

---

## UNA ASCENSION AL POPOCATEPETL

POR LOS SEÑORES A. DOLLFUS, E. DE MONTSERRAT Y P. PAVIE.

ABRIL 23 DE 1865.

---

TRADUCCION DEL SEÑOR DON MIGUEL IGLESIAS, SOCIO DE NUMERO.

---

EL Popocatepetl, situado á 20 leguas al Sureste de México, con  $19^{\circ} 1' 54''$  de latitud Norte y  $100^{\circ} 53' 15''$  de longitud Oeste del meridiano de Paris, es el punto adonde concurren dos cadenas de montañas; la una, *la Sierra de Cuernavaca*, que separa el Valle del mismo nombre del de México, y la otra, *la Sierra Nevada*, que divide el Valle de México del de Puebla.

La ascension puede ser intentada por varios lados, pero segun las noticias que nos dieron, el camino mas frecuentado hasta hoy es el que conduce de Amecameca al rancho de Tlamacas, y de aquí sigue por una vereda más ó ménos marcada sobre la nieve, hasta la cima del volcan. Fué pues, aquel camino el que seguimos para ir al rancho.

Al partir de Amecameca se atraviesa un conglomerado pomoso, que se encuentra todavía á 700 ú 800 metros mas arriba: las pendientes, al principio suaves, llegan á ser, á medida que se sube, mas y mas inclinadas y dificultosas y la exuberante vegetacion del Valle de Amecameca, se reemplaza bien pronto con magnificos bosques de pinos y abetos que crecen abundantemente, hasta el punto de separacion del camino de Puebla y del que va al rancho. En este punto, que está á 3400 metros, poco más ó ménos arriba del nivel del mar, se vé la roca desnuda, pareciéndonos ser una traquita muy dura y cristalina. Poco mas léjos, enormes trozos, de pórfido perfectamente cristalizados, parecen presentarse, y mas allá, los numerosos restos porfidicos encontrados prueban que la masa del volcan es casi enteramente compuesta de pórfido.

El rancho de Tlamacas está situado á 3897 metros sobre el nivel del mar y casi en el límite de la vegetacion arborescente: los árboles que allí se ven están muy poco desarrollados y aun secos sobre su pié. La temperatura durante el dia no se eleva mas que á 8°, descendiendo á 0° en la noche. Estas observaciones fueron hechas en el mes de Abril, siendo mas que probable que en Noviembre y Diciembre el frio sea mucho mas intenso. El hipsotermómetro indicó 87°9 para la temperatura de la ebullicion del agua.

Al dejar el rancho de Tlamacas, se atraviesa aún en un espacio como de 100 metros, por entre los últimos abetos que cubren la montaña, y se llega á una zona de una arena negra violada, muy pulverulenta, y movediza, y en donde los caballos apenas pueden avanzar. Esta arena está compuesta de restos porfidicos y basálticos que sin duda han sido arrojados por el volcan en los momentos de sus erupciones: la aguja magnética no nos ha indicado la menor traza de fierro oxidulado. La nieve que cubre el cono, arriba de esta zona, nos ha impedido distinguir la roca que lo constituye, pero creemos que esta misma arena se extiende por todo el declive hasta el cráter. Esta hipótesis está por otra parte corroborada por el hecho de haber encontrado los mismos restos donde quiera que la nieve ha sido fundida.

Saliendo de la selva y sobre esta zona arenosa se encuentran diseminados algunos matorrales de yerbas secas; poco á poco estos van desapareciendo viéndose solamente algunos musgos y líquenes: por fin no queda mas adelante ningun vestigio de vegetacion. La nieve llega poco despues comenzando en un lugar que llaman *La Cruz*, á causa de una gran cruz de madera colocada sobre un monton de rocas. Es aquí propiamente hablando donde se encuentra el límite de las nieves perpétuas, á una altura de 4300 metros poco mas ó ménos sobre el nivel del mar.

En este punto todos los viajeros echan pié á tierra y suben por la nieve, serpenteando ligeramente, porque la pendiente tiene 24° ó 25° de inclinacion,

y no tarda en alcanzar 30° y 34°, siendo por consiguiente bien penosa su ascension: felizmente en esta estacion la nieve no está completamente congelada, y las huellas de los guías son muy útiles á los que las siguen, pues van formando una especie de escalera. Cuando se ha subido hasta 100 metros se comienza á sentir una grande dificultad para respirar; los pulmones son oprimidos, y cada paso, cada movimiento del cuerpo fatiga mucho y obliga á detenerse para tomar aliento: hay algunas constituciones débiles que no soportan el cansancio y malestar que se experimenta.

La reverberacion del sol sobre la nieve es intensa, y es prudente proveerse con anticipacion de vidrios opacos y velos para no añadir á la ansia y la fatiga, los vértigos que causa esta blanca sábana de nieve que rodea al viajero.

Hemos podido observar, por otra parte, que se ha exagerado mucho cuando se ha hablado de los sufrimientos físicos inherentes á esta clase de ascensiones. Para nosotros no ha habido hemorragias de ninguna especie, y los vestidos que usábamos apropiados al clima y bastante gruesos por consiguiente, no nos han parecido demasiado pesados y aun hemos podido trasportar por nosotros mismos algunos instrumentos, ligeros es verdad, sin ser en gran manera molestados.

Los indios acostumbrados á estas subidas pueden cargar sobre sus hombros una arroba (11 kilogramos) y ascienden muy rápidamente.

Habíamos llegado casi á la mitad de nuestro camino con un bello sol y un tiempo bien claro. Dirigiendo hácia atrás nuestras miradas pudimos gozar del magnífico panorama que se presenta por el lado del Sur; Puebla estaba á nuestros piés y mas lejos se percibian claramente el Pico de Orizava y el cofre de Perote; el mismo Iztaccihuatl con su cúpula de nieve nos parecia desde la altura á que lo considerábamos, ménos elevado, y hemos podido comprobar la ausencia de todo cráter en su parte superior.

El Valle de México estaba cubierto por la neblina, y nosotros mismos no tardamos en ser envueltos por una bruma espesa que nos acompañó hasta la cima del volcan, adonde llegamos despues de 4 horas de caminar sobre la nieve. Los últimos pasos son bastante difíciles; la pendiente llega á ser de 40°, y el enrarecimiento del aire sigue siendo mayor, aumentándose por estas causas la dificultad de la ascension.

Desde el punto por donde se aborda el cráter no se puede uno hacer cargo de toda su profundidad, pero es fácil estimar su forma general. Esta es elíptica, teniendo el diámetro mayor unos 50 metros mas que el otro; el borde del cráter está constituido por una cresta muy irregular ya dentada y compuesta de rocas más ó ménos elevadas, ya simplemente combada; esta cresta es tambien muy estrecha, y un solo paso separa los dos declives, el interior y el ex-

terior. Presenta dos cimas distintas: la una el *Espinazo del Diablo*, cuya altura barométrica observamos, y la otra el *Pico Mayor*, que es, como su nombre lo indica, el punto mas alto del volcan; nos ha parecido que este es unos 150 metros mas elevado que el *Espinazo del Diablo*.

El *Pico Mayor* es casi inaccesible; sin embargo, si no hubiésemos sido asaltados por una violenta tormenta de nieve que se habia desatado á las dos horas de nuestra permanencia en el volcan, habríamos procurado ciertamente ascender á él.

El mayor diámetro del cráter corresponde á las dos cimas ya nombradas: tiene unos 800 ó 900 metros de largo y su direccion es S. 20° O; N. 20° E. El diámetro perpendicular tendrá unos 750 metros, lo que da para la circunferencia del cráter 2,500 metros.

Este, al partir de la cresta, está formado de tres partes bien distintas.

1.º Un plano inclinado de unos 65° de pendiente.

2.º Un muro vertical de 70 metros de altura.

3.º Otro plano inclinado de 25° á 30° conduciendo al fondo del cráter. En suma, la profundidad média de aquel abismo será de 250 metros.

En el lugar donde termina el primer plano inclinado y comienza el muro vertical, está dispuesto una especie de malacate de madera, al que está unida una viga que inclinada hácia la profundidad permite descender por medio de una cuerda. Este aparato, aunque bien sencillo, es muy poco sólido, y sin embargo, los indios que trabajan en la explotacion del azufre, no tienen otro medio para bajar.

Estábamos á punto de confiarnos á este peligroso aparato, cuando el tiempo llegó á ser tan amenazador, que el guia nos anunció debíamos volver, pues si esperábamos solamente una media hora mas, nos seria imposible regresar al rancho: la nieve caía en gruesos copos y nada se distinguía á tres pasos de distancia.

Felizmente habíamos podido ya convencernos de la existencia en el fondo del cráter, de cuatro fumarolas principales colocadas casi segun el mayor diámetro y de las que se desprenden vapores que al salir producen ligeros silbidos: cerca de ellas hay abundantes depósitos de azufre. Vimos que se ha exagerado generalmente cuando se ha hablado de las dimensiones de estas fumarolas, pues segun hemos podido juzgar no tienen las aberturas de donde salen, mas de 20 á 30 centímetros de diámetro.

Además de estas grandes fumarolas se cuentan sobre los bordes del cráter siete emanaciones de gas, aunque ménos abundantes, de las que seis se hallan de un lado, es decir, al Este del diámetro mayor, siendo casi todas inaccesibles, y la sétima del otro lado.

A pesar del viento, de la nieve y de la temperatura que habia bajado hasta 5° y 6° bajo cero, conseguimos recoger el gas de una de las fumarolas, situadas en el borde Sur del cráter; la temperatura de este gas era de 74°<sup>1</sup>, y estaba en su mayor parte compuesta de vapor de agua, teniendo sin embargo algunas trazas de ácido sulfuroso, que ha enrojecido débilmente el papel azul de tornasol: no hemos podido reconocer la presencia del hidrógeno sulfurado, ni por el olor, ni por el papel impregnado de acetato de plomo. Se refiere que en el fondo del cráter hay una oquedad llena de agua ácida y clorurada: cuando hemos efectuado nuestra ascension, esta oquedad estaba cubierta por la nieve y nos fué imposible verla.

Sin embargo, sabemos que esta agua ha sido analizada ya por Mr. Lefort, y ha dado los resultados siguientes para un litro:

Acido clorohídrico. . . . .	.11.009	gramas
Acido sulfúrico . . . . .	3.643	,,
Alúmina. . . . .	2.080	,,
Sosa . . . . .	0.699	,,
Cal, magnesia . . . . .		Indicios
Arsénico . . . . .		Indicios
Oxido de fierro . . . . .	0,081	gramas
Materias orgánicas . . . . .		{ Proporción muy sensible.

No hemos oído la mas mínima detonacion en el fondo del cráter, aunque debemos decir en honor de la verdad, que la mayor parte de los viajeros atribuyen estas detonaciones, más ó ménos fuertes, á la caída de las piedras desprendidas de las paredes, y durante nuestra presencia en este lugar no han llegado á desprenderse.

El interior del cráter está formado por capas ó hiladas de rocas, constituyendo un muro muy regular de paredes verticales. En ciertas partes, estas capas están levantadas y despedazadas profundamente. Se notan allí varias especies de rocas de naturaleza bien distinta: al principio, en la parte inferior, capas de traquita muy compacta, rica en cristales de feldspato estriado, pro-

<sup>1</sup> Esta temperatura de 74° merece una atención particular, porque debe notarse que en general la temperatura de las fumarolas disminuye á medida que se hallan mas elevadas. En la Guadalupe, al nivel del mar, la temperatura de ellas es de 100°: en la cima de la Azufrera, á 1500 metros de altura, es solo de 94°: en Tenerife, á 3700 metros, no es mas que de 84°: en fin, en el Popocatepetl, á 5400 metros de elevacion, es de 74°. Este hecho, observado ya por Mr. Ch. Sainte-Claire Deville, recibe aquí una completa confirmacion.—(N. del T.)

bablemente de oligoclaso, y en anfíbol descompuesto en parte. Arriba de estas capas traquíticas, más ó ménos regulares, están dispuestas capas basálticas bien caracterizadas: el basalto es también muy compacto y rico en peridoto. En fin, sobre estas capas se encuentran escorias muy porosas, de un color pardo violado, anunciando la presencia de una grande proporción de óxido de fierro: estas escorias nos parecieron provenir de rocas porfídicas calcinadas.

No terminaremos la historia de nuestra permanencia en el volcán, sin hablar de los efectos fisiológicos que se producen en estas grandes alturas.

Apénas llegamos á la cumbre, cuando cesó la dificultad para respirar que nos agobiaba; nuestros pulmones no experimentaron opresión luego que permanecimos algunos momentos en reposo. Sin embargo, sentimos todos una ligera exaltación, que aumentó en algunos de nosotros al grado de causarnos violentos vahidos y dolores de cabeza: esta exaltación puede compararse á la que produce la embriaguez; la sangre circula con rapidez y se pueden contar más de cien pulsaciones por minuto. Creímos que sería una imprudencia hacer uso en estos momentos de bebidas alcohólicas, que parecía debían confortarnos en un medio cuya temperatura era tan baja, pero que ciertamente no harían sino aumentar el estado de excitación nerviosa de que hablamos.

#### EXPLOTACION DEL AZUFRE Y DE LA NIEVE.

Los indios que habitan el rancho de Tlamacas, suben casi todos los días á la cima del volcán para bajar de allí el azufre que recogen, los que permanecen durante algun tiempo en el fondo del cráter.

Se extraen sobre cuatro toneladas de azufre por mes, ó sean cuarenta y ocho toneladas por año: este azufre, después de haber sufrido una destilación en el rancho de Tlamacas, se vende en México y en Puebla al mismo precio que el azufre de Sicilia, siendo superior á éste en calidad.

Respecto de la nieve, se le explota por el lado de Ozumba en algunas quebradas más accesibles que las que se encuentran del lado opuesto del volcán: se corta en trozos, y el propietario que tiene el monopolio la hace trasportar á México, en donde se vende de 4 á 6 reales la arroba, según la estación.

Pondremos aquí las principales observaciones barométricas y dimensiones generales que pudimos tomar en el Popocatepetl.

	Altura sobre el nivel del mar.
Amecameca.	2480 metros.
Rancho de Tlamacas.	3897 „
Límite de la vegetación arborescente al Este.	3980 „

Altura sobre el nivel del mar.

Límite de la vegetacion herbácea al Este.	. 4180 metros.
Límite de las nieves (Abril) al Este-sud-este.	. 4300 „
Entrada del cráter (lado del Sud-este)	. 5263 „
Espinazo del Diablo.	. 5247 „
Diámetro mayor del cráter (aproximadamente).	800 „
Diámetro menor „ „ „	740 „
Profundidad média.	250 „

## NOTAS ADICIONALES.

Creemos útil é interesante añadir aquí algunas noticias que hemos hallado en el *Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de México*, concernientes á las diversas ascensiones ejecutadas hasta hoy al Popocatepetl, así como las erupciones que ha hecho este volcan y los temblores de tierra que se han sentido en el intervalo de sus erupciones.

Las ascensiones han sido ejecutadas en dos épocas bien distintas: la una comienza en tiempo de la conquista, 1519, y termina en 1529: la otra principia en 1772 y continúa hasta nuestros dias.

La primera ascension fué emprendida en el año de 1519 por Diego Ordaz, soldado de Cortés, quien, segun la opinion de muchos historiadores, Prescott entre otros, habia subido al volcan con el objeto de recoger azufre para hacer pólvora. Se pretende tambien, y una carta de Cortés lo acredita, que esta ascension tenia por único objeto saber la causa del humo que salia del cráter: no dió mas resultado que el conocimiento aproximativo de las dimensiones del cráter é indicar la existencia del azufre en su fondo.

Una segunda expedicion fué hecha por los soldados de Cortés en 1520 ó 1522: trajeron á este gefe muestras del azufre del volcan, sin que á ninguno de ellos le ocurriera calcular la altura.

En 1524 Montaña y Mesa subieron al Popocatepetl, y sin bajar al fondo del cráter, sino solamente á 23 metros de la arista superior, pudieron recoger bastante cantidad de azufre, sobre 50 kilogramos: hoy no existe ya ninguna señal de azufre en este lugar.

En 1772 Mr. Sonneschmidt subió al Ixtaccihuatl, pero no llegó á la cumbre del Popocatepetl; dió á conocer varias alturas barométricas relativas al primero de estos picos, pero recogió muy pocos datos respecto del segundo.

En 1803 Mr. de Humboldt, sin escalar el volcan, trató sin embargo de medir su altura, y aun determinar su posicion geográfica.

Véanse las cifras que da:

Altura sobre el nivel del mar.

México. . . . .	2277 metros.
Popocatepetl. . . . .	5400 „
Ixtaccihuatl. . . . .	4786 „

## LIMITE DE LAS NIEVES.

Minimum el mes de Setiembre. . . . .	4500 „
Máximum en Enero. . . . .	3700 „

En Abril de 1827 Mrs. William y Federic Glennie partieron de México para efectuar la primera ascension verdaderamente científica que ha tenido lugar, provistos de todos los instrumentos necesarios para obtener resultados exactos.

Desgraciadamente en aquel tiempo los guias consentian dificilmente en conducir á los viajeros á la cumbre del volcan, y solo despues de numerosas vueltas consiguieron llegar arriba á una hora muy avanzada del dia. No pudieron por consiguiente ejecutar todas las observaciones que tenian proyectadas, y se contentaron con medir la altura del pico mayor y valuar muy aproximadamente el diámetro del cráter.

Véanse sus resultados.

Amecameca. . . . .	2510 metros.
San Nicolás de los Ranchos. . . . .	2465 „
Límite superior de los pinos (sur-sur-oeste del volcan). . . . .	3823 „
Límite de toda vegetacion al norte. . . . .	3869 „
Base del Pico del Fraile. . . . .	5149 „
Pico Mayor. . . . .	5450 „
Diámetro aproximativo del cráter. . . . .	1600 „

En Noviembre de 1827 Mr. Berbeck subió al Popocatepetl. Pocas noticias se tienen respecto de esta ascension, y la única altura barométrica que se haya mencionado es, para la elevacion del volcan, 3464 metros sobre México: no se sabe en qué punto se hizo esta observacion.

En Mayo de 1833 el baron Gros y Federico de Gerolt no llegaron sino á la base del Pico del Fraile, á la que calcularon una altura de 5142 metros sobre el nivel del mar: una espantosa tempestad que tuvieron que sufrir los precisó, á pesar de sus muchos esfuerzos, á descender. Estos señores habian intentado la ascension por el lado sur-oeste del volcan.

En el mes de Abril del año siguiente los señores Gerolt, Gros y Egerton volvieron á emprender la misma ascension, siendo esta vez mas felices en sus investigaciones: no pudieron sin embargo determinar la altura del cráter por haberse roto el barómetro. Pondremos, pues, los resultados consignados en su Memoria.

## OBSERVACIONES BAROMETRICAS.

Amecameca . . . . .	2521 metros
Límite de la vegetacion en el declive Oeste.	3845 „
Base del Pico del Fraile . . . . .	5142 „

## OBSERVACIONES HIGROMETRICAS.

En el límite de la vegetacion á las seis de la tarde:

	Temperatura del aire.	Temperatura del mercurio.
Higrómetro de Daniell . . . . .	1°00	2°22

## CIMA DEL VOLCAN.

Higrómetro de Daniell . . . . .	0°84	5°00
---------------------------------	------	------

## OBSERVACIONES DE DIMENSIONES.

Mayor diámetro del Nor-este al Sur-Oeste . . .	1524 metros
Menor diámetro . . . . .	1219 „
Profundidad del cráter. . . . .	270 „

Los Sres. Gros y de Gerolt determinaron además la clasificacion de las plantas que crecen en el límite de la vegetacion: véase el resultado de sus estudios:

Chelone gentianoides.

Amaryllis minuta.

Phacelia.

Castilleja.

Lupinus vaginatus.

Ribes odoratum.

Arenaria bryoides

En fin, en Enero de 1857 una comision científica dirigida por los Sres. Sonntag y Laveirriére fué enviada á explorar el Ixtaccihuatl y el Popocatepetl por la iniciativa del Sr. Siliceo, Ministro de Fomento en aquella época. Esta última expedicion ha sido hecha en excelentes condiciones, y los observadores han podido dedicarse á numerosas investigaciones.

El Sr. Sonntag subió al Ixtaccihuatl y determinó su altura: hizo tambien en union del Sr. Laveirriére, la ascension al Popocatepetl y pudo llegar hasta el fondo del cráter; reconoció las cuatro grandes fumarolas, tomó su temperatura, que es segun él, de 71°. El fondo del cráter estaba cubierto en su mayor parte de nieve, y en los lugares donde esta no existia, se veía una arena fina, húmeda, cubierta de azufre sublimado y cuya temperatura variaba desde 6° hasta 40°.

Mr. Sonntag pasó una noche en la cumbre del volcán: tuvo que soportar un frio de 12° bajo cero, y padeció de tal manera, que al amanecer se apresuró á bajar al rancho.

#### OBSERVACIONES OBTENIDAS EN ESTA EXPEDICION.

##### IXTACCIHUATL.

Cima mas elevada. . . . .	5207 <sup>m</sup> 00
Cima del Sur . . . . .	5081 00

##### POPOCATEPETL.

Amecameca . . . . .	2493 <sup>m</sup> 00
Rancho de Tlamacas . . . . .	3899 00
Espinazo del Diablo . . . . .	5240 00
Pico Mayor . . . . .	5425 00
Fondo del cráter . . . . .	5119 00
Gran diámetro del cráter. . . . .	825 68
Diámetro del fondo del cráter . . . . .	228 59

Otros viajeros han subido despues de 1857 al Popocatepetl, pero sus trabajos estando todavía inéditos, nos es imposible darlos á conocer.

#### ERUPCIONES DEL POPOCATEPETL.

Las diferentes erupciones de que se conserva memoria, han tenido lugar en los años de 1519, 1548, 1571, 1592, 1642 y 1802.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faltan las erupciones de 1530 y 1664.—(N. del T.)

Las erupciones de 1519 y 1548 parece que fueron las mas violentas: gran cantidad de cenizas fueron lanzadas, cubriendo los flancos de la montaña; densos y abundantes vapores salieron de la cumbre sin cesar dia y noche, y aun se percibieron vivas llamas. No hubo corrientes de lava, aunque por otra parte las pendientes rápidas del interior del volcan habrian sido un obstáculo para su desarrollo.

#### TEMBLORES DE TIERRA.

Al lado de las erupciones tienen su importancia los temblores de tierra que se suceden en los intervalos de las erupciones, y son tanto mas violentos, cuanto mas lejana la época en que han tenido lugar aquellas. Los principales se han verificado en las fechas siguientes:

Enero de 1653. El sacudimiento en direccion del Este al Oeste, fué tan violento, que se temió por la capital; duró de 40 á 46 segundos: muchos edificios cayeron.

Julio de 1667. Se produjo el movimiento de Norte á Sur y duró bastante tiempo: Puebla y México tuvieron que sufrir mucho por este temblor.

Marzo de 1682. Temblor de tierra que duró un cuarto de hora: en muchas localidades se abrieron enormes grietas.

Setiembre de 1698. Sacudimiento muy fuerte que destruyó muchas casas en México.

Setiembre de 1754. Sacudimiento del Oeste al Este que duró 6 minutos, con muchas ondulaciones posteriores. Los habitantes se precipitaban en masa á las calles: muchos edificios cayeron.

En fin, en último lugar citaremos los temblores de Abril de 1845 y de Diciembre de 1864<sup>1</sup> que derribaron muchas casas en Puebla y México: este último se sintió con mayor intensidad al Este de Puebla.

#### NOTA EXPLICATIVA

DEL CORTE GEOLOGICO DE MEXICO A LA CUMBRE DEL POPOCATEPETL.

El corte geológico de México al Popocatepetl tiene por direccion média la Sud-este, salvo las irregularidades del camino.

En una distancia de 48 kilómetros, poco más ó ménos, hasta cerca del pueblo de Tlalmanalco, se camina sobre tobas lacustres amarillas y blancas que constituyen todo el suelo del Valle de México. Algunos picos, compuestos de rocas eruptivas, levantan por donde quiera sus cimas aisladas sobre una lla-

<sup>1</sup> Debe ser el del 3 de Octubre y no Diciembre como dice el original.—(N. del T.)

nura perfectamente nivelada. Se deja al principio, sobre el lado derecho, un crestón porfídico llamado Peñón Viejo; poco después La Caldera, hermoso volcán de doble cráter que se eleva á 284 metros sobre la llanura y principio de una pequeña cadena volcánica muy notable, orientada casi de Este á Oeste. A la izquierda, cerca del pueblo de Ayotla, se halla el Cerro del Pino, cuya formación es quizá porfídica; después, hacia la derecha y sucesivamente, se encuentran la isla y cerro de Tlapacoya en el lago de Chalco, de constitución probablemente porfídica también; la isla de Chalco es tal vez un vasto cráter de inmensa boca; en fin, el volcán de Chalco, montaña muy notable, completamente abierta de un lado.

Un poco antes de llegar á Tlalmanalco, en Miraflores, se comienzan á ver las primeras pendientes de un pequeño resalto, sobre el que las tobas lacustres se elevan á una altura de 70 metros, respecto del llano: probablemente hasta este nivel llegaba el grande y único lago que alguna vez ocupó todo el Valle de México. A las tobas lacustres sucede una corriente de una lava basáltica negra, muy pesada, y poco ó nada esponjosa, conteniendo numerosos fragmentos de peridoto; lava que tiene una dirección bien marcada hacia el Oeste, hasta una distancia de un kilómetro, y llega á un grupo de montañas que se elevan á la derecha y dominan á Tlalmanalco. Estas montañas, que son tres, presentan el aspecto característico de los conos volcánicos y están colocados según una línea recta orientada E. 45° S.; dirección que prolongada va á encontrar por un lado el grupo de la Caldera y por el otro un pequeño volcán situado cerca de Amecameca, y el cono mismo del Popocatepetl. La corriente de lava parece provenir de la más elevada de aquellas montañas, es decir, la que termina la pequeña cadena hacia el Oeste y figura una especie de arista, dominada por grandes rocas angulosas, descendiendo con una pendiente suave del Sur-oeste al Nor-este, desde el medio del cono hasta la llanura: es interesante notar que estas lavas son las únicas que se encuentran en los alrededores del Popocatepetl, al menos hacia este rumbo.

Parece que el cono principal no dió más que cenizas, pómez, *lapillies*, escorias: las lavas habían sido arrojadas por los pequeños conos de las montañas que acabamos de citar.

La corriente de lava está cortada por el camino que la atraviesa, siempre subiendo, hasta una longitud de 100 metros, donde se hallan las primeras casas de Tlalmanalco. Después de haber pasado este pueblo, cuya plaza mayor está á 148 metros sobre el nivel de la llanura (2328 metros sobre el mar), se continúa subiendo algún tiempo más, pero ya en medio de rocas de muy diferente naturaleza; porfidos rojos, traquitas más ó menos descompuestos, una roca negra con soberbios cristales de feldspato blanco, quizá una melafira

del que parecen estar constituidas también, unos picos que dominan el camino hacia la derecha, formando una pequeña cadena dirigida rumbo al Sur. A los 190 metros arriba del Valle, se llega á un planio que se extiende al Sur, mucho más allá de Amecameca y sobre el cual los pórfidos y otras rocas del mismo género desaparecen completamente, para hacer lugar á arenas volcánicas de color violado y á pómez blancas y amarillas en pequeños fragmentos, colocadas en capas alternadas; á la izquierda, es decir, al Este, se apoyan los últimos contrafuertes de las cimas porfídicas que constituyen la base del Ixtaccihuatl: á la derecha, el planio se extiende por un espacio de 2 á 3 kilómetros hasta el pié de la pequeña cadena que nace en Tlalmanalco. La población de Amecameca, cuya plaza mayor es 200 metros más alta que el Valle de México, 2480 metros sobre el nivel del mar, está dominada por una pequeña colina porfídica llamada el Sacromonte, que se eleva en medio de su valle, con una situación pintoresca. Saliendo de Amecameca, se camina hacia el Este por 5 ó 6 kilómetros hasta el pié de los poderosos contrafuertes montañosos del Popocatepetl, sobre una meseta compuesta de arenas volcánicas y pómez, y subiendo ligeramente; se deja á la derecha un pequeño cono perfectamente marcado, pero que no parece haya producido lavas.

Tan pronto como se comienzan á subir las pendientes escabrosas que conducen á las altas regiones, se entra en el dominio casi exclusivo de los pórfidos y de las traquitas; aunque á decir verdad, generalmente el excesivo desarrollo de la vegetación oculta completamente la naturaleza de la roca, y solo en algunas barrancas ó dislocaciones del terreno se dejan entrever los pórfidos rojos ó las traquitas grises. Una llanura que se presenta repentinamente y que dirigiéndose hacia la derecha conduce á la localidad llamada la Cueva de las Calaveras, ofrece magníficos cortes: hemos recogido allí un pórfido piroxénico muy notable; el color de la roca es un pardo rojizo bastante oscuro, aunque compacto; es de una testura un poco escoriosa, y los tres elementos que la componen se hallan repartidos en proporciones casi iguales, y son: una pasta feldspática rojiza, unos granos angulosos de piroxena negra y unos hermosos cristales de feldspato blanco, probablemente ortosa.

A una altura de 3300 metros, los depósitos cineriformes del volcán reaparecen, para reinar como dueños absolutos hasta el vértice de la montaña, no dejando entrever, sino á pequeños intervalos, las formaciones subyacentes.

Un poco antes de llegar al rancho de Tlamacas se atraviesa un contrafuerte montañoso bastante alto, que presenta hacia el Este un magnífico acantilado, dominando una barranca profunda. Allí hemos recogido varios ejemplares de rocas, y son: 1.º, un pórfido muy compacto de color oscuro, de pasta

negra y rosada, conteniendo hermosos cristales de feldspato blanco y algunos indicios de piroxena: 2.º, una roca negra enteramente compuesta de piroxena y feldspato blanco, ambos cristalinos: 3.º, una traquita gris azulada, muy compacta con cristales de feldspato blanco y piroxena negra muy semejante á la de Volkenburg, Siebengegirge en Prusia.

Esta arista llena de rocas, separa un vasto espacio cubierto de arenas volcánicas del planío, sobre el cual se halla establecido el rancho de Tlamacas á 3897 metros sobre el nivel del mar: esta arista se dirige al Este descendiendo progresivamente: al Oeste, se liga á una serie de alturas porfídicas que inclinándose hácia el Sur, van á reunirse al macizo del Pico del Fraile, al cono mismo del volcan, y en fin, al camino que conduce á la Cruz y de la que hablaremos despues. El Pico del Fraile se compone probablemente de pórfidos, así como la cadena á la cual dá nacimiento: un lugar que pudimos observar nos proporcionó un bello ejemplar de pórfido de una pasta ya rosada ó ya de un negro violado, envolviendo cristales de feldspato blanco: una especie de arista de rocas eruptivas compactas, circunscribe por tres lados el planío del rancho, donde solo aparecen los productos cineriformes.

Hácia la extremidad Sur del planío se encuentra una profunda barranca, que naciendo de un arroyo que sale entre el Pico del Fraile y el mismo Popocatepetl, corre al principio de Sur á Norte, y despues, inclinándose al Oriente, baja á la llanura del lado de Puebla. Esta inmensa barranca, es como de 25 metros de profundidad en su nacimiento, y como 100 metros á un kilómetro mas allá, permite estudiar las diversas hiladas ó capas que componen los depósitos cineriformes de la planicie del rancho. En el punto donde pudimos observarla, tenia una profundidad de 30 metros y comienza por un plano inclinado de 5 á 6 metros, para continuar por una cortadura vertical de 25 metros poco más ó ménos. La parte inclinada está enteramente compuesta de estas arenas finas, pardas ó violadas, que constituyen aparentemente el suelo, tanto en la planicie del rancho como en los otros puntos ocupados por los depósitos cineriformes. Más abajo, en la fragosidad de la barranca, se presenta primeramente una capa como de 3 metros de espesor, de una brecha compuesta de gruesos fragmentos negros, más ó ménos angulosos, de rocas quizá doleríticas, y de escorias negruzcas bastante esponjosas; despues otra capa de 5 ó 6 metros de grueso, de un conglomerado rojo de pórfidos muy alterados y de traquitas: últimamente, otra capa como de 8 metros de ancho de pómez blancas en fragmentos bastante grandes. Es de advertir que esta formacion se extiende muy al interior, y sentimos no haber podido estudiarla en otro punto, en donde la barranca cortase mayor cantidad de depósitos. Pero de cualquiera manera, merece notarse la admirable regulari-

dad de los lechos ó capas en los dos flancos de la barranca, tan conforme en su nacimiento como en puntos mas lejanos de su curso.

Un talud producido por los derrumbes, que ocupa el fondo de la barranca, nos ha permitido recoger y examinar las diferentes rocas que componen las varias capas que forman las paredes. Las arenas pardas ó violadas presentan granos claros y oscuros, cuyo tamaño varía desde un diámetro de  $\frac{1}{4}$  de milímetro hasta el de un polvo impalpable: la aguja magnética no indica en ellas la mas mínima partícula de óxido de fierro magnético; en el microscopio se descubre la presencia de pequeños cristales de ortosa blanca, perfectamente regulares y granos negruscos angulosos, pero no cristalinos: es de creer que estas arenas son debidas á la trituracion de las escorias.

Estas se presentan en trozos redondeados de superficie rojiza; en las roturas se ve negra, salpicada de pequeños cristales de feldspato blanco; la testura es celular y en algunos puntos mas compacta, presentando el aspecto de las escorias volcánicas. Las otras rocas de esta altura están compuestas en general de una pasta negra muy compacta, conteniendo pequeños cristales blancos de feldspato, negros de piroxena y verdosos de olivino probablemente. La superficie de los fragmentos es casi siempre perfectamente lisa y hasta cierto punto vitrificada y fundida: una masa presentaba una estructura de apariencia estratificada, estando cubiertas las junturas de las capas, de una materia rosada, un poco vitrificada.

La siguiente capa encierra una porcion enorme de fragmentos elipsoidales, rojos, de pórfido muy alterado, semejante en todo al ladrillo cocido; en los trozos mas grandes, el centro está casi intacto; y es un pórfido de pasta rojizo, conteniendo cristales de feldspato blanco. El mismo nivel de la montaña presenta traquitas muy compactas de aspecto cristalino, de un color gris-amarillento, conteniendo cristales microscópicos de feldspato blanco y piroxena negra. Encontramos tambien una masa voluminosa, de pórfido perfectamente intacto, color pardo rojizo, con pequeños cristales blancos de feldspato, presentando una estructura notablemente extratificada. Es muy probable que esta roca, arrastrada por las aguas, provenga directamente del Pico del Fraile: algunas rocas negras mencionadas, están quizá en el mismo caso.

Las pómez son generalmente muy ligeras y esponjosas; contienen pequeños cristales de feldspato y piroxena, pero no merecen una mencion especial.

Despues de haber atravesado la barranca á una altura de 4035 metros sobre el nivel del mar, se sube aún algun tiempo por arenas volcánicas, hasta alcanzar la Cruz, á 4300 metros sobre el nivel del mar. Se ha dejado abajo, á 3980 metros, el límite de los pinos sobre la falda Norte de la montaña; á 4180 metros, el límite de la vegetacion herbácea, y se ha llegado al límite

de las nieves: se encuentra allí una arista de rocas, que apoyándose al Oeste contra el cono propiamente dicho del volcan, corre hácia el Este hasta una distancia considerable, bajando progresivamente. Los trozos que la componen son negros y presentan casi todos una superficie lisa y vitrificada: son probablemente rocas traquíticas ó doleríticas, calcinadas y fundidas.

Al partir de este punto, las cenizas arenosas vuelven á presentarse, y son las que se ven cada vez que la nieve deja por un instante de cubrir el terreno; se les percibe aún en la cumbre del volcan sobre el mismo labio del cráter, pero no tardan en ceder el lugar á las rocas compactas: éstas, son masas negras, ligeramente vitrificadas en su superficie, presentando una testura compacta, un poco granulosaa, con pequeños cristales de feldspato blanco y manchas verduzcas, quizá de olivino.

Dichas rocas son muy visibles en el lugar llamado la Cueva del Muerto, en donde hemos recogido algunos ejemplares, habiendo razon para suponer que son las que constituyen la inmensa pared del cráter que da frente al Espinazo del Diablo.

En el fondo del cráter, segun se puede juzgar desde arriba, los productos cineriformes dominan de nuevo; pero tambien se ven allí grandes trozos de una roca negra análoga á la que forma las paredes, cubierta de una costra blanquizca compuesta de materias alteradas por las emanaciones ácidas y por las eflorescencias sulfurosas.