

### Sistema hidrológico de la región

Siendo las aguas corrientes indicadores muy sensibles a los movimientos del terreno, por pequeños que sean éstos, expondremos algunas observaciones referentes al curso que toman éstas, llamando la atención sobre varios hechos que, a nuestro juicio, no deben perderse de vista, porque, además de dejar entrever algo de la estructura que en nuestro caso nos es preciso conocer, revelan en parte cambios de dirección de las líneas de drenaje, ocasionados por desnivelaciones en una zona fracturada.

Estas observaciones, no acompañadas de datos numéricos, han sido el resultado de la impresión que nos causaron a primera vista las líneas de relieve en relación con las de drenaje, tratando como consecuencia de esto, de explicar de una manera provisional el por qué tomó el río tal valle y si fué por la interposición de una masa efusiva, dado que el relieve es en su mayor parte parasitario o si cambió de curso por desnivelación de la parte adyacente o por fractura.

Las aguas caídas en esta región y no absorbidas ni evaporadas, van a dar en su mayor parte al Océano Pacífico, y el resto al Atlántico. Hidrológicamente hablando, la zona megaséismica hubiera quedado comprendida totalmente dentro de la cuenca del río Lerma, si no hubiese sido por las manifestaciones destructoras aparecidas en el valle de San Andrés Timilpan, perteneciente a la del río Pánuco. El parte-aguas que separa una vertiente de la otra está formado, en términos generales, por la *arista* del bajo de la falla del macizo montañoso de Acambay-Tixmadeje, por la pequeña barrera montañosa que sirve de límite oriental al valle de Acambay y por la sierra de San Andrés Timilpan.

Nacido el Lerma en el centro mismo de la llamada Mesa Central, a una altura mayor de 2608 metros, entre formaciones también volcánicas, cuyas primeras aguas están alimentadas por las infiltraciones del grandioso volcán "Xinantecatl," o Nevado de Toluca que se acumulan en la llanura pantanosa del Lerma, de donde toma su nombre, desciende con pendiente suave, serpenteando en el fondo de antiguas cuencas cerradas, constituidas, por depósitos lacustres y cenizas volcánicas, en dirección media Noroeste. Pasa en medio del amplio valle formado por el no menos alto volcán de Xocotitlán y la pequeña unidad orográfica Enyegé, muy parecida al cerro del Batán por su orientación y por la disimetría de sus pendientes, con dirección casi de Este a Oeste, para penetrar al valle de Manto, donde toma su curso la dirección hacia el Norte, cortando el poco alto borde septentrional de este último valle, prolongación del

mencionado cerro El Batán, límite meridional de la zona megaséismica, para arrojarse al valle de Toxi en cuya primera parte divaga, llenando el plano fondo con los sedimentos acarreados en las avenidas.

Allí cambia otra vez bruscamente de dirección hacia el Poniente para entrar a la segunda parte o sea al asimétrico valle de San Pedro Potla, ya descrito, corriendo al pie de los acantilados septentrionales de la ceja, vértice de la V de ramas desiguales, sufriendo allá una desviación ocasionada por la aparición del cerro Pelón, al pie de la supuesta falla, que con su masa elevó el fondo del valle obligando al río a rodearlo por su parte meridional con cambio de pendiente, pues en esa parte vuelve el río a adquirir su carácter torrencial, abriendo su lecho sobre una corriente de andesita o basalto, de color negro, de grano muy fino, en cuyo frente forma una caída de 9 metros de alto, que es aprovechada en parte para mover un molino de trigo. Como se ve, al entrar a la zona megaséismica allí hay un cambio brusco: la entrada al valle de Toxi. No continúa el río la dirección de la falla, sino que a la mitad de su trayecto recibe un arroyo que baja de Santiago en dirección contraria a la de él, y toma el paso que lo conduce a través de un desfiladero cortado a pico sobre un macizo de andesita de color pardo rojizo parecida a la que hemos encontrado en otras excursiones en la serranía de Guadalupe, cerca de la capital de la República.

La disposición natural del desfiladero ha sido aprovechada para construir una presa para irrigación. Después sigue el lecho en el fondo del valle y ya con pendiente suave atraviesa el valle de Solís, corriendo mansamente para salir por el ancho puerto formado por las estribaciones septentrionales de los cerros de Solís y las occidentales del cerro de Botí o de Las Palomas, donde los valles son más amplios y donde por un trayecto hay sólo unidades topográficas de segundo orden comparadas con los macizos montañosos de la zona.

Las irregularidades del lecho del río anotadas aquí, la entrada al valle de Toxi, la dirección que toma el de San Pedro Potla, y la entrada al de Solís, son hechos que no nos permiten por sí solos, analizarlos y discutirlos, ni menos darlos como pruebas de dislocamiento en visita de los pocos datos que tenemos, pero si comparamos el aspecto fisiográfico de la parte meridional de la zona megaséismica con el de la septentrional, claramente dislocada, vemos que hay cierta semejanza que nos autoriza a dudar de que las vicisitudes del curso del río se deben únicamente a la aparición y desaparición del relieve postizo, constituido por las masas efusivas, sino tal vez a la acción combinada de ambas (acumulación y degradación) y del dislocamiento; cuyo grado de desarrollo de cada uno de estos factores tampoco podemos precisar por el momento; tanto más que por el carácter de nuestro programa dejamos de visitar, entre otras partes,

la prolongación occidental del Batán, desde donde se junta el arroyo que baja de Santiago con el río Lerma, en el valle de San Pedro Potla, hasta más allá del cerro del Baixte, en las mesas alargadas que se unen a las prolongaciones de las que están al pie y al S.E. de los cerros de Solís.

Como se ve, el aspecto del sistema hidrológico en la zona megaséismica es el de una serie de vasos, antiguos fondos de lagos, que vacían los unos en los otros, llenándose de sedimentos en tanto que se desgastan sus dinteles.

Estos dinteles, como ya dijimos, son: la prolongación del Batán y el desfiladero que separa el cerro de Baixte del Andaró, en cuya explicación pueden entrar cambios de nivel producidos por dislocación, y el constituido por la corriente que forma el salto y que dió lugar al llenamiento de sedimentos de la primera parte del valle de Toxi. Como este valle se estrecha con el cerro Pelón, se ha pensado construir una presa cuyo vaso sería todo el fondo plano del valle y cuya altura sería la de la cortina de la presa.

Varios arroyos recibe el río al atravesar esta zona, siendo el más importante el que drena el valle de Acambay que se une al río en el valle de Toxi. Actualmente este arroyo ha sido prolongado por medio de un canal y la confluencia tiene lugar más adelante, río abajo, antes del cerro Pelón.

El sugestivo nombre de "Matejé," cuya significación en otomí "en donde el río da vuelta," ya indicado al hablar de los sistemas orográficos secundarios, se aplica a una pequeña barrera volcánica que separa el valle de Acambay del de Toxi, compuesta de tres gibas, alineadas de Este a Oeste, como si hubiese sido el resultado de erupciones a lo largo de una grieta de igual dirección. Ahora bien, como acabamos de decir, el río entra al valle de Toxi con dirección de Sur a Norte y se ve obligado a dar vuelta hacia el Poniente antes de llegar a Matejé; ¿por qué no siguió el río su curso hacia el Norte, trasponiendo el dintel del puerto que está al lado oriental de esta barrera, y penetrando al valle de Acambay? ¿se lo impidió la formación de la barrera? Si alguna vez fué esta la causa de que no continuara al Norte, no lo sabemos aún; pero sí podemos asegurar que el valle de Acambay, aunque mal drenado, está a mayor altura que el de Toxi y tiene su declive hacia el Sureste, pues salen sus aguas por el arroyo de San Juan, y por lo tanto no es la barrera la que desvía al río sino que el valle de Toxi se encuentra más bajo que el mencionado de Acambay. Con esto queremos dar a entender que las vicisitudes del curso del río, si bien es cierto que en esta región han sido determinadas principalmente por la formación de montañas de acumulación, también es preciso reconocer que deben haber influido como causas determinantes del mismo modo, los cambios de nivel entre unos y otros de los bloques de la zona fracturada.

Quizá hayamos insistido demasiado en este hecho y tanto más que no poseemos gran número de datos para su demostración completa; pero en vista de la existencia innegable de una de las fallas, hemos querido llamar la atención acerca de la posibilidad de existir cambios del curso del río dentro de esta zona ocasionados por desnivelamientos de la corteza terrestre, y que en este caso, con motivo del temblor, han aparecido a la superficie aunque en pequeña escala, como lo veremos al hablar de ellos.

En el frente de la falla Acambay-Tixmadeje, además de los arroyos que bajan de Norte a Sur siguiendo la máxima pendiente del frente de dicha falla, hay otras que corren primeramente en el fondo de pequeños valles orientados paralelamente a la dirección de la dislocación de Este a Oeste y después toman la de los primeros arroyos para ir a dar a los valles que están al pie de ellos. En el valle de Acambay tenemos el que está al pie de Peña Larga y el valle de Dongú; en el de Solís, a las pequeñas hondonadas que están a distintas alturas del frente de la falla como en Tixmadeje; y al de Xidó, en el extremo occidental. Todos llevan agua únicamente durante la temporada de lluvias. Su formación puede atribuirse como se explicó (la de los pequeños valles) al ensanchamiento de las grietas de la dislocación por la erosión y al resbalamiento de bloques de la misma.

De los otros macizos montañosos que están en la zona megaséismica, podemos decir de una manera general, que aunque los arroyos no presentan un arreglo definido, como en los cerros de Lechuguilla, Siempreviva y Solís, en los que en parte las barrancas son radiales y en parte sinuosas, sí hay algunos que tienen la dirección de Este a Oeste como el arroyo de Paté, el del Valle de San Juanico y La Manga, los que bajan de San Pedro el Alto que van a dar a Temascalcingo y al Aguaje; y los fondos de los valles de donde nacen son pantanosos, mal drenados, con lugares peligrosos para el paso, recordando su aspecto al de algunos valles de la parte Norte de la Península de la Baja California, clasificados como valles de fractura. Los campesinos señalan pequeñas lagunitas que aparecen y desaparecen sin que sepan a qué atribuir su formación.

A la cuenca del río Pánuco corresponden las aguas de Huapango, cuya descripción está al principio del Boletín. Presenta caracteres de una línea tectónica dirigida de Sur a Norte. De la zona megaséismica recoge las aguas que bajan de las faldas septentrionales de la sierra de San Andrés, de los valles de la barrera montañosa que separa el valle de Acambay de las lagunas y tienen salida a ella. Las aguas recogidas en las faldas septentrionales del macizo Acambay-Tixmadeje también van a dar, como dijimos, al Pánuco por los ríos de Aculco, Ñadó y Taxidó.

Para concluir con este capítulo, damos también noticia de las aguas termales que encontramos a nuestro paso y que están dentro de la zona de estudio. En el valle de San Pedro Potla o más bien en el lugar llamado de Pastores, por pertenecer o haber pertenecido a dicho pueblo, y en la margen derecha del río salen aguas cristalinas con una temperatura de 28° C. a través de una diaclasa, de rumbo N. 25° E. de una roca igual a la de la cascada. Por esta temperatura no puede decirse si viene el agua de gran profundidad sobre todo por tratarse de región volcánica, o por el contacto de una lava aún caliente; pero fieles a nuestro propósito de proporcionar datos que tengan relación alguna con las zonas de dislocación, damos éstos haciendo constar las dos circunstancias: *aguas termales y volcanismo*. En el frente de la falla y a un kilómetro y medio al Noroeste de la población de Acambay están las obras de captación de aguas. Dichas aguas desaparecieron durante algunos días con motivo del temblor y tienen una temperatura de 24.°5 C. En el frente de dicha falla hay abundantes variedades de sílice hidratada depositadas por aguas termales que la traían en solución y demostraron la actividad de ellas a juzgar por los depósitos.

También fuera de la zona y del otro lado de los macizos que la limitan existen aguas termales. Así en las faldas septentrionales del macizo montañoso de Acambay-Tixmadeje están las aguas del Jazmín, lugar que no visitamos y que dicen que son calientes. Al Sur, entre el Xocotitlán y Enyegé, están las de Atonilco en medio de un pequeño charco en cuyo centro se ha formado un islote que en gran parte está constituido por semiópalo. Las aguas de ese lugar tienen 41.°0 C. de temperatura. Un poco más al N. de allí, en la hacienda de Villegé, un pozo artesiano da agua con temperatura de 33.°0 C.

Por el Suroeste, del otro lado de los cerros de Solís también brotan al pie de dichos cerros y dentro de los linderos de la hacienda de Tepetongo, aguas cristalinas que brotan con 32.°0 C. de temperatura.

## 2.—GEOLOGIA

Nada más monótono, por lo que se refiere a variaciones en las formaciones, que las rocas que constituyen el suelo de esa pequeña porción de la corteza terrestre formada por el recubrimiento de rocas efusivas sobre otras rocas cuya naturaleza nos es desconocida y de la que difícilmente pudiéramos decir algo respecto a su antigüedad. Dada la gran extensión que invaden, habría que recorrer grandes tramos para lograr encontrar una superposición con rocas de edad conocida o por lo menos determinable para que de ese modo nos permitiera atribuirle alguna a las nuestras. Por tal motivo le daremos una edad com-

prendida entre la que corresponde a las erupciones de la Mesa Central y la de los sedimentos que se han depositado en los fondos de los valles; así de una manera provisional podremos referirlas al Terciario y al Cuaternario, pues preferimos comprenderlas dentro de un paréntesis tan amplio que asignarles una edad errónea. Por otra parte, la geología sería en ese caso, la historia de cada aparato volcánico, estudiado no solamente en las diferentes partes y estados de evolución sino relacionados unos con los otros y como nosotros no traemos más datos que algunos que pudimos recoger acerca de algunos afloramientos, ya fueran corrientes, diques, mantos, etc., aisladamente, procuraremos ligarlos entre sí hasta donde nos autorice la prudencia refiriéndolos a los macizos montañosos ya descritos para mayor claridad.

Respecto a formaciones sedimentarias que se han depositado en el fondo de los valles podemos decir por lo pronto lo siguiente: vimos en el capítulo anterior que desde que nace el río Lerma hasta más allá del valle de Solís, son las mismas rocas efusivas, con variaciones en composición, textura y estructura, las que con su aparición han formado los valles. En consecuencia las únicas rocas sedimentarias que existen allá son: las que han resultado de la alteración y descomposición de las anteriores acarreadas por las aguas corrientes y las que provienen de las explosiones volcánicas. En ese mismo capítulo notamos que los valles por su disposición pueden asemejarse a una serie de vasos que derraman los unos en los otros a través de desfladeros cortados sobre lavas, en los que el río adquiere su carácter torrencial dejando antes de entrar a ellos parte de su carga. Como ha habido variaciones en el nivel de ellos que se han traducido por variaciones en el carácter de las aguas corrientes y por lo tanto en los lugares de depósito, de aquí resulta que podemos sospechar desde luego su composición y origen y la importancia que pudieron tener al estudiarlas detalladamente por estar ligado el lugar de depósito con los movimientos de la corteza terrestre.

El magma salido por las grietas se presenta en domos, corrientes, mantos, diques, chimeneas, variando su composición, textura y estructura. La composición varía desde el tipo ácido, representado por la rhyolita, hasta el básico por el basalto; la textura varía desde la porfirítica, casi holocristalina, hasta la vítrea.

La rhyolita existe como la roca probablemente más antigua y la hemos encontrado formando parte de un viejo relieve cubierto por lavas labradoríticas y andesíticas en el frente de la falla que está en el macizo montañoso Acambay-Tixmadeje. Allí se presenta con textura porfiroide (Nevadita) con grandes cristales de feldespato vítreo y de cuarzo, en medio de una base de color gris rojizo; en partes es menos marcada esa estructura, es compacta y del mismo color.

Encima de ella están tobas también rhyolíticas y de la misma coloración que la roca anterior en la que abundan pequeños cristales de cuarzo y de feldespato en parte ya alterado; en su masa contiene numerosos fragmentos de pómez. En el mismo lugar y un poco más arriba de donde está esta toba hay otra que parece ser la misma pero más compacta, de grano fino, con muy escasos cristales de feldespato y constituida por puro vidrio teñido de color rosado. Sobre ésta última toba están las corrientes de labrañorita que forman la ceja de la mesa. Esta roca (la rhyolita) tiene una importancia geológica muy grande para nosotros por presentar las huellas muy claras de dislocaciones que ha experimentado la comarca: numerosos planos de resbalamiento; también una silicificación muy intensa por las aguas termales. En la figura 3, lámina II, se distinguen por ser la roca más clara que aparece en ella.

En una de las excursiones que hicimos al lugar llamado "La Mina," situado a un kilómetro y medio al Noroeste de la población de Acambay, tuvimos oportunidad de hacer el perfil que figura en la lámina.

En otro lugar del mismo macizo, en su extremo occidental, a la subida a la loma de Xidó, que pertenece al cerro de Botí, hay una barranquita en cuyo fondo está una brecha ígnea en la que abundan fragmentos angulosos de obsidiana negra, casi escoria, que le dan un aspecto de una estructura "hojosa," en una pasta también brechoide de color rojizo.

En el cerro de Baixte a su pie, en la salida del desfiladero del río Lerma y en su margen izquierda, hay una lente de una roca de color obscuro, de estructura bandada, con aspecto de roca estratificada, que consiste de menudos fragmentos de obsidiana sumergidos en una pasta también vítrea. Sus relaciones con andesita vítrea de hiperstena de color pardo rojizo obscuro, que constituye el cerro, las ignoramos aún.

La andesita es la roca predominante por excelencia. Cubre grandes extensiones y aparece ya formando elevadas protuberancias, ya domas, ya corrientes, y por último en diques como muros verticales y radiados. Su composición la acerca más a un magma básico que a un ácido; es más abundante la andesita de hiperstena que la de hornblenda y ésta cuando se presenta aparece con el fenómeno de resorción magmática, quedando esqueletos de cristales de hornblenda marcados por magnetita, como si hubiera vuelto a sufrir otra fusión.

Su color es variable desde el gris muy claro de la andesita de Peña Redonda y Peña Larga hasta el negro de la andesita vítrea del salto de agua del molino de Toxi. Los colores más abundantes son el gris obscuro y el pardo rojizo.

Los ejemplares de rocas que traemos pertenecen a restos de domas como los de Peña Larga, Peña Redonda y el Mogote de la Naranja (cerros de Solís); a

corrientes de los acantilados del cerro de Tixmadeje, de la Peña de Altamirano (cerros de Solís), del cerro de Lechuguilla, de la que llena el antiguo lecho del río de Lerma y forma el salto de Toxi y de restos de corrientes de los demás ramales de los sistemas orográficos como de la sierra de San Andrés Timilpan. Algunos pequeños núcleos andesíticos aislados se levantan en el fondo de los valles como los cerritos de Tiupa y Palos, en el valle de Huapango, Cerritos y Calderas en el valle de Solís.

La distribución clara, precisa y relacionada entre las rocas del bajo de la falla y las del alto, sería el resultado de un estudio petrográfico hecho con ese único objeto que aun no se lleva a cabo. Por los caracteres macroscópicos se pueden apreciar ciertas diferencias y semejanzas que las distinguen sin tener en cuenta la dislocación. Las andesitas de la sierra de San Andrés son de color rojizo, desde el pardo rojizo obscuro hasta el claro, compactas, de estructura fluidal muy marcada y de textura porfirítica muy desarrollada, y se asemejan mucho por su aspecto a las de la Serranía de Guadalupe. Los feldespatos tienen una dimensión de 3 a 4 milímetros y algunos de ellos llegan hasta 6. Las de Peña Larga y Peña Redonda, andesitas de hiperstena, son compactas, de grano fino, con la textura porfirítica poco desarrollada, pues los feldespatos se notan como puntos blancos, de color gris claro; la de Peña Redonda es un poco más oscura. Por sus caracteres, sin tener otro dato de mayor valor, parecen ser las andesitas del macizo más antiguo que las de los cerros de Solís y de Temascalcingo.

La del cerro de Tixmadeje es de un color más obscuro, de textura porfirítica más marcada que en las de Peña Larga y Peña Redonda. Es una andesita de augita con esqueletos de cristales de hornblenda.

Las rocas de los cerritos que sobresalen en el valle de Huapango, son restos de núcleos andesíticos y basálticos; las de los cerritos de Tiupa y Los Palos son andesitas de color gris obscuro, de textura porfirítica muy marcada, con los fenocristales de plagioclasa de 5 mm. de longitud, teniendo la de Tiupa pequeñas manchas rojizas. Ambas son compactas, macizas y con poco vidrio.

Los otros ejemplares de rocas pertenecen a corrientes superficiales que se encuentran en la parte alta de los macizos montañosos de Solís, Temascalcingo y que han sido cortadas por profundas barrancas. Tienen caracteres muy semejantes y son en general andesitas de pyroxena.

Una andesita de grano muy fino, compacta, de fractura concoidal marcada de color negro, que parece más bien un vidrio opaco, con algunos fenocristales de plagioclasa, forma la corriente que llena el antiguo lecho del río Lerma en el



tramo de San Pedro Potla; pertenece a las erupciones más modernas como ya lo dijimos.

Provisionalmente y a reserva de rectificar cuando se haga el estudio petrográfico, podemos decir de un modo general que las andesitas de esta región tienden a acercarse más a las basálticas que a las del tipo ácido y tienen mucha semejanza con las del Nevado de Toluca, con las de la parte Noroeste del Valle de México y con algunas del Ixtaccíhuatl. Las más abundantes son las de pyroxena, sobre todo la de hiperstena (cerro Peña Larga y Peña Redonda, cerros de Solís y El Aguaje).

Las andesitas de augita o labradorita las tenemos en las mesas de Dongú, en corrientes muy extendidas, con su estructura en láminas muy delgadas, que las asemejan a las pizarras y con manchitas amarillas verdosas de la alteración de la augita. Se extienden hacia el Norte, hacia el valle de Ganzá.

En el extremo occidental del macizo montañoso Acambay-Tixmadeje está el cerro de La Manga que como dijimos es un tapón volcánico de forma cónica, de cuyo centro parten tres diques que se presentan como verdaderos muros con 10 metros de alto por 4 de espesor. La roca que los constituye es una andesita de color gris obscuro con textura porfiroide marcada y es andesita de hiperstena y hornblenda (esta última con resorción); casi nada de vidrio tiene.

Del magma básico tenemos algunos restos de núcleos basálticos como el Cerrito Pelón del valle de Huapango y el cerrito de Dongú del valle de Acambay, Corrientes basálticas existen hoy también en ambos valles con su textura esponjosa, muy desarrollada, sobre todo en la parte meridional de la zona. Los núcleos de efusiones basálticas presentan una textura dolerítica casi ofítica y algunos son ricos en olivino.

Esporádicamente repartidas se encuentran abundantes brechas ígneas en la mayor parte de los macizos montañosos que indican antiguos orificios por donde hubo erupciones.

Las rocas sedimentarias ocupan gran extensión y están formadas en su mayor parte por cenizas volcánicas y limos. Las tobas se encuentran en las faldas y cimas de las montañas, presentando sus perfiles suaves modelados por la erosión.

Como se habrá notado, el capítulo dedicado a la Geología de la región es el más pobre de datos. Podríamos para aumentarlos, dar la descripción detallada de las láminas vistas al microscopio que hicieran los petrógrafos; pero en vista de que le concedemos mayor importancia al problema de la evolución del magma combinado con la del relieve, preferimos conformarnos con haber señalado su existencia. El problema de otro modo enunciado, en una de sus partes, sería

así: 1.º, sabemos que la región está cubierta por una serie de grandes y pequeños aparatos volcánicos y que en estos aparatos hay algunos de ellos que están constituidos por efusiones y productos de explosión, de composición y textura muy diferentes, y que además de haber habido intervalos de tiempo entre unas efusiones y otras, en los que intervino la erosión, finalmente han sido fuertemente dislocados con gran desnivelamiento de los bordes de la fractura; 2.º, que al lado de éstos hay otros que no dan señales de haber sufrido fracturamientos y en los que las rocas efusivas, aunque variadas dentro de cierto límite (de la andesita de hornblenda con cuarzo a la de hiperstena y basaltos), no presentan la heterogeneidad de los primeros; 3.º, estos aparatos pueden haber sido anteriores al fracturamiento y a los aparatos fracturados, contemporáneos o posteriores a él y en todo caso queda por averiguar, además de establecer la diferenciación magnética para cada aparato, la secuencia de las fracturas y de las efusiones de lava y ver cuáles se han asociado a los grandes reajustes de los bloques y que abarcan por lo tanto gran extensión y cuáles aparecen aislados como un solo volcán.

A primera vista tendríamos desde luego el macizo de Acambay-Tixmadeje, cuya actividad volcánica aparece asociada con el fracturamiento, el que se ha dejado traslucir, a través de una serie de efusiones, dislocándolas nuevamente en la misma dirección. En ese macizo se ve la persistencia del fracturamiento primitivo: la grieta preexistente. De los otros macizos aunque ya esbozamos algo acerca de esto, parece presentarse asociación semejante y sentimos no poder relacionarlos entre sí y con el de Acambay-Tixmadeje. Nosotros presumimos, sin tener fundamento preciso, que es la fractura más antigua que las otras la de Acambay-Tixmadeje.

Expuesto lo anterior, no queremos decir con esto, que desconozcamos lo interesante e indispensable que es la representación gráfica de la distribución superficial de la variedad de rocas efusivas perfectamente clasificadas, puesto que es la base del problema enunciado.

#### **Algunas ideas generales acerca de las dislocaciones que se presentan en esta zona**

Si en las formaciones sedimentarias es difícil muchas veces establecer con seguridad las líneas de fracturamiento, en el relieve volcánico lo es más todavía; porque además de las distintas posiciones que toman las lavas al enfriarse y de las formas que adquieren después con la erosión, se tropieza con la dificultad de que al abrirse una grieta o una cicatriz pueden venir derrames posterior-

res que no solamente la cubren sino que sale el magma en condiciones semejantes o iguales, sin poder hacer distinción precisa alguna entre unas y otras. Sin entrar a discutir si los volcanes se forman o no a lo largo de las líneas tectónicas consideradas como líneas de menor resistencia por donde puede escapar el magma y concretándonos a nuestro caso, podemos decir, por lo visto anteriormente, que: nuestra región es de dislocamiento claramente definido y que las fracturas se revelan en parte a través de las formas postizas, derrames efusivos, que las han cubierto conservando la desnivelación y las huellas de resbalamiento de movimientos posteriores efectuados en la misma dirección. La existencia de la grieta o grietas preexistentes ha sido comprobada por los efectos del temblor, tanto en el terreno como en lo construido por el hombre, enumerados en el capítulo correspondiente a la descripción general del fenómeno y sus efectos.

Las principales líneas de fracturamiento en esta región están indicadas por el jalonomiento de los aparatos efusivos a lo largo de planos eruptivos dirigidos casi de Este a Oeste y de Norte a Sur, correspondiendo los de mayor importancia a los que van de Este a Oeste, pues en este sentido se orientan no solamente los principales macizos montañosos, sino aisladamente sus partes y aun pequeñas unidades orográficas, señaladas al hablar de la fisiografía de la zona.

De todas las dislocaciones la más interesante, la más sugestiva y la que guarda las huellas de su resbalamiento, es la que ocupa el límite de la porción septentrional de la zona descrita y corresponde al ya mencionado macizo de Acambay-Tixmadeje. La segunda, la no menos interesante, formada por el alineamiento de los poco elevados cerros de "El Batán," Cuemes y Maye, no presentan las huellas tan claras como la primera; pero en vista de las razones expuestas al hacer la descripción de cada una de las pequeñas unidades orográficas que la forman, en la que se ha tenido en cuenta no solamente su alineamiento sino la semejanza de sus perfiles, que de otro modo se hubieran tomado como resultado único de la erosión, hemos aceptado su existencia. Sin embargo, como consecuencia de una excursión de exploración asentamos lo anterior a reserva de que más tarde se confirme lo que a nosotros nos pareció claro en un primer viaje o se desvanezca por los argumentos que se hallasen en contra, en un estudio hecho especialmente con ese objeto. Lo mismo decimos de la tercera dislocación que pasa por el valle de San Pedro, al pie del cerro de Santa Cruz y de otras menos importantes que parecen existir en pequeños valles también ya descritos.

El macizo Acambay-Tixmadeje, alineado de Este a Oeste, se presenta con su perfil meridional abrupto a lo largo de él, con excepción del cerro del Colmilludo, que se aparta unos 4 kilómetros al Norte del alineamiento, pero que se alarga en

la misma dirección del dislocamiento. Como formaciones eruptivas, compuestas de protuberancias, mesas escalonadas, pitones, etc., etc., es difícil precisar cual es el desnivel medio que alcanza, tanto más que la erosión al ir avanzando, al llegar a las formas cónicas, aumenta la altura de los acantilados, como pasa en Peña Larga y Peña Redonda. Afortunadamente en la parte central, donde están las mesas de Dongú, se hallan precisamente en la rhyolita los planos de resbalamiento que nos indican además de la inclinación del plano de la falla y su dirección, la naturaleza del movimiento. De la parte alta de la mesa o sea en el borde de la ceja formada por una corriente, al pie de ella, o en las terrazas constituidas por conglomerados y brechas con fragmentos de grandes dimensiones, hay una diferencia de nivel de 380 metros; esto no quiere decir que sea el desalojamiento vertical preciso, sino que da idea de la magnitud de él.

La dirección de la falla coincide con la del alineamiento en general y con las de los espejos o relices. Estos tienen las direcciones e inclinaciones siguientes:

Arriba de "La Mina," en la loma de Botidí; dirección de E. a W. con echado de 66° al S.; otro en la misma loma: S. 67° W. y 38° al S. E. Cerro de Benguitú, junto al camino de Acambay a Dongú: S. 75° W. y con echado casi vertical al Sur; y otro en el mismo camino: N. 78° W. y con igual echado. Esta última coincide con la de las diaclasas del fondo del túnel.

Como se ve la inclinación de la falla es hacia el Sur, o de otro modo expresado: tiene la "mirada" hacia ese rumbo; esta mirada es general para toda ella. Con relación a la parte que resbaló es una falla normal, correspondiendo al bajo de la falla el macizo montañoso y al alto la parte plana de los valles de Acambay y Solís; con relación a la dirección de las corrientes superiores sería, en esta parte, "falla longitudinal," pues según se ve en el perfil que hicimos, la parte superior de la mesa tiene una inclinación hacia el N.; y teniendo en cuenta la inclinación de las corrientes superiores en ese tramo, y la inclinación de esta falla, sería "contraria." Entre las otras partes seguramente que varía en sus detalles, aunque sus caracteres generales se revelan como aparecen en esa porción.

Otro detalle de la misma falla en el mismo macizo Acambay-Tixmadeje y en el extremo occidental de ella, distante 20 kilómetros al Poniente del lugar anterior de donde se hizo el perfil mencionado, es tanto o más interesante que él; pues indica además de los movimientos anteriores, otros posteriores a los señalados por los relices. En los depósitos de toba y lapilli que se encuentran en la subida en la loma de Xidó, en el camino que va de la hacienda de Solís al pueblo del Agostadero, casi al pie de las estribaciones del cerro del Botí o de las Palomas, correspondientes al frente de la falla, hay un pequeño rebaje hecho para

abrir el camino en estos depósitos sedimentarios, y en el que se ven capas de tobas, alternadas con lapilli, en posición casi vertical, que desde luego hacen reflexionar a qué causas atribuir ese levantamiento. Esas mismas tobas tienen espejos en la dirección modificada con relación a la de los descritos antes, pertenecientes a la parte central de la falla, y con echado contrario, es decir, que si allá tenían echado hacia el Sur, en éstos es al contrario, hacia el Norte.

La figura número 21 de la lámina XIII, indica el arreglo de las capas y la posición que guardan. Estos productos de explosión seguramente que se depositaron con la inclinación propia del terreno, pero no con la que guardan ahora; por lo que es necesario hacer intervenir nuevos movimientos orogénicos que dieron por resultado el levantamiento o el hundimiento de uno de los bordes de estos depósitos. La explicación que más nos satisface y que está de acuerdo con la idea que nos hemos formado de la región es la siguiente: el plano de la falla pasa precisamente por este lugar y estas tobas formaban el labio inferior del bajo de la falla, el que después de un período de dislocamientos verticales, que dieron lugar a la formación de los espejos, vinieron otros efectuados en el mismo sentido, en los que frotando el bajo de la falla contra el alto, o a la inversa, la parte superior del labio del alto de la falla se movió hacia arriba, quedando una parte apoyada contra el plano de la falla y la otra extremidad siguiendo la parte que resbalaba hacia abajo llegó hasta tomar la inclinación casi vertical. Como el movimiento no se efectúa en el mismo plano, sino en diferentes, aunque guarden el mismo paralelismo, en ese período fué más al Norte, por lo que los relices planchados quedaron contenidos en las tobas, sufriendo el mismo cambio de posición. La explicación gráfica, figura en el croquis 5, lám. LXV. El sentido del movimiento fué hacia abajo, en el mismo sentido de la inclinación de las tobas y por eso quedó vuelto hacia arriba el labio inferior de la falla.<sup>1</sup>

Los relices planchados que encontramos de la parte central del macizo montañoso están estriados e indican que el movimiento fué en la dirección marcada por dichas estrías. En el extremo occidental de la falla son planos; por lo que creemos que el movimiento no fué en una sola dirección.

Otra dislocación, dirigida también de Este a Oeste, la encontramos al ir de la hacienda de Tultenango a Tepetongo, en el Puerto de Medina, un pequeño cañón en el que la pared vertical no solamente se ve vertical sino inclinada hacia el Norte como si fuera una falla inversa.

De las dislocaciones de Norte a Sur, creemos como lo indicamos en la des-

---

1 Se pudiera aplicar a esta acción del movimiento la palabra que tenemos en nuestro idioma: "redopelo": pero por no ser muy conocida, no la hemos hecho figurar. Corresponde en francés, en este caso, a "retroussement"; en inglés, a: "turned upward"; en alemán, a "nach aufwärts geschleppt."

eripción del relieve, que las lagunas de Huapango se encuentran sobre una línea tectónica. De ellas solamente conocemos la porción meridional.

Sintetizando todo lo que hemos dicho y considerando las fracturas que hemos enumerado, deducimos: que la zona megaséismica corresponde a una faja de terreno hundido (fosa o "graben"), que se alarga de Este a Oeste, limitada al Norte y al Sur por macizos montañosos de paredes abruptas y en la que parecen existir otras dislocaciones paralelas a las anteriores que hacen presumir la existencia de una serie de fallas escalonadas. Si esta idea se generaliza a porciones adyacentes de aspecto semejante, se llegará a la conclusión de que forma parte de una extensa región que ha sufrido grandes fracturamientos con desviaciones considerables, invadidos por las rocas efusivas, ya sea que provengan claramente de las grietas o que aparezcan independientes de ellas. El magma salido y que se encuentra en la superficie, corresponde, en la zona sísmica, a una composición que tiende a acercarse más al de composición básica que a la ácida y está representado, en su mayor parte, por las andesitas de pyroxena (sobre todo por la de hiperstena) y también por los basaltos que no alcanzan la importancia de ellas. Del magma de composición ácida, hay algunos afloramientos en el macizo Acambay-Tixmadeje, puestos en relieve por el dislocamiento. Por la parte Norte, Noroeste, Oeste y Suroeste, abundan las rhyolitas de localidades muy conocidas como Amealco, Coroneo, Jerécuaro, Acámbaro, Maravatío, pertenecientes a los Estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán que colindan con la zona megaséismica que quedó comprendida en su mayor parte en el Distrito de "El Oro," del Estado de México.

Mencionados los principales caracteres que pueden dar una idea de la constitución y estructura de la porción de la corteza terrestre en la que el fenómeno alcanzó su mayor intensidad, objeto del presente Boletín, pasamos a describirlo junto con sus efectos procurando presentar todas las enseñanzas que pudimos recoger acerca de él, durante los dos meses y medio que duramos en el campo.

#### **Descripción general del fenómeno y sus efectos en la zona megaséismica**

El día 18, anterior a la fecha de la catástrofe, los habitantes de la región sintieron a las 11 h. 09 m. de la noche, un temblor de cierta intensidad que hizo despertar con algún sobresalto a los que se habían entregado al sueño. El sacudimiento causó alarma entre ellos porque no recordaban de movimiento alguno semejante, en todos los días de su vida. Los temblores de otras ocasiones que se han dejado sentir con mayor o menor fuerza en otras poblaciones, sobre todo en la parte meridional, occidental y central de la República, apenas si los habían

notado, y por eso al día siguiente muchos comentaban el suceso al levantarse, cuando repentinamente, a las 7 h. 15 m. según unos y según otros a las 7 h. 20 m., sin que nada anunciase la catástrofe, el suelo se agitó de tal manera y con tal violencia que muchos cuando recobraron la calma vieron a su alrededor nada más que una nube de polvo y un montón de escombros que sepultaron a numerosas víctimas, contándose entre ellas algunas que no acabaron de referir el temblor anterior.

¿Qué había pasado? Imposible de poder dar una descripción exacta del movimiento. El efecto del temblor fué tal que difícilmente se encuentra persona alguna que pudiera referirnoslo con todos sus detalles desde el principio hasta el fin. El terror y el pánico desde ese momento se apoderaron de la mayor parte de los moradores sin que se preocupasen de llevar un registro de los choques subsecuentes. Las gentes decían: sentí un brusco empujón, oí un "trueno de agua," la casa se venía abajo, y ya no me dí cuenta de lo demás; una nube de polvo invadía la atmósfera cubriendo los escombros. Otras: venía caminando cuando repentinamente caí al suelo, y se apoderó de mí tal temor que no recuerdo lo que hice. Los que iban a caballo en el campo cuentan que oyeron un "trueno de agua" al mismo tiempo que el animal se espantaba y cuando trataron de cerciorarse de lo que pasaba, voltearon la cara hacia todos lados y nada más veían el polvo que se levantaba de los lugares poblados que desaparecían. Hubo casos en que de dos o varias personas que estaban juntas, al pretender huir, unas tuvieron tiempo de hacerlo y otras quedaron sepultadas. Pasada la primera impresión de terror las gentes comenzaron a buscarse unas a las otras. ¿Cuántas habían desaparecido? La iglesia de Acambay, por estarse verificando dentro de ella en esos momentos un servicio religioso, dió un contingente de 73 víctimas, inclusive el sacerdote oficiante; sólo 5 personas pudieron escaparse. Como el temblor tuvo lugar a las 7 h. 20 m. de la mañana, la mayoría de las gentes se encontraban fuera de las casas, pues de otro modo, si ha ocurrido por la noche, el número de muertos y heridos hubiera sido mayor. También el hecho de que la mayor parte de las habitaciones son casas bajas de un solo piso construídas de adobe y la abundancia de jacales, dió lugar a que muchos que quedaron bajo los escombros no sufrieran otra cosa que heridas de poca gravedad y fuertes magullones. La población en que hubo mayor número de víctimas fué Acambay, como se podrá ver en el cuadro que damos de las que hubo en toda la zona, advirtiendo que bajo los escombros de la iglesia aun quedaron todavía algunos cadáveres enterrados, por presentar algunos peligros su extracción.<sup>1</sup>

1 Algunas personas nos han prometido escribir sus impresiones acerca del temblor, una vez que hayan entrado en calma, acompañadas de abundantes notas! Ojalá no echen en olvido sus promesas!

Cuando llegó la Comisión, aun no había pasado la consternación y todavía había numerosos grupos que se ocupaban en su lúgubre tarea de desenterrar. Las escenas de dolor las omitimos aquí, aunque en algunos de sus detalles hay datos interesantes para las otras ciencias, como la salvación de un niño de 5 años que permaneció enterrado durante cinco días, la de otras personas considerada por ellas como milagrosa, la muerte por asfixia de otras, etc., etc. Se dedicó la Comisión, al mismo tiempo que procuraba tranquilizar, a comenzar a formarse una idea de cómo había pasado el fenómeno para lo cual aprovechaba el deseo que había en cada uno de los habitantes de referir lo que había visto, sentido y oído. De esos relatos copiamos algunos, procurando conservar fielmente la idea tal como ellos la expresaban en lo referente a dirección, intensidad y duración. Esos relatos constan en la parte referente al problema mecánico y son discutidos lo mismo que los efectos en las construcciones. Tratando de reconstruir cómo fué el fenómeno con esos datos, podemos decir que en Acambay, p. e., el temblor se inició con un brusco desalojamiento hacia el Sur, se detuvo por un momento para continuar con fuertes sacudidas, siendo en su mayor parte oscilatorias aunque hay huellas claras de que la trepidación no estuvo ausente. El tiempo que duró no se puede deducir por lo que dicen los testigos; pues mientras unos insisten en que fué casi instantáneo, otros aseguran que les dió tiempo de correr hacia el árbol o pilar más cercano para abrazarse a él. Por eso para nosotros es difícil asignarle una duración aproximada, a pesar de que en algunos casos hicimos que las personas repitieran exactamente los movimientos que efectuaron en los momentos del temblor; y aunque nos inclinamos a pensar que fué muy corta la duración, podemos decir en esta descripción general que fué de unos 4 a 6 segundos.

En las partes central y meridional hubo lugares en que también el movimiento fué de Norte a Sur; pero en los extremos oriental y occidental el carácter trepidatorio parece haber sido predominante.

Dada la hora en que se verificó el temblor hubo muchos observadores que, como no corrieron peligro alguno de morir aplastados por estar a campo abierto y lejos de lo construído, se dieron cuenta de detalles que hubieran sido de importancia y de gran valor si los conservaran y expresaran fielmente. Así, por ejemplo, hubo algunos que vieron pasar perfectamente las ondas superficiales y las describen como "olitas de tierra" que mecían las hierbas y los árboles al levantarse; otros vieron primero derrumbarse las poblaciones que estaban a lo lejos e inmediatamente después sentir el movimiento. Desgraciadamente su grado de cultura y el terror que les infundió el fenómeno hacen difícil su reconstrucción.



Que el temblor produjo ruido no cabe duda, pero especificar o describir, a qué clase de ruido pertenece, eso no es posible. A nosotros mismos que íbamos desprovistos de prejuicios y dispuestos a percibir el menor rumor, oímos de distinta manera los ruidos que tuvimos oportunidad de escuchar. A uno le produjo la impresión del cañonazo, a otro le pareció como de un portazo, a los demás como el rodar de un carro con pesada carga. En otras ocasiones que se producía cuando nos encontrábamos más distraídos, era de tan corta duración que las personas que estábamos reunidas lo notábamos sin poder describirlo ni siquiera compararlo con algunos de los conocidos. Las declaraciones de los vecinos están de acuerdo en que hubo ruido; pero para unos fué como el que produce un huracán o como una descarga eléctrica (comparación más común por tratarse de gentes de campo), para otros el estampido del cañón y los demás recurren a comparaciones semejantes a las anteriores, que son comunes en casi todos los países en que tiembla. Respecto a su intensidad, la falta de concordancia es mayor; pues mientras unos aseguran que fué espantoso, a otros les pareció muy débil y como se verá en las mismas declaraciones, hubo personas que no oyeron ruido alguno. Después de pasado el primer temblor fuerte del día 19 de Noviembre, se produjeron ruidos que precedían, acompañaban o seguían a los choques subsecuentes o se presentaban sin temblor como algunos que nosotros percibimos.

Los destrozos que había causado fueron considerables: el área que abarcó ya la señalamos desde un principio: comprendía poblaciones que tenían desde 2000 habitantes hasta pequeños ranchos. Algunas de ellas quedaron sin comunicación, por lo que tardaron algunas horas en llegar las noticias; la línea telefónica había sido destruída en algunos tramos. En la porción septentrional de la zona sólo se veían de los pueblos que están al pie del macizo montañoso Acambay-Tixmadeje, los pocos muros de las iglesias, que habían quedado en pie que vienen a ser los edificios sobresalientes en estos centros poblados, en medio de escombros entre los que surgía una que otra casita baja que se había escapado de caerse (fig. 46, lám. XXIX). En la población de Acambay, había calles obstruídas por completo con los derrumbes de las casas que dificultaban el tráfico (figs. 47, 49 y 50, láms. XXIX-XXXI). Entre las destrucciones que más llamaban la atención, figuraban en primer lugar, la de la iglesia (figs. 52-54, láminas XXXII y XXXIII), después las de las casas de dos pisos destruídas por completo (fig. 60, lám. XXVIII) y las de las que tenían portales construídos de mampostería que contrastaban con los de columnas de madera (fig. 50, lámina XXXI) que aunque desplomados, casi se conservaron en su totalidad. (Figuras 62 y 63, lám. XXXVIII). De las casitas de adobe y jacales, hubo algunos

que no sufrieron nada; pero de los que se vinieron al suelo se veían nada más que montones de adobes y palos. En la parte central, aunque no sufrió tanto, las construcciones quedaron en tal estado que no era posible habitarlas porque las que no estaban en ruina, tenían sus paredes fuertemente desplomadas que constituían un serio peligro aun para los que solamente se acercaban; en esta porción figuran Temascalcingo y San Andrés Timilpan.

De la zona meridional, la hacienda de Toxi, con excepción de un granero, fué destruída totalmente; lo mismo que las casitas de adobe y de piedras de los trabajadores de dicha hacienda. Por el grado de destrucción, ocupa esta zona un lugar intermedio entre la del Norte y la central; haciendo notar además que en los sitios atravesados por las grietas que aparecieron con el temblor las destrucciones eran completas en los edificios que encontraban a su paso.

El número mayor de víctimas corresponde a las poblaciones que están en la porción septentrional de la zona pleistocénica y al pie del macizo Acambay Tixmadeje; luego les siguen Temascalcingo, San Pedro El Alto, Venta San Lucas y San Andrés Timilpan, situadas en la parte central de la zona; y por último las que están en la porción meridional que proporcionan solamente un muerto; sin que por esto se piense medir la importancia geológica del fenómeno.

Los efectos morales no fueron de menor importancia que los anteriores: el ver venirse abajo los edificios que creían sólidos, de un solo golpe, a causa del sacudimiento de la corteza terrestre, ocasionó en ellos cosa idéntica respecto a las ideas que se habían forjado acerca de la eterna inmovilidad del suelo que pisan. Para la mayoría era la primera presentación de un fenómeno de esta naturaleza y para el resto, aunque tenía noticias de que había lugares que eran azotados por estos movimientos y hasta algunos los habían sentido ya, nunca pensó que en esa región se verificase, ni alcanzase tal magnitud. El "aquí nunca tiembla," desapareció (sin embargo que para el geólogo es aquella una vieja zona sísmica por excelencia). Desde ese momento las ideas que tenían acerca de la naturaleza de las cosas se les trastornaron por completo y perdiendo la confianza en sí mismos, se desmoralizaron.

El mismo día de la catástrofe los habitantes se instalaron en campamentos en vista de que muchos de ellos habían perdido por completo sus casas; otros las tenían en tal estado de ruina que por sí solas constituían un serio peligro, y el resto, que había tenido la fortuna de que sus hogares hubiesen quedado en buen estado, huyó de ellos ante el temor de una repetición de la catástrofe o la aparición de algún otro fenómeno, como erupción volcánica, que completase la obra de destrucción. Dentro de la zona megasísmica, relativamente pocas casas quedaron en pie y habitables; pero fuera de ella, en las partes adyacentes, sobre todo

en la septentrional y occidental con excepción de las iglesias, los efectos materiales del temblor fueron casi iguales o menores que los de la ciudad de México y sin embargo los morales fueron lo mismo que en Acambay y Temascalcingo. Las noticias de la destrucción de las poblaciones hicieron que el pánico aumentara entre los habitantes de los pueblos circunvecinos y quedó establecida la vida bajo tiendas de campaña improvisadas.

Los temblores continuaron y aunque ninguno de ellos llegó a alcanzar la intensidad del primero, sí eran perceptibles al grado de despertar a los dormidos habitantes durante la noche. La extensión que abarcaban era pequeña (temblores domésticos); su duración muy corta; marcadamente oscilatorios de N-S. o trepidatorios; producían los oscilatorios una sensación como si lo mecieran a uno, notando perfectamente bajo los pies en algunos de ellos, el paso de las ondas de período muy corto. Los trepidatorios recuerdan a los que tuvieron lugar en Guadalajara en los meses de Abril a Agosto, sin provocar la misma alarma. Se verificaban dentro y fuera de la zona, por lo que hacen pensar que son debidos a que roto el equilibrio de una manera tan brusca entre los bloques de la zona magacésmica, los bloques adyacentes entran también en movimiento procurando acomodarse entre todos, tratando de restaurarlo otra vez, y al hacerse este nuevo ajuste nacen nuevos focos que producen temblores domésticos de poca profundidad y que comprenden zonas pequeñas. Así en poblaciones como Amealco que está a 40 kilómetros al Noroeste de la zona, todavía cuando pasamos por ella, el 5 de Febrero del presente año, se registraban esta clase de movimientos. Los intervalos de tiempo entre un temblor y el que le sigue van siendo a medida que transcurre el tiempo, cada vez más grandes y hasta la fecha (fines de Abril de 1913) se registran.

Uno de los efectos más sorprendentes, que al mismo tiempo que despierta gran curiosidad infunde espanto y terror a muchas personas, sobre todo en regiones en que aparece un nuevo foco sísmico o reaparece uno antiguo que no se ha manifestado de una manera sensible y brusca, como en este caso, es la apertura de grietas en la superficie terrestre. La noción positiva de este conocimiento de los efectos, adquirida sin precedente ni preparación alguna, provoca en el espíritu del observador angustioso la idea de admitir la posibilidad de la formación a sus pies de una "abra," de un abismo, de una grieta de dimensiones suficientes para permitir su entrada y morir "tragado," o la formación repentina de un volcán salido de esa "reventazón"<sup>1</sup> que sepulte a toda una ciudad.

---

1 Las grietas formadas en el terreno a consecuencia del temblor son conocidas por los habitantes de la región con los nombres de: "reventazón," "grieta," "apertura," etc.

Para la Comisión no solamente era asunto de curiosidad sino tenía verdadero interés y empeño en observarlas y para su estudio se encargó al Sr. Camacho, miembro de la Comisión, de hacer algunos levantamientos parciales, con brújula y pasómetro, pero en vista de la longitud, que alcanzaban se decidió que tomara notas de algunas porciones de ellas, procurando relacionarlas, ya fueran por situación del lugar y dirección de la grieta y ver si se encontraba en la prolongación; comprobando esto con repetidos informes que recibimos. La Dirección comprendiendo la importancia del fenómeno, decidió encomendar el levantamiento topográfico de estas grietas a la Sección de Topógrafos del Instituto, quien al frente de su digno y experimentado Jefe Ing. Luis Bolland, salió a encargarse, además de dicho trabajo, de la determinación de las tres coordenadas de puntos que están fuera de la zona megaséismica y puntos que están dentro de ella con el objeto de ver, una vez conocidas sus relaciones, si experimentan o no cambios relativos apreciables y poder observar en qué sentido se deforma la corteza terrestre con los choques subsecuentes o dejar preparada la resolución del problema “de si las grietas abiertas en el terreno por los temblores tienden con el tiempo a ser el sitio de desnivelaciones cada vez más marcadas.”

Entretanto nosotros damos los datos de las grietas que recogimos en el terreno a reserva de hacer las modificaciones necesarias que resulten una vez conocido el trabajo de los señores Topógrafos.

Estas se presentan en tres sistemas principales<sup>1</sup> que guardan entre sí y con los alineamientos orográficos dirigidos de Este a Oeste relación de paralelismo. Designaremos estos tres sistemas con las denominaciones de Norte, Central y Sur, que corresponden a la situación que guardan en el terreno. De todos estos, el más importante por su localización y extensión que alcanza y por su vecindad a los pueblos más destruidos, es el sistema del Norte:

**SISTEMA NORTE.**—Paralelo al alineamiento orográfico, formado por los cerros de La Manga, Arroyozarco, Peña Redonda, Peña Larga, Dongú, Colmilludo, Tixmadeje y Palomas, pasa al pie de sus faldas meridionales atravesando antes la parte meridional del valle de Huapango, y recorrer una extensión aproximada de cincuenta kilómetros. En algunas porciones de él, pudimos anotar las siguientes observaciones: en su primera parte, en el valle de Huapango, se presenta con tres grietas paralelas (croquis número 6, lám. LXVI) de las cuales las dos primeras son de poca extensión: una principia en la línea de drenaje de la porción del valle limitada al Norte por los cerros de Palos y El Pelón y al Sur por los de Enitzí y Ñatejé de la Sierra de San Andrés Timilpan, con dirección

<sup>1</sup> De las notas que tomó el Sr. Camacho.

N. 5° E. Comienza con una anchura de 12 centímetros y un desnivel de 5 centímetros hacia el Oeste, por 75 metros de longitud; cambia su rumbo en N. 12° W. y con igual anchura por más de 20 metros observando en esta parte un deslizamiento de 14 centímetros para revelarse después por un sistema de varias grietas paralelas de equidistancia aproximada de 3 metros (fig. 22, lám. XIV). La otra principia al Norte de la anterior, con dirección N. 21° W. paralelamente a la línea de drenaje y después con una parte curva de concavidad hacia Timilpan. La tercera, la más importante en el valle de Huapango, porque es de mayor extensión que las dos primeras y por enlazarse directamente con las que se encuentran en las faldas de los cerros de Dongú, al Norte de Acambay, principia a 300 metros al N. 85° W. del cerro de Palos y con un rumbo general N. 50° W. se detiene poco antes de llegar a la laguna de Huapango, al Sur de Tiupa; en esta parte la grieta presenta anchuras distintas indicadas en el croquis y deslizamientos también variables en magnitud (figura 26, lám. XVI), y en diferentes lugares; la anchura y el deslizamiento máximo, son respectivamente 8 y 20 centímetros (fig. 24, lám. XV), y en las partes puntuadas es tan pequeña que casi se pierde su curso en el pasto del llano; su forma general es de una curva de concavidad vuelta como la anterior hacia San Andrés Timilpan y en su curso se observa que indistintamente los deslizamientos son hacia el Suroeste, es decir, hacia el vaso de la laguna o hacia el Noreste. En otros lugares existen agrietamientos secundarios que quiebran el terreno en bloques levantados en las cercanías de los bordes de la grieta que también aparecen levantados (fig. 23, lám. XIV); observación que hace creer que tales partes estuvieron sujetas a una compresión y que por falta de elasticidad del terreno ha quedado manifiesta. También algunos testigos informan que en esta parte la grieta tuvo, inmediatamente después de ocurrido el temblor, una anchura de 40 a 50 centímetros, pero que los choques subsecuentes experimentados en la región, el mismo día 19 de Noviembre, hicieron que la grieta fuese disminuyendo en anchura. El bordo que divide a la laguna tiene cerca de 1000 metros y se encuentra entre el cerro de Tiupa y el de La Manga, con dirección N. 65° W. no está agrietado ni hubo derrumbes en él. En la extensión oriental de la laguna (del lado de Tiupa) y algunos metros al Norte se encuentra otra grieta que va a desaparecer cerca del borde pantanoso de ella y tiene N. 55° W. de dirección; en el extremo occidental renace la grieta y con rumbo N. 76° W. continúa para ascender a las pequeñas eminencias que se encuentran entre Cerro Gordo y cerro de La Manga para atravesar la barrera montañosa entre el valle de Huapango y el de Acambay. Este mismo sistema en el último valle, se subdivide en grietas paralelas, de las cuales las más importantes son las que es-

tán al pie de Peña Larga, en una pendiente de  $36^\circ$ , con un desnivel de los bordes de 15 centímetros y 10 de anchura (fig. 27, lám. XVII), y que después pasan al Norte de Acambay, a 100 metros arriba del nivel de la población. Más adelante este sistema corta la barranquita que nace arriba del lugar llamado "La Mina" y muestra la tendencia que tiene su curso para aproximarse a ser paralelo al de los arroyos; y cuando sigue la curva de nivel se subdivide en pequeñas grietas paralelas entre sí y alejadas unas de otras a una distancia variable entre 5 y 9 metros. Desaparece poco después del arroyo, que corre al S.  $70^\circ$  E., y subiendo el cerrito de "La Jolla," se vuelve a encontrar otro segmento que asciende también paralelamente al arroyo y que nace cerca de un "ojo" de agua temporal, efecto del temblor. Casi al llegar al primer escalón del cerrito es cóncava hacia el Sureste, es decir, hacia la máxima pendiente ( $16^\circ$ ) del cerro y disminuyendo en anchura desaparece en el otro arroyo: como si la ladera comprendida entre los mencionados arroyos hubiera sido desprendida de la masa de la montaña.

Nótase, además, un pequeño aumento en la anchura de la grieta a medida que asciende; y lo mismo pasa con el desnivel de los bordes que llega a ser de 17 centímetros. Al llegar allí, termina este ramal del sistema en el cerro de "La Jolla," que está coronado por una meseta, sensiblemente plana y cultivable. Al Norte de la pequeña mesa se destaca una de las cejas más notables orientada de Este a Oeste del macizo de Acambay y del pie de esa ceja bajan tres arroyos; el central, con dirección S.  $30^\circ$  E., al llegar al pequeño plan de la meseta, se bifurca y una de sus ramas, la que está más al Norte, es precisamente la que abajo hemos señalado con dirección S.  $70^\circ$  E. En el punto de bifurcación existía un pequeño manantial cuya agua con motivo del temblor se enturbó, y el día 28 del mismo mes de Noviembre desapareció. La meseta del cerro de "La Jolla," se corta bruscamente al Sur formando un escalón a cuyo pie pasa el camino de Acambay a Dongú que es atravesado por el arroyo conocido con el nombre de Bomú (significa "arena" en otomí). En la margen derecha de este arroyo y abajo del camino de Dongú aparece otra grieta que sube paralelamente y muy cerca del arroyo, con rumbo N.  $76^\circ$  W.; tiene una anchura de 15 centímetros y un desnivel de 20; cambia de dirección a N.  $15^\circ$  W. corta el camino de Dongú, dividiéndose en varias ramas, designadas en el croquis con letras mayúsculas, que se separan entre sí por distancias de 3 a 6 metros. Desaparecen por de pronto los efectos visibles del temblor; pero bajando de la mesa del cerrito de "La Jolla" y continuando hacia el Poniente se encuentra el pequeño valle de Dongú, orientado de Este a Oeste como sabemos, en cuyo borde septentrional y en el camino de Huamango pasa una grieta importante de 200 metros de lar-

go, dirigida de Este a Oeste y con una anchura de 15 centímetros; está al pie de una corriente de labradorita con su estructura tabular. La Peña de Huamango, arriba de Dongú, está situada al N.  $56^{\circ}$  W. de Acambay y forma otro escalón como el cerrito de "La Jolla." Al Poniente de la Peña corre una pequeña grieta de 100 metros de longitud y 6 centímetros de ancho, orientada S.  $10^{\circ}$  E., esta grieta sirve de enlace con el sistema general. El descenso del cerro es fuerte ( $34^{\circ}$  de pendiente) y está cubierto por tierra floja cultivada, en la que se formó por efecto del mismo temblor un agujero de forma oval (fig. 29, lám. XVIII), alargado de Este a Oeste, con una superficie aproximada de un metro cuadrado, inclinado y bastante profundo; una piedra arrojada en su interior se oye rebotar durante 6,5 segundos. Al N.  $75^{\circ}$  W. del cerro "Peña de Huamango," se ve el Colmilludo cuya pendiente oriental descende fuertemente hacia la barranca de Empate que separa a los cerros de Dongú de "El Colmilludo." Las lomas de "Las Canoas," están a sus faldas meridionales, y al pie de ellas se encuentra el pueblo de San Antonio Detiñá que fué destruído por el temblor. En las tobas estratificadas que constituyen estas lomas, hay diaclasas orientadas de Este a Oeste y en el Puerto de "El Colmilludo" reaparecen las grietas que describimos y pertenecen al mismo sistema septentrional. Este sistema continúa todavía hacia el Poniente en la falda meridional del cerro de Tixmadeje. En este lugar pasa la grieta con la misma dirección a 50 metros arriba del pueblo del mismo nombre (Santa María Tixmadeje) que fué destruído por completo por el temblor, y atraviesa terreno de barbecho,  $30^{\circ}$  inclinado, con una anchura de 15 centímetros y un desnivel de 50 centímetros del borde meridional (fig. 28, lám. XVIII), precisamente arriba de la capilla de la que quedaron solamente los muros apañados Norte-Sur. Al lado de la grieta se forma otro pequeño sistema que se divide en pequeñas terrazas del mismo modo que en los llanos de Huapango, donde la topografía es enteramente distinta. En la parte superior del cerro, en la misma falda, con la misma pendiente y paralelamente a la grieta, hay una a 2900 metros de altura sobre el nivel del mar, con una anchura de 10 centímetros y otra más arriba a 3030 metros, que tiene 40 centímetros de anchura y un desnivel de 50 cm. Este sistema de grietas se prolonga todavía hasta el extremo occidental del macizo montañoso Acambay-Tixmadeje. En la loma de Xidó, en la falda meridional del cerro de Botí o de Las Palomas, al comenzar la subida encontramos la grieta formada en terreno menos flojo que en Tixmadeje, en las tobas y lapilli que hemos mencionado al hablar de las dislocaciones y que se encuentran levantadas hacia el Norte. Allí toma el plano de menor resistencia o sea el plano de estratificación de las tobas, separándose 8 cm. con muy poco desnivel (fig. 30, lám. XIX), y su dirección es la misma de los planos de estra-

tificación. Atraviesa el camino que sigue paralelamente al arroyo que baja de Norte a Sur, cortando las tobas y en el fondo de su lecho corre sobre la brecha ígnea con fragmentos de obsidiana. La grieta corta transversalmente el arroyo, pero en el fondo se pierde y reaparece en la margen opuesta con dirección N.  $76^{\circ}$  W. (fig. 31, lám. XIX).

**SISTEMA CENTRAL.**—Este sistema en extensión es menor que el anterior, pero desde el punto de vista geológico y seismológico, es de igual interés; pues además de guardar la misma relación de paralelismo con uno de los principales elementos orográficos de la barrera formada por los cerros de Temascalcingo, marca una línea de destrucción en las poblaciones que atraviesa. Tres son las grietas que lo forman: la primera se hace visible en su principio dentro de la misma población de Temascalcingo, es transversal a la calle de Mina, ocasionando cuarteaduras verticales en los muros que atravesó, y se dirige hacia el Poniente de la población, cortando el camino que va de esta población a la de “El Oro;” faldea en las tobas por el Sur, los cerros de “El Calvario” y “Endemejé,” y antes de llegar al río se pierde su huella en los terrenos barbechados; su longitud es de 660 metros, su anchura y desnivel máximo entre los bordes son de 10 cm. La segunda, sigue su curso del Poniente hacia el Oriente: empieza en la loma de “El Cristo,” en terrenos de la hacienda de Solís, baja al puerto, corta transversalmente al río Lerma a 50 metros, río abajo, del puente de fierro; allí el curso del río es de Sur a Norte y la grieta no produjo derrumbes al atravesar las márgenes. Corta después el camino que va de Temascalcingo al pequeño pueblo llamado “Puente” situado a 2 kilómetros y medio al Sureste de la primera población y oblicuamente con respecto a la línea de máxima pendiente ( $30^{\circ}$ ), sigue su curso sobre la falda del cerro “Chato, Andaró o Puente” aproximando más su dirección general, Este a Oeste, a la línea de nivel que a la de mayor pendiente y cuando llega a tener una longitud de 1050 metros se bifurca: el ramal superior continúa por la falda del cerro de “El Puente” y desciende después para desaparecer en la barranca de “Los Gatos” que pasa al Sur de Temascalcingo; el otro ramal de 400 metros de largo, sigue con rumbo N.  $64^{\circ}$  E. y toma el descenso hacia la barranca que pasa entre los cerros Boquí y Bondoré, para perderse en el terreno flojo. La anchura y el desnivel máximo de la grieta, 30 cm., están antes de bifurcarse. En esa parte la grieta proporciona enseñanzas provechosas como se verá en su lugar. En el mismo cerro Chato o Andaró, a 2610 m. sobre el nivel del mar, se presenta otra grieta que atraviesa el camino que va de Temascalcingo a los manantiales de Pastores; se forma antes de llegar al puerto (2680 m.) que hay entre el cerro Andaró y el de la Santa Cruz y tiene una dirección ge-



neral de S. 75° E.; faldea el lado Norte del cerro de la Santa Cruz y el de Xeltes, entra al valle de San Pedro el Alto (el pueblito de este nombre y situado en este valle, fué completamente destruído) y toma después la ladera del cerro de "El Aguaje" en cuya cima (3040 m.) se abre paso fracturando unos bloques de andesita de hiperstena (fig. 32, lám. XX), para continuar con su dirección general hacia el Oriente, pasando por la barrera montañosa que separa el valle de Acambay del de Toxi y se alarga también de Este a Oeste. Paralelamente a esta grieta y entre la loma de Etzá y la presa de San Pedro el Alto se forman otras dos: una con una anchura de 15 cm. y la otra que produjo eyecciones de lodo, y termina cerca de la presa de "San Pedro el Alto" con rumbo S. 70° W. En el borde izquierdo de la zanja que sirve de lindero a la hacienda de Toxi con el pueblo de San Pedro el Alto, produjo el temblor un agrietamiento y levantamiento del terreno semejantes a los que se formaron en el valle de Huapango y Tixmadeje (fig. 33, lám. XXI).

SISTEMA SUR.—Del Oeste al Este se encuentra en la falda septentrional del cerro del Batán, la grieta principal de este sistema que se prolonga al Poniente hasta el "Puertecito" y al Oriente hasta más allá del jacal de Xomejé y termina en el Maye. Recorrimos esta grieta en los tramos que están arriba de San Pedro Potla, que fué destruído en su mayor parte, y se ha formado en los depósitos que están al pie de los acantilados y tobas. Presenta los mismos caracteres que las otras grietas en dimensiones y orientación, con la diferencia de que en este sistema, el borde septentrional es el que baja cuando hay desnivel. En partes desaparece al atravesar los terrenos de barbecho y el fondo del valle de Toxi. Al pasar el río Lerma al pie de los acantilados de El Batán, sus márgenes parecen haber sido sujetas a intensos sacudimientos, a juzgar por el estado de agrietamiento con grandes desniveles en que se encuentra. De estos efectos hablaremos en la parte del capítulo que le corresponde; pero lo mencionamos aquí porque se reúnen casi con este sistema de grietas y aun nos inclinamos a pensar que forma parte de él. El efecto que produjo en dichas márgenes es semejante, pero más intenso que en Huapango, Tixmadeje y San Pedro el Alto. (Figs. 35 a 42, láms. XXII-XXVI).

Relacionada con este sistema hay otra grieta que es la que se aleja más de la zona megaséismica y se halla en terrenos del Rancho del Rosal, al Suroeste de Atlacomulco; tiene 300 metros de longitud, una anchura de 6 cm. y se formó en terreno sensiblemente plano.



**GRIETAS DE DERRUMBE.**—Subordinadas a los tres sistemas principales encontramos en la proximidad de los arroyos, en las barranquillas, en los canales, bordes de presas, etc., derrumbes ocasionados por el temblor que no tienen gran valor para las conclusiones que estableceremos, pero que, sin embargo, las marcamos en el croquis y las mencionaremos para completar la descripción de los efectos en el terreno. En el camino de Acambay a San Andrés Timilpan, en la Venta de San Lucas, las de los bordes donde están las barrancas de Jecó, Timilpan; los agrietamientos producidos en el camino de Temascalcingo a la hacienda de Solís en el tramo que pasa entre dos canales de riego; y como la más importante, el derrumbe producido en la margen derecha del río Lerma (figura 34, lám. XXI). Las márgenes del río estaban formadas por un bordo de arcilla arenosa de unos 2 a 3 m. de alto, que sostenían a los sauces de 4 m. de altura que estaban sembrados a la orilla. El temblor hizo que la margen derecha cayera hacia el centro de la corriente de tal manera, que los árboles junto con sus raíces al ser transportados quedaron en pie y forman ahora la margen izquierda; el río quedó casi azolvado y su curso se desvió un poco. Con la caída del borde, parte del valle de Solís quedó en grave peligro de ser invadido por las aguas; pero afortunadamente, por las noticias que recibimos, ya se remedió el mal.

En otra parte del río, tuvieron lugar los derrumbes, río arriba del tramo anterior, que mencionamos al hablar del sistema meridional de las grietas, en atención a que creemos que están más bien relacionados con ellas que como simples efectos aislados del temblor. El curso sinuoso del río Lerma en el valle de Toxi se dirige hacia el Norte produciendo una fuerte inflexión hacia ese rumbo para después volver hacia el pie de los acantilados de "El Batán," donde está el sistema de grietas meridional. Desde que se acerca, se comienzan a iniciar no derrumbes como el anterior sino más bien resbalamientos (figs. 35, 40 y 41, láminas XXII y XXV), que alcanzan hasta 1m.50 en esta parte. La intensidad en las márgenes, sobre todo en la derecha, alcanza su máximo, al tomar el río, la dirección Este-Oeste paralela al Batán y al sistema general de fracturas. En ese tramo no solamente comprende la margen sino que alcanza una extensión relativamente considerable hacia el Norte la parte plana (fig. 40, lám. XXV). Allí se produjeron una serie de pequeñas fallas escalonadas con saltos variables de 1 a 2 m. La margen izquierda que está al pie de los acantilados aunque sufrió en menor extensión, presenta los mismos efectos en un tramo pequeño (fig. 41, lámina XXV).

La importancia y el interés que presentan estas grietas es por el hecho de encontrarse precisamente en la línea de la falla meridional de la zona megasísmica; de otra manera no hubiéramos llamado tanto la atención. A pesar de

esto, no las hemos hecho figurar en el sistema meridional de grietas porque aisladamente se pueden tomar como derrumbes de las márgenes del río.

Les hemos aplicado el nombre de grietas y no el de fallas a todas ellas, porque su interpretación se prestaría a una discusión bastante larga y en la que faltarían además datos sumamente difíciles de adquirir y aun imposibles de obtener, para saber a cuales se les debe aplicar el nombre de grietas y a cuáles el de falla; no obstante de que se cree fácil la distinción entre unas y otras. Algunos intentos hechos por nosotros, en algunos tramos, para sondearlas, resultaron infructuosos. La pequeña plomada que improvisamos se detenía a los primeros metros en el terreno plano, porque la grieta se comenzaba a tapar a consecuencia de los pequeños derrumbes de sus bordes y a las anfractuosidades de las grietas que detenían a la plomada. En el terreno macizo la poca anchura y las mismas anfractuosidades de las grietas, impedían el paso de la pequeña plomada; hacer excavaciones era cuestión de largo tiempo y costoso, de manera que no podemos dar idea de la profundidad. Sin embargo, la visita a donde están las obras de captación del agua para la población de Acambay nos permitió conocer la disposición de la grieta en esa parte, desde la superficie hasta unos 8 metros de profundidad, en el terreno poco coherente (los depósitos de la barranca por donde baja el arroyo de Botidí). Está representada esta disposición en el croquis núm. 7 lám. LXVII, hecho por el señor Camacho, miembro de la Comisión.

Suponemos que en general el terreno se rompe no conforme a un solo plano sino que las grietas se forman según planos escalonados; y tanto más creemos en esto cuanto que la constitución geológica del terreno nos indica que es bastante heterogéneo en cuanto a dureza y coherencia. Por eso, en vista de que no podemos decir hasta dónde llega su influencia hacia abajo, hacemos el siguiente resumen y conclusiones de lo que apareció en la superficie.

I. Las grietas fueron los efectos séismicos de mayor consideración que aparecieron en el terreno.

II. Se formaron tanto en el terreno flojo como en la roca maciza y también en el contacto de ambas.

III. En tramos hubo compresión, en otros separación de los bordes y en muchos separación de los bordes con desnivelación de ellos.

IV. Aparecieron en los lugares de menor cohesión, de preferencia en las cercanías de los acantilados de las cejas, tomando en general, la dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente (conforme a la ley de Montessus de Ba-

llore); pero también se presentan en la parte plana y en las cimas de los cerros. La pendiente del terreno influye en la desnivelación de los bordes.

V. Su dirección media, casi de Este a Oeste, es influenciada, en pequeños tramos, por la disposición topográfica del suelo que atraviesa y cuando este es poco coherente, su curso es modificado por accidentes superficiales, como raíces resistentes de árboles, pero no interrumpido por ellos.

VI. Las grietas no se detienen ante las construcciones sino al contrario, las atraviesan influyendo grandemente en ellas.

De una manera general podríamos concluir de lo anterior diciendo: las dimensiones que alcanzan las grietas en la superficie, la constancia en su dirección, transversal a la de propagación del movimiento, su paralelismo entre sí y con los accidentes topográficos y su presentación en las líneas tectónicas, ya sean reales o supuestas, hacen que constituyan por sí solas, un fenómeno geológico de consideración que parece indicar: si no la posición exacta de las líneas seismo-tectónicas, sí por lo menos, su dirección. Su aparición en la superficie no será, probablemente, la proyección vertical de fracturas más profundas.

Dé todos modos la conclusión final la reservamos para cuando tengamos el levantamiento de ellas por la Sección de Topógrafos del Instituto, y volvamos a recorrerlas, con el plano en la mano, en toda su longitud.

### Derrumbes en las montañas

Otro efecto del temblor que produjo gran consternación hasta cierto punto muy explicable, y con razón, fué el desprendimiento de grandes bloques de los acantilados que se hallan en las montañas. Algunas de las poblaciones, como Santa María Tixmadeje, Dongú, en la parte Norte; San Pedro Potla, en la porción meridional, se hallan al pie de los acantilados formados por restos de corrientes (fig. 10, lám. VI), y se vieron invadidas por enormes bloques (figs. 43 a 45, láms. XXVII y XXVIII), piedras que al perder el equilibrio con el movimiento del temblor, salieron de su posición rodando y rebotando, produciendo gran estrépito al romperse y marcando su paso con la destrucción de árboles y cercas, sin causar afortunadamente pérdida de vidas. De los acantilados de Peña Larga (3150 m.), cayeron varios peñascos que siguieron su camino hacia el rumbo S. 60° E. dejando un surco visible encontrado a la altura de 2920 m. en el frente del acantilado de esta cima, una porción de él se dividió en dos a causa del movimiento, según una fractura dirigida de Este a Oeste, y el bloque que

quedó al Norte giró  $30^\circ$  aproximadamente, separándose del bloque meridional. Un poco más al Sur del lugar señalado se encuentran las grietas que pertenecen al primer sistema ya descrito y tienen un rumbo en este lugar de N.  $18^\circ$  W. con una anchura de 10 cm.

De las cejas acantiladas de Dongú descendieron también varios peñascos hacia el valle del mismo nombre. En el pueblo de Santa María Tixmadeje sucedió lo mismo: un bloque de 8 m. cúbicos aproximadamente se desprendió de lo alto y rebotando llegó hasta el cementerio, colocándose a 2 m. al Poniente de una cruz, cuyo pedestal no sufrió nada; dejó un surco de 0m.50 de ancho por 0m.10 de profundidad que marcaba su trayectoria y seguía el rumbo hacia el Sur cambiándolo antes de terminar su carrera, hacia el Noroeste (fig. 43, lám. XXVII). En los cerros de Temascalcingo, en el Baixte, cayó un bloque de andesita cuyo trayecto fué hacia el N.  $45^\circ$  E. y se detuvo al borde del camino y echando abajo las piedras de la cerca tomó la posición de ellas; el bloque tiene un volumen aproximado de 44 metros cúbicos y está cerca del pueblito llamado "Puente." Con los choques que produjo al rebotar agrietó en parte el camino.

En casi todas las montañas que tienen partes acantiladas se produjeron derrumbes que causaron también espanto. Así fuera de los lugares poblados se cayeron lienzos completos como en la Peña de Ñadó, en los cerros de Solís, de El Aguaje, Cruz Colorada (fig. 44, lám. XXVII)<sup>1</sup> formando arrastraderos considerables.

AGUAS SUPERFICIALES.—A pesar de haber resultado desnivelaciones en el terreno no se puede precisar si hubo modificación en el curso de las aguas corrientes. En la laguna de Huapango vimos que la grieta desapareció antes de llegar a la margen derecha de la laguna, para reaparecer después en la izquierda, un poco más allá al Poniente. El vaso de la laguna aparentemente no sufrió ni se veía que hubiera pérdida de agua. El Sr. D. Juan Lara, Administrador de la hacienda, nos dijo que había mandado cerrar las compuertas con el fin de ver si era cierto que el agua bajaba, como afirmaban, y se vió que a la vista no variaba el nivel. En el río Lerma, en el tramo que pasa antes de San Pedro Potla, donde está el fracturamiento del terreno, la cantidad de agua parecía que había disminuído, según nos afirmaron los empleados de la hacienda de Toxi; pero sin haberse hecho medición alguna. En el resto, como era la temporada de secas, no es fácil apreciar modificación en la curva del perfil longitudinal de los arroyos; tal vez cuando lleven aguas haya cambios notables.

---

1 Estos arrastraderos se ven muy bien desde el tren del Nacional al pasar por la Estación de Manto.

AGUAS SUBTERRANEAS.—Inmediatamente después del temblor se notó el enturbiamiento de las aguas que brotan de los manantiales. El área de perturbación en la circulación de aguas subterráneas es más extensa que la de destrucción de construcciones, como las iglesias que son muy sensibles a los seismos. En poblaciones como Jilotepec, situada a unos 36 kilómetros al Oriente de Acambay, las aguas de sus manantiales de claras que eran se volvieron turbias y así se encontraban todavía cuando pasamos, el 10 de Diciembre del año pasado o sean 23 días después del temblor; lo mismo sucedió en Amealco cuando pasamos el 5 de Febrero del presente año, o sean 80 días después de él, aún el agua no era clara. La cantidad que producía había aumentado según el decir de las autoridades, que aunque no habían hecho medición alguna lo aseguraban por disponer mayor cantidad de agua para el riego, estimándola porque el nivel en el vaso de las pequeñas zanjas había subido.

Dentro de la zona megaséismica, mientras que unos manantiales desaparecieron, otros brotaron con gran beneplácito de los habitantes. En el mismo valle de Acambay, el pequeño manantial que estaba en la mesa de "La Jolla," desapareció, lo mismo que el que surtía de agua a la población (aunque éste volvió a aparecer días después); en cambio al pie del "Colmilludo" resultó otro que desde luego fué utilizado para el riego.

El principal cambio en la circulación de que se dieron cuenta fué la cantidad de lodo que arrastraba, que iba disminuyendo a medida que el tiempo transcurría. Los de gasto y temperatura no fué posible apreciarlos porque no había datos anteriores.

EYECCIONES DE AGUA Y LODO.—Colocados estos datos con los de la circulación de agua subterránea por la manera de producirse, debemos mencionar que en el fondo de los valles de Solís y de San Pedro el Alto, aparecieron grietas que arrojaron agua y lodo. En la excursión que hicimos al jacal de San Vicente perteneciente a la hacienda de Solís, tuvimos la oportunidad de ver en el campo sembrado de trigo una franja blanca que resaltaba perfectamente sobre el fondo verde y tenía una dirección casi de Norte a Sur. Según nos manifestó el Administrador, por esa grieta salió agua durante tres días y aun creyeron que se había formado un manantial; cuando nosotros la vimos sólo quedaba la arena que había depositado. En el valle de San Pedro el Alto, recogimos una muestra del material que había arrojado una de las grietas que se formó en la parte plana. Esta muestra es un limo formado en su mayor parte por vidrio volcánico y depositado en el fondo de una pequeña zanja de 50 cm. que se abrió al correr el agua hacia el fondo del valle donde está la presa. De otros lugares nos dijeron que

había habido eyecciones de arena que no pudimos visitar por falta de tiempo; además como en los sitios que aparecieron son en terreno de labor, ya con el arado las habían hecho desaparecer. La explicación que se ha aceptado es que resultan de la compresión entre la capa superficial y la que soporta a ésta que lleva agua.

Este fenómeno se produjo por grietas solamente, pues no vimos ni oímos hablar de “cratercillos sísmicos” como aparecen en temblores semejantes.

