



CAPITULO IV.

GEOLÓGIA.—Volcanes homogéneos.—Geysers y fumarolas.—Aguas termales y aguas minerales.—Terremotos y erupciones volcánicas.

Credner, en su Geología, considera como *volcanes homogéneos* á esas masas ígneas sin cráter, generalmente de forma cónica, amontonadas ó extendidas en corriente, y en las cuales la erupción se hizo de una sola vez.

Este tipo de volcán se encuentra con tanta ó mayor frecuencia en México, que el de los estratificados; siendo los más notables por su forma ó por su elevación el Ixtaccihuatl, el Cofre de Perote, el Pico traquítico de Bernal, del Estado de Querétaro, los Organos de Actopan y el Bernal de Tamaulipas.

Ya hemos dicho en otro lugar, que entre nosotros se da el nombre de *Bernales* á todas las masas de rocas aisladas y de figura cónica.

El Ixtaccihuatl. El Ixtaccihuatl es, de seguro, el más importante de estos volcanes, y uno de los menos conocidos, á pesar de su proximidad á la capital. Esto consiste en lo inaccesible de su cima, por estar sus flancos, desde cierta altura, cortados casi á pico.

Conocemos cuatro expediciones científicas que han estudiado el Ixtaccihuatl: la primera es la de Mr. Sonneschmidt en 1772, sin que llegara á la cumbre; la que dirigió el Sr. Sonntag en 1857; la formada por los inteligentes naturalistas Hans Lenk y Hugo Topf, que ascendió al volcán en Abril de 1888, y la que dirigía el Profesor Heilprin, á principios de este año de 1890.

Los Sres. Lenk y Topf llegaron hasta cerca de la cima, pues según ellos aseguran, la cúspide más alta quedaba á una distancia vertical de 150 metros del lugar que alcanzaron, y de donde fueron desalojados por una fuerte tempestad de nieve, que los obligó á refugiarse violentamente en su campamento de Apatlalpatépitongo.

Dicen estos geólogos, que según la estructura geológica del Ixtaccihuatl, éste se presenta claramente como *volcán homogéneo*, cuya cresta, que en línea recta se dirige de N. á S., tan sólo por hombres dotados con una imaginación increíble, puede ser considerada como el borde de un antiguo cráter.

“La forma prolongada de la montaña comprueba á todas luces que el amontonamiento de las rocas eruptivas que la componen, se verificó sobre una enorme grieta. Desde su base hasta la cumbre se halla, con una uniformidad del aspecto superficial tal como rara vez puede observarse en una extensión tan grande, la misma andesita-anfibola de un color gris claro ó á menudo rojizo (por motivo de la descomposición que está favorecida en alto grado por la textura porfirídea de grano extraordinariamente grueso de las

rocas respectivas). Tan sólo en la cúspide meridional se descubren varias vetas tenues de rocas compactas de textura fluidica, las cuales, por la falta casi absoluta de hornblenda y por la abundancia de hiperstena, recuerdan las andesitas hipersténicas del Popocatepetl, que á menudo ofrecen una composición análoga. Como no se conocen hasta ahora en ningún otro punto de México semejantes modificaciones — parecidas á la piedra pez—de las andesitas-anfibolas, no parece inverosímil suponer que, en nuestro caso, se verificaron derrames posteriores de andesita sin hornblenda. Por fin, las pendientes del Ixtaccihuatl están por doquiera cubiertas con los productos sueltos de las erupciones del Popocatepetl; pues las cenizas del primero, en cuanto no están mezcladas con los restos de la andesita-anfibola, pueden fácilmente identificarse con las del vecino volcán, aunque no nos fué posible—tal vez por motivo de la mayor distancia—encontrar también en el Ixtaccihuatl las capas de piedra pómez que se observan en este último.

“Es de muchísimo interés el que el Ixtaccihuatl está formado de rocas esencialmente distintas de las del Popocatepetl, no obstante cierta relación genética que existe entre ambas montañas. Parécenos conveniente combinar la detallada descripción petrográfica de nuestro volcán con la de las andesitas-anfibolas del Valle de México, que ofrecen muchísimas analogías con las del Ixtaccihuatl.”

El Profesor Heilprin asegura que la cresta de la montaña está asentada sobre una sólida base, cuyo ventisquero es muy semejante á los ventisqueros suizos; tiene una longitud de poco menos de dos millas, y desciende al abrupto valle custodiado por dos planos paralelos de lava. La inclinación del ventisquero varía de 15 á 32 grados. “*Dos enormes cráteres longitudinales cruzan completamente la cresta de la montaña é impiden absolutamente el acceso á la cúspide.*”

¿Quién tiene razón, Lenk y Topf diciendo que se necesita tener una gran imaginación para ver cráteres en el Ixtaccihuatl, ó Heilprin y socios que hallan *dos enormes cráteres*? La duda queda en pie.¹

También queda en pie por lo que respecta á la altura de la montaña, á la que asignan las siguientes:

Autoridades.	Metros sobre el mar.
Humboldt	4,786
Lenk y Topf	4,816
Sonntag	5,049
Heilprin.....	5,197
Comisión Geográfica.....	5,286

El Cofre de Perote. No tenemos noticias de que se haya explorado este magnífico volcán homogéneo, cuyo estudio es de grande importancia, y lo único que sabemos, por haberlo oído decir á personas ilustradas de las cercanías, es que su cumbre es absolutamente inaccesible, porque la enorme peña cuadrada á la que debe su nombre, está casi cortada á pico. El Cofre de Perote, llamado por los naturales *Nauhamecatepetl*, tiene 4,090 metros de altura sobre el nivel del mar, según Humboldt, y probablemente pertenece á la misma formación que el Pico de Orizaba.

El Bernal de Querétaro. El pico traquítico del Bernal, de Querétaro, es un elegante cono aislado. Visto á larga distancia, por el lado del Sur, presenta una figura denticular; pero desde su base aparece como un cono. Cerca de esa base se ven algunas rocas aisladas, fijas en el terreno ó sueltas, demostrando que la masa se ha ido desgajando bajo la acción de los agentes atmosféricos.

¹ Lo que el Profesor Heilprin llama cráteres debe ser la raja, grieta ó respiradero que corre de E. á O. en el límite de la vegetación, y que son realmente unas sulfataras.

Esta clase de formaciones abundan en el país, y se encuentran con frecuencia en los Estados de Hidalgo, Veracruz, Michoacán y Querétaro.

Entre los volcanes homogéneos debe considerarse también la elegante montaña conocida por la MALINCHE, que tampoco ha sido explorada científicamente.

Geysers, fumarolas y sulfataras. El Estado de Michoacán, el de Veracruz, el de Puebla y el Valle de México, tienen regiones volcánicas muy importantes, cuyo estudio hasta hoy no se ha podido hacer con el detenimiento que se merecen, siquiera sea por las numerosas y variadas fuentes termales que en ellas existen.

En Michoacán se encuentran en la Sierra de Jaripeo, geysers y fumarolas que describiré, aunque ligeramente.

Empezaré por el curioso cerro de San Andrés, del que dice Saussure: que explorando la montaña referida percibieron él y sus guías un ruido extraño en medio de un bosque, y dirigidos al lugar de donde provenía, quedaron pasmados con el espectáculo que se presentó á su vista. Delante de ellos se levantaba una pendiente blanqueada que parecía de porcelana; en la cima se halla un pozo de dos metros de diámetro, del que se escapa con un silbido horrible, un chorro de vapor que se eleva en el aire á considerable altura. Una oleada de agua hirviendo se desborda de la abertura y se escurre por muchos caños hasta el fondo del valle, dejando revestimientos de sílice, comparables á una cubierta de porcelana. En el mismo monte de San Andrés existen lagos de agua hirviendo, fumarolas y sulfataras.

De un informe rendido por los ingenieros Sres. D. Santiago Ramírez y D. Vicente Reyes, extracto las siguientes noticias:

El *Cerro de las Humaredas* pertenece á la misma región. Sobre una meseta de pizarra arcillosa, que alterna con una marga endurecida, en capas que tienen una inclinación de 75° al E., se eleva la enorme masa traquítica que constituye el Cerro de las Humaredas, llamado así por sus espesas y constantes columnas de humo, que se distinguen desde lejos, y que están revelando la existencia de sus interesantes fumarolas. Este humo, cuya temperatura es de 80° á 85° centígrados, está formado por el vapor de agua que contiene en cantidad apreciable vapor de azufre y ácidos sulfuroso y sulfhídrico. La referida columna de humo, después de ascender uno ó dos metros, es arrebatada por el aire frío—que por desequilibrio de temperatura es constante—condensándose en seguida, y depositando en las oquedades y en toda la extensión del cerro, azufre que resulta de la condensación del vapor de azufre y de la descomposición del ácido sulfhídrico. De estas fumarolas se encuentran cinco principales en la parte N.O. del cerro, el que tiene una altura de 2,930 metros sobre el nivel del mar.

El Chillador. Al S.O. de estas fumarolas y sobre el mismo cerro se encuentra el volcán del Chillador, llamado así á causa del ruido que produce la columna gaseosa al salir, cuyo ruido es comparable al que en una caldera de vapor engendra éste en su salida, siendo mucho mayor su intensidad.

El Cerro del Currutaco se eleva al S.O. del de la Humareda, y en su falda Oeste se encuentra el cráter que lleva su nombre, y que es uno de los más notables de esta región. Está casi apagado.

El Volcán del Gallo es uno de los más importantes de esta región; tiene 2,903 metros de altura sobre el nivel del mar. Al Oeste de él se eleva el *Cerro del Palmar*, en cuya cima se ve el volcán de su nombre, á 3,025 metros sobre el nivel del mar. Tiene tres cráteres mayores y quince menores.

El Marítaro es el último de este grupo de la Sierra de Jaripeo. Tiene veintisiete respiraderos.

El Taximaroa se encuentra al Sur de Maravatío, en el mismo Estado de Michoacán. Es probablemente un cráter en estado de sulfataras; es decir, cráter de volcán con vestigios

todavía de actividad volcánica, por el desprendimiento de vapores sulfurosos y sulfhídrico. (D. Antonio del Castillo).

Las capas arcillosas con yeso, del fondo de la cavidad, están penetradas de azufre. Las que se explotan son reemplazadas por las nuevas que se forman por depósitos de las aguas que la llenan, y así constituyen criadero inagotable.

En los Estados de Puebla y de Veracruz, el terreno comprendido entre Chalchicomula y Perote, revela á cada paso la acción del fuego. Las capas de toba volcánica alternan con las de lava basáltica en toda la Zona, cubiertas por tierra vegetal. Los detritus y ceniza volcánica revisten las hondonadas, en donde, depositándose las aguas, han formado las pequeñas lagunas de Quecholac y Alchiñica. Al Norte de Chalchicomula y adelante de la Hacienda de la Capilla, se ven extensas barreras circulares de basalto escoriáceo, y en abundancia la obsidiana y piedra pómez. (García Cubas).

Al Poniente del Pico de Orizaba, hacia las altas planicies, se encuentran también diversos fenómenos volcánicos. En un escorial enteramente desnudo de vegetación, brota del suelo un vapor de azufre. Los indios aprovechan estas azufreras calientes para baños de vapor, haciendo excavaciones de tres pies de profundidad y de otro tanto de anchura, en las que se meten, cubriéndolos después, de suerte que sólo la cabeza les queda de fuera. En las cercanías está también un grupo de montañas llamado "Los Derrumbados," de las cuales una está rajada. De la profunda grieta brotan llamas con frecuencia. (Karl Sartorius. Mexiko und Mexikaner).

Las dos montañas más altas, cuya elevación sobre la planicie puede ser de mil á mil quinientos pies, han dado á esta Comarca el nombre de "Los Derrumbados," á causa de su escarpada falda. Una montaña más baja, situada al Noroeste de Tepetitlán, se hace notar á causa de los vapores y del humo que se levanta de su cima, los que de noche espersen hasta lo lejos una luz clara. Este cráter es muy activo y de fácil acceso. (Karl B. Heller "Reisen in Mexiko.")

INTERMITENCIA DE LOS VOLCANISMOS.

Intermitencias de los volcanismos. Hemos visto en otra parte los períodos de reposo del volcán Popocatepetl, cada vez más extensos; y bueno es hacer constar el hecho que en el primer período largo, de 1594 á 1642, se registraron las erupciones del Volcán de Colima y del Pico de Orizaba. En el más prolongado aún de 1720 á 1790, tenemos las erupciones del Volcán de Orizaba, en 1736; del de las Virgenes, en 1746; del de Colima, en 1770; la del San Martín, en 1772; otra del Orizaba, en 1777. En el presente siglo, el período de reposo es el mayor conocido, de 1804 á 1890 contamos once erupciones del Colima, en 1806, 1818, 1869, 1872, 1873, 1874, 1877, 1880, 1885, 1887 y 1889;—dos erupciones del Ceboruco, 1870 y 1875;—una del Jorullo 1885; otra del Volcán del Tezontle, 1872; una problemática del Orizaba en 1870, siendo este período el más activo de los tiempos históricos en México.

En el Volcán de Colima también vemos estas intermitencias de reposo más ó menos prolongado, cuando los productos volcánicos se han desahogado por otros cráteres, principalmente por el Jorullo y el Ceboruco.

De esto pudiera seguirse que están en comunicación todos estos volcanes que se extienden de Oriente á Poniente, oscilando sobre el grado 19.

AGUAS MINERALES NATURALES.

Aguas termales y minerales. Muy frecuentes son en nuestro país los manantiales termales, y según lo hace constar el Sr. Bárcena, cuando en un valle se encuentra un montículo volcánico aislado, como el Peñón del Valle de México, casi siempre tiene un manantial de agua caliente á su pie.

Los Estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Michoacán, Jalisco y algunos otros, así como el Valle de México, son riquísimos en manantiales de estas clases, algunos semejantes á los de Carlsbad y á otros de los que más fama gozan en Europa; pudiendo asegurarse que el día que se exploten debidamente y se den á conocer sus cualidades curativas, se encontrarán nuevas fuentes de riqueza y grandes recursos en las aplicaciones medicinales.

Aguas aciduladas. Entre otros manantiales puede citarse el Pocito de Guadalupe, á 4 kilómetros de México. Temperatura +21° C. Según el Sr. Río de la Loza contienen estas aguas 234.90 c.c. de ácido carbónico por litro. En el cráter del Popocatepetl existen también, conteniendo ácido sulfúrico.

Aguas alcalinas. Pertenecen á este grupo las de los lagos de Texcoco y Xaltocan, en el Valle de México; las del Zacualco, en Jalisco, y otras donde abunda el tequezquite. En un litro de agua del Texcoco hay, según el Sr. Río de la Loza, 12^s 5359 de cloruro de sodio y 1^s 7110 de carbonato de sosa. A este grupo también pertenece el Peñón de los Baños, á 4 kilómetros de la capital, cuyas aguas presentan gran analogía con las de Carlsbad y Mont d'Or. Las de Cuintcho, cerca de Morelia, y las de Salatitan, cerca de Guadaluajara.

Aguas cloruradas. En San Luis Potosí se encuentran las renombradas Salinas del Peñón Blanco, de las que se extraen grandes cantidades de cloruro de sodio por la evaporación de las aguas.

Aguas sulfurosas. Las aguas conteniendo hidrógeno sulfurado y sulfuros alcalinos son de las más abundantes en el país. En Puebla existe el famoso Ojo de Santiago muy frecuentado por los que padecen ciertas dolencias. Según D. Pedro Béguérise la temperatura tomada en el manantial á las 7 a. m. es de 28°; á las 12 m., 28°½; y á las 6 p. m. 28° centígrados. Las aguas son transparentes y adquieren un color verde azulado con el contacto del aire, despiden un olor fuerte análogo al de los huevos podridos; su sabor es al principio ligeramente ácido, y después dulce y nauseabundo; untuosas al tacto, y dejan depositar en los trayectos por donde corren, una substancia blanda amarillenta; su densidad es 1.0040.

Un litro de agua contiene:

Substancias volátiles.—Acido sulfhídrico.....	0,0008094
Acido carbónico.....	0,1197
Substancias fijas.—Cloruro de sodio.....	0,1650
Sulfato de alúmina.....	0,6390
Cloruro de magnesio.....	0,1586
Sub-carbonato de cal.....	0,5474
Sulfato de cal.....	0,1227
Sílice	0,1300
Glairina.....	cantidad indeterminada.
	1,7627
Pérdida.....	0,0373
Igual.....	1,8000

La Hacienda de Tenguedó, cerca de Actopan, Distrito de Tula, Estado de Hidalgo, tiene dos manantiales, uno de *agua caliente*, que brota con una temperatura de 46°25 centígrados; y el otro de *agua fría* que tiene 25 cent. La densidad de la primera es de 1002,29 y la de la segunda de 1001,99.

Un litro de agua contiene:

	Agua caliente.	Agua fría.
Acido carbónico libre.....	0,143.9	0,303.1
Siliza.....	0,028	„
Alúmina	0,028	0,033
Bicarbonato de cal.....	0,599	0,280
Sulfato de magnesia	0,411	0,258
Sulfato de potasa.....	0,401	0,792
Sulfato de sosa.....	0,271	0,244
Cloruro de sodio.....	0,250	0,245
Carbonato de amoniaco.....	0,000.9	0,001.8
Materias orgánicas.....	„	0,011
	<hr/>	<hr/>
	2,133.3	2,167.9

Debemos agregar las aguas de Puruándiro, Monterey, Islas Mariás, las Derrumbadas, y Ahualulco. Las del Ojo de Almaloya y Baños, cerca de Ixtlahuaca; Tilvito y Río San Gaspar en Villa Alta del Valle; Atempa, en Yahualica; y Puenteillos, en Sultepec, del Estado de México. Bañito de Ojo Caliente y Ojo Caliente, en San Luis Potosí.

Aguas ferruginosas. En la Villa de Guadalupe Hidalgo, se abrió un pozo artesiano que produjo aguas ferruginosas, que analizadas por D. Gumesindo Mendoza, dieron el siguiente resultado:

Substancias volátiles.

Acido carbónico.....	1.124
Azoe	0.021
Oxígeno.....	0.052
Acido sulfúrico, huellas.	

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0.591
Bicarbonato de sosa.....	0.312
Bicarbonato de potasa	0.012
Bicarbonato de magnesia.....	0.011
Cloruro de sodio.....	0.031
Siliza	0.010
Acido crénico.....	0.103
	<hr/>
	1.070

Con estas aguas se han formado los baños minerales llamados de la Estación. En el camino de la capital á la Villa de Guadalupe se encuentran los "Baños de Aragón" que son también ferruginosos, y en breve conquistaron el favor del público. El citado Sr. Mendoza hizo también el análisis de estas aguas, cuya composición es la siguiente:

Substancias gaseosas.

Oxígeno.....	2.688
Azoe	18.169
Acido carbónico.....	367.989

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0.06600
Bicarbonato de sosa.....	0.05970
Bicarbonato de potasa	0.00560
Bicarbonato de cal.....	0.02656
Bicarbonato de magnesia.....	0.00265
Cloruro de sodio.....	0.00671
Siliza	0.09856
Acido crénico	0.07860
	<hr/>
	0.34438

Debemos mencionar, además, las aguas de Valparaíso, cerca de Durango; las de Santa Cecilia al N. de la ciudad de México; y las de Alonso ó de Llamas, en Guadalajara; las de la Hacienda Labor del Río, en San Luis Potosí.

Aguas salinas, en las que se encuentran cantidades más ó menos considerables de diversas sales, principalmente sulfatos y carbonatos de sosa, de cal y de magnesia; algunas contienen potasa, otras litina, y en otras se han descubierto cesio, rubidio, iodo y bromo. A esta clase pertenecen las de Atotonilco, á 52 kilómetros de México; las de Araró y Tararamo, en Michoacán.

Fuentes diversas. El Sr. García Cubas enumera las siguientes fuentes de aguas minerales, aunque sin clasificarlas.

Michoacán.—Chucándiro, San Sebastián, Chuen, Islán de los Hervores, Temascal, Tiquicheo de la Laguna, Taymeó, el Barreno y Zinapécuaro, que contienen en lo general, ácido hidrocórico y substancias sulfurosas. Las de Purúa, cerca de Jungapeo, son incrustantes.

Querétaro.—Peñita, Chichimequillas, Tequisquiápam y Tolimán.

Hidalgo.—Pathé, Taridó y Manguaní, en la municipalidad de Tecozautla.

Sonora.—Existen varias fuentes termales de aguas sulfurosas y ferruginosas, de 60° á 70°, siendo las principales las que se encuentran entre San Marcial y Baroyeca.

Nuevo León.—Las de Topo, Potrero Prieto, en el Distrito de Galeana; las Huertas, á 25 kilómetros de Montemorelos; Huajuco, cerca de la población del mismo nombre, son las principales del Estado. El agua de estas fuentes, al enfriarse, abandona el hidrógeno sulfurado, y, aunque selenitosa, es potable.

Aguascalientes.—Este Estado debe su nombre á la abundancia de fuentes termales que hay en su territorio. Las principales son las de la capital, hacienda de la Cantero, y las de Ojo Caliente y Ojo Calientillo en el Partido de Calvillo.

Guanajuato.—Cerca de Silao, en la hacienda de Aguas Buenas y en la Comanjilla, á cuya sección pertenecen las que se conocen con el nombre de "Lodos de Munguía."

San Luis Potosí.—En Santa María del Río se encuentra Ojo Caliente (25°), cuyas aguas contienen sales de sosa y magnesia; y las termales de Lucio, Hacienda de Vanegas, Vigas, San Sebastián, Baños Grandes, Cruces, el Tule y el Freno.