de grano muy fino, de color agrisado obscuro.

15.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.60<sup>m</sup>. Arenisca caliza siliceosa, de color blanco sucio y muy deleznable.

16.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 3.70<sup>m</sup>. Toba margosa muy compacta, de color pardo claro y con nódulos enteramente blancos del mismo material, pero más puro; ligeramente adherente á la lengua y de textura semiconchoide.

17.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.70<sup>m</sup>. Toba margosa muy rica en cal y con partículas de mica; demasiado deleznable y de color pardusco.

# CORTE de la pared izquierda del Gran Canal en el Kilometro 47.



18<sup>a</sup> 0.50 mts.

17<sup>a</sup> 0.70 mts.

16<sup>a</sup> 3.70 mts

15<sup>a</sup> 0.60 mts

14<sup>a</sup> 0.65 mts

13<sup>a</sup> 1.15 mts

12<sup>a</sup> 0.50 mts

11<sup>a</sup> 0.85 mts.

10<sup>a</sup> 2.85 mts.

9<sup>a</sup> 5.80 mts

8<sup>a</sup> 0.85 mts

7<sup>a</sup> 0.80 mts

6<sup>a</sup> 0.50 mts

5<sup>a</sup> 0.25 mts

4<sup>a</sup> 0.10 mts

3<sup>a</sup> 1.55 mts

2<sup>a</sup> 2.00 mts

1<sup>a</sup> 1.55 mts.

*Los números de la izquierda expresan la sucesión de capas;  
los de la derecha la potencia.*



18.<sup>a</sup> capa.—Potencia en ídem, 0.50<sup>m</sup>. Arenisca ligeramente compacta, con abundantes partículas de mica, algo caliza y de color pardusco.

Según datos suministrados por la Comisión Geológica de México, el Sr. Ingeniero D. Luis Espinosa expone (1) la siguiente clasificación general de los depósitos sedimentarios que sucesivamente fueron terraplenando la gran cuenca del Valle de México.

«1.<sup>a</sup> Toba pomozza pleocénica.

«2.<sup>a</sup> Toba postterciaria, con depósitos aluviales de extensión limitada, formados por cantos rodados de rocas basálticas y andesíticas. Contiene, además, depósitos de vertebrados de la talla gigantesca que caracterizó á los animales que poblaron el terreno postterciario. Este piso se ha referido á la división del llamado Champlain.

«3.<sup>a</sup> Aluviones y sedimentos lacustres recientes.»

De lo expuesto se deduce: que el material de los mencionados sedimentos fué en gran parte suministrado por las erupciones volcánicas, como también por las rocas de las montañas más antiguas, de continuo desgastadas por el agua y los agentes atmosféricos, previa su descomposición. Es también de advertir que entre siete y catorce metros de profundidad se encontró el mayor número de restos fósiles, es decir, de la 10.<sup>a</sup> á la 13.<sup>a</sup> capas; y más bien en el tajo ó cerca de él.

El Sr. Profesor J. G. Aguilera en una publicación anterior (2) y refiriéndose al Grupo Cenozoico, dice lo siguiente:

«Al Plioceno Superior deben referirse los conglomerados pomozos (tobas conglomeradas) que se designan en México con el nombre de tepetates y que constituyen los lomerfos de la falda de las sierras de Las Cruces, Monte Alto y Sierra Nevada, que circunscriben casi la cuenca de México. Estos conglomerados establecen el paso de las brechas andesíticas un poco más antiguas, pero siempre en su mayor parte, si no en totalidad pliocénicas, á las tobas volcánicas y margas arcillosas que se encuentran en algunos de los valles de la Mesa Central. Mientras que en las brechas volcánicas (brechas andesíticas y traquíticas) la influencia del agua, como agente de repartición y ordenación de los elementos, apenas se hace sentir, siendo más bien de presunción y posibilidad el participio que las aguas hayan tomado; en los conglomerados (tepe-

(1) Memoria Histórica, Técnica y Administrativa de las obras del Desagüe del Valle de México. Publicada en 1902, pág. 26.

(2) Datos para la Geología de México, por José G. Aguilera y Ezequiel Ordoñez. México, 1893, pág. 41.

tates) de pequeños elementos y en las tobas arenosas y margosas, la influencia de la acción de las aguas se hace cada vez más y más perceptible, al grado de que por las dimensiones de los elementos de estas rocas, se puede juzgar de la acción dinámica más ó menos enérgica de las aguas que contribuyeron á la ordenación de los depósitos de estas rocas.»

«A este sistema, en nuestro concepto, deben referirse una parte de los estratos que constituyen la base de la serie sedimentaria de la cuenca de México, de los valles de Puebla, &, y del río Yaqui, Sónora; así como también el conjunto de capas que, con ligerísima inclinación á la Ciudad de México, cubren la falda de las sierras que limitan la cuenca, y en cuyas capas se han abierto las dos grandes obras de desagüe que se conocen con los nombres de Tajo de Nochistongo y Tajo de Tequixquiac.»

Ahora bien: en las capas que aparecen en el corte no figuran claramente los materiales pliocénicos; pero sí puede asegurarse que existen más adelante en el trayecto mismo de las obras, en una extensión más ó menos considerable: efectivamente, en la apertura del túnel se tuvo que atravesar la prolongada cuesta llamada «loma de España,» que une el cerro de Xalpa con el de Aranda, uno y otro dependientes de la sierra de Tezontlalpan que en parte cierra al N.O. la cuenca; siendo su constitución litológica la señalada anteriormente por el Sr. Profesor Aguilera para esta clase de formaciones que se hallan dentro de sus límites.

\* \* \*

Merced á los prolijos estudios del Sr. Profesor Ezequiel Ordoñez y de otros distinguidos geólogos, tanto nacionales como extranjeros, nos son conocidos ya los principales rasgos geognósticos de la gran cuenca del Valle de México; así como la sucesión probable en el tiempo de sus distintas formaciones. Ocupa esta región una gran parte del límite austral y más elevado de la llamada Mesa Central mexicana, la cual descende más ó menos gradualmente, á partir de este nivel, hasta tocar las orillas del río Bravo del Norte.

La área de la cuenca afecta aproximadamente la figura de una elipse irregular; por todos sus lados se halla rodeada por elevadas cordilleras montañosas ó simples lomeríos que corresponden á distintos sistemas orográficos. Su eje mayor está dirigido de NO. á SE. y mide aproximadamente 130 kms., y el menor que corta á aquél

en su mitad puede calcularse en 60 kms. La altura en el centro de la planicie, sobre el nivel de la marea baja de Veracruz, se aprecia en 2,400 metros; la extensión, en fin, de toda su área, con exclusión de las montañas, mide 2,100 kms. cuadrados. En época anterior á la actual se hallaba ocupada por el agua en más de una sexta parte, mientras que hoy, á lo sumo, por sólo la mitad de esta cifra.

La cintura ó cerco de montañas que marcan su límite se halla repartido del modo siguiente: al N. y NE. las serranías de Tezontlalpan, Pachuca y Real del Monte: la primera formando ángulo con la segunda; al O. y NO. las serranías de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo: esta última prolongándose más allá del norte de la cuenca. De la segunda y tercera se desprenden dos ramificaciones que penetran más ó menos al interior de la misma cuenca; la del Sur, que es á la vez la de mayor importancia, forma la Sierra de Guadalupe, la del Norte la de Tepotzotlán. Al sur de la cuenca se levanta la serranía del Ajusco, continuándose en dirección al Este por una serie de volcanes alineados. En el grupo de montañas que limitan sus lados E. y SE. sobresalen principalmente el Popocatepetl y el Ixtaccihuatl, que unidos forman la Sierra Nevada; en su prolongación al Norte descuellan por su mayor altura los cerros del Papayo, Telapón, Xolotl, etc., que desprenden también al interior dos ramificaciones algo notables; todavía más al norte del lado que se considera se levantan extensos lomeríos surcados de profundas barrancas. De una manera sucinta queda así trazado el cordón montañoso que cierra la cuenca del Valle de México. El interior de su planicie se halla en parte ocupado por volcanes aislados ó formando cordilleras independientes de las limítrofes. Pero más que todo, por seis grandes lagos, como lo fueron en otro tiempo, pues en la actualidad se les va haciendo desaparecer; sus nombres son como sigue, partiendo de Sur á Norte: Chalco, Xochimilco, Texcoco, San Cristóbal, Xaltócan y Zumpango; todos ellos alimentados por aguas profundas ó bien, superficiales, que bajan de las vertientes, y conducidas después por numerosos riachuelos de mayor ó menor importancia.

Expuesto lo anterior pasemos ahora á examinar su constitución litológica.

Las rocas que forman el núcleo de las serranías de Pachuca y Real del Monte se supone que emergieron durante el período eoceno de la edad terciaria, levantando las capas de caliza cretácea que, en forma de montañas, se distribuyen por el E., N. y O. de aquellas serranías. Por su color especial y característico fueron designadas en un principio con el nombre vago de «rocas verdes»; pero su clasificación más precisa es la de andesitas de anfíbola y piroxena; se



acompañan también de porfiritas, que son quizá más antiguas y menos abundantes, así como de riolitas y basaltos que se les agregaron muy posteriormente en pleno cuaternario.

La serranía del Ajusco y la del Ixtaccihuatl aparecieron muy probablemente en el subsecuente período de la misma edad terciaria ó sea el mioceno; sus rocas son igualmente andesíticas, pero con la particularidad de contener una gran cantidad de hornblenda parda y con un magma más vitrificado, además de la piroxena é hiperstena como elementos accesorios. Al Oriente del Ajusco, y siguiendo esta misma dirección, hubieron de formarse en el cuaternario una serie de volcanes alineados y otros más al interior de la cuenca, así como también y quizá contemporáneamente, el mayor y más importante de todos ellos, el Popocatepetl, que se levanta á considerable altura en la falda sur del Ixtaccihuatl.

\* \* \*

«Las rocas de la serranía de las Cruces, dice el Sr. Ordoñez, ofrecen en su aspecto microscópico variaciones acentuadas de estructura. Son de colores grises, rosadas, blanquizas ó violadas, de estructura vítrea, microlítica y porfiroide en relación con la mayor ó menor proporción de magma amorfo, microlítico, ó por la presencia de cristales diseminados de primera generación. Estos grandes cristales son de sanidino unos, de oligoclasa y labrador los otros, y de hornblenda, más ó menos alterados en óxidos de fierro, en puntos agrupados que definen los contornos de los cristales; alteración que se propaga hasta el fierro diseminado en pequeños granos en el magma y que parece ser producida tan sólo por acciones atmosféricas, originando solo este hecho los cambios de coloración que se observan en estas rocas á la simple vista.»

«La hiperstena se encuentra en grandes cristales corroídos, de primera consolidación, y en algunas rocas, en pequeñas microlitas, asociadas siempre á la augita, con la que presenta á la luz natural semejanzas muy notables. La cantidad siempre variable de este elemento y la presencia constante de la hornblenda, también en proporciones muy variables, explican la designación de los dos elementos en la clasificación, con objeto de distinguirlas de las rocas de hornblenda exclusivamente, ó de hiperstena sola, que también se presentan en la cuenca del Valle; y si la hornblenda, que por su es-

casa abundancia no debiera considerarse en algunas rocas de las Cruces sino como un elemento accidental, la hemos incluido como término que forma parte de la clasificación, es para evitar la confusión á que daría lugar al ser comparada con andesitas exclusivamente piroxénicas que ocupan una extensión considerable y son, por su edad y aspecto general, diferentes, siendo las que vienen á enlazarse con las labradoritas y los basaltos.»

Las rocas arriba descritas establecen una transición entre las traquitas y las andesitas: las primeras siendo más antiguas que las segundas. Aquéllas ocupan lugares bien circunscritos en la expresada serranía, formando cerros aislados que se levantan en una y otra vertiente, la oriental y la occidental, y los cuales presentan, por otra parte, cimas arredondeadas que le son características. Las más típicas de las traquitas se reconocen con facilidad por sus colores claros, blanco agrisado ó blanco rosado, y su aspereza al tacto; sus cristales de sanidino, aunque no abundantes, se descubren á la simple vista, dándoles cierto aspecto porfidítico; en el magma microlítico y también vítreo figura el mismo elemento; como accesorios pueden señalarse, entre otros, la hiperstena y el labrador. Pero lo más característico de estas rocas es la presencia de cristales bastante visibles y muy abundantes de hornblenda parda, que al descomponerse en óxidos férricos les comunican el expresado tinte rosado, disminuyendo á la vez su compactibilidad. Al pie de las montañas traquíticas, así como en el fondo y las paredes de las barrancas inmediatas á ellas, se extienden gruesos bancos, poco inclinados, de estructura prismática y de potencia variable; el material de esta formación sedimentaria está principalmente constituido por los *de- tritus* de la misma roca volcánica con la que se halla relacionada: es, en definitiva, una verdadera toba traquítica de color blanco agrisado, áspera al tacto, finamente granulosa y más ó menos desmoronadiza; contiene los mismos elementos de la roca de donde se deriva, más ó menos alterados por la doble acción del calor y del agua, á la cual debe, por otra parte, su sedimentación y el transformarse á menudo en arcilla. Esta toba no es del todo homogénea, pues ofrece de trecho en trecho intercalaciones de otra distinta de carácter más bien andesítico, con el aspecto de grandes manchas casi blancas; así como también enclaves de una roca negra, vítreo y porosa que parece obsidiana. A cierta distancia de las montañas la expresada toba desaparece bajo gruesas capas de otros depósitos más recientes.

En las montañas que forman el eje de la cordillera de las Cruces domina una roca volcánica perfectamente marcada: es una verdadera andesita que, lejos de ser uniforme, ofrece de un lugar á otro

caracteres variables; las más típicas y menos alteradas son de un color gris oscuro, de textura compacta porfiroide y estructura microlítica; entre los cristales de primera generación abundan, sobre todo, los de augita y hornblenda, siendo los primeros más pequeños; vienen luego los de feldespato labrador, andesina y sanidino.

En otras de estas andesitas el color es rojo, la textura también porfiroide, como esponjosa y algo desmoronadiza; el magma, aunque vítreo, no deja de ser en parte microlítico; entre los cristales de primera generación sobresalen principalmente los de hornblenda, que alterándose con facilidad le comunican á la roca la expresada coloración. De aquí la división que establece el Sr. Profesor Ordoñez de *andesitas augíticas de hornblenda y piroxena y andesitas de hornblenda*.

Al pie de la falda oriental de las Cruces se extiende un grueso depósito de brechas pomozas que ocupa casi toda su longitud y que se eleva más ó menos sobre las montañas; este material se compone de fragmentos medianamente grandes, de estructura fibrosa y vacuolar características y sobre el cual el agua no parece haber influido de un modo directo en su distribución; á este depósito se le sobreponen otros más completamente estratificados de la misma roca, pero más compacta y de grano fino, revistiendo el carácter de una verdadera toba y sobre el cual el agua ejerció seguramente una acción inmediata; este producto cinereiforme debió ser arrojado por algunas chimeneas volcánicas situadas á no larga distancia, y de las que el Sr. Profesor Ordoñez cree haber encontrado indicios evidentes en la misma serranía. Estas tobas, del todo andesíticas, en determinados lugares se ocultan bajo capas de aluvión compuesto de cantos rodados de distinto tamaño, conteniendo, además, restos de fósiles cuaternarios: estas formaciones desaparecen en las planicies bajo capas de tobas lacustres que se les sobreponen.

La Sierra Nevada, como queda dicho, rodea en parte el lado oriental de la cuenca del Valle de México; sus dos montañas principales, el Popocatepetl y el Ixtaccihuatl, se hallan dirigidas en lo general de Sur á Norte, siendo la segunda la más boreal y menos elevada; esta última ofrece una cima alargada y desigual, en la cual sobresalen tres grandes eminencias que en su conjunto representan la figura de una mujer tendida de espaldas, y á la que alude el nombre que le fué impuesto por los indígenas; alcanzan la suficiente altura para que las nieves persistentes las cubran más ó menos en toda su extensión, la cual, según el Sr. Profesor Ezequiel Ordoñez mide 7 kms. Comparando la altura de 15,700 pies sobre el nivel del

mar, que algún observador le ha asignado, con la de 17,716 pies que Humboldt le calculó al Popocatepetl, resulta entre ambos una diferencia notable á este respecto; pero observaciones más recientes y más exactas, sin duda, fijan respectivamente á uno y otro, 16,960 pies y 19,676 de elevación absoluta.

Una de las particularidades más notables del Ixtaccihuatl es la existencia en su falda occidental de un doble ventisquero. Señaladas primeramente por el Señor Profesor Heilpren, más tarde les dedicó una atención especial el repetido Profesor Ordoñez, quien publicó un interesante estudio acerca de ellos, y que nos ha servido de guía para redactar la breve nota que sigue.

El ventisquero situado más al Norte se desprende de la depresión ó garganta que separa la eminencia que representa la cabeza de la mujer ó del muerto, de la del centro ó vientre del mismo.

El otro, al sur del anterior, nace de la depresión interpuesta entre la última eminencia y la que figura los pies.

El primer ventisquero se encuentra en la actualidad del todo extinguido, y desciende muy poco sobre el flanco occidental de la montaña; el segundo demuestra aún cierta actividad, se prolonga mucho más abajo de la misma pendiente, describiendo en su trayecto una curva con inclinación al Sur, la cual dirección se revela en algo también en el primero. La superficie convexa de la corriente helada presenta las grietas y la carga de rocas que son características de estas formaciones; ambos están provistos de sus respectivos canchales, terminal y laterales, con la distribución propia del material conforme á su tamaño, así como los correspondientes surcos y estrías en ciertos de los fragmentos; al pie del segundo ventisquero existe una pequeña gruta tapizada de estalactitas y estalagmitas, formadas por las aguas de fusión que por allí escurren. Es de suponer que con el tiempo acabará también por extinguirse, pues se advierte en él que la ablación va superando á la alimentación. Quizá sean estos ventisqueros un verdadero vestigio de los efectos del período glacial en la baja latitud de México, quedando aún sin explicación la subsistencia de sólo uno de ellos.

El núcleo de la montaña del Ixtaccihuatl se halla formado principalmente por rocas de andesita hornbléndica, conteniendo piroxena é hiperstena como simples elementos accesorios y con el magma, además, casi del todo amorfo. Seguramente que tanto su prolongación al Norte como sus ramificaciones ofrecen la misma constitución litológica.

Al sur del volcán del Muerto se levanta el Popocatepetl, interponiéndose entre ellos una llanura y dos cerros de mediana importancia: el llano de Pelagallinas y los de las Minas y el Venacho,

enlazándose á su vez por su falda sur con la serranía del Ajusco. Del trabajo del Sr. Profesor Ordoñez, que es el más completo de los publicados hasta la fecha, tomamos los siguientes datos:

La cima de este volcán, perfectamente cónica vista á larga distancia, se halla truncada en plano oblicuo y socavada por un profundo cráter de contorno elíptico. Su labio ó corona más ó menos grueso y escarpado, presenta su mayor altura, llamada Pico Mayor, al NO. y la menor al NE.; su máxima profundidad, tomada desde el vértice de la primera, es de 505 metros, y la mínima, partiendo del Malacate que se halla colocado algo abajo del borde, y que es el lugar por donde se desciende, de 205 metros: su diámetro mayor, en fin, mide 612 metros. De la base del cono se desprenden, como radios de un círculo, poderosos estribos ó contrafuertes que separan valles estrechos y profundos, verdaderas cañadas ó simples barrancos, por donde corren las aguas de los deshielos, formando todo aquel conjunto un imponente macizo montañoso. La regularidad del cono se interrumpe en el exterior por una elevada eminencia llamada Pico del Fraile y otra mucho más pequeña, respectivamente situadas al NO. y SO., no siendo, por otra parte, una y otra, sino simples girones desprendidos de los labios del cráter por erosión.

Las pendientes exteriores del cono no presentan la misma inclinación en todas direcciones, pues mientras que la oriental es suave y algo uniforme, la occidental es rápida y más ó menos accidentada; las del Norte y Sur sensiblemente iguales, y en lo demás intermedias á las dos anteriores. El cono á que nos referimos y al cual llamaremos superior, asienta en parte en otro más amplio y obtuso que le sirve de pedestal; exteriormente se halla revestido por tres distintas clases de materiales, distribuidos en zonas superpuestas que le dan distinto aspecto; la cúspide por un casquete de nieve de borde inferior irregularmente dentado, de superficie tersa y unida y de gran pendiente; el tronco por una gruesa capa de arena con surcos radiados debidos al escurrimiento de las aguas de fusión y de pendiente mucho menos inclinada que la anterior; la base, en fin, que se acerca más á la horizontal, formada de brechas volcánicas, áspera y anfractuosa. El fondo del cráter se halla en parte ocupado por un pequeño lago casi circular, de diez metros de diámetro aproximadamente, con poca profundidad y en contacto con las paredes del Sur y del Oriente; al pie de las opuestas se levanta una rampa de nieve de suave inclinación, quedando la del Norte precisamente debajo del malacate; en derredor del lago se abren ocho ó diez fumarolas de muy escasa actividad, y por lo mismo la explotación del azufre en aquel lugar sería del todo ilusoria; el resto,

en fin, está casi cubierto de grandes peñascos de diverso tamaño, que provienen de los derrumbes.

Expuestos estos detalles de configuración y aspecto general del cráter paso en seguida á ocuparme del punto de mayor importancia, ó sea el relativo á su constitución litológica, aprovechando siempre el citado trabajo del Sr. Profesor Ordoñez.

En los lugares en que la roca se halla desnuda, se advierte que toda aquella formación volcánica está constituida por una serie de corrientes de lava que insensiblemente se modifican de abajo arriba, tanto en su estructura como en su composición. La primera y más antigua, que naturalmente ocupa la base del cono, es de basalto labradórico, de color gris oscuro, que pasa al rojo por alteración, con abundantes granos y cristales de olivino que miden hasta ocho milímetros de largo, poco corroídos y algunas plagioclosas; unidos estos elementos de primera generación por un magma en su mayor parte microlítico, de estructura fluidica, compuesto de cristalitos de labrador y augita, así como también de pequeñísimas barras de óxido de hierro. Esta segunda faz de consolidación casi se confunde con la anterior, en razón de que la corriente, por su excesiva fluidez, se extendió en una gran superficie, enfriándose rápidamente.

Las corrientes subsecuentes que vinieron á completar las paredes del cono ofrecen distinto carácter de la anterior; todas ellas corresponden á andesitas de hiperstena, las que gradualmente se van modificando, pero sin cambiar de tipo; así el magma que en las más inferiores es holocristalino, en las superiores es casi vítreo y de color claro ó pardusco, tomando el aspecto de la obsidiana; en la primera figuran como elementos de primera generación el feldespato labrador, la hiperstena y algo de augita, que desaparecen en las segundas.

Ahora bien: disminuyendo paulatinamente la energía volcánica y aumentando la altura á que tenían que ascender las lavas, á medida que los bordes del cráter se iban levantando, la masa fluida se hacía más y más pastosa en razón de la mayor pérdida de calor; en consecuencia, no podía extenderse sino á corta distancia, y por su lentitud en enfriarse el magma se vitrificaba.

Entre las distintas corrientes que forman las paredes del cráter se interpone una capa de *detritus* volcánicos. En la cima del cerro de Tlamacas y en algún otro lugar próximo se descubre una roca diversa de las anteriores; es de un color gris claro y bastante áspera al tacto; en su magma microlítico se descubre que un gran número de sus elementos que afectan formas rectangulares, son de sanidino; así como también grandes cristales de primera genera-

ción entre los cuales se encuentra la hiperstena con inclusiones de óxido de hierro en granos, faltando la augita en una y otra de las dos formaciones: esta roca es, pues, una verdadera traquita.

En el lado NE. del cono se desprenden tres corrientes escalonadas que afectan una forma acordonada y rematando en un semicírculo; la más inferior desciende hasta el límite de la vegetación arborescente; al parecer se hallan separadas de los bordes del cráter, tal como si hubiesen sido arrojadas por alguna grieta de sus flancos; lo cual no es sino aparente, según el Señor Profesor Ordoñez, pues la interrupción es debida á un simple efecto de erosión por la nieve que las ha hecho desaparecer en esa parte.

En las últimas corrientes los elementos de las lavas anteriormente citadas se combinan de tal manera que la roca se convierte en una traqui-andesita.

Como queda dicho, en el lado sur de la cuenca se levanta la serranía del Ajusco y una serie de volcanes alineados que se enlazan con el Popocatepetl; su montaña principal, que lleva aquel primer nombre, se eleva á una altura de 3,850 metros, y la naturaleza de sus rocas fué señalada al principio de este escrito. En esta región dominan sobremanera las rocas basálticas más recientes, arrojadas por numerosos cráteres, y las cuales se extienden bajo la forma de corrientes en una vasta superficie, aun fuera de la cuenca.

El llamado Pedregal, que ocupa un buen espacio de terreno, se halla del todo cubierto por lavas de la naturaleza expresada.

Entre los volcanes limítrofes descuellan por su mayor altura los nombrados Cuautze y Tlamolo. El espesor de las corrientes en ciertos lugares es verdaderamente notable, oscilando entre 5 y 10 metros. Toda aquella formación lávica, vista en conjunto, figura como la superficie de un mar encrespado, en la que sobresalen algunos cerros andesíticos dependientes de la serranía antes señalada. En ella son algo numerosas grutas ó cavernas más ó menos extensas, formadas al parecer por la expansión de los gases, y en cuyas paredes suelen aparecer concreciones basálticas, á manera de gotas, debidas á escurrimientos: ampliaremos, en fin, los detalles de esta región, en la continuación de este escrito.

Museo Nacional, Enero de 1904.

MANUEL M. VILLADA.