

En la base de estas tobas inferiores se halla otra corriente rhyolítica que se distingue de las anteriores por la rareza con que se encuentran en ella fenocristales, por el aspecto felsítico y eutaxítico y por la impregnación con hyalita. Esta roca en parte ha sufrido una alteración y descomposición, lo que explica que el camino donde pasa por ella en la ladera muy empinada arriba de la hacienda de Ibarra, se ha derrumbado a causa de los temblores. Precisamente en esta ladera la rhyolita lleva bonitas esferulitas, aunque no en gran número.

La roca, por fin, que se encuentra en el fondo de la barranca del Río Grande de Santiago, cerca de la hacienda de Ibarra, tiene cierta semejanza con la que describimos de la planta de La Junta, abajo de Oblatos, sin que se pueda identificarla con ella completamente. La estructura de esta roca basáltica es más compacta que la de la roca aludida, su color es más oscuro y le falta la textura fluidal. El microscopio nos revela la estructura dolerítica de un basalto de plagioclasa de grano grueso en que al lado de los pequeños granos de augita también se observan pequeños cristales de hiperstena. Unos cristales transformados en agregados verdosos poco transparentes (de carbonatos (1) con limonita) que por sus contornos y su estructura parecen ser una metamorfosis según olivino, del cual no se han conservado ni huellas.

El descenso de la barranca tributaria de Ibarra es, como queda anotado arriba, bastante fuerte. En ella se observan varios saltos de importancia, de los cuales los superiores corresponden a la erosión de las capas horizontales duras de basalto y rhyolita más altos, y los inferiores a fracturas probables que cruzan la barranca perpendicularmente. La parte inferior de la barranca es angosta y de declive muy rápido, que nos demuestra que la barranca tributaria apenas ha podido seguir en su erosión a la de la barranca grande del río de Santiago.

Esta barranca principal, río abajo de Ibarra, entra en terreno que es diferente al que hemos conocido hasta aquí. En nuestra excursión en este tramo no hemos seguido el curso del río por espacio de unos cinco kilómetros sino desde Guadalajara nos fuimos a la hacienda de Lazo por el camino directo. De esta manera levantamos otro perfil nuevo de los paredones de la barranca y tuvimos oportunidad de estudiar el conjunto de una de las formaciones más interesantes que se nos revelan en el corte grandioso de la barranca.

El camino de Guadalajara a la hacienda de Lazo, saliendo de Atemajac, atraviesa la depresión poco profunda que se extiende al Norte del mencionado pueblo entre éste y la prolongación oriental de la Mesa de San Isidro. Esta depresión corresponde, por lo menos en parte, a la fractura que observamos en la barranca de Ibarra y que está marcada aquí por la apariencia del basalto con los fenocristales grandes de plagioclasa que forma la superficie de la parte al N. de la fractura. En cambio, en la zona al S. de la fractura supuesta, el camino de Guadalajara no corta otra capa que los depósitos de xal. El camino atraviesa la faja de este basalto, perpendicularmente a su dirección alargada EW., para llegar al pie de la subida a la Mesa de San Isidro (prolongación de ella hacia el E.), que está formada por corrientes de rhyolita

(1) En esta roca basáltica del fondo de la Barranca del Río Grande, detrás de la hacienda del mismo nombre, la gente ha encontrado una veta de caliza que, si aun no puede abastecer la Hacienda para sus construcciones, siempre proporciona a los habitantes bastante cal para uso doméstico.

que por el lado S. están cortadas por la fractura septentrional de la faja. Esta rhyolita, de una estructura fluidal muy marcada, contiene obsidiana y se presenta en forma de bancos más o menos inclinados, que constituyen el borde más alto de la barranca (del Río Grande). La parte superior de la bajada siguiente se efectúa en esta rhyolita, que con sus corrientes inferiores llenas de esferulitas de tamaños desde el de la cabeza de un alfiler hasta el de un puño o de la cabeza de un niño, forma un escalón acantilado de cuyo borde alto se tiene una vista hermosísima e instructiva, sobre el profundo corte de esta parte de la barranca.

En primer término, llama nuestra atención la estructura interior de aquella eminencia insignificante que sobresale como una cúpula poco elevada, al otro lado de la barranca, elevación que se conoce bajo los nombres de Cerro de las Bolas, Cerro Mexicano o Cerro de Maxcuala, entre los cuales hemos anotado el último. En este Cerro de Maxcuala se asoma la cima de un enorme volcán que está tapado casi completamente por los materiales de relleno del valle. La lámina XX nos da una idea bastante clara de lo que revela el corte natural de la barranca que pasa por enmedio de este cerro. Del punto más alto del borde opuesto de la barranca, que se encuentra en la fotografía cerca del margen derecho, se habían derramado una serie continua de corrientes que formaron alrededor del centro de la erupción un casquete enorme que hoy día está cortado aproximadamente por la mitad, por la barranca. Bien claro se destacan los acantilados del casquete que desde el punto más alto a la derecha se extienden, al principio con inclinación, hacia el centro del panorama donde toman un declive más fuerte para terminar cerca del margen izquierdo de la vista, arriba del río. Los escombros que acompañan a estos acantilados en su pie, por desgracia cubren toda la parte debajo del casquete, por lo menos a este lado del río. Abajo de la parte horizontal y alta de las peñas del casquete, estos escombros forman una especie de mesa inclinada cuyo borde bajo corresponde en altura, más o menos a las elevaciones a este lado del río.

En la parte más alta y a la derecha de la fotografía, la banda de acantilados se esconde detrás de un contrafuerte que parece ser el resto del relleno de la chimenea de este volcán, que ha sido descubierto por la erosión. Mientras que la porción Norte del casquete se conserva bien debajo de la cubierta del relleno, la parte Sur, en donde la erosión probablemente encontró un punto de ataque anteriormente debilitado, ha sido destruída casi por completo. Al lado izquierdo del río se levanta una sierra pequeña formada por escombros de basalto andesíticos que tienen una pendiente sumamente abrupta hacia el río en el Norte y se pegan con declive suave a los acantilados superiores de este lado de la barranca, dejando entre sí un valle pequeño que hoy día, por el derrumbe de una parte de dichos acantilados, es una depresión cerrada, en que en la estación de las aguas se estanca el agua, por lo que se llama el punto "La Laguna." Los escombros de esta sierra pequeña de La Laguna parecen ser los restos de un derrumbe grande que en tiempos remotos vino a obstruir por algún tiempo el paso de la barranca cuyo curso anterior se encuentra debajo de los materiales fragmentarios de esta sierra. El río, al haber cortado allá el casquete duro del volcán, entró a las capas menos resistentes de su bajo, donde produjo grandes excavaciones que al fin no se pudieron sostener y se derrumbaron. Entonces el río, arriba de esta cortina transformado en lago, buscó un nuevo lecho, que al princi-

pio siguió la depresión al pie de la pared izquierda, cambiándose el curso más tarde hacia el Norte donde rodea el núcleo que llena la chimenea y corta hoy día los terrenos que en tiempos anteriores se habían formado en el rincón detrás del contrafuerte de la chimenea.

En la bajada a la hacienda de Lazo atravesamos, por lo menos, parte del casquete del volcán que está formado por capas basálticas.

Nuestro camino, después de haber bajado por la rhyolita con las esfeldulitas, entra en las tobas rhyolíticas de colores blancos, perfectamente estratificadas, que se depositan en discordancia sobre la pendiente del basalto andesítico del casquete. (1) Este basalto es sumamente coherente y duro, pesado, de color negro, de lustre grasoso y lleva manchas amarillentas que algunas veces parecen ser feldespatos alterados, en otras, productos de una infiltración que llenó los poros de la roca, que en cambio, en lo general, es muy compacta. Al microscopio se ve que la roca se compone de feldespatos de la composición de una plagioclasa labradorita básica (aproximadamente  $Ab_{40}An_{60}$ ), de hiperstena y de augita, formando esta última, por una parte, abrigos sobre la hiperstena; por otra, una especie de segunda generación de cristales. Una pequeña cantidad de vidrio turbio llena los últimos intersticios entre los cristales. La estructura de la roca es ofítica. En los poros, poco abundantes se observan agregados de un mineral amarillo que se asemeja a la delessita. Sin embargo de que falta olivino en esta lámina, la roca debe ser clasificada como un basalto andesítico de plagioclasa, que a pesar de estar bastante básico tiene cierta semejanza con la andesita que anotamos arriba en la barranca de Ibarra.

Esta roca intermediaria entre basalto y andesita forma una de las capas superiores del casquete. Una corriente de su base aflora en el fondo del río entre la hacienda de Lazo y la Cuadrilla del Puentillo, donde antes de llegar al lugar mencionado el camino que viene de la hacienda pasa al pie de unos acantilados, (láminas XXII y XXIII) y al lado izquierdo del río, observándose aquí el perfil siguiente:

70-80 m. Basalto andesítico superior del casquete.

15 m. Tobas y brechas de colores claros.

4-5 m. Tobas rojas, finamente estratificadas.

10-15 m. *Andesítico. Basalto inferior del casquete.*

Escorioso.

Compacto.

Con zeolitas.

Escorioso.

Compacto.

Con zeolitas.

Este basalto andesítico inferior se asemeja microscópicamente al anterior, es algo más granudo y le faltan las manchas amarillas. Microscópicamente es de grano más grueso y se compone solamente de feldespatos, de augita (en una sola generación), del mineral parecido a la delessita y de

(1) La posición discordante de estas tobas y de una corriente rhyolítica, sobre el declive del casquete se muestra en la cláusula XXI, que representa La Laguna y los acantilados arriba de ella, de los cuales el de la izquierda pertenece a la corriente inclinada del casquete y el de la derecha a la corriente rhyolítica.

poco vidrio. Las plagioclasas también son de la composición de un labrador básico,  $Ab_{40}An_{60}$  aproximadamente y se presenta en prismas alargados más idiomórficos, por lo regular, que la piroxena monoclinica cuyo color gris violado, dicroismo ligero y dispersión mayor del eje B, la caracteriza como una augita propiamente dicha. Diseminados por toda la roca se encuentran esqueletos de magnetita o ilmenita. La estructura es claramente intersertal-offítica.

Estas capas de basalto de la base de las rocas del casquete llevan, como vemos en el perfil antes enumerado, zonas o cintas ricas en zeolitas que llenan con sus substancias blanquísimas los poros grandes de esta roca obscura. Nuestro colega el señor doctor Wittich ha tenido la bondad de clasificar los revestimientos zeolíticos de este basalto amigdaloides y ha encontrado los siguientes:

*Minerales:* calcita, natrolita y probablemente también phillipsita, chavacita, analcima.

Como dijimos antes, la parte abajo del casquete está cubierta por escombros y por lo tanto, no nos hemos podido dar cuenta de lo que forma el núcleo del volcán. En cambio, queda algo visible el relleno en el cual, si aun está también entremezclado con escombros, hemos encontrado rocas que a primera vista se ve que están mucho más ricas en sílice que el basalto del casquete. Algunas de estas rocas de cerca de la chimenea, tienen una textura macroscópica igual a la que es tan característica para nuestras labradoritas, solamente que el color es más claro. Esta estructura se podía nombrar imperfectamente hojosa, asemejándose algunas veces a una estratificación no muy clara é imperfecta, otras veces a una textura fluidal. Además, es la roca bastante porosa y en los poros se encuentran plaquitas exagonales de tridymita en abundancia, calcita y zeolitas en formas de drusas y de agujas muy finas que según el doctor E. Wittich parecen las unas a heulandita o estilbita y natrolita las otras. Otros ejemplares de estas rocas se asemejan en su aspecto macroscópico más bien al basalto que describimos del fondo de la barranca de Oblatos, cerca de la planta eléctrica de La Junta. Estos tienen un color gris e innumerables puntos blancos sobresalen de un fondo de color gris verdoso u obscuro. Fenocristales no se observan ni en el uno ni en el otro tipo de esta roca.

También al microscopio estas rocas tienen cierta semejanza con la roca de la planta de La Junta. La estructura es hipidiomórfica; los fenocristales son sumamente raros y están formados por fragmentos de unas plagioclasas del tipo de la microtina y de piroxena. El olivino falta por completo entre ellos. La piroxena está algunas veces muy alterada y parece en este caso haber sido una piroxena rómbica; piroxena fresca es una augita clara de una extensión máxima de  $43^\circ$ , sin dispersión de bisectrices. De vez en cuando se encuentra una biotita fragmentaria. La pasta fundamental está formada por varillas pequeñas de augita con muy pocos cristales de plagioclasas y una gran cantidad de una pasta fundamental turbia y criptocristalizada. Todo el carácter de la roca es el de un basalto andesítico sin olivino. Las rocas están impregnadas con carbonatos que llenan sus poros pequeños completamente y revisten las paredes de los grandes poros en unión con zeolitas y un mineral parecido a la delessita. Más claramente andesítico es todavía otro tipo de color rojizo terroso con manchas blancas de feldespatos alterados, que al microscopio resultan ser una andesita, de augita y con una pasta fun-

damental afanítica porosa, cuyos poros están rellenos con sustancias zeolíticas y otras parecidas a la delessita. El relleno de la chimenea contiene, además del basalto andesítico en forma de inyecciones, brechas sumamente duras compuestas de fragmentos de la misma roca cimentada por sustancias silíceas infiltradas.

La roca de la capa superior del casquete que forma la cima del cerro de Maxcuálá es un basalto de plagioclasa con olivino e hiperstena. Esta roca lleva poros de diámetros hasta de 3 centímetros y más, pero por lo regular son de menor tamaño sin llegar a ser muy pequeños; algunas veces están revestidos de zeolitas blancas de otra clase que las de la base de estas corrientes. La masa de la roca es compacta, negra lustrosa. Al microscopio se ve una estructura dolerítica formada por feldespatos predominante, olivino e hiperstena como fenocristales, con poca pasta fundamental compuesta de plagioclasas, augitas, óxido de hierro y poco vidrio. Las plagioclasas fenocristales tienen combinaciones de labradoritas básicas hasta bytownitas ( $Al_{16}An_{84}$ ,  $Ab_{26}An_{74}$ ) con zonas periféricas más ácidas. El olivino está corroído superficialmente e infiltrado de hidróxidos de hierro. La hiperstena es bastante idiomórfica y algunas veces rodeada en la zona prismática por augita. Los feldespatos de la pasta fundamental son mucho más ácidos que los fenocristales. La hiperstena está reemplazada por la augita.

En otra muestra, los fenocristales de plagioclasa, olivino y sobre todo de hiperstena, pierden de importancia y en su lugar aumenta la cantidad de la pasta fundamental que tiene la misma composición mineralógica que la de la muestra anterior.

Las capas superiores del casquete de este volcán del cerro de Maxcuálá llegan enfrente de la hacienda de Lazo en el lado derecho del río, hasta el fondo de la barranca y están cortadas precisamente en este punto por un dique de rhyolita que con dirección NS. atraviesa el fondo del cañón. En la lámina XXIV vemos al lado derecho de este dique enorme, cuyas peñas se prolongan hasta el margen superior de la fotografía, en la orilla del río, el basalto andesítico del casquete que está cubierto en posición discordante por las capas de tobas y corrientes del relleno del valle. Al lado izquierdo del dique (río abajo) ya no aparece la roca basáltica del casquete sino la reemplaza una roca blanca rhyolítica que se parece en su aspecto a la rhyolita del mismo dique, del cual probablemente se desprenden intrusiones laterales, apófises, en las tobas rhyolíticas en que el río más adelante ha formado una barranca encajonada, que se extiende hasta cerca de la cuadrilla de Las Animas. Las rhyolitas que afloran en el dique y a su lado poniente, las que hemos encontrado al margen izquierdo del río enfrente del dique y las que, en el camino entre la hacienda de Lazo y Las Animas, aparecen en el punto llamado rancho del Agua Blanca, tienen más o menos el mismo carácter petrográfico. Estas rocas que predominan aquí en el fondo de la barranca, son de colores claros, de blanco a gris claro violado, muchas veces con textura fluidal y brechoide, de una estructura poco porfírica por algunos fenocristales de feldespatos blancos, a menudo alterados y tienen una pasta fundamental de un aspecto algunas veces vítreo no muy decidido, por lo regular felsítico hasta terroso. Al microscopio se observan fenocristales de sanidino bien conservado en la roca del dique, cuya pasta fundamental está formada por feldespato y cuarzo en estructura microgranofírica. El mismo carácter tiene la roca que aflora en la orilla izquierda del río enfrente del

dique, solamente que es menos rica en fenocristales de sanidino y la estructura granofírica es más decidida y el grano algo más grueso. El dique que sobresale tan claramente en el lado derecho del río, no se destaca bien a su lado izquierdo, donde solamente unos pocos bloques de esta rhyolita se asoman en la playa. Todo lo demás, por lo menos en el fondo de la barranca, está cubierto por depósitos de acarreo compuesto de grandes piedras. De esta manera no es posible resolver si los caudalosos manantiales de agua cerca  $18\frac{1}{2}^{\circ}$ , nacen en la margen derecha del río, casi enfrente del dique y solamente un poco río abajo de él, son veneros de agua del río infiltrados más arriba, o si son verdaderos manantiales de fracturas o de cortinas.

La roca que aflora en el rancho de Agua Blanca es menos porfírica, pero en cambio tiene más textura fluidal más clara, y además lleva muchas inclusiones angulosas de otras rhyolitas y de pedazos de una especie de bol. (1) El aspecto macroscópico también de esta roca, por lo menos de una vez en cuando, es terroso, mientras otras veces es más vítreo, lo que corresponde con lo que vemos al microscopio en donde se revela su carácter vítreo o felsítico a menudo con ligeras indicaciones de esferulitas o axiolitas y casi sin fenocristales.

Una roca rhyolítica vítrea porfírica de un color rojo aparece en el fondo de la barranca en el lugar donde se le une el arroyo que pasa por Las Animas. Los fenocristales que contiene esta roca, en regular cantidad, son sanidinos muy frescos, y con caras cristalográficas. Los cristales tienen tamaños de 2-3 milímetros. Al microscopio, la roca se compone de estos fenocristales bien conservados y solamente algo redondeados en sus aristas y ángulos y de una pasta fundamental de un vidrio amarillento y poco transparente. Como inclusiones extrañas sobresalen también al microscopio, lo mismo que macroscópicamente, fragmentos de otras rhyolitas entre las cuales predomina la rhyolita granofírica y unos cristales alterados que parecen haber sido olivino y que está descompuesto en serpentina.

Inmediatamente al lado de esta rhyolita vítrea, roja con fenocristales de sanidino, aparece en el fondo del río otra rhyolita vítrea de color obscuro y eutaxítica por cintas de una obsidiana no muy lustrosa, que le da a la roca un aspecto jaspeado. En esta roca no se observan ningunos fenocristales; en cambio, lleva muchas inclusiones que claramente demuestran el cambio típico que sufren ciertas rocas al contacto con el calor elevado. Al microscopio la roca, que se parece algo a la brecha rhyolítica de Oblatos, tiene el aspecto de una toba volcánica vítrea, impregnada e inyectada con obsidiana. Fenocristales de sanidino bastante raros, en cambio son frecuentes las inclusiones bien limitadas de una obsidiana por una parte, y por otra, verdaderas inclusiones oxogenéticas de rocas basálticas del carácter del basalto de la planta eléctrica de La Junta o de la chimenea del cerro de Maxcuála.

Las dos rocas rhyolíticas forman aquí el fondo de la barranca y el río se ha encajonado en ellas. Las dos están separadas por un pequeño arroyo (la roca colorada se encuentra río arriba) en el que no hemos encontrado ninguna indicación que nos pudiera explicar la relación entre estas dos

(1) Las inclusiones de la misma sustancia hemos encontrado en el basalte del casquete entre la Hacienda de Lazo y Puentillo en la capa que lleva las zeolitas y la hemos observado en diferentes partes como el producto de una alteración o infiltración más moderna.

rhyolitas, cuyas superficies horizontales quedan al mismo nivel. Al otro lado del río hay una especie de terraza fluvial de unos 10-15 metros de altura.

En el camino de Las Animas al Paso de Guadalupe encontramos encima de las rhyolitas vítreas, otra vez la rhyolita brechoide fluidal que conocemos del rancho de Agua Blanca. La barranca, que en Las Animas todavía está bastante cerrada, cerca del Paso entra a un ensanchamiento muy grande y el río, cuyo desnivel hasta Las Animas ha sido más o menos uniforme, forma río abajo varios rápidos bastante importantes antes que pierda su velocidad en el fondo poco inclinado del ensanchamiento de la barranca que, marcada sobre todo por los declives suaves del lado derecho del río, se extiende hasta la cuadrilla llamada Pie de la Cuesta; en tanto que el lado izquierdo de la barranca continúa más o menos en la misma forma como se presenta río arriba entre la hacienda de Lazo y Las Animas, el lado derecho se retira y con una pendiente mucho más suave que la de la parte río arriba y rodea el ensanchamiento mencionado. Claramente se ve en los perfiles de este lado, que la barranca aquí está cortada en los depósitos del relleno del valle, cuya capa más alta se extiende a ambos lados de la barranca, ofreciendo la corriente rhyolítica que la forma, con sus acantilados bien marcados y sin interrupción, una ceja continua que por el lado izquierdo principia arriba de la hacienda de Lazo y se extiende hasta más abajo de San Cristóbal, mientras que al lado derecho principia en la falda del cerro de Maxcualá, para llegar solamente hasta las faldas del Cerro Grande, enfrente de Ixtacán, donde se acaba. De este modo el relleno del valle de Guadalajara, entre el cerro de La Higuera y el Cerro Grande se extiende hacia el N. y la planicie de Ixtlahuacán es su continuación geológica del mismo valle de Guadalajara. Cerca de Ixtlahuacán el relleno había cubierto un cerro del antiguo relieve y la erosión del Río Grande lo ha descubierto en parte, formando esta eminencia hoy día el cerro de La Culebra, constituido de una rhyolita porfírica igual a la que conocemos también de otras elevaciones rhyolíticas antiguas, enterradas por los depósitos del relleno.

Al pie meridional del cerro de La Culebra, enfrente del escalón sobre el cual al otro lado del río está situado el pueblo de Ixcatán, sale una especie de mesa que se mete al ensanchamiento de la barranca.

Esta mesa es llamada del Rancho de Escoba, y está constituida de una rhyolita muy semejante a la de La Cuesta que ha dado el nombre a la cuadrilla que está a su pie y forma un primer escalón a la subida de Pie de la Cuesta a Ixcatán. Es una rhyolita granofírica como la que hemos descrito de la hacienda de Lazo; solamente que los fenocristales frescos de sanidino son más abundantes (el cuarzo es bastante raro). La pasta fundamental granofírica demuestra ya cierta tendencia para la formación de agregados esfererulíticos de sanidino (carácter óptico de las fibras positivo, la cruz de Brewster claro y poco inclinado respecto a los planos de los nícols). Además, se observan al microscopio ciertas formas que por su estructura podríamos llamar microlitofisis. La roca está impregnada por sílice coloide en forma de hyalita o de ópalo y por sílice cristalino, formando esta calcedonia costras fibrosas alrededor de los riñones pequeños de la hyalita (el carácter óptico de las fibras de los esferocristales de calcedonia es negativo.)

La rhyolita mencionada del escalón del rancho de La Escoba está impregnada de estas substancias y demuestra, por lo tanto, con más claridad la textura fluidal y el carácter original de la rhyolita granofírica que macros-

cópicamente siempre tiene un aspecto terroso. La roca lleva de vez en cuando inclusiones de basalto, y se presenta en el terreno en unión con tobás y rhyolíticas estratificadas en capas horizontales donde no, por el deslave y la erosión, tienen una posición inclinada, como por ejemplo, en la barranca del Rancho de Huachis al lado SE. del cerro de La Culebra. En este punto una corriente basáltica (1) que se había extendido en posición horizontal sobre las tobás a causa del trabajo rápido de la erosión de ellas, hoy tiene una inclinación bastante marcada, paralela a la de la pendiente del terreno.

Mientras que el relleno del valle en el lado derecho de la barranca río abajo se acaba en las faldas del Cerro Alto, que con sus acantilados termina el ensanchamiento de este tramo de la barranca, en el lado izquierdo continúan las formaciones del relleno, y precisamente con el arroyo que, pasando por Ixcatán, se une al Río Grande en Pie de la Cuesta, principia un arreglo especial de estas capas del relleno que con pocas interrupciones se continúa con cierta uniformidad hasta el arroyo de El Escalón ya cerca de San Cristóbal. Este lado de la barranca, que río abajo del punto llamado Pie de la Cuesta, está caracterizado por un relieve en que sobresalen uno o dos escalones con sus respectivas mesetas y está coronada arriba por una corriente rhyolítica que con sus acantilados altos, llamados "La Ceja de la Barranca," es la continuación de la rhyolita que forma la ceja entre el Puéntillo y Las Animas. El camino que hasta el Pie de la Cuesta sigue por la orilla del río, más adelante ya no cabe en el fondo de la barranca cuyas laderas empinadas solamente en algunas partes se retiran algo del lecho del río y dejan un lugar reducido para la formación de pequeñas playas. Por lo tanto, el camino sube al Pie de la Cuesta a Ixcatán y aprovecha de aquí hasta El Escalón las mesetas arriba mencionadas. La primera de éstas debe su origen, probablemente, a la mayor resistencia de la rhyolita arriba descrita y se extiende desde el arroyo de Ixcatán hasta el de La Soledad.

Por un lado de este escalón se precipita el terreno hacia el fondo de la barranca, por el otro se levantan los acantilados de la "Ceja." La rhyolita que forma en ceja, demuestra cerca de la bajada, hacia la hacienda de La Soledad, una textura de separación muy marcada, formándose, por ejemplo, como se ve en la lámina XXV en un lugar de la base de la corriente una separación en lajas que para arriba desaparece, obteniendo aquí la rhyolita, en parte, un carácter más macizo, en parte una textura muy irregular, que se asemeja a una textura fluidal. En la misma lámina se ve que esta división en una capa inferior y una superior, es meramente local y ya más adelante la corriente desde la base hasta su superficie tiene una estructura uniforme que es la de una separación en columnas perpendiculares de contornos irregulares.

La roca de esta corriente es, como dijimos antes, una rhyolita rica en cristales de sanidino transparente con una pasta fundamental de color rosado y de una textura terrosa algunas veces esferulítica.

La roca que coleccionamos en el punto más alto del escalón de Ixcatán (antes del principio de la bajada a la hacienda de La Soledad) se caracteriza además por sus infiltraciones de carneolita que abunda en las piedras rodadas

(1) Cerca del Rancho de Huachis nacen en la base de esta corriente unas aguas termales con temperatura de 38° y sin dejar depósitos. Probablemente son aguas freáticas que al contacto con el basalto todavía no completamente enfriado, se calentaron a la temperatura indicada.



de estos acantilados. Al microscopio se observan en la roca numerosos cristales de sanidío fresco pero muy quebrado, sin que los fragmentos estén notablemente separados. Al contrario, parece que cuando los cristales se reventaron, el magma ya estaba muy viscoso y casi sin movimiento y se limitaba a rellenar los espacios entre los fragmentos sin removerlos, mientras que la mayoría de los fenocristales de sanidío es pura y sin inclusiones; hay otros que son mezclas del mencionado mineral con cuarzo, resultando de esta unión fragmentos de cristales de estructura gráfica (mirmequítica). Fuera de esta combinación, que es bastante rara en la roca, el cuarzo falta por completo entre los fenocristales. En cambio, la pasta fundamental se compone de sanidío y cuarzo; su estructura es por lo regular granofítica, pero de vez en cuando la pasta presenta también una estructura esferulítica y axiolítica bien marcada y uniforme, teniendo las esferulitas, que en maximum alcanzan unos 3-4 milímetros de diámetro, un carácter óptico negativo, siendo las fibras que las forman de carácter positivo. De esta manera estas formas parecen ser más bien cristales-esferulitas de cuarzo (según la nomenclatura de Rosenbusch).

La barranca de La Soledad corresponde, con excepción de su parte superior, a una línea tectónica que se hace patente ya por la circunstancia de que las rocas que forman las paredes del arroyo abajo de la hacienda, son diferentes a ambos lados. Pero la fractura se hace más notable por la presencia de un macizo de una roca intrusiva gabbroide a cuyo margen sigue el mencionado arroyo. Inyecciones de este magma, en forma de apófisis, se encuentran en las paredes de la barranca de La Soledad hasta cerca de la base de la corriente rhyolítica de la ceja. La intrusión del fondo de la barranca está acompañada de manantiales de aguas termales y emanaciones de vapor (véase lámina XXVI) habiéndose depositado en este lugar regular cantidad de carbonato de cal, que se precipitó (y precipita) en forma de una aragonita pulverulenta y fofo que como se ve en los depósitos más antiguos, se cambió en la modificación estable de la calcita que se presenta en forma de masas cristalinas con una estructura de fibras gruesas y paralelas muy parecida a la de la aragonita cristalina. La transformación de la modificación inestable de la aragonita es la estable de la calcita en los depósitos cristalinos, es casi completa, pues la reacción de Maigen ni después de hervir la calcita pulverizada durante cinco minutos da una coloración violada del polvo, mientras que la aragonita reciente (1) sacada de un manantial la da inmediatamente.

La roca de esta intrusión de la "Calera" de la barranca de La Soledad, tiene macroscópicamente una estructura granuda y es de un color negro lustroso con manchas pequeñas rojas y verdosas. Al microscopio se observa una estructura ofítica intersertal formada por una gran cantidad de plagioclasas alargadas de la combinación de la bytownita. ( $Ab_{25}An_{75}$ ), de una piroxena monoclinica y de olivino más o menos alterado y poca cantidad de apatita acicular. El olivino y la plagioclasa son idiomórficos, mientras que la piroxena es el elemento que viene a rellenar los intersticios que quedaron entre los minerales anteriores y como la masa de la piroxena tiene la misma

(1) No nos ha sido posible investigar si el carbonato de cal que se forma alrededor de los manantiales, en estado nascente, pertenece a la modificación de la veterita, como es probable, o a la de la aragonita. Las muestras que trajimos, ya no se puede averiguar en que modificación al carbonato se precipitó.

orientación en una extensión más o menos grande, sin embargo de que está interrumpida por feldespatos y olivinos, le da a la roca cierta estructura poiquilítica. La piroxena pertenece al grupo de las diopsidas (extinción máxima  $44^\circ$ , dispersión más fuerte del eje A) y se asemeja al dialage por un crucero paralelo a (100) que se observa en los cortes basales. El olivino es, como queda dicho, generalmente alterado en magnetita y serpentina, probablemente mezclados con talco o tremolina; zona de "Keliphita," alrededor de los olivinos no se observan; en cambio, parece que la magnetita se concentra en los márgenes de estas periotitas. En los pocos poros de la roca se encuentra un mineral verde, sin dicroismo o solamente con uno muy ligero, que forma, por lo regular, un agregado irregular de fibras y algunas veces pseudo-esferulitas muy finas de carácter óptico positivo, siendo las fibras, por lo tanto, de un carácter negativo. Sus colores de interferencia son muy bajos, lo mismo que su índice de refracción. Estas propiedades nos hacen creer que el mineral sea un clorita. Además, se observan de vez en cuando infiltraciones escasas de carbonatos en esta roca, que debemos clasificar como un gabbro de olivino de estructura hipidiomorfa-granuda. En las capas rhyolíticas, que se encuentran arriba de esta intrusión de gabbro, se encuentran frecuentemente diques de una roca basáltica que por su aspecto macro y microscópico y por la distribución en el terreno, parecen ser apófisis del gabbro de la "Calera." Esta roca, que en varias inyecciones se encuentra en la rhyolita debajo de la corriente de la ceja, a lo largo del camino de la hacienda de La Soledad a la de Huaxtla, es un basalto compacto en el cual sobresalen unos granos más grandes de olivinos. Al microscopio se observa una estructura porfirica holocristalina. Los fenocristales de plagioclasa de formas prismáticas pertenecen a mezclas de la composición de una bytownita ácida; los de olivino frecuentemente están alterados. La pasta fundamental está compuesta de plagioclasas más ácidas y por augita en cristales muy pequeños prismáticos. Este basalto de plagioclasa con olivino se encuentra, como queda dicho, como intrusión en las rhyolitas felsíticas y vítreas debajo de la corriente superior o de la "Ceja" y no la atraviesa esta última.

A estas inyecciones básicas corresponde en el terreno casi siempre una depresión más o menos marcada y como según lo dicho, estos flones no entran a la roca de la ceja, los arroyos en la rhyolita resistente de esta capa no están tan pronunciados como en las partes inferiores de esta ladera izquierda de la barranca.

La rhyolita, o mejor dicho, la serie de rhyolitas que componen con capas más o menos concordantes, la base de las corrientes cuyos acantilados forman la "ceja" de este lado de la barranca, son unas rocas más o menos oscuras, de un color morado rojizo, en las que les predomina una pasta fundamental más o menos terrosa, algunas veces con estructura fluidal, sobresaliendo pocos cristales de un feldespato claro frecuentemente alterado. La estructura de la pasta fundamental, que por lo general tiene colores bastante oscuros, varía entre la pilotaxítica, felsítica y hyalopilítica, con textura fluidal, que en algunas muestras está combinada como una distribución axiolítica de los elementos cristalinos. Los fenocristales de feldespato monoclinico no tienen los caracteres del sanidino sino que están alterados, unas veces turbios, otros completamente transformados en un agregado de granos de cuarzo secundario. Cristales de cuarzo primario son bastante escasos.

Estas rhyolitas están atravesadas por grietas más o menos finas que

han sido resanadas posteriormente por ópalo y calcedonia. Esta última se presenta en forma de fibras que casi siempre se reúnen en esferulitas entre las cuales, en las láminas, hemos encontrado algunas muy bien desarrolladas que demuestran claramente su formación centrógena, (1) con toda claridad por los contornos en líneas rectas que se observan donde se encuentran dos y más de estas esferulitas que se deben de haber formado simultáneamente. La distribución de los dos minerales que rellenan las grietas no es simétrica sino que el depósito del ópalo, que con sus zonas remeda la forma de las paredes de la grieta, es grueso en un lado y muy delgado en el otro; mientras que el hueco, que quedó después del depósito de la sílice amorfa hidratada, ha sido rellenado más o menos simétricamente por la calcedonia. A los dos lados de la grieta, la rhyolita ha sido impregnada de hidroxidos de fierro y es de notarse que esta impregnación es más abundante del lado donde se encuentra en la grieta la zona más gruesa del ópalo.

El camino de la hacienda de La Soledad para la de Huaxtla, en el primer tramo, después de la salida de la barranca de La Soledad, sigue faldeando sobre estas rhyolitas que más arriba desaparecen debajo de la rhyolita de la "Ceja." Más adelante, la ladera de Barranca del Río Grande que demostró desde Ixcatán cierta uniformidad en su tectónica, está interrumpida por un bloque que forma una especie de contrafuerte que se representa en forma de una mesa saliente a media altura de la ladera. El camino, para vencer este obstáculo, tiene que subir el plan de la mesa, formado por la rhyolita de la "Ceja" y baja al otro lado a la continuación del escalón que con mayor o menor claridad viene destacándose a este lado de la barranca desde Ixcatán hasta cerca de San Cristóbal y sobre el cual están situadas más adelante la hacienda de Huaxtla y San Lorenzo y la población de El Escalón, llamándose la última parte de él "Mesa del Rodeo." En la bajada del escalón hacia el fondo de la barranca encontramos, en primer término, una rhyolita fluidal, parecida a la descrita arriba y con una estructura micro-granofírica con indicios de un arreglo esferulítico. En esta pasta fundamental predominante se hallan pequeños y escasos cristales de un sanidino muy transparente con una extinción de 8 a 9° y con el plano de los ejes perpendicular al plano de simetría. Debajo de esta rhyolita aparecen tobas rhyolíticas estratificadas, las que, lo mismo que la rhyolita microgranofírica, están atravesadas por filones de basalto y arriba de ella principia la rhyolita de la "Ceja." Como se ve, también aquí en El Escalón tenemos la misma distribución que en los alrededores de la hacienda de La Soledad.

Réstanos la descripción de la rhyolita de la "Ceja" que es la forma más sobresaliente de esta parte de la ladera izquierda de la barranca del Río Grande.

La rhyolita más o menos esferulítica e inyectada con carneolita que forma los acantilados de la "Ceja" antes de llegar a la barranca de la hacienda de La Soledad, cambia de aspecto más adelante y se presenta como una roca cuya estructura es netamente porfírica con una cantidad considerable de grandes fenocristales de sanidino que están unidos por una pasta fundamental de color gris oscuro. Al microscopio, esta pasta se revela como felsítica micro-cristalina (roca coleccionada cerca de la hacienda de San Lorenzo) que

(1) Boris Popoff. "Eine neue Untersuchungsweise sphärolitischer Bildungen." *Tschermaks Min. Pet. Mitt.*, T. 23. Viena, 1908, p. 153.