
LOS AXALAPAZCOS.

Después de las generalidades sobre los cráteres de explosión que en dos palabras hemos expuesto en la primera parte de este estudio, nos vamos á ocupar de la descripción, un poco detallada, de estas construcciones volcánicas que se encuentran en los llanos del Estado de Puebla.

Se habrá notado que los cráteres de explosión han sido designados por nosotros con el nombre genérico de *Xalapazcos*, palabra india con que los antiguos mexicanos designaron á estos cráteres, especialmente á los de la región de que hablamos, y quisiéramos conservar esta palabra para la designación general de todos nuestros cráteres de explosión, porque encierra en sí, ya una idea de la constitución y forma de estos aparatos.

En efecto, los mexicanos llamaron *Apaxtli* á las vasijas de barro que acostumbraban fabricar para los usos domésticos; pero en la representación jeroglífica del *Apaxtle* del Códice Aubin,¹ dicha figura consiste en un trasto de barro colocado abajo del signo de cerro, de donde nació la idea de considerar la palabra *Apaxtli* por la significación del verbo *Apatzca*, también para representar el lugar donde se filtran las aguas ó sinónimo de

1 *Peñafiel*. "Nomenclatura Geográfica de México." México, 1897.

manantial, y tal podría ser en realidad la mejor interpretación del jeroglífico en el que la vasija de barro se encuentra al pie de la montaña (fig. 1).



Apazco.

Fig. 1



Apazco (variante)

Fig 2

Pero no podían pasar inadvertidos para los indios mexicanos la multitud de cráteres volcánicos diseminados en los vastos dominios de su imperio, y mucho menos los cráteres de explosión, de gran diámetro, construídos con material pulverulento, y cubierto de agua su fondo. Como muchos de estos cráteres se encuentran en medio de llanuras, junto á ellos erigieron muchos pueblos para estar al alcance del líquido para sus necesidades. No es de extrañar, pues, que los indios llamaran á los cráteres de Puebla, *Xalapazcos*, que en su propia lengua quería decir *vasija de arena*, aludiendo al material con que están construídas estas enormes cavidades en forma de vasijas. Todavía con más propiedad llamaron *Axalapazcos* á las *vasijas de arena con agua*, ó lo que es lo mismo, á los cráteres-lagos.

En la variante del jeroglífico de *Apaxtli*, que damos en la figura 2, tomada igualmente de una obra del Doctor Peñafiel, vemos que la vasija se encuentra sobre el

signo de cerro y no en la falda como en la figura anterior, y parece entonces que tal jeroglífico podría referirse, entre otras acepciones, no ya á manantiales, sino á las cavidades embudiformes ó á los cráteres de nuestros volcanes, puesto que un manantial muy raras veces se encuentra en la cima de un cerro. Sea ó no que la figura número 1 pertenezca á la representación jeroglífica de manantial, puede también significar un *Apazco* ó un *Xalapazco*, puesto que concuerda muy bien con la posición que tienen, como ya dijimos, muchos de los cráteres-lagos.

Así pues, tenemos tres palabras que el Sr. Aguilera ha querido introducir en nuestro vocabulario geológico y que son: *Apazco*, que servirá para indicar toda cavidad embudiforme de cualquier naturaleza que sea; *Xalapazco*, con que llamaremos á los cráteres de explosión, hechos generalmente de tobas, y *Axalapazco* á los cráteres-lagos, también formados por explosión; por lo tanto, *Axalapazco* es equivalente á la palabra *maar*.

A más del nombre general de *Xalapazco* que tienen todos los cráteres de Puebla, y que, como hemos dicho, expresa muy bien la forma y naturaleza de estos cráteres, el nombre que tienen algunos de ellos es á su vez muy expresivo; así, por ejemplo, el *Axalapazco* de Alchichica, quiere decir *lugar de agua salada*; el de Alxoxuca, *lugar de agua verde*; y en efecto, las aguas de aquél son muy saladas y las de éste tienen un tinte verde azulado intenso, muy hermoso.

Algunas veces los habitantes de los llanos de Puebla distinguen los *Xalapazcos* por su tamaño ó profundidad. Así, por ejemplo, los *Xalapazcos* que se encuentran en las inmediaciones de la Hacienda de ese nombre, á 9

kilómetros al N.W. de San Andrés Chalchicomula, se llaman *Xalapazco Grande* y *Xalapazco Chico*, en alusión á su diferente diámetro. Aquellos que se hallan al Sur de Tepeyahualco, que tienen un gran diámetro, pero muy poca profundidad, los llaman *Xalapazquillos*.

Los *Xalapazcos* de los llanos de Puebla están diseminados por grupos, á distancias no muy considerables entre sí, como se muestra en el croquis, Lám. XXI, y para conveniencia, los describiremos según su agrupamiento natural. Los grupos de cráteres son: el de Techa-chalco, compuesto de los cuatro axalapazcos: *Alchichica*, *Quechulac*, *Atexcaqui* y *La Preciosa*; el de Alxoxuca, compuesto de dos axalapazcos muy próximos: el de Alxoxuca y el de Tecuitlapa; el tercer grupo lo forman los *Xalapazcos Grande* y *Chico*, y por último, el cuarto grupo, que es el de los *Xalapazquillos*, al lado del cual describiremos próximamente los importantísimos cráteres de la Sierra Blanca.

Damos á continuación, Lám. XXII, el perfil comparativo de los diámetros y alturas de todos estos cráteres, así como su profundidad ó la del nivel de sus aguas, referido á un solo plano de comparación.

Siendo petrográfica y químicamente muy semejante el material cinerítico de estos cráteres, haremos una sola vez el estudio de este material, así como hablaremos en conjunto de las aguas que contienen los axalapazcos.

Hay tal semejanza en la posición relativa, naturaleza y forma en todos los cráteres de explosión, que hemos visto descritos en la literatura vulcanológica, que más de una vez hemos quedado sorprendidos de los múltiples puntos de contacto que entre ellos existen, y tal parece que su formación se realiza en condiciones muy pareci-

das, en lugares del mundo muy distantes. Lo que más varía es la clase de rocas que las explosiones han perforado.

Para cerciorarse de las semejanzas que existen entre los cráteres de explosión, bastaría seguir y familiarizarse con las descripciones de este tipo de volcanes. Por ejemplo, las maaras del Eiffel, los embriones de volcanes del Schwabischen Alb, algunos de los cráteres de l'Auvergne y el Mont d'Or, los numerosos cráteres-lagos de la Italia central y meridional, tales como los de las faldas del volcán Laziale, cerca de Roma, el lago de Bolsena, el cráter de Vibara, los de Montecchio en el Monte Vulture y los famosos de los campos Flégreos, cerca de Nápoles; las calderas de Palma y Banadana en las Canarias, algunos cráteres de las pequeñas islas del grupo de Hawaii, los restos de antiguos conos de tobas de explosión en la parte central de Escocia, numerosos cráteres de las mesetas de Utah, etc., etc., y por último, en nuestro país los volcanes de Santiago, los de Xico, las Calderas en el Valle de México, el cráter-lago de Tacámbaro, etc.¹

LOS AXALAPAZCOS DE TECHACHALCO.

La posición relativa de los cuatro axalapazcos que forman este grupo, queda indicada en el plano de la Sierra de Techachalco, que publicamos en la primera parte² y en el que se verá que dos de estos cráteres se hallan respectivamente en los extremos Norte y Sur de dicha

¹ En nuestro estudio de los volcanes de Valle de Santiago, *Mem. Soc. Alzate*. T. XIV, habíamos visto un cráter de explosión cerca de Apazco, el que es en realidad un simple hundimiento.

² Núm. 9 de Parerogones.

Sierra y un tercero en el extremo de uno de sus contrafuertes. En cuanto al cuarto no muestra aparentemente ninguna conexión con esta sierra ni con las otras sierras de los llanos, por estar separado de ellas por llanura. Sin embargo, no dista más que unos cuantos kilómetros de la base de la Sierra del Citlaltepetl.

Este grupo de cráteres es de los más interesantes de la región á causa de la probable simultaneidad de sus explosiones y de las condiciones particulares de su formación.

AXALAPAZCO DE ALCHICHICA.

El axalapazco de Alchichica es uno de los más grandes del grupo. Su forma tiende á la de un círculo, y su diámetro tiene cerca de 1,880 metros. Por el lado oriental, sus bordes apenas se levantan sobre la llanura, pero se elevan gradualmente al Norte y Sur, y terminan al Oeste, en una gran cresta de 100 metros de altura sobre las aguas. Las últimas lomas del extremo septentrional de la Sierra de Techachalco, llegan casi hasta los bordes de la laguna, pero las pizarras con diques de rocas verdes que forman aquellas lomas, no aparecen en los bordes por estar cubiertas por las tobas de la explosión. Entre las aguas del lago (que tienen como las de los otros cráteres, un intenso color azul verdoso), y las paredes del cráter, se extienden angostas playas que se prolongan en plano debidamente inclinado debajo del nivel del agua. En los veinte metros de altura que tienen las paredes orientales, las capas de tobas grises, intercaladas de capas de ceniza suelta, de lapilli y de pómez, se ven casi horizontales ó con muy débil pendiente, tanto hacia el interior, como hacia el exterior. Unas veces las

capas se ven claramente separadas, otras la estratificación es muy imperfecta y producen una pendiente más uniforme, no tan escalonada como en los otros cráteres de este grupo. En el cráter de Alchichica no se encuentran otras capas que las del material de color gris, producido por la explosión á causa de la débil profundidad accesible á la observación, pues que las playas del lago están muy poco abajo de las llanuras inmediatas, lo que hace suponer que la cavidad se formó en su mayor parte en un terreno casi plano. Solamente al Oeste, coincidiendo con la mayor elevación de los bordes, se descubre, hasta un poco más arriba de la mitad de la altura de los taludes interiores, una masa de basalto y brechas de lapilli que existía antes de la formación del cráter, y que la erosión ha descubierto, puesto que las tobas la envuelven, adaptándose á todas sus sinuosidades. El pequeño macizo basáltico se ha descubierto por erosión, Lámina XXIII, en los lugares de fuerte pendiente, y de él partía una pequeña corriente de lava que fué en parte volada por la explosión; los fragmentos de esta roca se encuentran por todas partes, entre los materiales de la explosión.

Se encuentran igualmente empotrados entre las capas rudamente estratificadas de tobas, rocas de la formación de la Sierra de Techachalco, tales como pedazos de pizarras y calizas, y de la roca verde que viene en diques, en las lomas inmediatas al cráter.

En el corte que ha formado la erosión, donde el basalto se descubre, las tobas forman costra sobre los pequeños cantiles de basalto ó de aglomerados de lapilli, y esta costra se engruesa poco á poco, por nueva sucesión de capas hacia los bordes del cráter, formando escalones

que se advierten desde alguna distancia. Si cerca del fondo, sobre las aguas del lago, en el borde oriental, las capas de tobas están en posición casi horizontal, indicando que su depósito se hizo sobre una superficie casi plana, en el lado occidental las capas tienen su doble pendiente muy fuerte, debido al mayor número de capas sobrepuestas, además de haber cubierto una protuberancia del suelo.

En el talud exterior del axalapazco, por el lado occidental, una sola capa lisa, igualmente inclinada que el talud, se extiende en grandes tramos, cortada por numerosos surcos y angostas barrancas, que parten de los bordes, las que sin ramificaciones, mueren en la enorme base de muy débil pendiente, que desaparece insensiblemente en los vastos llanos del Salado.

El dibujo dará una idea (fig. 3) del aspecto general de este gran cráter, y el fotograbado una representación fiel de sus bordes occidentales, mostrando los desgarramientos que las tobas han sufrido por erosión, dejando á descubierto la antigua loma de basalto.

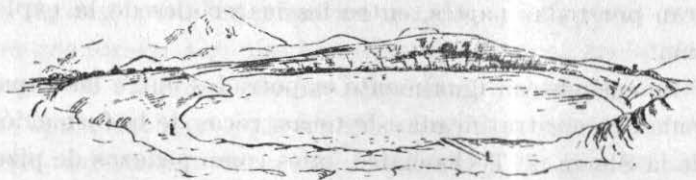


Fig. 3.—Alchichica.

AXALAPAZCO DE ATEXCAQUI.

El axalapazco de Atexcaqui es el más grandioso é instructivo de este grupo. Está situado al pie N. del más septentrional de los cerros de las Derrumbadas, y en el

extremo S.W. de la Sierra de Techachalco. En la vista de una de las Derrumbadas que se ha dado en la primera parte, se puede ver parte del talud exterior del cono truncado que encierra esta vasta cavidad, regularmente surcado por incisiones radiantes, profundas y muy próximas, efecto de las aguas atmosféricas sobre el material deleznable de que está formado.

Los bordes de este interesante axalapazco son también de altura muy desigual y sus taludes interiores están muy escarpados, lo que obliga, cuando se quiere llegar al nivel de las aguas, á abordarlo primero por el flanco oriental y seguir después el amplio camino que se ha practicado desarrollando una gran curva y con tramos en zig-zag.

Tan pronto como se asciende el cono por el flanco exterior, que se levanta en un terreno desolado y triste, el espectáculo cambia súbitamente al abarcar de un solo golpe de vista una amplia y profunda cavidad, de forma casi cuadrangular, encerrada entre paredes abruptas, surcadas y menudamente escalonadas horizontalmente. El fondo está cubierto por aguas de un color azul verdoso intenso, que lamen en parte bajos paredones, casi á pico. Solamente al Suroeste una angosta playa permite abordar cómodamente las orillas del gran lago, cuya playa invaden con frecuencia grandes rebaños cabríos. La vegetación es muy pobre y raquítica, excepto en los rincones de la parte baja, hacia el Suroeste, donde hay algunos árboles.

Como se ve en nuestro plano de la Sierra de Techachalco, el cráter se halla situado realmente en el flanco de un pequeño cerro, cuya altura no pasa de 150 metros sobre el terreno vecino; dicho cerro se liga con las lomas

que componen el extremo de la sierra mencionada, y está constituido en su totalidad de los mismos materiales, es decir, de calizas y de pizarras satinadas, verdosas, de edad no conocida, atravesadas por diques.

El contorno de la superficie que ocupan las aguas en el fondo, reproducen la figura cuadrangular de los bordes de este cráter. Su mayor longitud, de Este á Oeste, y de borde á borde, es de 1,200 metros, y sobre la misma dirección, la mayor longitud del lago es de 720 metros. La menor distancia entre los bordes opuestos es de 880 metros y la menor distancia de las riberas opuestas del lago es de 360 metros.

En todos los axalapazcos, el nivel de los lagos representa el de las aguas freáticas de toda la llanura, cuyo nivel es, en general, poco profundo con respecto á la superficie actual del terreno, un poco más elevada hoy, por la cubierta de materiales pulverulentos de las explosiones.

No es de extrañar, pues, que habiéndose abierto las chimeneas de explosión en la misma llanura, al pie de eminencias existentes, los niveles de las aguas se encuentren muy concordantes entre sí.

Dicho nivel está, por término medio, á 2,400 metros sobre el nivel del mar.¹

El punto más elevado del axalapazco de Atexcaqui, es un pico situado al N.W., á 170 metros próximamente sobre las aguas; el borde más bajo se halla solamente á 100 metros.

¹ Nuestra altura del nivel de las aguas de estos lagos difiere muy poco de la determinada por Saussure que es de 2406 metros. (*Coup d'œil sur l'Hydrologie du Mexique*. Extrait des Mémoires de la Société de Géographie de Genève. Genève, 1862.)

Excepto en las paredes N. W. y W. del cráter, que corresponden á la parte más elevada de los bordes, se pueden notar en el resto tres partes que se distinguen claramente por la forma de los taludes que producen, por el color, y por la estructura, las cuales consisten de materiales diferentes. La parte más profunda acantilada, bañada en parte por las aguas del lago, es un banco de lava dura, basáltica, con partimiento imperfectamente columnar. Estas paredes se elevan sólo algunos metros arriba de las aguas, y su límite superior es casi horizontal, lo que causa inmediatamente la impresión de que estas rocas forman parte de una corriente de lava que ha sido perforada por la explosión, sin que hayan sufrido las paredes cambio alguno de posición. La segunda parte de las paredes internas del cráter, que apoyan directamente sobre esta lava, consisten de una toba pomosa de color amarillento, deleznable, extendida en gruesas capas, en posición casi horizontal. Son bastante duras algunas, y no forman realmente taludes, sino paredes; tienen en total un espesor superior al del anillo visible de lava que sobresale de las aguas. Es muy importante notar que estas tobas son exactamente iguales á las que se encuentran á poca profundidad en el terreno que rodea el exterior del cono, y cuya superficie, débilmente inclinada, se extiende hasta la base de los cerros inmediatos.

Las tobas pomosas del interior del cráter formaban, pues, parte del terreno de rápida sedimentación, que cubría toda la llanura antes de la explosión que produjo la cavidad, y son el resultado del acarreo del material cinerítico, arrojado por algún volcán *andesítico* de los que se encuentran en las inmediaciones. Estas capas

fueron perforadas por la explosión, de la misma manera que la corriente de basalto que cubren, pues la altura que tiene el límite superior de estas capas, en el cráter, es la misma que la que tienen en la base externa del cono.

Consideremos, por último, la parte superior de los taludes interiores de la cavidad, la más importante por su espesor, porque constituye por sí sola todo lo que se levanta el cráter del nivel medio del terreno en el exterior, y es el material fruto de la explosión, acumulado alrededor del orificio. Este material se encuentra en forma de lechos, sensiblemente estratificados, con espesor que varía entre unos cuantos centímetros, hasta sesenta. Estas capas tienen posición *cuacuaversal*, es decir, la doble pendiente correspondiente á los taludes interior y exterior.

El echado externo de las capas corresponde, en muchas partes, al de la pendiente relativamente fuerte del cono, mientras que en el interior, sólo en la parte superior, cerca de los bordes, la superficie lisa y uniforme, acusa que la pendiente es la de las capas; cerca de su límite inferior, dichas capas están cortadas por erosión, en gradas ó escalones numerosos, como se ven en la lámina XXIV.

Los materiales pulverulentos que constituyen estas capas, varían un poco de consistencia. Una toba de color gris claro ó blanquizo, es la más abundante y forma las capas más gruesas. Entre ellas se intercalan capitas de lapilli, de arena basáltica volcánica, de aglomerados finos de pómez y de ceniza enteramente incoherente que suele venir también en nidos. En la masa de todos estos materiales, pero especialmente de las tobas, se encuen-

tran, con gran profusión, pedazos de basalto de todos tamaños, esquinados é informes, muy raras veces redondeados, con costras partidas y torcidas como en las bombas volcánicas. Estos grandes pedazos de basalto contribuyen mucho al trabajo de destrucción de las capas, una vez que han comenzado á desagregarse por los agentes atmosféricos. Más diseminados aún, y de menor tamaño, se encuentran pedazos de otras rocas, tales como de pizarras, que después del basalto son los más frecuentes; fragmentos de calizas compactas, á veces metamorfozados en mármol y conteniendo cristallitos de granate, vesuvianita y epidota; fragmentos de diorita, rocas verdes andesíticas y porfiríticas, y raros cantos rodados de andesitas semejantes á los de la Sierra del Citlaltepétl. La procedencia de aquellas rocas no es difícil de explicarse, porque se encuentran *in situ* en las paredes acantiladas del borde N.W. del cráter. Se comprende, desde luego, que los materiales en fragmentos han sido arrancados, durante la explosión, de rocas que existían en el lugar mismo donde se verificó; y que lanzados al mismo tiempo que el polvo, se dispersaban alrededor del orificio, sin ocupar posición determinada en relación con su volumen ó densidades.

En efecto, las pizarras y calizas apizarradas de la formación de la Sierra de Techachalco, asoman al pie del borde más elevado del cráter, y siguen debajo del nivel de las aguas. Dichas rocas, formando una eminencia de altura comparable á la de las lomas muy desgastadas por erosión, de los extremos de dicha sierra, forman varios pliegues muy unidos, que se indican aproximadamente en el esquema (Lám. XXV). Las calizas están, en parte, metamorfozadas y la formación está atravesada

por diques de rocas dioríticas, semejantes á los que ya hemos descrito al hablar de la sierra. Como este pequeño afloramiento de pizarras cae en pared muy abrupta hacia el fondo del cráter, presumimos que la explosión arrancó parte del afloramiento, y otra parte se ha derrumbado posteriormente, lo que ha motivado el corte en paredes verticales de la cubierta de tobas, como se ve en la misma lámina, la que da una idea muy clara de la forma que tuvo el afloramiento de las pizarras antes de la explosión, puesto que no muestra indicios de haberse movido de alguna manera, pero ni siquiera de haberse fracturado.

Pegado al flanco meridional de la loma de pizarras, se encuentra un pequeño macizo de basalto que se prolonga hacia el S.E., E. y N., constituyendo el anillo de lavas de que hemos hablado; es decir, que la masa basáltica, de forma irregular y elevada, se transforma en una cubierta de lava que escurrió sobre una superficie más plana. Como el macizo de basalto está, en partes, cubierto de aglomerados de lapilli, bien puede ser que dicho macizo forme parte de un pequeño cráter, y cuyos restos no podemos ver por estar ocultos debajo de las tobas. En la parte más alta el basalto sólo está cubierto por las tobas de explosión; éstas cubren sin interrupción, y siguen las sinuosidades del terreno, tanto de la lava como de las pizarras. En fin, á una altura menor, comienzan á aparecer las tobas amarillas, con la posición y los caracteres que antes hemos indicado, cubriendo el antiguo terreno de pizarras y basaltos; y por último, el todo se corona por las capas de tobas grises que fueron engendradas por la explosión, las que reproducen todas las si-

nuosidades de la superficie sobre que apoyan aún en los lugares donde ya existía una fuerte pendiente.

Así, pues, la explosión que dió nacimiento al cráter de Atexcaqui, tuvo lugar en el flanco de un pequeño cerro, constituido de pizarras de basalto y de tobas amarillas postpliocenas. No produjo movimientos en estas rocas, abriendo la explosión un conducto en forma de tubo.

La condición de abrirse tubos en flancos de colinas ó montañas existentes de antemano, es muy frecuente y no tiene nada de anormal; el lago Pavin de la Auvernia está en el flanco del cerro basáltico de Chalme, en Nassibe; en Madagascar, dice Velain, grupos de cráteres-lagos se encuentran en el flanco ó al pie de conos volcánicos. El cráter-lago de Montecchio se halla en las faldas del Monte Vulture (De Lorenzo). En las faldas del Monte Laziali, en la campiña romana, existen varios cráteres-lagos: Albano, Nemi, etc. (Sabatini). En la preciosa descripción de De Lorenzo, del cráter de Astroni, vemos que en las paredes del cráter existe una masa de roca (*La Capraza*), que existía ya antes de la formación del cráter.

Axalapazco de la Preciosa.—Como se podrá ver en el plano, el axalapazco de la Preciosa es de forma muy irregular, no tiene el contorno circular ó elíptico de muchos de nuestros cráteres de explosión, sino que más bien su forma se aproxima á la de un triángulo, cuyo lado mayor, orientado de N.E. á S.W., mide cerca de 1,800 metros. Una gran extensión de los bordes está muy poco elevada sobre la llanura (fig. 4), y con una pendiente exterior apenas sensible. Solamente por el lado N.W. hay una cresta encorvada con altura hasta de 50 metros, constituida de capas doblemente inclinadas de tobas gri-

ses, con superficie escalonada por la erosión, y con pendientes fuertes que se levantan, en parte, desde las aguas del lago.

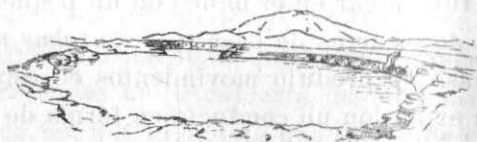


Fig. 4.—La Preciosa.

A la verdad, todo el contorno del axalapazco está formado de los materiales cineríticos arrojados en la explosión, y aunque un estribo bajo de la Sierra de Techachalco casi llega hasta los bordes del lago, el material acumulado impide ver las pizarras y calizas ó las rocas intrusivas que componen dicha sierra.

En los bordes elevados del cráter, la inclinación de las cubiertas de tobas es, como decimos, fuerte, pero va disminuyendo paulatinamente hasta adquirir una posición casi horizontal en las partes más bajas del borde, que sólo tienen de 6 á 8 metros de altura sobre el nivel de las aguas. En los bordes altos del axalapazco, las capas doblemente inclinadas de tobas no difieren de una manera apreciable, ni en color, compacidad ó naturaleza, de las de los otros axalapazcos de la región; y contienen, como en todas, fragmentos de pizarras, de calizas, de rocas verdes intrusivas y basaltos; pero en donde las tobas tienen la posición casi horizontal, ó sea en más de la mitad del perímetro del cráter, dichas capas de tobas están penetradas y endurecidas, ó bien simplemente revestidas por carbonato de cal. Su color blanco resalta mucho del color gris original de las tobas, y del color in-

tensamente azul de las aguas del lago (frecuentemente muy agitadas por los vientos arrasantes que soplan habitualmente en la llanura). La lámina XXVI muestra los bordes rebajados del axalapazco de la Preciosa, muy diversos de los bordes de los otros cráteres que ya hemos descrito y de los otros de que vamos á hablar, tanto por la insignificante altura de dichos bordes, como por lo muy dentellado y sinuoso del contorno; efecto de la erosión sobre las tobas endurecidas por las calizas de incrustación que han depositado allí las aguas muy saladas del lago.

Buscando el origen de la forma irregular de este axalapazco y de la extraordinaria desigualdad de sus bordes, teniendo en cuenta la circunstancia de que la cavidad se ha formado en una superficie plana, es preciso suponer que no sólo la erosión ha sido la causa de estas irregularidades, sino que también han intervenido fenómenos, durante la explosión, que no son comunes, al menos en intensidad, á los otros cráteres de que tratamos. En efecto, la acumulación de las tobas de la explosión en el borde W. y N.W. de la cavidad, debe haberse originado por una inclinación natural del tubo de erupción hacia esta dirección. Por otra parte, es probable que también los vientos hayan contribuido. Aunque no es posible distinguir más que una sola serie de capas concordantes, compuestas de material cinerítico, quizá la forma irregular y los estrangulamientos que presenta el axalapazco hayan sido determinados por dos ó más explosiones, causadas en puntos muy próximos y casi simultáneas. En uno ú otro caso, hay lugar á sostener la idea de una inclinación del conducto de la explosión, puesto que hacia el lado de la mayor acumulación de las

tobas hay una saliente en el contorno del cráter, que forma un vértice de la figura triangular que rudamente afecta la superficie del lago.

La presencia de la toba caliza á un nivel superior al que tienen actualmente las aguas del lago, permite asegurar que éstas han llegado á cubrir casi hasta los bordes más bajos del axalapazco. Es, pues, indudable, que la erosión ha quitado una gran cantidad de material, diseminado hoy en una grande extensión de la llanura. En el pasado, las aguas deben haber sido mucho más saladas y haber contenido, en disolución, mayor cantidad de carbonato de cal, puesto que esas mismas aguas no pueden hoy producir un depósito calcáreo abundante. Probablemente, además de las aguas que por infiltración se acumulan en el fondo de la cavidad, que es profunda (cerca de 90 m., según informes que nos han sido suministrados), debe haber sido también alimentada por algún manantial de agua termal.

*Axalapazco de Quecholac.*¹—Se encuentra aislado en la llanura que se extiende entre la Sierra de Techachalco y la gran Sierra del Citlaltepctl, cuyas faldas sólo distan unos dos kilómetros, y en las que se ve un cono volcánico muy bien formado. A muy poca distancia del borde N. del axalapazco, hay también una corriente de basalto, coronada por un pequeño cono.

Como el de la Preciosa, el cráter de Quecholac es más bien una cavidad hecha en el suelo, casi sin elevación. Le rodea un anillo de tobas, que se ven en las paredes interiores formando capas no bien estratificadas, poco

¹ Quecholac, según Peñafiel, "Nomenclatura Geográfica de México," significa agua de los "Quechullí" ó pájaros de pluma rica.

consistentes y con taludes poco escalonados debido á su poca consistencia. La forma general del axalapazco es elíptica, con un diámetro mayor de cerca de 1,200 metros, y con un diámetro menor de 800 metros. La mayor altura de las paredes interiores no excede de 50 metros, y la menor es sólo de 25 metros por el lado occidental, en cuyo borde se encuentra el pueblo de Quecholac.

Como en los otros axalapazcos, las tobas grises, únicas que componen las paredes, contienen intercalaciones de capitas de ceniza negra suelta, de lapilli y de pómez. En la masa de las tobas hay pocos fragmentos de calizas y pizarras, lo que es natural, puesto que este cráter no tiene ya conexión con la Sierra de Techachalco; en cambio, abundan fragmentos grandes de basalto y numerosos cantos rodados de andesitas, semejantes á las de la Sierra del Citlaltepetl. Es probable que los fragmentos de basalto hayan sido tomados de la corriente que hemos citado, al N. del axalapazco y que haya roto, en parte, la explosión; los guijaros de andesita han sido tomados de los lechos de aluviones y tobas pomosas andesíticas que se encuentran en el subsuelo de la llanura, como lo hemos visto en los axalapazcos de Alxoxuca.

Los taludes interiores del cráter de Quecholac se prolongan debajo de las aguas; de modo que el cráter tiene la forma de un embudo. No existen, por lo tanto, playas extensas entre el límite del agua y los taludes; pero gruesos y tupidos tulares forman alrededor una auréola verdosa, que produce un contraste fuerte con la completa desnudez de los taludes cubiertos de polvo. (Lámina XXVII.)

LOS AXALAPAZCOS DE ALXOXUCA.

El material de las explosiones, acumulado alrededor de los cuatro axalapazcos que acabamos de describir, no tiene, como hemos visto, ningún lazo de parentesco con las rocas que constituyen el gran macizo á cuyo pie se han abierto; tampoco tienen, con él, una relación tectónica manifiesta. Ambas cosas se ven realizadas, con frecuencia, en los grupos de cráteres de explosión (Eiffel, Alb, Faifa, etc., etc.). Del mismo modo hay grupos de axalapazcos que se han formado en íntima conexión con formaciones volcánicas preexistentes, y este es, probablemente, el caso más común: como los cráteres de explosión de la Auvernia, casi todos los de la Italia Meridional, los del Valle de Santiago, etc., etc., y también los axalapazcos que vamos á estudiar, situados en las inmediaciones del pueblo de Alxoxuca, á 18 kilómetros al N.W. de San Andrés Chalchicomula. Estos cráteres se han abierto en las faldas ó al pie de volcanes con conos pequeños muy bien formados, construídos con *tezontle* y lapilli, y soportados por corrientes de lavas basálticas formando pequeñas mesetas casi aisladas en medio de los llanos ó cuenca de Chalchicomula, cuya situación, con respecto á las otras cuencas que entran formando parte de los llanos del centro de Puebla, hemos indicado ya en otra parte.

Como construcciones aisladas, los axalapazcos no parecen tener otra importancia, en vista de lo efímero de la causa que los produce, que la revelación de una acción volcánica que parte de una débil profundidad del suelo, y la propiedad que tienen los gases y vapores allí elaborados, de practicarse un camino al exterior, con la

forma de un tubo ó chimenea. Pero cuando se relacionan estos aparatos con los grandes macizos volcánicos que no lejos de ellos se encuentran, entonces se reconoce el verdadero papel que desempeñan. No se podrá desconocer que los axalapazcos de que tratamos no son construcciones aisladas, como parecería indicarlo su situación aparentemente accidental, sino que la fuente que los engendra está en relación, más ó menos directa, con el foco donde se han engendrado las grandes erupciones, con cuyos productos se han construído algunos de los gigantes volcanes, mucho más viejos, en verdad, que á no grandes distancias se encuentran.

Hasta donde puede, la acción volcánica, que se manifiesta con gran persistencia, primero en un punto de la superficie terrestre, extender poco á poco sus raíces y multiplicarse, es cosa que en el centro de México sería difícil precisar, á causa de la proximidad de tantos grandes macizos que se modifican con la edad, fabricados con materiales de naturaleza semejante; pero un gran macizo, considerado independientemente, lleva siempre su séquito de pequeños volcanes; individuos degenerados en que se resuelve la manifestación volcánica, cuando en lugar de concentrarse en un solo punto, como al principio, se multiplica con el transcurso del tiempo.

Los axalapazcos de Techachalco no distan mucho, sólo unos cuantos kilómetros de la Sierra del Citlaltepétl, y están relativamente cerca del Cofre de Perote. Los axalapazcos de Alxoxuca y xalapazcos de Chalchicomula, poco se separan de las faldas del Pico de Orizaba, de cuya majestad se disfruta, como complemento grandioso, en el paisaje que encuadra á estos axalapazcos.

Dejemos para un estudio general estas consideracio-

nes, y volvamos á la descripción de los axalapazcos de Alxoxuca, que tienen una construcción un poco diversa de las de los cráteres-lagos anteriormente descritos.

Los axalapazcos que, para simplificar, hemos llamado de Alxoxuca, son dos, orientados casi de N. á S., y distantes uno de otro 3,500 metros; el cráter meridional se llama propiamente de Alxoxuca, nombre del pequeño pueblo situado muy cerca de los bordes septentrionales; el otro se llama Tecuitlapa, por hallarse ubicado entre la hacienda y el pueblo de San Miguel Tecuitlapa. Cada uno de estos cráteres es vecino de un pequeño volcán muy joven: el de Tecuitlapa está al pie del volcán ó cerro del Malpaís, llamado así por la corriente de lava muy reciente arrojada de la cima, por un pequeño cráter; el de Alxoxuca está en el flanco de un grupo de tres conos, casi alineados de E. á W., con cráteres más ó menos bien formados y descansando sobre una base común en forma de meseta, como se representa en el plano (Lám. XXVIII), la cual ha resultado de la superposición de varias corrientes de lava que han aparecido en diversas épocas, puesto que están separadas entre sí por depósitos de tobas pomosas amarillentas, de origen torrencial, semejantes á las que se extienden en casi toda la superficie de los Llanos, y que no pertenecen á los productos de los cráteres de explosión basálticos, sino á erupciones explosivas de volcanes andesíticos, y muy probablemente de las últimas erupciones del Pico de Orizaba. La corriente superior de la meseta, por estar cubierta de tobas, no afecta la forma de malpaís más que en sus bordes donde está la lava desnuda por la erosión. La corriente de lava más joven, salida del cráter más próximo del axalapazco, es de muy pequeña extensión

y se encuentra descubierta, formando un banco de espesor considerable.

Los antiguos indios mexicanos, moradores de esta comarca, han construído sobre esta meseta, un poco alargada al N., las tumbas de sus antecesores, reconocidas por numerosos pequeños montículos, cónicos ó piramidales; llaman la atención, por su tamaño, los que se encuentran en la parte N. de la meseta. Idolos, cuentas y otros artefactos de su industria, han sido hallados, con profusión, aun fuera de los montículos, en la tierra arable que cubre la fértil llanura que rodea los diminutos volcanes, y en la que no sólo se encuentran los ya citados conos, sino otros varios igualmente pequeños, tales como los de Zimatepec, al N.E. de Alxoxuca; los pequeños conos rebajados, al S.W., en el extremo de una cresta baja sedimentaria, parecida á la de Techachalco, y por último los xalapazcos, gemelos ó cráteres secos al Oriente. Todos estos volcanes, como se ve en nuestro plano, caben dentro de una superficie menor de 80 kilómetros cuadrados.

El volcancito del malpaís no descansa por todas partes sobre una meseta, sino que tiene, desde su base, la forma cónica, de pendiente suave; de la cúspide del cono se levanta el modernísimo cráter por donde brotó el extenso malpaís, bifurcado en dos ramas desiguales, desde donde la lava, al escurrir, encontró un caballete ó cresta alargada, en cuyo extremo se ve un muro acantilado, "La Peña del Gavilán."

El extremo de una de las ramas del malpaís llega hasta la base del borde occidental del axalapazco de Tecuítlapa, y aun fué desviada de su camino la lava, por esta repentina elevación. Así, pues, el gran axalapazco esta-

ba ya formado, y el malpaís escurrió sobre los productos de la explosión de ese cráter, como se puede observar sin gran trabajo.

¿Cómo explicarse que la lava, en lugar de seguir un conducto ya abierto por una explosión, haya brotado por un viejo conducto, cuya boca está á mayor altura que la del tubo de explosión? El centro de estos dos puntos de erupción no dista más de 4 kilómetros. La causa aparente no parece difícil de encontrarse, porque el fondo del axalapazco de Tecuitlapa está ocupado por un doma de lava y por pequeños cráteres de *tezontle*, lapilli y numerosas bombas basálticas; así, pues, el conducto se hallaba obstruído por un tapón resistente de lava.

El cerro del malpaís está ligado, por el S.W., con una arista poco elevada, desarrollada en forma de semicírculo y de bastante longitud para circunscribir, con el resto de las elevaciones que rodean á Alxoxuca, una hondonada, abierta solamente al N.E. y al S.

Aquella arista tiene la forma de media luna, como la Sierra de Techachalco, y como ella, está construída con pizarras y calizas, cuyos pedazos hemos encontrado aquí también, en las tobas de los axalapazcos. Dicha arista, baja, aguda y desnuda, no es más que un restante de una sierra importante que ha disecado extraordinariamente la erosión; no tiene masas grandes de rocas intrusivas que hayan ofrecido una mayor resistencia á la denudación, como la Sierra de Techachalco, pero sí muestra, como esta última, grandes pliegues descabezados.

La semejanza entre ambas sierras es completa; las rocas son análogas, con parecidos accidentes tectónicos, seguramente contemporáneos. Es muy curiosa, también, la posición idéntica de volcanes pequeños, situados en

sus extremos, indicando que puede haber para ello una razón tectónica, que nosotros no podremos descubrir sino después de un estudio más profundo de la localidad.

Fuera de este esqueleto de sierra sedimentaria, apenas escapado de la destrucción, que revela tan bien su antigüedad; de las corrientes de basalto y sus cráteres, y de los axalapazcos, no hay más que ver, en toda la región, que las capas uniformemente extendidas de tobas pulverulentas, pomosas, amarillas, andesíticas, alternando, cerca de la superficie, con las capas de tobas basálticas, formadas con los productos de los cráteres de explosión. Pequeños cortes, mostrando esta sucesión de capas, se pueden ver á lo largo del camino entre Alxoxuca y la hacienda de Tecuitlapa, de cuyos cortes damos una idea en la lám. XXIX, que hemos fotografiado con la mira de dar una idea de una serie de ondulaciones, á manera de pequeños pliegues, que tienen allí las capas de tobas basálticas, y que se han formado por la caída del material pulverulento en forma de lluvia acuosa, sobre una protuberancia cualquiera del suelo. En el caso de muy pequeñas ondulaciones, el fenómeno tiene una explicación muy simple: Antes de la caída de las cenizas basálticas sobre las tobas amarillentas, aun muy pulverulentas, extendidas uniformemente en la llanura, habían caído grandes bombas de basalto, que eran arrojadas al comenzar la apertura de los tubos de explosión, y que al venir de grande altura producían un ligero hundimiento, enterrándose en parte.

Inmediatamente después comenzaba la lluvia de cenizas, que al depositarse regularmente reproducían la forma del relieve existente del suelo, es decir, la parte saliente de la bomba. Más tarde, los surcos que practican

las aguas se convierten en cajones angostos, de cuyas paredes se desprenden las bombas por falta de apoyo, y entonces vemos las ondulaciones de las capas, tal como lo indica nuestra fotografía. En otros lugares, las piedras están aún en su lugar, revestidas por las capas encorvadas de tobas.

Después de estas sucintas ideas, veamos lo que enseñan los profundos axalapazcos de Alxoxuca.

Alxoxuca.—Es este uno de los axalapazcos más grandiosos del Estado de Puebla, por lo imponente y por lo abrupto de sus paredes, cortadas en muchas partes enteramente á pico. El contorno de sus bordes, claramente delineados como los de una vasija, tiene una figura ovoival que se alarga en la dirección del N.E. La laguna que ocupa el fondo es casi de forma circular, que es realmente la forma original del cráter, porque el agrandamiento que tiene del lado N.E. se ha producido por el trabajo de excavación, practicado por las aguas, que en tiempo de lluvias bajan por una barranquilla que nace en el flanco de uno de los conos llamados de Zotoltepec. Con el material acarreado se ha formado la playa que bordea por este lado la laguna. En el resto del fondo del cráter, las aguas bañan hasta el pie de paredes verticales ó de angostos y pendientes taludes.

Por el exterior el cráter se anuncia por una amplia y muy tendida rampa, en donde se ven muy regulares las capas de tobas, echadas débilmente según esta pendiente. Este enorme cráter, incomparablemente más bello que ningún otro axalapazco de México, se ve, de ordinario, muy animado y alegre; numerosos rebaños de cabras, ovejas y caballos turban la soledad con cencerros; pastores, lavanderas, bañeros y aguadores, suben

y bajan constantemente por angostos senderos, trazados en zig-zag.

Los habitantes de Alxoxuca, de Atenco y de algunas rancherías, se surten de las aguas de la laguna. El pueblo de Atenco está situado casi en los bordes occidentales; el de Alxoxuca, en el borde N.; los místicos pobladores de Alxoxuca han construído, casi en la parte más alta del borde del axalapazco, un magnífico templo de altas bóvedas, desde cuya torre se domina el sacabocado tubuliforme de 190 metros de profundidad. Haciendo abstracción del agrandamiento que ha resultado por la prolongación de la barranca que baja del cono de Zotoltepec, el diámetro medio, de borde á borde, es, próximamente, de un kilómetro. La profundidad del lado de Atenco es sólo de 105 metros. Una idea de conjunto de este Axalapazco, la damos en la fig. 5.

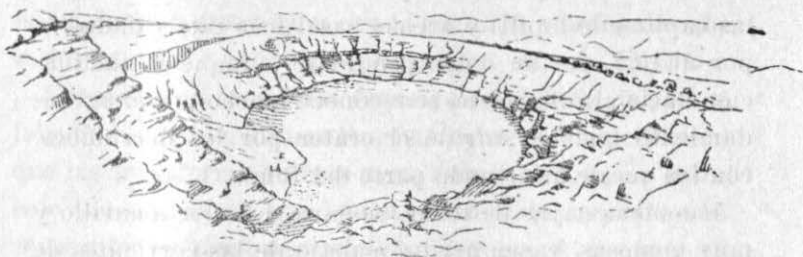


Fig. 5.—Alxoxuca.

En las paredes del axalapazco, donde se inician surcos ó incisiones regularmente espaciadas, se ven, con notable regularidad, una sucesión de bandas que marcan grupos de capas en posición casi horizontal, las que por su diferente compacidad, unas quedan enteramente verticales, y otras fuertemente inclinadas en talud. Entre estas bandas resaltan, por su color negro, y sobresalen

por su dureza, una gruesa capa de lava basáltica, dura y compacta, con tendencia á la estructura columnar, la que se reconoce, desde luego, como procedente de uno de los pequeños volcanes de Zotoltepec, y correspondiente, probablemente, á una de sus más tempranas, si no la más antigua erupción. También, intercalada en las tobas, pero á un nivel superior, se encuentra otra corriente de lava de la misma procedencia, cuya extensión no fué tan grande para cubrir toda la superficie que perforó la explosión; sólo se marca en las paredes orientales y abarcando un poco más de la mitad de la circunferencia, terminando en ambos lados en forma de cuña.

Hay que distinguir, entre las diferentes capas de tobas, aquellas que se han formado con los productos mismos de la explosión, que son los más superficiales. Se reconocen inmediatamente por su color, por los fragmentos de rocas y bombas que contienen en su masa, por las capitas de lapilli y arenas basálticas intercaladas, y por último, por su doble pendiente, aunque la inclinación hacia el interior no se reconoce mucho por el agrandamiento que ha sufrido el cráter por los derrumbes, con los que se ha llenado parte del fondo.

Las otras capas de tobas, siempre de color amarillo y muy pomosas, yacen arriba y abajo de las corrientes de lava, y son de naturaleza andesítica; contienen muy escasos fragmentos de andesitas, son muy deleznales y parecen ser formadas por rápida sedimentación; otras, son simples acumulaciones de polvo caído en forma de lluvia, ó arrastrado por torrentes.

Ya cerca del nivel de las aguas, las tobas se mezclan con aluviones, ó éstos con arenas y tobas, y se intercalan como lentes ó como capas regulares.

Uno de estos lechos, de aluvi3n y toba muy compacta, se puede seguir en todo el contorno, un poco arriba del agua, indicando que es una capa horizontal.

Las tobas puras, deleznales, tienen, generalmente, grande espesor, 5 3 8 metros, separadas por hilos de p3mez 3 de arena. Las capas de aluvi3n y tobas, 3 de aluvi3n y arena, son un poco m3s delgadas; las tobas grises de la explosi3n vienen en lechos delgados, desde algunos dec3metros hasta un metro.

A las corrientes de lava bas3ltica, cuyos cortes se ven en las paredes, debieron preceder y seguir peque1as erupciones de cenizas finas, bas3lticas, que suelen encontrarse mezcladas con las otras tobas, pero esto no siempre es f3cil de reconocer, 3 no ser por el examen microsc3pico.

Clasificadas las tobas tal como las hemos distinguido antes, forman tres series, con la sucesi3n y espesores que se les ha dado en el perfil comparativo (L3m. XXII).

Las tobas, en inmediato contacto con las corrientes de lava, han sufrido, en una angosta zona, una calcinaci3n que las transforma en una masa dura y de intenso color rojo. Lo curioso es que esta zona de calcinaci3n no es constante: en unas partes es muy gruesa y en otros lugares casi no existe.

La m3s baja corriente de lava aparece como un anillo completo, que tiene un espesor de cerca de 20 metros; la cara inferior de la corriente es muy careada, indicando que escurri3 sobre una superficie terrosa. La lava es muy compacta y muy desvitrificada, en el medio, y ampollosa y m3s v3treas en la base y hacia arriba, 3 causa de la diferente duraci3n del enfriamiento.

Estas lavas, habiendo escurrido sobre una superficie

muy uniforme, tal como lo revela el plano sensiblemente horizontal, visto en corte en las paredes del cráter, dejan comprender que las tobas eran de muy reciente depósito cuando escurrió la lava, de tal modo, que no tuvieron tiempo de ser surcadas y accidentarse en la superficie por erosión; no sucede lo mismo con las capas de aluvión de la parte inferior, cuyos espesores son variables y se limitan por líneas muy sinuosas, como formando verdaderas lentes, ó sea los cortes de lechos antiguos de arroyos. Así, pues, las capas de abajo, de cerca del nivel de las aguas, se han ido formando con alguna lentitud; pero al partir de los lechos de tobas pulverulentas, sin abundancia de aluviones, el terreno, se ha elevado probablemente en la llanura, al menos en la proximidad de los grandes volcanes de la Sierra del Citlaltepétl, con una rapidez verdaderamente asombrosa.

Tecuitlapa.—Este axalapazco es de mayores dimensiones que el anterior, y de forma que tiende á la de una elipse, con un diámetro máximo de 1,500 metros, próximamente, y una profundidad media, hasta el nivel del agua, de 95 metros. Tiene, exactamente, la misma constitución que el cráter de Alxoxuca, con la simplicidad que introduce, sin embargo, su menor profundidad. Sus bordes son un poco menos desiguales, y aunque estos tocan casi por el W. la base del cerro del malpaís, la influencia de su pendiente no se hace sentir en los bordes, puesto que son más elevados al N. y al S. El trabajo de la erosión ha marcado ya en el cráter de Tecuitlapa huellas más hondas: sus paredes, en gran parte inaccesibles, se ven con surcos relativamente profundos y muy próximos, además de entalladuras horizontales numerosas (Lám. XXX). El cráter se ha ido agrandando por de-

rrumbamiento de las paredes, con cuyo material se ha rellenado el fondo, acumulándose en la base de los muros, formando un talud de débil pendiente, el que ha obligado á las aguas saladas y poco profundas á reunirse hacia un lado, bordeando á un pequeño macizo ó doma de lava y á varios diminutos cráteres que se levantan del fondo y que formaban antes un islote un poco desviado del centro geométrico del embudo. Este grupo de construcciones pequeñas, que representan la última fase local de la acción volcánica después de la explosión, dan el sello característico á este axalapazco, pues es el único cráter, de los ya descritos, que muestra una eminencia de naturaleza lávica en su interior. El dibujo adjunto muestra la posición relativa de esta postrera construcción (fig. 6).



Fig. 6.—Tecuítlapa.

Dos partes principales la componen: un cerrito casi cónico, un doma cuya altura no llega á sobrepasar los más bajos bordes del axalapazco, y una cadena de tres pequeños cráteres, tan próximos entre sí, que un mismo borde los divide, en parte. Son más pequeños que el doma, pero de los tres, el más alto es el más inmediato á éste; dos de ellos tienen sus depresiones cratéricas, muy poco profundas, pero casi completamente cerradas, mien-

tras que el más pequeño, el más occidental, está abierto en forma de herradura, y las aguas del lago penetran en él como dentro de una bahía. El cráter más grande medirá, apenas, 50 metros, y el pequeño, 25 metros. Mientras que el flanco septentrional exterior de los pequeños cráteres envía su talud fuerte, directamente al fondo ya seco del axalapazco, del lado S. se prolongan en un débil plano inclinado, ancho, que estrecha mucho el espacio cubierto de agua que separa al doma y sus cráteres de las paredes meridionales del enorme axalapazco.

Los bajos conos que soportan á los pequeños cráteres, están constituidos de un apretado aglomerado, de pedazos de *tezontle* de todos tamaños, de colores rojo y negro; ya distribuidos sin orden, ya dispuestos en capas ligeramente inclinadas alrededor de la cavidad. Aunque algunas veces los fragmentos guardan cierto orden de tamaño, lo común es que, grandes y pequeños pedazos, romos ó angulosos se mezclan irregularmente formando un todo bastante compacto. Entran igualmente en la constitución de los cráteres, un número considerable de bombas volcánicas, pedazos de lava compacta y fragmentos torcidos y estirados. El doma aparece construído, al menos en su superficie, de grandes riñones de lava maciza rodeados de fragmentos de *tezontle* y de una cantidad enorme de bombas volcánicas en piezas desde un volumen de dos metros cúbicos hasta del tamaño de un puño, bastante sueltas algunas para rodar hasta la base del cono, pero otras soldadas al *tezontle* ó á los riñones de lava como si las bombas hubieren caído cuando dicha lava estaba aún caliente y semifundida. Es muy probable que el núcleo del doma sea en gran parte de lava maciza y que las revéntazones que se ven en algunos lugares

ó los rifones, sean proyecciones pedunculares de este núcleo.

Las bombas tienen la forma de bolas con superficie negra, pero más generalmente la de husos con superficie torcida y con sus costras partidas (bred-crust); su núcleo es compacto y la periferia ampollosa, aunque el caso inverso se suele también observar. Bombas de esta clase se encuentran regadas á centenares de metros afuera del axalapazco, y en los bordes del Sur hemos visto bombas de más de una tonelada de peso.¹

Los cráteres de tezontle deben de haberse formado uno tras otro, pero muy rápidamente, por explosiones sucesivas que tenían lugar por orificios muy pequeños. A éstos siguió la formación del doma, el cual debe haber surgido por una especie de hinchamiento, como una masa que crece con más ó menos rapidez, pero por cuyos contornos con nubes de vapores, eran lanzadas á los aires numerosas piedras todavía semifundidas, de las cuales muchas caían sobre el mismo doma, adhiriéndose á su masa.

No parece haber duda de que una masa fundida con movimiento ascendente, que apenas llegó á la superficie, obstruyó el tubo ya muy estrecho por donde se verificó la explosión, y que al cabo de un largo reposo acabó por enfriarse obstruyendo de una vez la chimenea.

Lo interesante del problema de los cráteres de explosión es que estos cráteres están muy próximos y sin embargo tienen completa independencia, y no ya como aparatos simultáneos sino sucediéndose con intervalos de reposo como ha sucedido aquí con el axalapazco de Te-

¹ Mezclas semejantes de bombas de todos tamaños con pedazos de tezontle y lapilli forman los "Volcancitos" del Jorullo, creados un poco después de la salida de la lava de la gran erupción de 1759.

cuitlapa y la corriente de lava del cerro del malpaís, es decir, tras de una explosión verificada por un amplio tubo, se produjo poco tiempo después, en un lugar inmediato, una erupción tranquila de lava. Esto se explica fácilmente en el supuesto de que el tubo de explosión se ha llenado con material sólido, como en efecto en el fondo podemos ver la cicatriz. Pero esta condición de una obstrucción con lava sólida no parece ser necesaria para que se formen tubos de explosión muy próximos entre sí é independientes, pues muchos de los tubos sucesivos ó simultáneos están rellenos de tobas como los cráteres destruídos que estudia Branco en la región del Alb.

Si la corriente de lava del malpaís hubiese escurrido por una mayor pendiente y en mayor cantidad, habría llegado á precipitarse en cascada dentro del axalapazco y aparecer éste como el cráter de explosión de la cañada Morelos del que ya ha dicho Böse algunas palabras.¹

LOS XALAPAZCOS.

Réstanos, para acabar con esta descripción de cráteres, decir algunas palabras de los *Xalapazcos* (Grande y Chico), situados al Oriente de Alxoxuca, á una distancia de 6 kilómetros y que se encuentran solos en medio de la llanura, sin más eminencia próxima que la baja meseta basáltica de Zotoltepe y los volcancitos de Zimatepec al Norte, á algo más de 3 kilómetros. Desde alguna distancia no se puede presumir la existencia de estos cráteres, porque el más grande, llamado el *Xalapazco Grande*, apenas tiene bordes que sobrepasan el nivel general del terreno del lado occidental y el *Xalapazco Chico* se

¹ Mem. Soc. Alzate, t. 14, 1900.

abre como en el medio de una loma tendida que la erosión no ha acabado todavía de arrasar. El *Xalapazco Chico* domina, por lo tanto, en altura al *Xalapazco Grande* en unos cuantos metros, cuya débil pendiente han utilizado las aguas para abrir pequeños surcos por donde el poco líquido va á precipitarse al interior del cráter grande, practicando en sus paredes orientales dos pequeñas abras muy estrechas.

Los bordes de estos interesantes cilindros huecos, pues tal es el nombre que más les conviene por su forma, pueden servir como el mejor observatorio para disfrutar de uno de los más grandiosos panoramas de volcanes que en México se pueden contemplar, porque sólo unos cuantos kilómetros de llanura separan á estos cráteres de los flancos del Pico de Orizaba, cuyo cono, siempre cubierto de nieve, se tiene enfrente (fig. 7 y lám. XXXI), y se ve



Fig. 7.—Xalapazco Grande.

tan cerca, que se pueden apreciar muy bien los taludes de escombros abajo de las nieves, interrumpidos por crestas desgarradas de lavas, por partes de corrientes destruídos; la fuerte pendiente de sus barrancas y el límite muy claro de la zona de vegetación, todavía muy tupida

en las laderas. ¿Cómo no se ha de pensar que aquel grande edificio, obra de siglos de erupción tras erupción, y estos pequeños hoyos cavados por una explosión única, no tienen una fuente común? No importa que la naturaleza de los productos que han arrojado sea algo diversa; sólo cuestión de temperatura y capacidad del foco pueden haber diferenciado. Todavía arrojaba cenizas andesíticas el Pico de Orizaba cuando explosiones formaron los *Xalapazcos*, dando una lluvia de polvo basáltico; luego si tienen una fuente común, ésta debe ser bastante profunda; pero envía largas ramificaciones que, ó se independen en el transcurso del tiempo, ó se portan en sus extremos como cosas diversas, por circunstancias locales.

○ Los dos *Xalapazcos* difieren poco en su diámetro, cerca de 700 metros uno y 600 metros el otro. En cuanto á su profundidad, el mayor tiene 70 metros y el menor 150 metros. Su fondo está seco, porque ninguno de los dos llega ahora á cortar las capas acuíferas de la localidad, como en el cráter de Alxoxuca, ó en el de Tecuítlapa; las aguas que aquí se juntan se infiltran prontamente y van á engrosar el volumen de aquellas capas.

Como se ve, en los perfiles de estos cráteres, el *Xalapazco Grande* tiene una sola pendiente abrupta, desde los bordes hasta el fondo, el cual se extiende en un plano poco inclinado hacia el centro, y que está aprovechado para siembras de maíz, mientras que el *Chico*, con paredes casi verticales, descende hasta un cierto nivel, al que sigue un talud de escombros, embudiforme, que baja hasta el punto central.

La vista que adjuntamos, lám. XXXI, tomada del borde occidental del *Xalapazco Grande*, donde se levantan

tan los muros de la Hacienda de Xalapazco, da una idea de la forma de las paredes interiores del cráter, surcadas regularmente por pequeñas barrancas, se ve también que el cráter comienza donde termina la llanura que viene desde el pie de la Sierra del Citlaltepétl.

La poca profundidad y el sembrado que cubre el fondo del *Xalapazco* mayor, lo hacen poco atractivo, mientras que el chico, con sus altas paredes, su forma cilíndrica, casi perfecta, el embudo de su fondo y la vegetación de grandes y diseminados árboles, le dan un aspecto más salvaje é imponente.

La proximidad de estos dos cráteres cuyos bordes distan menos de 1 kilómetro, dejará presumir desde luego que tienen igual constitución, tal como la hemos representado en nuestros cortes.

Como en los *Axalapazcos* de Alxoxuca los materiales que forman las paredes de los *Xalapazcos*, se pueden dividir en tres clases. El grupo de capas superiores, que consiste de las tobas grises de la explosión con su doble característica inclinación. Dichas tobas contienen fragmentos de basalto y cantos rodados de andesitas hornbléndicas é hipersténicas que fueron tomadas de los aluviones que en capas con arenas y tobas se encuentran á mayor profundidad. Esta capas apoyan sobre las tobas amarillentas, pomosas, deleznales, que corresponden á los depósitos superiores, uniformemente extendidos en la llanura, y por último, en el fondo vienen las capas de tobas intercaladas de capas y lentes de aluvión, andesíticos, á las que siguen en profundidad en el *Xalapazco Chico*, otra vez capas de tobas con poco ó ningún aluvión, indicando así las series alternadas, los períodos paroxismales de los volcanes de la región. Como se ha

visto, la estructura de los *Axalapazcos* de Alxoxuca y de los *Xalapazcos*, es muy semejante, salvo la intervención del material basáltico en corrientes y doma que muestran los primeros.

LAS AGUAS DE LOS AXALAPAZCOS.

En las páginas anteriores hemos indicado la forma que tienen las paredes interiores de los *Axalapazcos*, hasta el nivel de las aguas, y ahora importa conocer de qué manera se prolongan estas paredes debajo de este nivel. Se supone, naturalmente, que los taludes sumergidos son la continuación de los taludes superiores hasta donde comienzan las masas de derrumbes que dan al fondo de los cráteres la forma de embudos. Como la importancia de estos derrumbes guarda cierta relación con la altura de los bordes, se comprende que siendo éstos muy desigualmente elevados, el punto más bajo del fondo del embudo no coincide con el centro geométrico de las grandes cavidades.

Los lagos de los *Axalapazcos*, ó lagunas, como siempre se les llama en el país, no son muy profundos. Desgraciadamente no se han recogido cuidadosamente los datos adquiridos en algunos sondeos que se han hecho. Puede decirse, sin embargo, que en ninguna de las lagunas la profundidad excede de cien metros. Se nos refiere que en La Preciosa, la profundidad mayor es de noventa metros; en la de Quecholac, noventa y cinco, y en la de Alxoxuca, sesenta y dos. En la de Tecuitlapa, la profundidad es insignificante.

En *Axalapazcos* como el de Alchichica y el de La Preciosa, que tienen en partes paredes muy poco elevadas, las playas que se interponen entre estas paredes y la

orilla, se prolongan debajo de las aguas como un plano débilmente inclinado, al que sigue bruscamente una fuerte depresión, lo que se aprecia fácilmente, examinando la diferente intensidad del color azul verdoso del líquido.

El nivel medio actual de las lagunas responde invariablemente al de la capa acuífera más superficial de las llanuras, donde se encuentran los cráteres, como puede comprobarse por la profundidad de los pozos comunes, abiertos en las casas de las pequeñas poblaciones allí diseminadas, y cuyas aguas tienen, con poca diferencia, la misma composición que las de los cráteres. Así, pues, la presencia del líquido en su fondo, sólo proviene de que dicho fondo está más bajo que el nivel de las aguas freáticas de la región. En Tecuitlapa las aguas van disminuyendo rápidamente, porque los acarreos de material, hacia el fondo, van elevando el terreno poco á poco, arriba de ese nivel. Como se ve, en nuestros perfiles, los cráteres secos ó *Xalapazcos*, tienen su fondo arriba de las capas acuíferas, es decir, arriba del nivel de las aguas del *Axalapazco* de Alxoxuca.

Entre los cráteres de una misma región, por lo que respecta á las aguas, existen las más estrechas relaciones, pues son verdaderos vasos comunicantes; las pequeñas diferencias en el nivel del líquido, que no pueden apreciarse sino con nivelaciones precisas, sólo depende de la débil inclinación de las capas del terreno.

Las aguas de todos los axalapazcos sufren oscilaciones pequeñas de nivel, de acuerdo con la mayor ó menor abundancia de las lluvias, pero estos cambios no corresponden estrictamente al régimen que determinarían las más inmediatas estaciones. Lo que más llama la atención, es que el nivel medio actual, en todas las lagunas

de los cráteres de Puebla, es más bajo que el que han tenido anteriormente. Marcas de estos niveles y concreciones calizas, se encuentran hoy á más de dos metros arriba, en las paredes de roca basáltica del cráter de Atexcaqui, y ya hemos dicho que en La Preciosa, la toba caliza concrenada sobre las capas de tobas, se hallan casi hasta el borde más bajo del cráter, lo que significa una altura de cerca de siete metros. ¿Qué causas han determinado estos cambios? no las sabemos; sería preciso estudiar más detenidamente esta cuestión, que tiene, por otra parte, un interés considerable. El tiempo nos ha faltado para esto, así como para hacer un estudio completo sobre la composición de las aguas, que están muy cargadas de compuestos salinos; por lo tanto, muy impropias para los usos domésticos. Nos reservamos para más tarde hacer mención especial de la composición de las aguas de los *Axalapazos*, comparando nuestros análisis con los que han sido hechos anteriormente.

LOS PRODUCTOS DE LAS EXPLOSIONES.

Es indudable que las explosiones que han originado las grandes cavidades crateriformes, extremos de tubos ó chimeneas. además de los vapores y gases causa de la explosión, dieron salida á una gran cantidad de agua, que esparcida en la forma de abundante lluvia, circularía poco tiempo después en verdaderos torrentes. El líquido mezclado con los productos sólidos cineríticos, ha determinado la sedimentación de estos productos en capas regular y doblemente inclinadas alrededor de los orificios, y cubriendo el terreno inmediato, adaptándose á su relieve. La separación en capas de ese material, proce-

de: ó de un cambio en la naturaleza física de los productos dentro del corto tiempo de la erupción que sigue á la perforación del terreno en la superficie, ó á variaciones en la intensidad de la erupción, verdaderos instantes paroxismales, ó por último, á diversa cantidad del líquido mezclado á los productos sólidos que caen. Así observamos capas alternantes de ceniza fina, de ceniza gruesa, de arena volcánica, de lapilli ó de pómez; otras veces encontramos capas de la misma naturaleza física, en las que los planos de separación se reconocen por una mayor compacidad de las cenizas. En estas superficies suele conservarse la impresión de piedras, ó de arenas que sobre ellas caían, y aun frágiles cuerpos esferoidales de ceniza fina, que indican la caída de gotas de agua sobre un polvo fino, suelto y seco. De estos cuerpos esferoidales huecos, hemos tenido ejemplos en las cenizas de la última erupción del volcán de Santa María, en Guatemala, y con frecuencia los encontramos en las capas de tobas que cubren nuestros grandes volcanes.

Ya hemos indicado anteriormente cuáles son las especies de rocas que en fragmentos de diverso volumen se hallan retenidos en la masa de las capas de cenizas ó de tobas que rodean á cada cavidad, y cuyos fragmentos pertenecen siempre á las rocas inmediatamente subyacentes, nunca á rocas desconocidas en la región, ó que se suponga que vienen de gran profundidad; esto, unido á la invariabilidad en la naturaleza de los productos cineríticos de una región, plantea el más obscuro problema de los volcanes de explosión.

Así pues, en nuestros *Xalapazcos*, encontramos fragmentos de pizarras satinadas y calizas, juntamente con bombas y pedazos de basalto y trozos de rocas verdes ande-

síticas ó porfídicas, en donde las chimeneas de explosión están próximas á afloramientos de estas rocas; solamente en abundancia pedazos de basalto y cantos rodados de andesitas, en aquellos cráteres en cuyas paredes se ven corrientes perforadas de esa lava y capas de aluviones andesíticos. Menudos fragmentos y partículas de estas rocas hay siempre entre las cenizas traídas por la explosión, lo que á veces oculta su composición original. Entre los materiales pulverulentos con que están construídas las paredes de los cráteres, se distinguen á veces aquellos que fueron arrancados directamente al practicarse la perforación, de aquellos que han salido cuando ya estaba abierta la chimenea, y son los que se han acumulado al último, aumentando perceptiblemente la altura del terreno. En los cortes de nuestros *Xalapazcos* siempre hemos especificado las *tobas de la explosión*, de color invariablemente gris, muy diferentes de las tobas amarillentas, que pertenecen al terreno. Se comprende que cerca de sus contactos es difícil individualizarlas por efecto de la insensible transición. Se entiende que si la chimenea en lugar de abrirse paso al través de capas de tobas, rompe un terreno de rocas duras, su mayor volumen se reduce á fragmentos, y poco á polvo ó partículas pequeñas.

En algunos de los *Axalapazcos* de Techachalco no existen otras tobas que las grises de explosión.

Las capas de tobas de explosión son siempre de naturaleza basáltica; dichas capas más ó menos claramente definidas, varían en espesor desde unos cuantos centímetros hasta un metro; son poco consistentes y se reducen á polvo ó pedazos pequeños al más ligero golpe; su fragilidad aumenta cuando crece el tamaño de las partículas que las forman. Siempre se pueden separar en

estas tobas ó distinguir á la simple vista, granos ó pedacitos esquinados de roca negra basáltica y un polvo muy fino que forma la masa general, y que envuelve á aquellos granos, del que no pueden desembarazarse sino á fuerza de frotamiento, ó por lavado. Este polvo es, á juzgar por su naturaleza, el producto de la trituración extrema de la lava, y las tobas de cualquiera de los *Axalapazcos* antes descritos, sometidas al examen microscópico, consisten de partículas de vidrio compacto, transparente ó colorido en pardo, con inclusiones de microlitas de augita, de feldespatos calcosódicos y de granitos de óxido negro de fierro. Este vidrio es á veces globulítico, y á veces con pequeñas burbujas. Es, pues, como la pasta general de los basaltos en el polvo, igualmente esquirilas de feldespato, que aun dentro de su pequeñez muestra siempre los macles numerosos de los feldespatos básicos como el labrador, numerosos pedacitos de prismas de augita ferrífera muy verde, por transparencia y policrónica y granitos verdosos de olivino, que como los de hornblenda, son más raros. No causa extrañeza que las tobas de explosión provengan de basaltos en *Xalapazcos* donde esta roca preexiste en corrientes en el terreno perforado (aunque ya dijimos que en este caso la explosión las rompe y despedaza más que pulveriza), pero sí sorprende en los cráteres donde no se descubre ni se puede presumir que lo haya habido antes de la explosión á mayor profundidad; luego la explosión puede ser el resultado de expansión de gases que estaban incorporados á lavas basálticas, fundidas, ó en vías de un enfriamiento brusco, y que serían porciones de residuos de magma de viejas cisternas, ó focos volcánicos ya muy distantes, y aun quizá independidos de esos grandes fo-

cos; es decir, los pedúnculos de lavas de que otras veces hemos hablado.

Las tobas que participan de la composición de las tobas preexistentes y de las tobas de explosión, bien reconocibles en los *axalapazcos* de Alxoxuca, se distinguen casi inmediatamente al microscopio, porque además de contener en abundancia los elementos característicos del basalto (olivino, augita y pedacitos de esta roca), con no menos abundancia se descubren la hiperstena, la hornblenda, el feldespató oligoclasa y la pómez, que son los componentes de las tobas de origen andesítico y que yacen debajo de las tobas grises, y de las tobas mezcladas en capas horizontales pertenecientes al suelo uniforme de los llanos de Puebla. Por el estudio microscópico de estas tobas, hemos logrado atestiguar que erupciones basálticas alternaron con erupciones andesíticas, pues las corrientes de basalto descubiertas en el *Axalapazco* de Aljojuca, soportan á capas de tobas andesíticas, es decir, á cenizas de volcanes del tipo del Pico de Orizaba, y tal vez procedentes de este mismo volcán, que no está muy distante y que todavía hace dos siglos mostraba alguna actividad paroxísmica.

A propósito de las tobas amarillentas andesíticas que yacen horizontalmente, y más ó menos intercaladas de aluviones de andesitas descubiertas en Tecuitlapa, Alxoxuca y en los *Xalapazcos*, repetimos que algunas capas se han formado con material de transporte por las aguas, como lo demuestra la forma redondeada de los granos de minerales y pedazos de roca; pero otras se han formado por caída directa de ceniza. En este caso las partículas angulares y cortantes son de vidrio pomoso y los minerales se ven tan frescamente rotos, que conservan aún

parte de sus formas cristalográficas, alejando enteramente la idea de una fricción. Sin embargo, la forma redondeada ó angulosa de las partículas, no puede considerarse como una prueba absolutamente concluyente del nudo de formación de las capas. En el polvo y arena fina, arrojado como lluvia por el volcán de Colima, en sus últimos paroxismos, dominaban las partículas redondeadas.

México, 1905.

PERFIL COMPARATIVO

ATEXCADUI







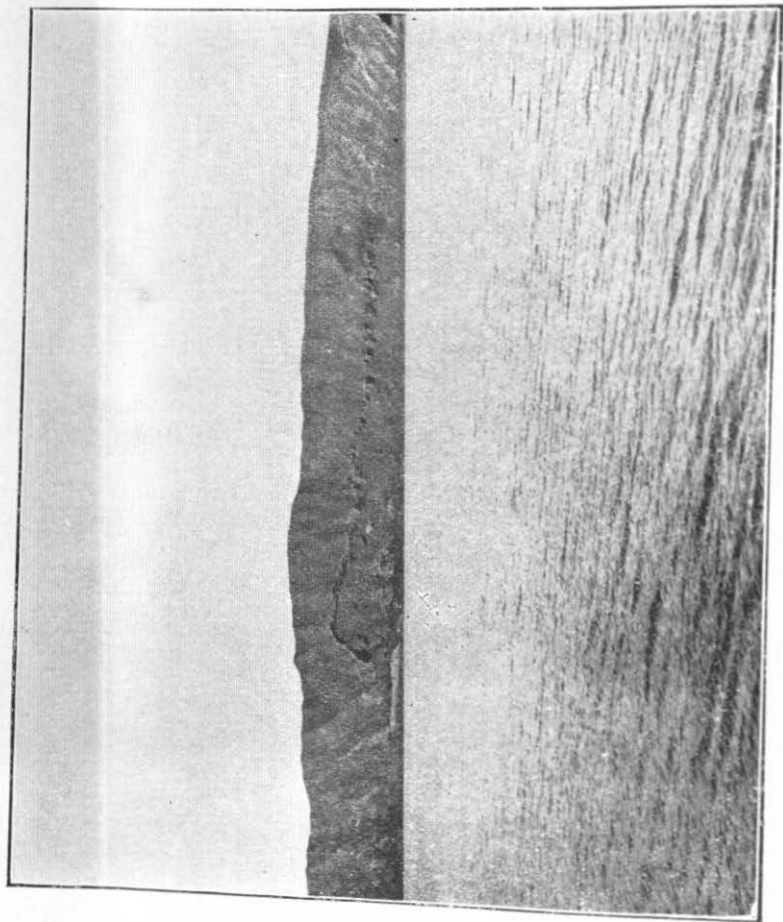
QUECHOLAC



ALXOXUCA

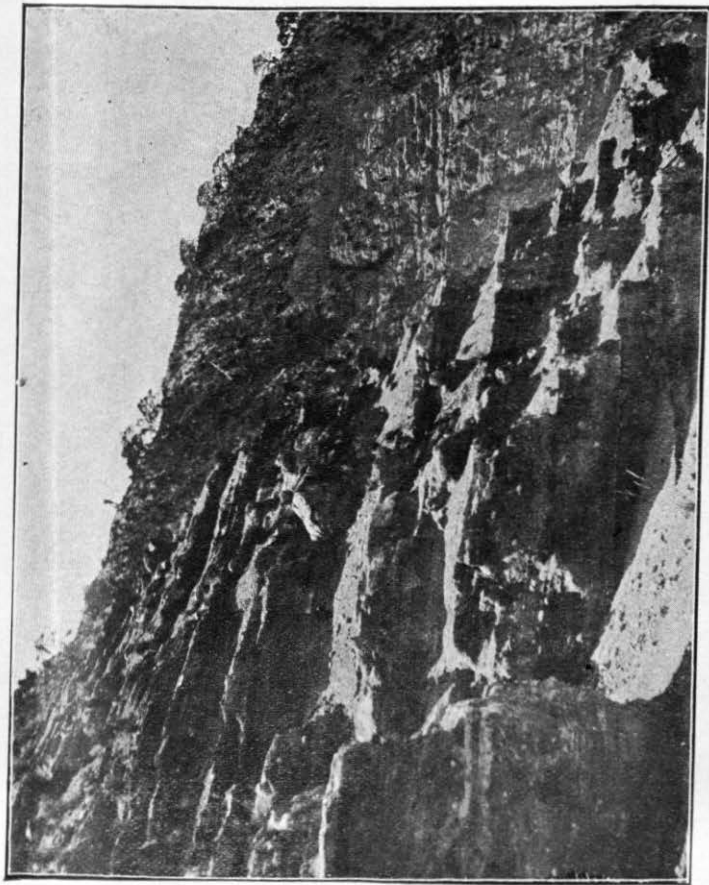


-  Tóbas basálticas grises producidas por explosión
-  Tóbas amarillas andesíticas con lentos capas
-  Tóbas calizas con tóbas grises de explosión
-  Brechas y aglomeradas de feonite

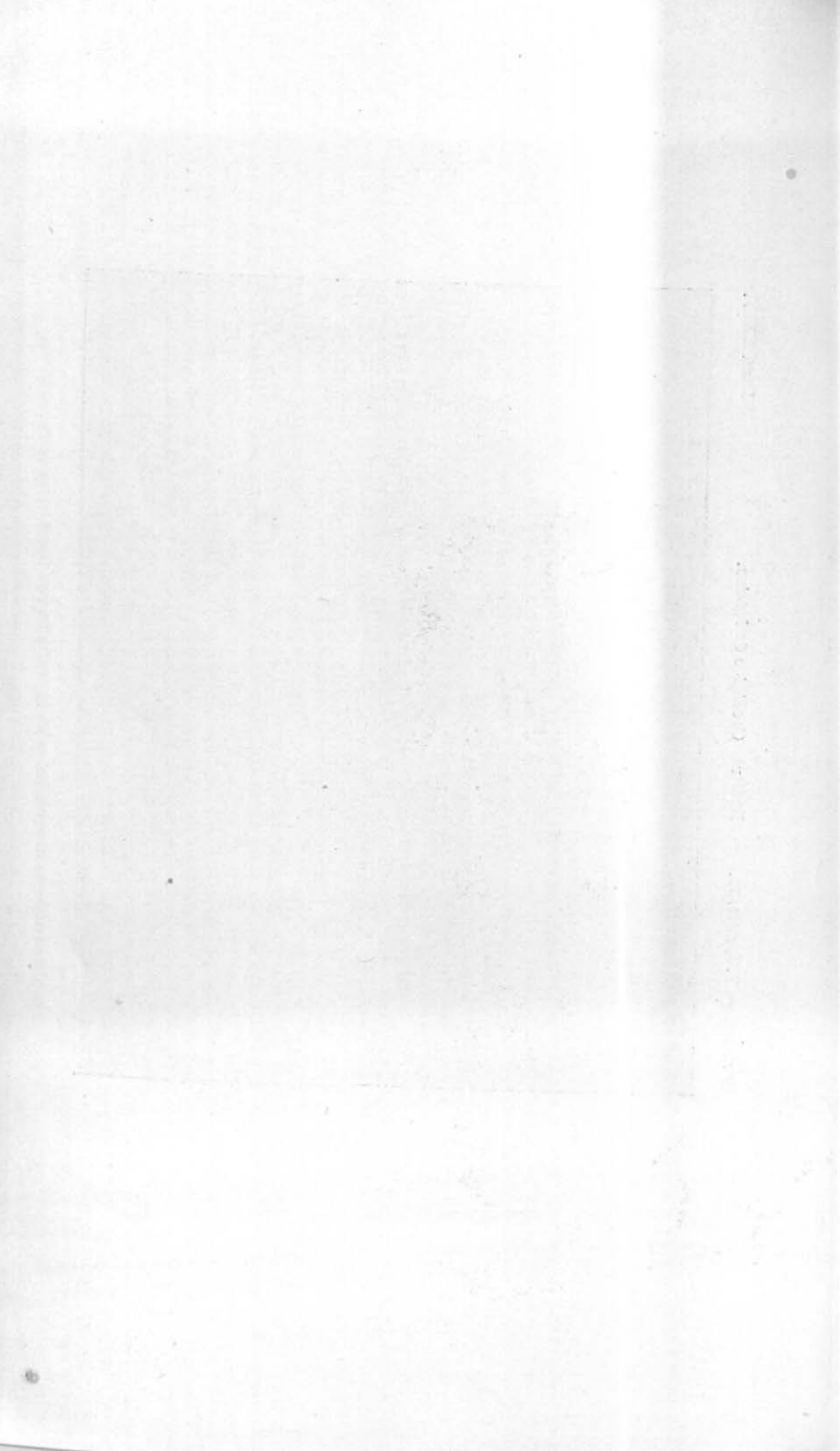


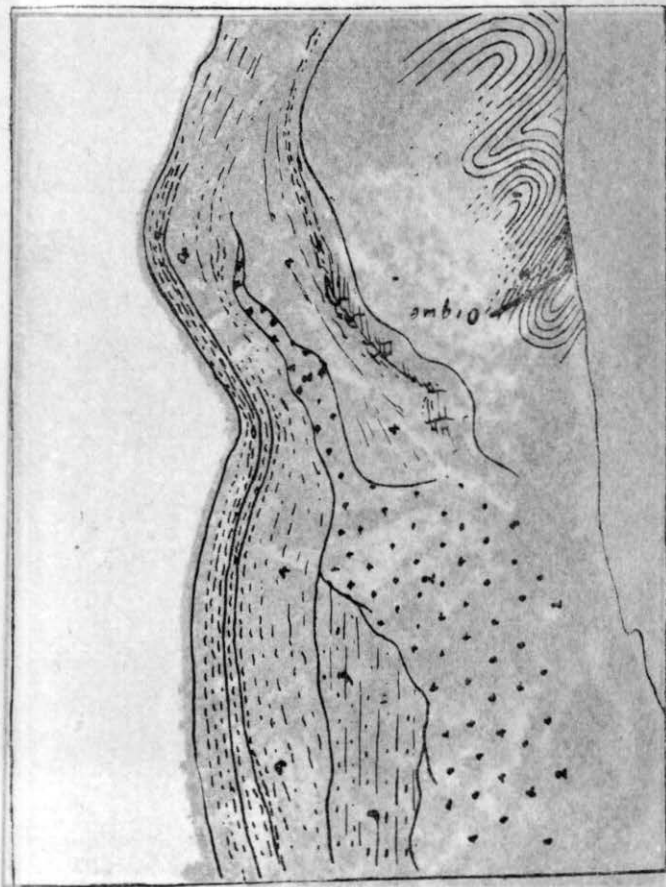
Vista del borde occidental del axalapazco de Alchichica.





Axalapazco de Atexcaqui. Tobas de la explosión con fragmentos de rocas duras.

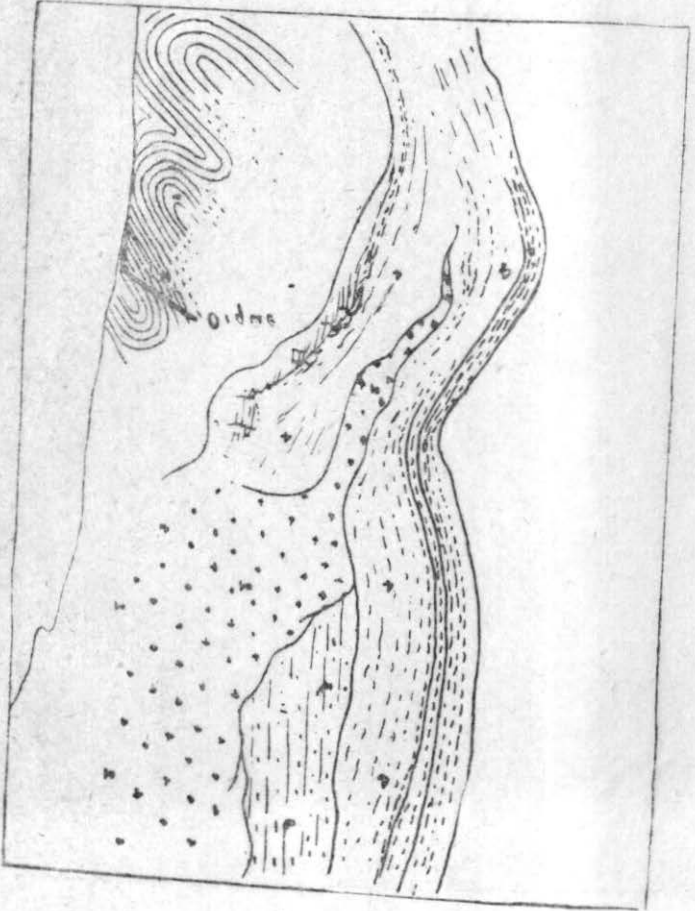


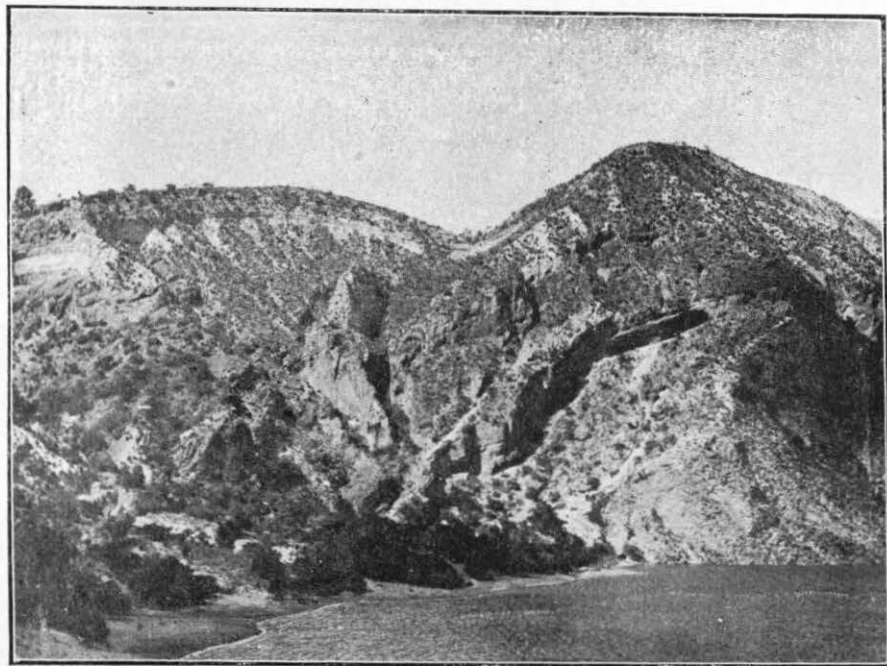


1. Pizarras (Cretáceo inferior?)
2. Basalto y trapli.
3. Tobas amarillas.
4. Tobas grises, productos de la explosión.

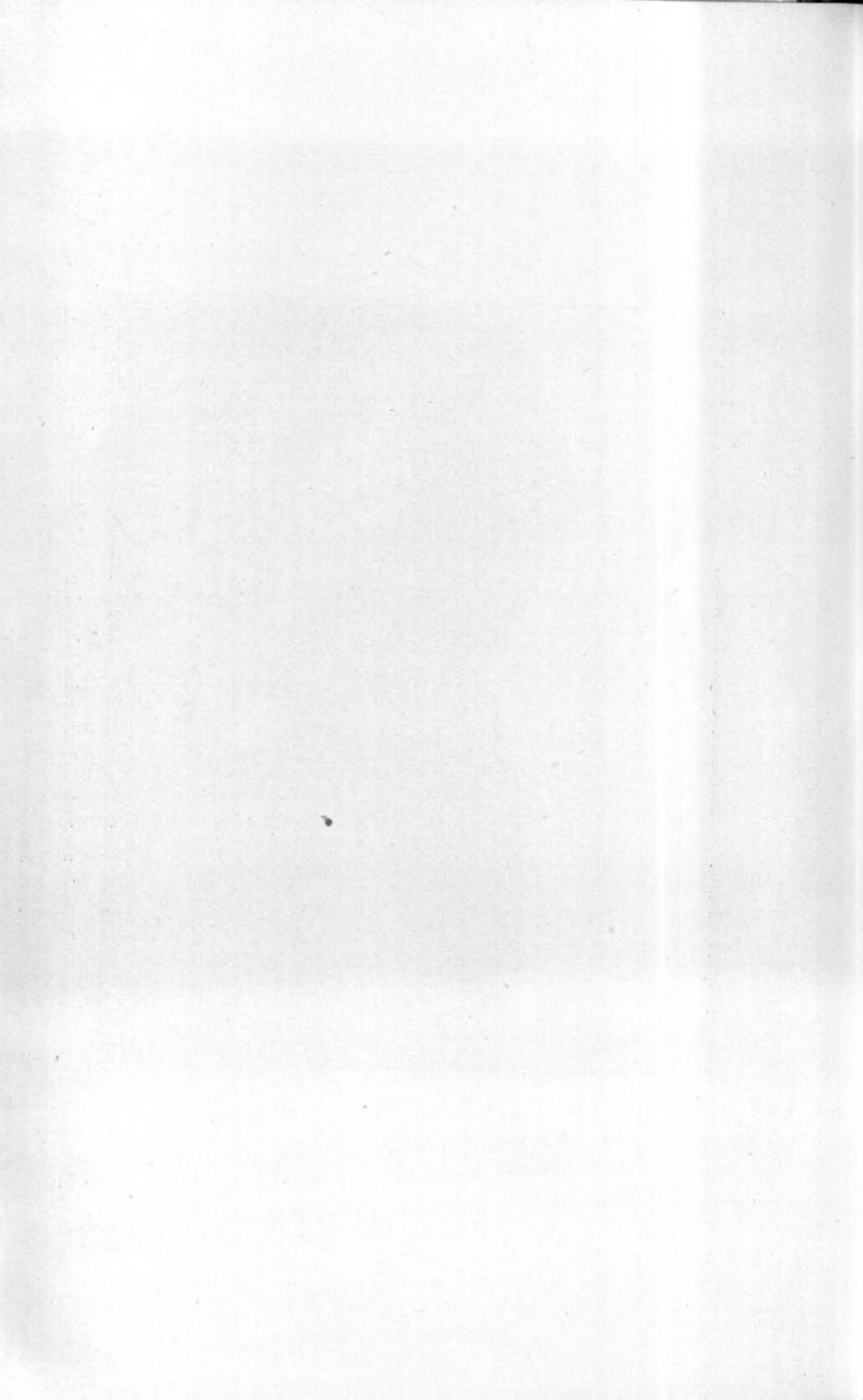
Fig. 100. Parajes del Anáhuac de Ayacucho.

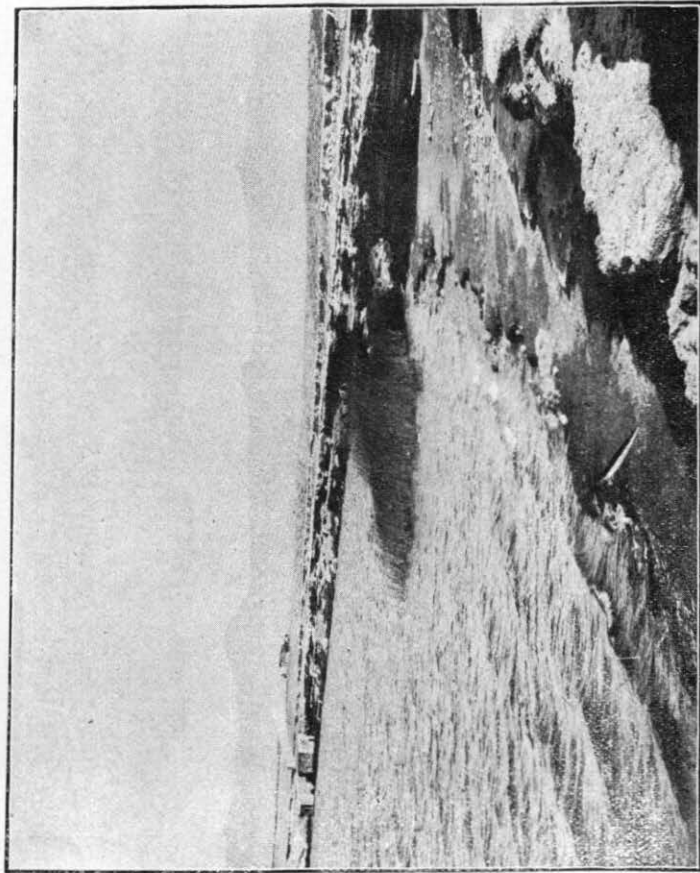
- 1. Лопняк (Стефанос инициалы)
- 2. Бразилто и раббит
- 3. Лопняк (Стефанос инициалы)
- 4. Лопняк (Стефанос инициалы)



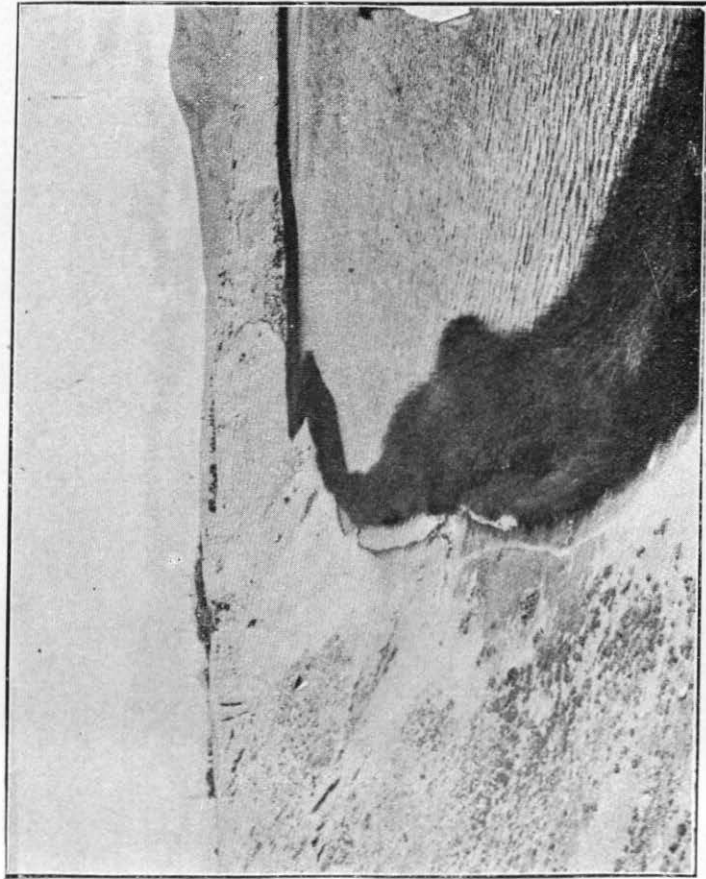


Vista de una parte de las paredes del Axalapazco de Atexcaqui.

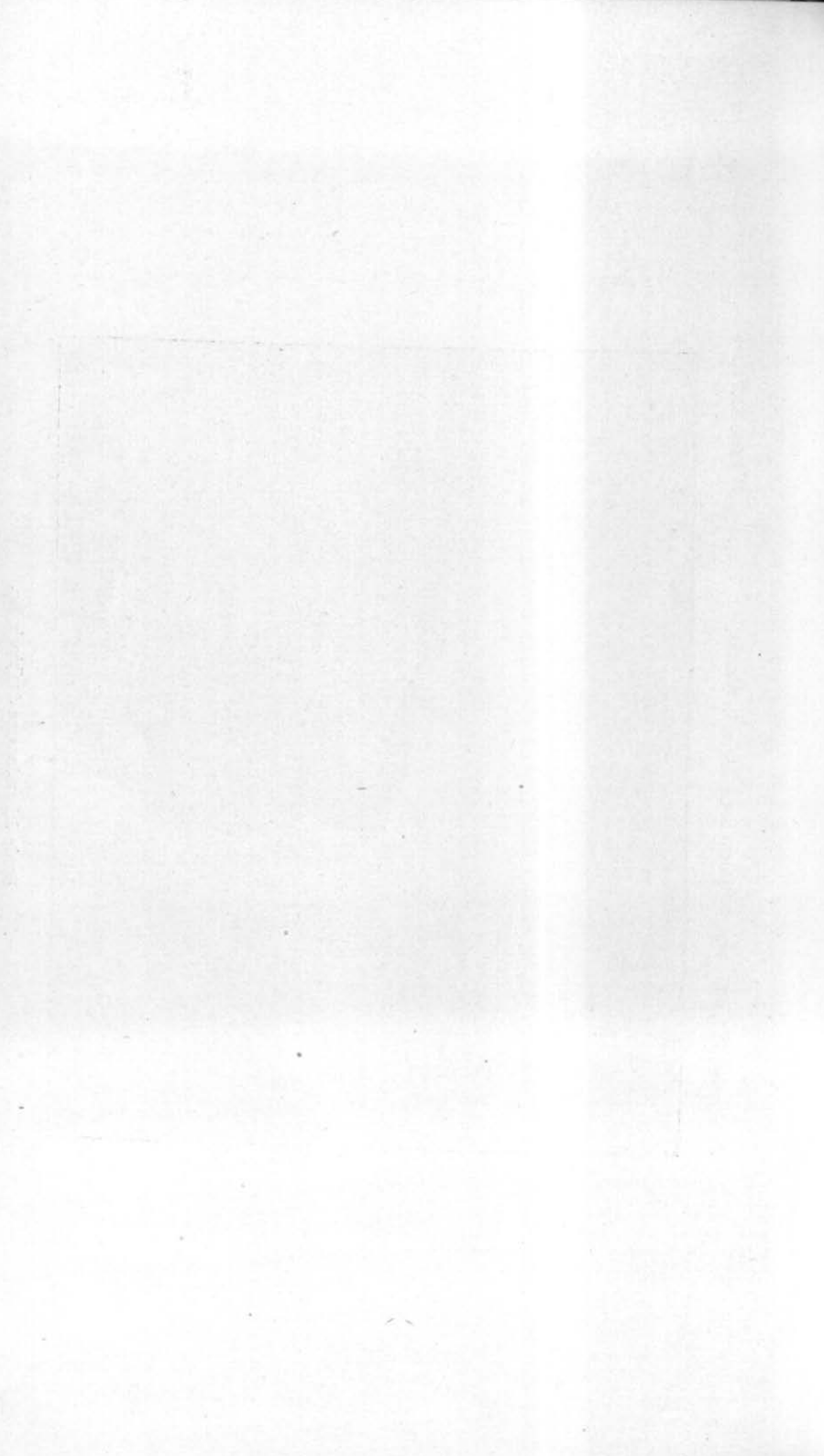


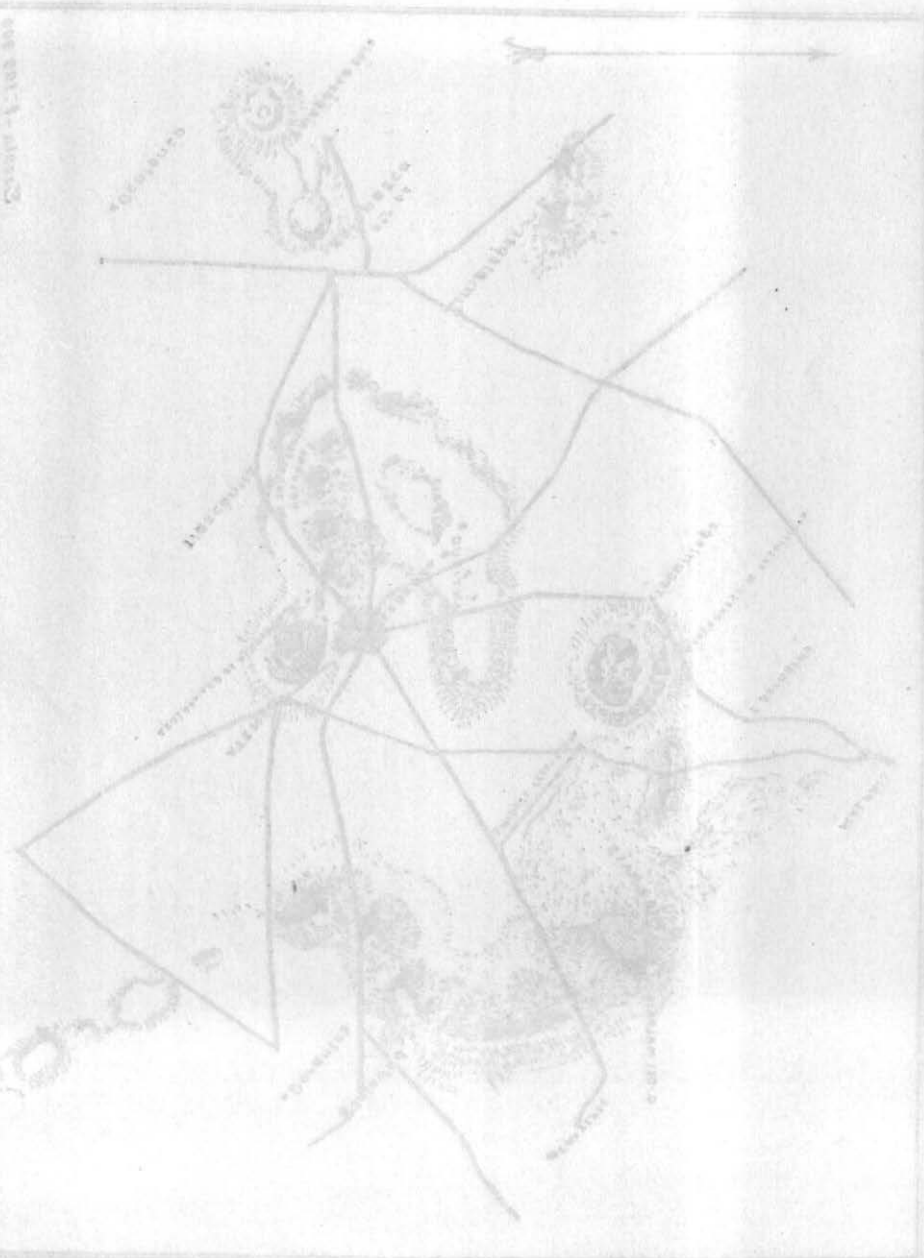


Axalapazco de la Preciosa.



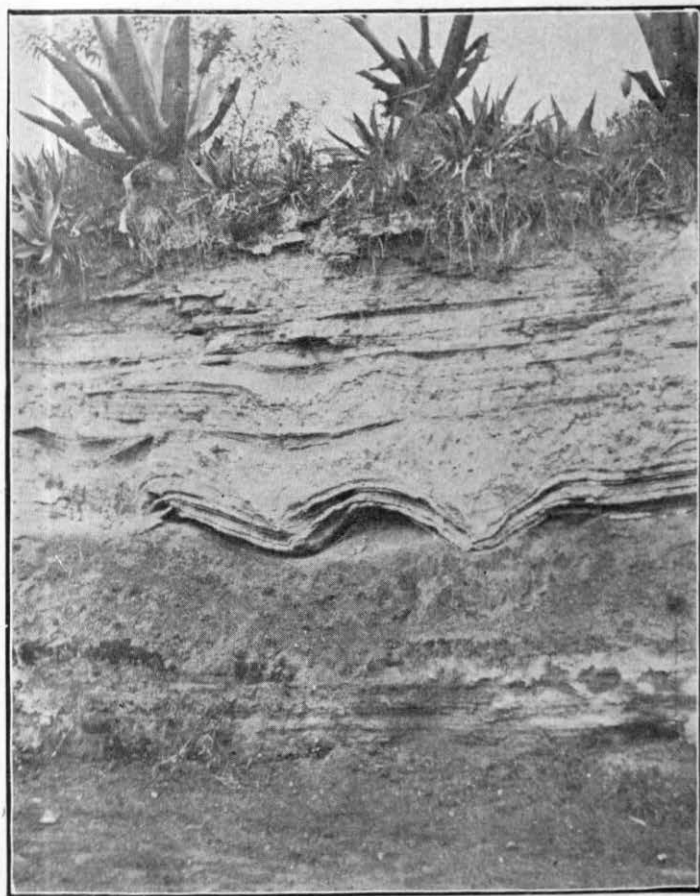
Borde del axalapazco de Quecholac.



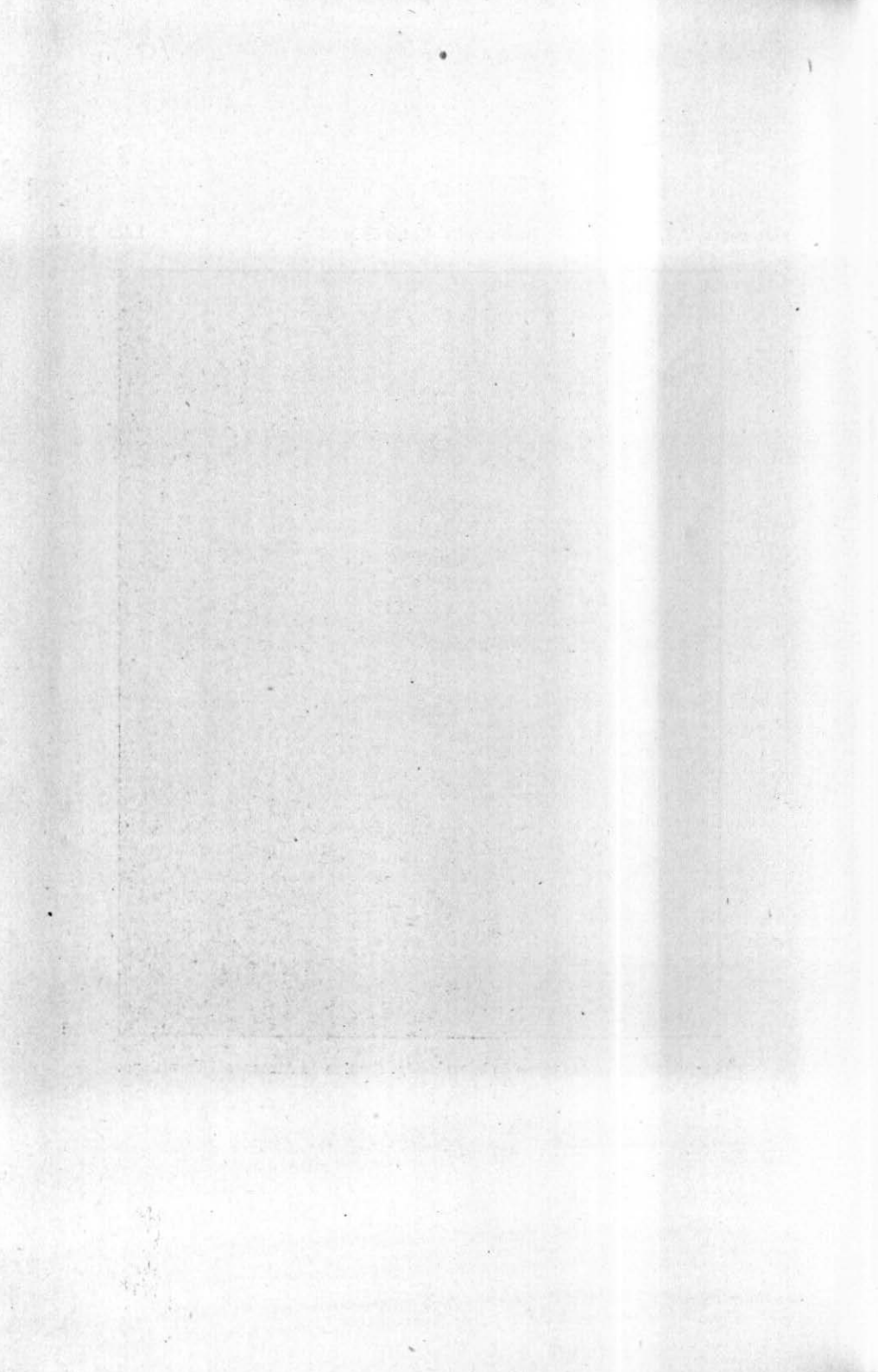


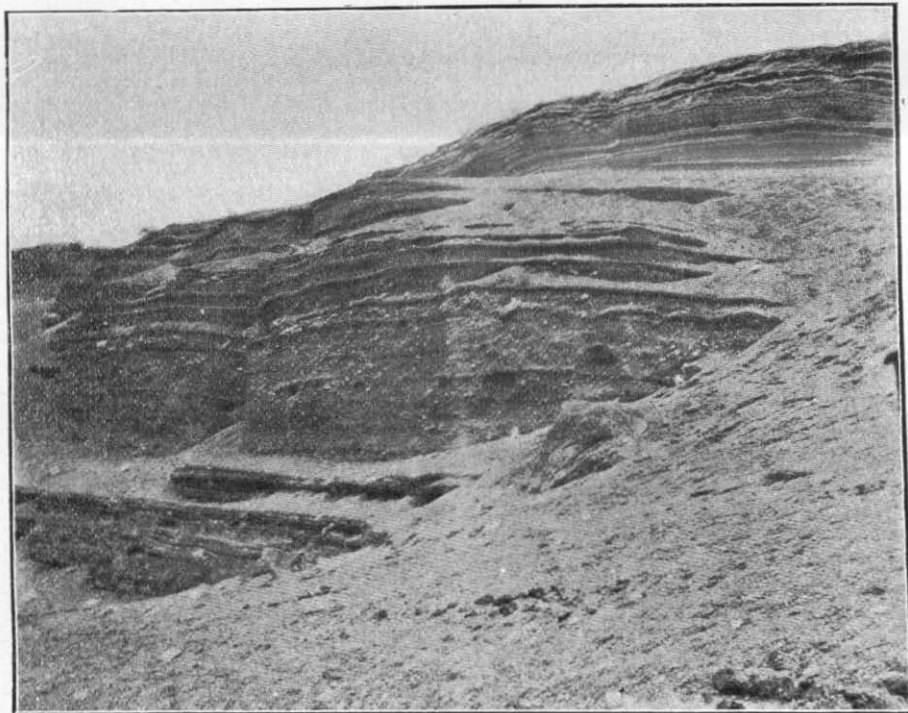
Copyright 1880

Map of the United States, showing the various States and Territories, with their names in Spanish and English. The map is oriented with North to the right.

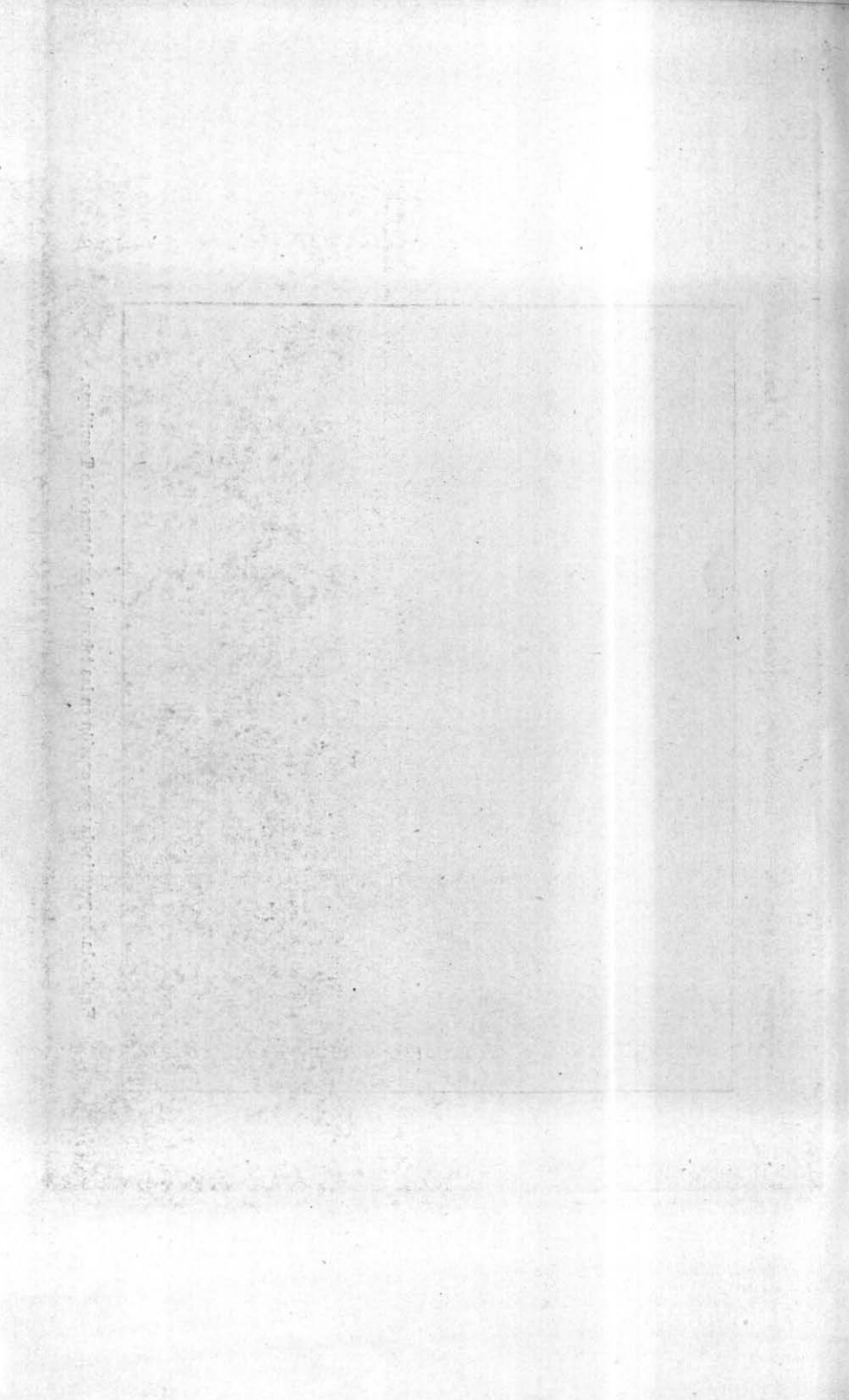


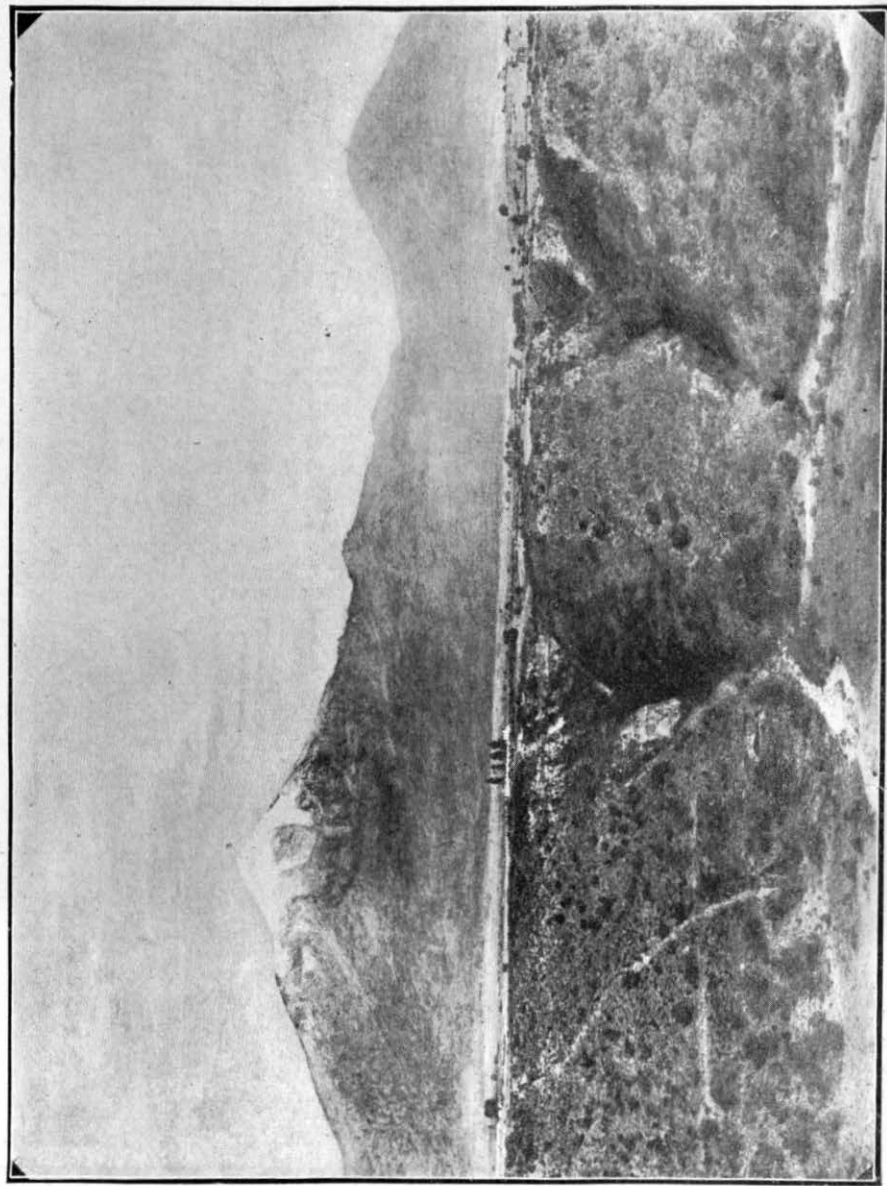
Ondulaciones en las tobas de la explosión. Camino de Alxoxuca á Tecuitlapa.





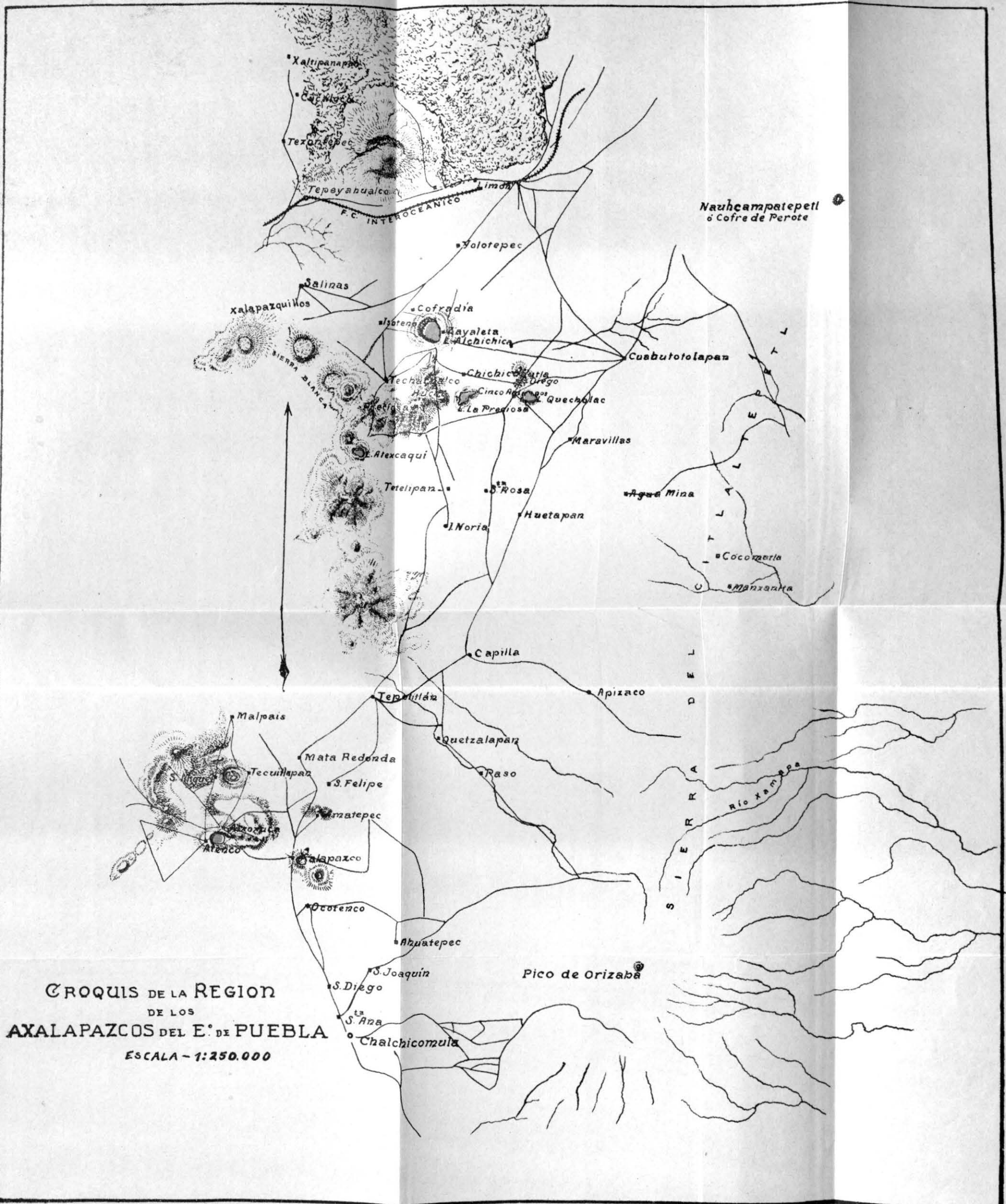
Entalladuras practicadas por erosión en las tobas del axalapazco de Tecuítlapa.







80025 75540



CROQUIS DE LA REGION
 DE LOS
 AXALAPAZCOS DEL E. DE PUEBLA
 ESCALA - 1:250.000