



BIBLIOTECA

INSTITUTO
GEOLOGICO DE MEXICO



BOLETIN NUM. 32

SECRETARIA DE FOMENTO
—
INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

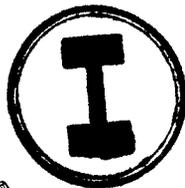
LA
ZONA MEGASEISMICA ACAMBAY-TIXMADEJE

ESTADO DE MEXICO

CONMOVIDA EL 19 DE NOVIEMBRE DE 1912

ESTUDIADA POR

FERNANDO URBINA Y HERIBERTO CAMACHO



BIBLIOTECA

MÉXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Primera calle de Betlemitas núm. 8

—
1913



BIBLIOTECA

INDICE

	Págs.
I.—INTRODUCCIÓN.....	5
II.—EL PROBLEMA GEOLÓGICO.....	11
Reseña geográfica y geológica de la Región.....	”
1.— <i>Fisiografía</i>	”
Aspecto general.....	”
Situación y extensión de la zona megaséismica.....	12
Descripción de los principales accidentes topográficos que limitan la zona.....	13
Límite septentrional.....	”
” meridional.....	”
Límites oriental y occidental.....	16
Sistemas montañosos secundarios.....	18
Valles principales y secundarios.....	20
Valle de Huapango.....	”
Valle de San Andrés Timilpan.....	21
Valle de Toxi.....	”
Valle de Solís.....	22
Valle de Temascalcingo.....	23
Valle de Acambay.....	”
Valle de San Lucas.....	24
Valle de San Pedro el Alto.....	25
Sistema hidrológico de la región.....	26
Río Lerma.....	”
Río Pánuco.....	29
Aguas termales.....	30
2.— <i>Geología</i>	”
Rocas efusivas.....	31
Rhyolitas.....	32
Andesitas.....	32
Basaltos.....	34
Algunas ideas generales acerca de las dislocaciones que se presentan en esta zona.....	35
Descripción general del fenómeno y sus efectos en la zona megaséismica.....	39
El temblor del 19 de noviembre de 1912.....	40
Efectos morales.....	43
” materiales.....	44
Grietas.....	45
Sistema septentrional.....	”
” central.....	49
” meridional.....	50
Grietas de derrumbe.....	51
Conclusiones.....	52
Derrumbes en las montañas.....	53
Aguas superficiales.....	54
” subterráneas.....	55
Eyecciones de agua y de lodo.....	”

	Págs.
III.—EL PROBLEMA MECÁNICO.....	57
1.— <i>Dirección, intensidad y duración del movimiento</i>	57
Zona megasísmica.....	57
Porción septentrional de la zona.....	58
Acambay. Dirección del movimiento.....	57
Dirección de las cuarteaduras.....	63
Conclusiones.....	57
Intensidad.....	64
San Antonio Detiñá.....	57
Dongú.....	65
Paté.....	57
Santa María Tixmadeje.....	57
Hacienda de Solís.....	66
Jacales anexos a Solís.....	67
San José.....	57
San Nicolás.....	57
Calderas.....	57
Cerritos.....	57
San Vicente.....	68
San Francisco.....	57
Porción central.....	57
Temascalcingo.....	57
San Pedro el Alto.....	69
Venta de San Lucas.....	57
San Andrés Timilpan.....	57
Porción meridional.....	71
Hacienda de Toxi.....	57
San Pedro Potla.....	72
San Juan de los Jarros.....	57
Hacienda de Matejé.....	57
Xomejé (Jacal).....	73
San Lorenzo Tlacotepec.....	57
Regiones limítrofes de la zona megasísmica.....	57
Pueblos situados al Este y NE. de la zona de intensidad máxima.....	57
Rancho de Camasó.....	57
Tianguilzotco.....	57
San Juan Tuxtepec.....	57
San Felipe Coamango.....	57
Chapa de Mota.....	74
Hacienda de Bodenquí.....	57
Jilotepec.....	57
Cerro de Canalejas.....	57
Hacienda de Arroyozarco.....	57
,, ,, Huapange.....	57
Región Septentrional.....	57
Aculco.....	57
Hacienda de Ñadó.....	75
Región Occidental.....	76
Hacienda de De la Torre.....	57
,, ,, Molino de Caballeros.....	57
Amealco.....	57
Jerécuaro.....	57
Coroneo.....	57
Contepec.....	57
Hacienda de Tepetongo.....	57
Molino de Pateo.....	77
Maravatío y Acámbar.....	57
Región meridional.....	57
El Oro.....	57

	Págs.
Hacienda de la Jordana	77
Atlacomulco	77
Rancho del Rosal	78
Xocotitlán	77
Pueblo Nuevo.....	77
Conclusiones	77
Cuadro referente a dirección, intensidad y duración del movimiento	81
Area macrosísmica	84
2.— <i>Seismografía</i> . Introducción.....	87
Movimientos anteriores del mismo foco.....	88
El macroseísmo del 19 de noviembre de 1912.....	90
La localización geográfica del epifoco.....	93
Estaciones seismológicas de primer orden: Mérida, Yuc.....	93
Zacatecas, Zac.....	94
Estaciones seismológicas de segundo orden: Guadalajara, Jal.....	96
Mazatlán, Sin.....	97
Oaxaca, Oax.....	97
Choques subsecuentes.....	99
Fórmulas empíricas	100
IV.—CAUSA DEL TEMBLOR Y PROFUNDIDAD DEL FOCO.....	103
V.—RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	107
Apéndice.....	111
Núm. 1.— <i>Algunos datos acerca de las poblaciones y construcciones de la zona megasísmica</i>	111
Núm. 2.— <i>Notas sobre seismología aplicada</i>	116
Destrucciones	116
Rotación aparente.....	117
Templos	117
Escalas de intensidad.....	118
Conservación de algunas construcciones.....	119
Portales.....	119
Retajes	120
Construcciones especiales.....	120
Núm. 3.— <i>Datos acerca de pérdida de vidas y destrucciones</i> . De Acambay.....	121
De Temascalcingo	122
Núm. 4.— <i>Notación adoptada por la Estación Seismológica de Göttingen</i>	124
Escala de Cancani.....	125
Núm. 5.— <i>Significación de algunos nombres de la región conmovida según sus etimologías</i>	125





BIBLIOTECA

México, 14 de Junio de 1913.

Señor Director del Instituto Geológico Nacional, Ingeniero D. Juan D. Villarello.

Presente.

Muy respetable señor nuestro:

Tenemos el honor de enviar a Ud., junto con la presente, el informe que rendimos acerca de los efectos del temblor del 19 de Noviembre del año próximo pasado, producidos tanto en el terreno cuanto en las construcciones que se encuentran dentro de la zona megaséismica.

En dicho informe se han agrupado los datos de la manera siguiente: en la primera parte, se consignan los referentes al relieve y a la constitución geológica del bloque que fué fuertemente conmovido; en la segunda, se describe el fenómeno y los efectos que aparecieron en el terreno, ocupándonos especialmente de las grietas; en la tercera, se mencionan separadamente los efectos destructores que hubo en cada lugar, procurando determinar la dirección e intensidad correspondientes, terminando esta parte con el análisis de los seismogramas que registraron los aparatos de las estaciones de la actual Red Seismológica Mexicana; en la cuarta, se señala la causa del temblor; en la quinta, se da el resumen acompañado de las respectivas conclusiones; y, finalmente, en un capítulo especial se han reunido datos que, aunque algunos de ellos pertenecen a la Seismología propiamente dicha, son en su mayoría datos referentes a la manera de como estaban construídas las casas de las poblaciones destruídas, al valor de los materiales, a la aceleración que alcanzó el movimiento, a la conservación de algunos edificios que no sufrieron daño con el temblor, y a las pérdidas de vidas y número de casas derrumbadas. Las noticias que contiene este último capítulo pueden dar idea de la importancia del fenómeno, considerado desde diferentes

puntos de vista, y fué escrito con el objeto de ayudar, por nuestra parte, a los moradores de esa desolada región. Hemos vacilado en agregarlo al informe, porque encierra partes que no son de nuestra incumbencia, pero en vista de la utilidad que pudieran ofrecer esas noticias a los encargados de la reconstrucción de los poblados de aquella zona, hemos decidido presentarlo a la Dirección.

En este trabajo no solamente se ha procurado que contenga el mayor número de informaciones acerca de este fenómeno, sino que se ha tratado de que, al seleccionarlas, presentarlas y relacionarlas, no se pierdan algunas por su carácter contradictorio. Por tal motivo, hemos separado en cada capítulo la parte informativa de la interpretación y conclusión a que llegamos, para que más tarde los encargados de rectificar o ratificar nuestras observaciones tomen los datos que mejor les convengan.

Cuando un fenómeno, como el que se estudió, se presenta de una manera tan complicada, no es posible desconocer la responsabilidad que se contrae cuando se trata de armonizar los datos que se recogen para llegar a una conclusión, y por eso nosotros la aceptamos a pesar del poco tiempo de que en estos casos se dispone, de la multiplicidad de tareas encomendadas y de los pocos medios con que se cuenta. También hemos tenido especial cuidado en apartarnos de las discusiones de un carácter puramente teórico y extraviarnos dentro de ellas. En nuestro caso, hemos puesto, además, gran empeño en hacer resaltar aquellos hechos que vienen a comprobar teorías que, aunque ya han sido emitidas y aceptadas para otros países, en el nuestro están en contradicción con algunas ya admitidas. La circunstancia de estar tan cerca de la capital la zona megaseísmica, donde se encuentran tales hechos, facilita la confirmación de nuestras conclusiones o su completa rectificación.

A este respecto, la conclusión más interesante, a nuestro juicio, es que se ha venido a comprobar una vez más que el volcanismo y los temblores se han presentado, en una zona claramente fracturada, ligados a la actividad orogénica; mostrando por lo tanto, en esta vez, la independencia que existe entre los temblores de origen tectónico y los producidos por la actividad volcánica.

La parte ilustrativa del informe contiene gran número de láminas que por su abundancia nos pudiera traer algunas críticas, pero estando nosotros plenamente convencidos de su gran utilidad, no solamente porque evitan descripciones confusas sino porque llegan en algunos casos a ser documentos de verdadero valor científico y porque ahorran el tomar gran número de notas en el campo, hemos resuelto hacerlo así, habiendo quedado satisfechos de las ventajas que resultan de tomarlas en esa abundancia. Las que presentamos se refieren al relieve, a los efectos del temblor en el terreno y en las construcciones. Acompa-

ñan al informe, además de las 90 figuras arregladas en 56 láminas, 13 croquis en trece láminas y 21 copias de seismogramas en seis láminas.

Como este informe es uno de los primeros resultados obtenidos bajo los esfuerzos de su dirección, ha sido hecho teniendo en cuenta las ideas esbozadas por Ud., y como se trata de un asunto de Seismología, la colaboración del señor Camacho ha sido considerable.

Protestamos a Ud. nuestra más distinguida y respetuosa consideración.

Por la Comisión, *F. Urbina.*



LA ZONA MEGASEISMICA ACAMBAY-TIXMADEJE

(ESTADO DE MEXICO)

I.—INTRODUCCION

El día 19 de Noviembre de 1912, a las 7 h. 18 m. 27 s., la ciudad de México fué sacudida por un movimiento oscilatorio, de veinticinco segundos de duración apreciable, de dirección NW. a SE., y que por el período corto de sus ondas, como si la tierra sintiese contracciones muy rápidas, hacía presentir que se trataba de un temblor de foco cercano a ella. El parte de la Estación Seismológica Central, dado a la Dirección del Instituto Geológico, de quien depende, a las dos horas después de pasado el movimiento, dice así:

“Tacubaya, Noviembre 19 de 1912.—Señor Director del Instituto Geológico Nacional.—México.

“Tenemos el honor de informar a Ud. que los seismógrafos de la Estación Seismológica Central registraron los movimientos siguientes, de foco cercano que parece ser el mismo para los dos movimientos.

“El primero fué instrumental, el segundo de grado IV Cancani. La duración de la prefase varía de 12 a 16 segundos. La onda de llegada fué de compresión, porque los instrumentos verticales registraron + Z y los horizontales una desviación impetuosa hacia el Noroeste; por lo cual el rumbo es N. 58°07' W. La aceleración máxima fué de $\frac{10 \text{ mm}}{\text{seg.}^2}$. Probablemente se trata de un foco de Michoacán, según los diagramas obtenidos el 27 de Abril de este año, movimiento núm. 53, Catálogo de Tacubaya.

(Después dan los datos instrumentales).

“Protestamos a Ud. nuestro respeto.—H. Camacho.—Gonzalo de Gortari.”

En la mañana del mismo día 19 y en el curso del día siguiente se recibieron treinta y siete telegramas, procedentes de diferentes localidades de los Estados de

México, Michoacán, Querétaro y Guanajuato, siendo el más alarmante el que provenía de la población minera de "El Oro," Estado de México.

Los periódicos del día 21 del mismo mes, señalaban ya lugares donde el temblor había llegado a ser de carácter catastrófico, anunciando la destrucción completa de las poblaciones de Acambay y Temascalcingo. Por otra parte, el Gobierno recibía noticias tan alarmantes que decidió el pronto envío de una Comisión formada por algunos miembros del Instituto Geológico, a fin de que estudiara los efectos del fenómeno y cuáles habían sido sus consecuencias; siendo uno de los fines de la referida Comisión, el llevar la calma y la tranquilidad a los afligidos supervivientes. Así pues, en esta ocasión no se trataba de un estudio tan sólo especulativo del fenómeno, sino también de aliviar, en lo que se refiere a la parte moral, la angustiosa situación en que se encontraban los habitantes de esas localidades, comunicándoles inmediatamente el resultado de las investigaciones y desvaneciendo muchos temores infundados, hijos de una imaginación exaltada; tal fué el deseo de nuestro Director, Ingeniero de Minas Juan D. Villarelo, y que fué objeto de especial recomendación por su parte.

Efectivamente, la depresión moral en que quedó sumida la gente de esa región y de otras cercanas a ella después del choque, el temor de una repetición del fenómeno con la misma o mayor intensidad y de la aparición de otros imaginarios y las predicciones de los improvisados agoreros, que surgen inmediatamente que ocurren estos fenómenos, causaron un daño mayor que el temblor mismo. ¡Cuántas familias, no ya de poblaciones más o menos destruidas, sino de lugares un poco lejanos, fuera de la zona megaséísmica y en los que el temblor causó ligeras cuarteaduras, se lanzaron a dormir a campo raso, sufriendo los rigores de la estación de invierno, abandonando sus negocios y hasta algunas se decidieron a emigrar, tal vez para no volver más, en pos de un lugar donde la tierra no experimentara estas sacudidas! Algunas huyendo del temor de morir aplastadas, fueron a caer en manos de la pulmonía, y también no pocas toses se oían en los campamentos. En poblaciones como Aculco y Chapa de Mota, situadas a 21 km. al N. la primera y la segunda a 34 km. al ESE. de la zona megaséísmica, dormían aún al aire libre cuando llegó la Comisión, veinte días después de pasado el primer choque.

Sin embargo, algunos habitantes, haciendo a un lado las supercherías y deseos de escuchar alguna opinión autorizada, pidieron al Gobierno el envío de una Comisión, y las presentes líneas son el resultado de su visita a la región comprendida entre Aculeo, Timilpan, Xocotitlán y Acámbaro.

En lo concerniente al estudio del temblor, la Dirección del Instituto nos dió

un programa que nos fué comunicado verbalmente en vista de la urgencia del caso y consistía en buscar la zona¹ epifocal entre Acambay, El Oro y Acámbaro, en dar una idea de la magnitud que había alcanzado en los diferentes poblados que habían sido azotados por el temblor, encargándonos nos fijáramos especialmente en las grietas del terreno, y de la geografía y geología de la susodicha zona. Para el efecto, nos señaló un itinerario que pasaba por las poblaciones de Atlacomulco, Acambay, Temascalcingo, Aculco, San Andrés Timilpan, Xocotitlán que se hallan dentro de ella, para continuar después con las que se encuentran entre las anteriores y Acámbaro, con el objeto de fijar los límites por el lado Norte, Sur, Este y Oeste. Este itinerario fué modificado posteriormente, de acuerdo con la misma Dirección, en atención a las observaciones que pudo hacer la Comisión a su llegada a Acambay. Allí notó desde luego, que el temblor se había producido a lo largo de una zona de fracturamiento, dirigida de Este a Oeste, por lo que para el estudio de la clase de movimiento que había tenido lugar, arregló el itinerario de tal manera, que cruzaba varias veces el límite septentrional de la zona pleistocénica que separa bruscamente la zona de mayor intensidad de la de menor.

Respecto a las condiciones de trabajo fueron poco más o menos las mismas que se han presentado en ocasiones anteriores a las diferentes Comisiones que han salido a hacer estudios de índole semejante: encontrarse repentinamente trasladada a un lugar desconocido del que no solamente se ignoran las relaciones que hay entre su topografía y su constitución geológica, sino que ni siquiera hay planos topográficos. En tal virtud, el trabajo de la Comisión se multiplica y en esta ocasión, para facilitararlo, fué distribuído de la manera siguiente: El Sr. Camacho quedó encargado del problema mecánico, por haber hecho de la Seismología una especialidad; el Sr. Tello, de hacer una reseña de las poblaciones destruídas, consideradas desde el punto de vista de la construcción, orientación y situación topográfica; el Sr. Pastor, de tomar algunos datos acerca de la fisiografía de la región y algunas declaraciones de supervivientes, durante los días que permaneció con la Comisión, pues tenía que regresarse antes de la mitad del tiempo; quedando al Jefe de la Comisión, las ideas generales, la dirección y ejecución del programa y por encontrarse enfermo el fotógrafo se encargó de sacar las fotografías. En esta vez el fenómeno se presentó con cierta claridad respecto a intensidad, en determinados alineamientos, y a dirección del movimiento; y en cuanto al problema geológico, el sacudimiento alcanzó el máximum de destrucción a lo largo de una antigua zona fracturada

¹ El señalamiento de dicha zona fué determinado por la indicación que proporcionaron los aparatos y por las noticias telegráficas que enviaron de los pueblos cercanos.

y dislocada que se señala en la superficie por su relieve, su régimen hidrológico y hasta para mayor evidencia por las numerosas huellas que dejó en la roca las superficies pulimentadas por el frotamiento al dislocarse, resbalando una parte contra la otra o sean los conocidos relices planchados o "espejos" de los mineros. Todo eso revela que la región, hablando geológicamente, es un viejo foco de temblores que ha entrado en actividad.

El problema mecánico se pudo estudiar con mejores elementos, pues además de tener las indicaciones claras, arriba mencionadas, proporcionadas por los objetos que sirvieron de seismoscopios y por las declaraciones de testigos supervivientes, se cuenta con los datos instrumentales sacados de los seismogramas registrados en las estaciones de la Red Seismológica Mexicana que actualmente consta de 3 estaciones de primer orden y otras tantas de segundo, con un total de 19 péndulos, 12 horizontales y 7 verticales. Justo es mencionar aquí este adelanto que, aunque para una gran parte del público pasa inadvertido, para los que aquí en México se dedican sinceramente a la Seismología, les suministra datos de gran valor; porque además de poderse obtener de los seismogramas la primera indicación aproximada del lugar más fuertemente conmovido, como en el caso presente, sirve con auxilio de la geología para mejorar fórmulas, corrigiendo los coeficientes y adaptándolas a nuestro país, y en general para adquirir conocimientos acerca del modo de ser del movimiento sísmico: velocidad de propagación de ondas, intensidad, amplitud, período, etc., etc.

No obstante que los seismólogos han insistido mucho acerca de que por ahora la supuesta predicción de temblores no es el principal objeto de la ciencia que estudian, aquí lo mismo que en otros países, es muy común creer que, como aún no es posible hacerlo es casi inútil entregarse a observar los efectos de los temblores, sin comprender que cada uno de ellos proporciona nuevas enseñanzas, confirma observaciones hechas en anteriores y prepara el estudio de futuros. Así pues, en el presente informe, más que un estudio minucioso y detallado, tanto del fenómeno mismo cuanto de la geología, es una breve reseña de carácter informativo en la que se da una idea, como se dijo al hablar del programa, de la intensidad de la catástrofe, de la extensión alcanzada, mencionando los principales centros poblados que más sufrieron, de los efectos en el terreno y en lo construido por el hombre, precedido todo esto de una descripción general fisiográfica y geológica, a grandes rasgos, de la zona fuertemente conmovida, y terminando con un apéndice en el que se consignan datos de cómo eran las poblaciones, de qué material estaban hechas y la manera especial de utilizarlo en la edificación.

El capítulo de seismología escrito por el Sr. Heriberto Camacho figura aquí después de la descripción del fenómeno.

Hecha la aclaración anterior, en contestación a la repetida pregunta: “¿y que tal? ¿qué se aclaró? nada, como siempre, ¿verdad?” y con la esperanza de haber cumplido aunque sea hasta donde nuestros alcances nos lo permitieron, réstanos sólo para terminar esta introducción, dar las más expresivas gracias a las autoridades, a los señores propietarios y administradores de las haciendas de esa región y a todas las personas que nos prestaron su ayuda, ya fuera material o moral por medio de informes.



II.—RESEÑA GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DE LA REGION

1.—FISIOGRAFIA

Aspecto General

El aspecto general de la región (véanse croquis núm. 1, lám. LXII y figuras 1 y 2, lám. I), es el mismo que encontramos con frecuencia en la llamada Mesa Central de la que forma parte un sistema de montañas que ha resultado de la eyaculación de rocas efusivas a través de grietas preexistentes cuya dirección media, casi de E. a W., está marcada en partes por el jalonamiento de los aparatos eruptivos, y además, en este caso, por dislocaciones que se manifiestan claramente en la superficie, por tener un frente abrupto con planos de resbalamiento. (Véase fig. 3, lám. II.)

La dirección media de los principales macizos montañosos y de las dislocaciones es casi de Este a Oeste (N. 78° W. rumbo magnético), habiendo algunos que están alargados de Norte a Sur. Está rodeada de extensas llanuras, fondos de antiguas cuencas cerradas, formadas de corrientes de lavas muy fluidas y cubiertas en extensos tramos por productos de acarreo y de explosiones volcánicas, en los que sobresalen pequeñas unidades orográficas aisladas constituídas también por rocas efusivas. Por el lado N., desde los llanos del Cazadero, el terreno se eleva suavemente hasta llegar a las crestas del macizo principal; por el E. bruscamente se levanta de las llanuras de Huapango. Viniendo del Noroeste, del Cerro de Canalejas, pequeño cono de forma regular, cuya figura se destaca perfectamente en el horizonte, a lo lejos, como un pico, formado de lapilli y tezontle, con una altura de 190 metros sobre la planicie y de 2940 sobre el nivel del mar, el descenso es muy suave y está constituido por corrientes de lava, probablemente andesítica o basáltica, muy extendidas y escalonadas, cuyo declive va a dar a las lagunas de Huapango que se alargan de Norte a Sur. De la margen izquierda de las lagunas en la parte meridional, el aspecto cambia; la pendiente se eleva bruscamente presentándose primeramente pequeños conos volcánicos, algunos aislados, que se arreglan de Norte a Sur como bambalinas (véase fig. 4, lám. III), para después, hacia el Occidente, aparecer unidades orográficas de im-

portancia, integradas por antiguos y elevados aparatos volcánicos de perfiles duros y cuyo arreglo se mencionó al principio, formando una verdadera muralla que sirve de límite septentrional a la zona megaséismica. Por el lado Sureste y Sur, cubierto por las mismas rocas efusivas, el aspecto no es exactamente el mismo, aunque allí las cimas son arredondadas y apezonadas, el relieve tiene las mismas características: la sierra de San Andrés Timilpan y las llanuras de Ixtlahuaca con su prolongación hacia el Noroeste, el valle de Manto, separados de la sierra por el gigantesco volcán de Xocotitlán y sus pequeños espolones, cerros de Atlacomulco y Casicuá, junto con los hijos del imponente volcán, pequeños conos de poca altura que se jalonan de N. a S. en sus faldas septentrionales (véase fig. 2, lám. I), son los accidentes topográficos que rodean a la zona por esos rumbos. Al Poniente y al Suroeste aparecen a los ojos las mismas formas de terreno con los mismos caracteres exteriores topológicos y geológicos, pero los valles son menos extensos, las montañas en sus cimas y ramales no se arreglan en direcciones definidas, aunque en algunos lugares, como el conocido Puerto de Medina, que va de E. a W., parece reconocerse por su orientación y aspecto que han intervenido las mismas influencias en el relieve o sean dislocaciones paralelas a las que mencionamos. Por este lado, los cerros de Solís son los que tanto por las dimensiones que han adquirido aquí las acumulaciones de efusiones de rocas andesíticas, cuanto porque forman el límite occidental de la zona megaséismica, son de mayor importancia para nosotros. Los apéndices de este macizo forman con los que bajan del extremo occidental del macizo septentrional, que sirve de límite por ese lado a la zona, un amplio puerto por donde salen las aguas del río Lerma para atravesar, rodeando los cerros de Solís, valles más extensos, de bordes poco elevados y cubiertos de tobas, en los que serpentea indolentemente.

Dada una idea general acerca del aspecto de la zona que rodea a la que es objeto de nuestro informe y con el fin de hacer notar que es un fragmento de una región más extensa de la que no se puede separar ni geográfica ni geológicamente hablando, vamos a describirla de una manera más detallada precisando sus límites, su forma y su estructura.

Situación y extensión de la zona megaséismica

La forma de la superficie de la zona megaséismica se puede comparar a la de un trapecio, orientado de Este a Oeste, cuya base mayor viene a quedar hacia el Norte, y corresponde a una extensión de unos 800 km.² aproximadamente. Está situada a 95 km. al Noroeste de la ciudad de México y queda comprendida

entre los paralelos $19^{\circ} 47'$ y $20^{\circ} 0'$ latitud Norte y los meridianos $99^{\circ} 52' 37''$ y $100^{\circ} 16' 37''$ longitud Oeste Greenwich. ¹

Para llegar a ella se puede ir o bien por el F. C. Nacional, bajándose en cualquiera de las estaciones: Flor de María, Manto (de bandera), Bassoco y Solís o por la línea del Central en la estación del Cazadero, para tomar el pequeño de Cazadero a Ñadó que llega a la estación de Tixmadeje, que dista 14 kilómetros del pueblo del mismo nombre y que fué destruído por el temblor.

Descripción de los principales accidentes topográficos que limitan la zona

La base mayor del trapecio está formada por el macizo montañoso principal y más importante que designaremos o bien con el nombre de sistema montañoso de Dongú, nombre bastante sugestivo porque en otomí significa "paredón destruído," o de otro modo: sistema montañoso de "Acambay-Tixmadeje," por estar situadas dichas poblaciones, destruídas por el temblor, al pie de aquél. Lo forman los cerros de Peña Redonda, Peña Larga y Colmilludo en su masa central; (véase fig. 3, lám. II); en el extremo oriental, los cerros de Arroyozarco y La Manga (fig. 4, lám. III), prolongación el primero de Peña Redonda; y el extremo occidental por los cerros de Tixmadeje, Botí o de las Palomas y sus prolongaciones Xidó y Agostadero; este último aunque está unido al de Botí se halla al Norte.

El extremo oriental, el cerro de "La Manga," es un esqueleto de una chimenea volcánica (véase fig. 5, lám. III), de la que quedan solamente la parte central y diques radiados en forma de muros elevados que indican las antiguas grietas por donde salió lava. El cerro de Arroyozarco está cubierto por completo de vegetación abundante y solamente se cita su orientación y alineamiento.

De la parte central merecen mencionarse, en primer lugar, los cerros de Peña Redonda y Peña Larga, dos macizos eruptivos andesíticos de forma de doma destruída en parte, con una elevación de 3250 y 3150 metros respectivamente, de los que han desaparecido las mitades meridionales quedando descubiertos enormes acantilados (véanse figs. 6 y 7, lám. IV), a cuyo pie del primero, está la barranca de Puenteillas y la población de Acambay al pie del segundo.

La prolongación occidental de Peña Larga está formada por una ceja acantilada en la porción meridional y cuya parte superior constituye una serie de mesas alargadas, con pendiente suave hacia el Norte, que forman parte del valle

¹ Damos estas coordenadas aproximadas en vista de que aún no se determinan, las cuales han sido sacadas de la Carta General de la República. 1910.

de Granzá, cuya cabeza la integran Peña Larga, Peña Redonda y su prolongación hacia el Norte.

La parte más occidental de Peña Larga, en lugar de ser una sola ceja se subdivide en dos, formando mesas escalonadas (fig. 8, lám. V), de las que visitamos aquella donde está el valle de Dongú. Este valle es bastante interesante por su dirección y por su topografía (fig. 10, lám. VI).

La otra porción del macizo montañoso, continuación de la anterior, es el cerro del Colmilludo. De forma diferente de las anteriores, alargado en el sentido de Este a Oeste y visto desde cualquiera de los dos puntos del Oriente o del Poniente, aparece como un cono de fuertes pendientes, figura que le ha valido el nombre de Colmilludo (de un colmillo) y desde el Norte o desde el Sur, de un cono de gran abertura. Aunque pensamos ir, no hicimos ninguna excursión especial a él, y por lo tanto diremos que a lo lejos parece haber sido un centro eruptivo de donde salieron lavas que conservan una fuerte pendiente. También su forma alargada de Este a Oeste es interesante por lo que se refiere a dirección del alineamiento y fracturamiento y volveremos a tratar de él y de los anteriores al ocuparnos de la historia de la región y de la tectónica. Este macizo está separado del de Dongú, por el puerto de Empate, y de sus faldas meridionales se desprende un apéndice de poca altura, de pendiente suave que avanza hacia el valle formando parte de la división que separa el valle de Solís del de Acambay, del que es su límite Noroeste.

El extremo occidental, integrado por los Cerros de Tixmadeje, Palomas y sus prolongaciones, también antiguos centros eruptivos, presenta un relieve ya avanzado en su estado de evolución, cortado por arroyos que bajan desde la cima, dando lugar a la formación de mesas alargadas que recuerdan las "planizes."

El cerro de Tixmadeje, 3090 metros sobre el nivel del mar, visto desde Acambay, es de forma semejante a la de las mesas de Dongú, con la parte Norte inclinada suavemente y con el frente meridional también abrupto: podría creerse que es la continuación de las mesas de Dongú si no fuera por la interposición del Colmilludo y por algunos detalles. De igual carácter topográfico a las formas que se encuentran al pie de Peña Larga y de la Peña de Huamango son las que llevan el nombre de "Jollas"¹ y constituyen escalones en el frente de la falla (corrientes con acantilados que ven al Sur, tobas abundantes y grandes depósitos de "pendiente" que están al pie de este cerro permitiendo la existen-

1 Corrupción de la palabra "olla" que aplican los campesinos a pequeñas depresiones, hundimientos, resbalamientos, y a otras concavidades, algunas de ellas crateriformes. Aquí son muy frecuentes sobre todo en el frente de la falla.

cia del pueblo que lleva el mismo nombre con la anteposición de Santa María). En otomí el nombre de Tixmadeje indica "lugar de poca agua."

El cerro de Botí o de Las Palomas junto con el del Agostadero, son de forma distinta al anterior. Los dos aparecen, desde los cerros de Solís como dos cimas cónicas pertenecientes a una misma loma elevada: la del Norte, el cerro del Agostadero y la del Sur, el cerro de Las Palomas, separadas por la barranca de Gandó que nace entre las dos, formando mesas muy alargadas y prolongadas, con dirección, al principio, Noroeste y después de Este a Oeste. Nosotros pasamos por la que baja del Mogote del Pelón, 2940 metros sobre el nivel del mar, y nos llamó la atención la forma de ellas y su dirección. Las pendientes occidentales siguen conservando su inclinación sin interrupción y en ellas se ve únicamente la obra de la erosión sobre grandes aparatos volcánicos; pero en la porción meridional aparece el perfil abrupto; las corrientes cortadas con acantilados de estructura prismática y al pie tobas inclinadas con planos de resbalamiento. Al subir por la loma de Xidó, tomamos nota de la barranca del mismo nombre que resulta del nacimiento de dos arroyos dirigidos de Este a Oeste que se unen de tal manera que uno forma la prolongación del otro, para descender después los dos juntos en dirección Norte Sur e ir a dar al valle de Solís. De la topografía del otro lado no tenemos datos; pero por lo que vimos desde Ñadó, su pendiente hacia el Norte no es tan pronunciada como la del Sur, que es el mismo carácter de todo el macizo, y en cuanto a su topografía indica, como acabamos de decir, que es un aparato volcánico cortado por profundas barrancas, con dislocaciones en la parte meridional.

Por lo demás, más al W., las corrientes siguen descendiendo suavemente; se pierde la dureza de los perfiles y lomas muy ensanchadas y de poca altura reemplazan este escenario montañoso, cambiando el panorama.

Los accidentes topográficos que limitan la zona megaséismica por la parte meridional y que corresponden a la base menor del trapecio, no forman un macizo montañoso que constituya una unidad orográfica con un conjunto claro y preciso como el anterior y que se denote por la dureza de sus líneas en toda su longitud y por la importancia de sus masas. No, se caracteriza por la suavidad de sus formas aplastadas con cimas arredondadas, algunas apezonadas, por sus pendientes muy suaves, por su poca altura y, como el macizo del Norte, está constituido por un grupo de pequeños cerros, lomas y mesas, fragmentos también de antiguos aparatos volcánicos, cuyas relaciones aún no son conocidas en lo general. De estos cerros, algunos forman también parte del límite meridional del valle de Toxi y son: el del Batán, Xomejé, La Campana, Los Cuemes y Maye. De todos ellos el que más llama la atención por su forma y que parece revelar

algo interesante que puede ilustrar también acerca del origen del temblor, es el de El Batán (véanse figs. 11 y 12, y lám. VII). De forma y dirección igual a las mesas de Dongú y a Tixmadeje, es un antiguo aparato volcánico del que quedan las corrientes, muy ensanchadas, con pendiente suave hacia el Sur y por la parte Norte con una ceja de corriente de andesita y con fuerte pendiente 32° hacia el Norte y a cuyo pie están los derrumbes de los acantilados de la ceja que constituyen el único y mezquino suelo que labran los acorralados habitantes de San Pedro Potla. Forma esta pendiente una verdadera cuesta, tal como emplean ahora los geógrafos modernos esta palabra, lo mismo que el frente del macizo Acambay-Tixmadeje, y con la vista hacia él, de tal manera que se ven recíprocamente y son simétricas con respecto a un plano que pase entre las dos. Los otros cerros y lomas que forman el extremo occidental de este límite y el Suroeste de la zona, probablemente no son menos importantes; pero en vista de no tener datos completos no los mencionaremos con detalle. Baste decir que son formaciones análogas constituídas del mismo modo y que las más importantes son el cerro de Baixte y sus prolongaciones que, juntas con las que se desprenden del Sureste de los cerros de Solís, sirven de límite meridional al valle de Solís.

La otra porción del límite o sea la parte oriental, formada por los pequeños cerros de Xomejé, La Campana, Los Cuemes y Maye, es la misma formación y de menor importancia que las anteriores por sus dimensiones: son pequeños conos de poca altura que se agrupan, quedando la parte plana comprendida entre ellos, más elevada que los fondos de los valles de Acambay y Toxi. Sus pendientes tienen cierta disimetría que en el cerro de Maye se marca mucho, pues la porción septentrional está más inclinada, casi abrupta, que la meridional; y eso hace pensar que desapareció probablemente debido a los mismos factores que produjeron igual carácter topográfico en el macizo montañoso Acambay-Tixmadeje y en el cerro de "El Batán."

Límites oriental y occidental

Reunidos estos dos bajo un mismo encabezamiento por no presentarse claramente definidos daremos, sin embargo, algunos de sus aspectos más importantes.

El límite oriental hubiera quedado marcado por la parte meridional de las lagunas de Huapango, si no fuese por la aparición de algunos efectos del temblor en el terreno, que se pueden considerar como prolongaciones de los producidos en la zona megaseísmica; como grietas en el terreno con desnivelación de los bordes y que se formaron en el llano, desde el puerto que hay entre cerro Gordo y La Manga hasta el pie del cerro de Los Palos. Por la parte Sureste al-

canza la zona hasta la población de San Andrés Timilpan, cuyo núcleo fué casi destruído así como muchas de las casas y jacales que se encontraban, como la mencionada población al pie de la sierra del mismo nombre. No se puede precisar el límite con bastante exactitud por este lado, debido a que en los llanos de Huapango no hay poblados, ni cosa alguna que sobresalga de la superficie y sirva de seismoscopio, fuera de las grietas. En algunos lugares situados al Este y en la misma sierra de San Andrés, hay pueblos donde el temblor se sintió con gran intensidad y aún existe uno en el que un pequeño jacal de poca altura quedó destruído por completo. La limitación de esta zona por los lados oriental y occidental, sobre todo por el primero, es tan discutible, si se atiende uno a los datos que se pueden recoger en un viaje de reconocimiento, que para su determinación precisa sería necesario un estudio detallado y de mayor tiempo. En consecuencia, nos concretaremos a dar la descripción de las lagunas de Huapango que aunque su parte meridional queda comprendida dentro de la zona megaséismica, no la damos aquí sino que para mayor método la hemos colocado entre los valles que encierra dicha zona; lo mismo hicimos respecto a la descripción de la parte de la sierra de San Andrés, donde está la población del mismo nombre, entre los valles que están formados por sistemas de montañas secundarios o por ramales de los principales. Además el relieve volcánico de esta sierra, en la parte que visitamos de ella, no vimos nada que nos indicara ya fuera por su orientación, por el arreglo de sus ramales o por sus perfiles, algo de dislocamiento; al contrario, sus formas suaves se bifurcan al parecer caprichosamente como si fuesen debidas únicamente a la eyección irregular de rocas efusivas, cubiertas por productos de explosión, y al modelado de las aguas corrientes. Sin embargo, tal vez en sus partes altas, ahora cubiertas de vegetación, se revele algo de su estructura. La falta de un plano imposibilita fijar su dirección media.

Como límite occidental podemos considerar los cerros de Solís que juntos constituyen una unidad orográfica aunque no tan importante como el macizo montañoso Acambay-Tixmadeje. Su dirección media, difícil de definir y su altura 3310 metros sobre el nivel del mar, mayor que la de dicho macizo, presentan caracteres topográficos muy semejantes a los del cerro de Las Palomas. Su constitución geológica formada de igual modo, rocas efusivas (corrientes y productos de proyección) que se encuentran cortadas por profundas barrancas separadas por cuchillas que conducen a pequeñas mesas elevadas. Su forma, propia del relieve volcánico, no presenta nada de notable. Vistos desde la hacienda de Solís aparecen como un solo macizo separado por tres cañadas, con cimas arredondadas y con un espolón hacia el Noroeste, cubiertos por abundante vegetación que impide estudiar sus detalles; se observan, no obstante, en algunos lugares

descubiertos, porciones de las corrientes que han salido de la parte superior. La dirección de la cresta por donde subimos y de las barrancas que están a uno y otro lado, es de Este a Oeste. El carácter topográfico es el mismo que hemos mencionado al hablar de los otros aparatos volcánicos. De los grandes cantiles, visitamos solamente la Peña de Altamirano que es un resto andesítico, con textura fluidal muy marcada. El cantil que forma la Peña alcanza por el lado Norte una altura de 70 metros. Al pie de esta peña está la barranca que lleva el mismo nombre de Altamirano. El perfil de la subida (véase croquis lám. LVIII), se compone de una parte que asciende suavemente desde la hacienda de Solís; de unas mesas un poco más inclinadas, constituídas con los productos de conos de deyección; de una pendiente fuerte donde está la andesita *in situ* y alterada y donde se alcanza el máximo de inclinación, conocida por el voladero de Las Palmitas, para disminuir un poco después hasta llegar al llano de Los Olivos. Pasado este llano, en el que hay algunos afloramientos, se continúa ascendiendo hasta llegar a un pequeño cono de lava llamado el "Mogote de la Naranja," punto que tiene 3310 metros o sea 914 metros de diferencia con relación al fondo del valle.

Hay otras barrancas cuyas paredes también son acantiladas, como la de Peña Blanca, que suponemos que han sido formadas también por erosión. Ninguna huella pudimos encontrar que apareciera en la superficie, de haber sufrido este macizo dislocamiento alguno.

Sistemas montañosos secundarios

Dada una idea de la extensión de la zona y de los principales accidentes topográficos que la limitan, vamos a mencionar los sistemas montañosos que dividen y subdividen a esta región en valles principales y secundarios.

Estos sistemas son: los cerros de Temascalcingo que separan el valle de Acambay del de Solís y la prolongación del valle de Toxi del mismo valle de Solís; los de Matejé, el de Acambay del de Toxi; y los de San Ildefonso, San Juanico y Paté, que forman la división entre el valle de Acambay y el de Huapango.

La barrera montañosa integrada por los cerros de Temascalcingo, que agrupados se dirigen de Norte a Sur y aislados algunos se alargan de Este a Oeste, y otros sin dirección definida, se puede considerar formada de dos partes: la septentrional o sea el cerro de Lechuguilla, parte vista desde Tixmadeje y desde Temascalcingo, "Jolla" y el Campanario; y la meridional por el cerro de la Cruz y Xelles; siendo ambas de aspecto distinto.

Están divididas por un valle elevado llamado San Pedro el Alto, del que

nacen arroyos que corren por barrancas profundas y van a dar a Temascalcingo por el lado occidental y por el Este a Acambay y a Toxi. Vista la barrera desde el elevado mogote de "El Pelón," que está al pie de la cima del cerro de Las Palomas aparece desde luego el de Lechuguilla con cima crestada de la que se desprenden barrancas y cuchillas sinuosas que bajan con dirección hacia el Norte y después en su parte media sufren una fuerte inflexión hacia el Oeste. Estas inflexiones van disminuyendo al acercarse al último ramal que abriga una hondonada conocida con el nombre de la "Jolla," que baja directamente al Noroeste. Por la parte que vimos al hacer un perfil que partió desde el puerto de Tixmadeje a San Pedro Potla y va directamente de Norte a Sur, creemos que de ese lado las profundas barrancas son también disecciones hechas por la erosión sobre este aparato volcánico. Subimos por una cuchilla que separa dos profundas barrancas y va exactamente de Norte a Sur. Está formada por el resto de una corriente de una andesita de hornblenda muy parecida a la de los cerros de Solís.

La parte meridional de esta barrera, cuyo elemento orográfico más importante es el cerro de La Cruz, es tal vez de menor extensión que la anterior; pero por su relieve llama la atención, pues conserva la misma disimetría que el cerro de El Batán: dirigido de Este a Oeste, las vertientes septentrionales son más pronunciadas que las meridionales; su cima de forma diferente a la de los cerros de Lechuguilla, es una cresta afilada que va de Este a Oeste; sus prolongaciones hacia el Este son los cerros de Xelles y Toxi; sus pendientes meridionales forman con las septentrionales del mencionado Batán un valle asimétrico, prolongación del valle de Toxi, en cuyo fondo surge el cerro Pelón (o Timbatejé en idioma mazahua) y cuya aparición desde el punto de vista de la tectónica con la vulcanología, es para nosotros de gran importancia. También surcan estas pendientes meridionales barrancas que bajan de Norte a Sur, de las que algunas tienen su nacimiento o cabeza en forma de embudo entre dos cimas.

Los cerros de Matejé constituyen con los apéndices que se desprenden de la parte meridional de los de Temascalcingo, una barrera montañosa orientada de Este a Oeste que divide a los valles de Toxi y de Acambay. Estos cerros se ven como una serie de tres cúpulas de lava, o más bien jorobas, que van disminuyendo de tamaño (figs. 13 y 14, lám. VIII), del Poniente al Oriente, siendo la más importante por altura y extensión la conocida con el nombre de cerro de Matejé. Su alineamiento de Este a Oeste sugiere la idea de que estos cerros resultaron de erupciones hechas a lo largo de una grieta orientada en esa dirección. El nombre de Matejé quiere decir en otomí: donde el río da vuelta; y efectivamente, el río se ve obligado a voltear como veremos al hablar del río Lerma. Su cima

alcanza una altura de 3060 metros sobre el nivel del mar y 510 sobre el fondo del valle de Toxi. Las tres jorobas están separadas por cañadas dirigidas de Norte a Sur y las extremidades de esta barrera forman dos puertos: uno al Poniente con las prolongaciones de los cerros del Aguaje y del Yeso, parte de los cerros de Temascalcingo; y otro al Oriente, por donde salen las aguas del valle de Acambay, en la unión de las faldas del cerro llamado de Cantaxí y las de una loma arredondada del límite Sureste del mismo valle. Allí el arroyo ha labrado una pequeña cañada que lleva el mismo nombre de Cantaxí.

El otro sistema montañoso secundario que separa el valle de Acambay del de Huapango, no merece en realidad el nombre de sistema, pues no presentan sus partes direcciones definidas sino, como pasa con muchos de los relieves volcánicos, son lomas que se agrupan irregularmente, con cimas arredondadas, casi pequeñas mesetas, permaneciendo algunas aisladas de forma cónica como el Cerro Gordo. Sin embargo, una serie de pequeños valles, San Juanico, La Manga y el de La Venta de San Lucas están dirigidos de Este a Oeste perpendicularmente a la dirección de la barrera. El vallecito de San Lucas, divide en dos porciones a la barrera: la septentrional y la meridional. La septentrional está separada de la porción occidental del macizo Acambay-Tixmadeje, cerros de Arroyozarco y La Manga, por los vallecitos de San Juanico y La Manga. La porción meridional de esta barrera se une a los ramales que se desprenden de la sierra de San Andrés, tiene el mismo aspecto y son de poca altura ambas porciones.

En esta barrera también se interceptan las vertientes del Golfo de México y las del Océano Pacífico, pasando por lo tanto en ella parte del parte-aguas de los ríos Pánuco y Lerma.

Valles principales y secundarios

Mencionados ya los valles principales Acambay, Solís y Toxi, queda por añadir el de Huapango, que quizás sea tanto o más interesante que los primeros. En tal virtud comenzaremos por él.

VALLE DE HUAPANGO.—Amplio, plano y cenagoso, contrastando con las partes adyacentes, aparece el valle de Huapango, llamado así por las lagunas que encierra, abarcando una extensión cubierta por el agua estancada de 40 kilómetros cuadrados aproximadamente, siendo lo demás plano. Limitado al Norte y Noreste por lomeríos pequeños, de formas suaves entre los que sobresale por su perfil agudo y por su mayor elevación el cerro de la Virgen, continúa el mismo aspecto hacia el Este donde la atención es atraída por un pequeño cono que

conserva su forma casi perfecta y que fué descrito desde un principio, al hablar del aspecto de la región que rodea a la zona. Al Sureste y Sur está limitado por la sierra de San Andrés Timilpan con sus ramales: Engundo y Enitzí, que forman los valles de Timilpan; el de Empexte, Ziute, Buxio, etc.

Las lagunas se forman por la retención del agua por medio de presas. El valle es tan plano y de tan poca pendiente que basta levantar un bordo de algunos metros para que se inunde una gran extensión. La forma que tiene actualmente (fig. 5, lám. IX), la superficie del agua se puede comparar a la de una T con la base hacia el Norte y con la parte superior hacia el Sur. La parte alta o sea la porción meridional de la laguna, se ensancha de Este a Oeste quedando comprendida entre el cerro de Palos y los valles formados entre los ramales que bajan de Arroyozarco, los del pequeño macizo montañoso que separan este valle del de Acambay y los de la Sierra de San Andrés Timilpan. La parte septentrional de la laguna se alarga de Norte a Sur, estrechándose al pasar entre el cerro de La Manga y el de Tiupa.

Las aguas de este valle tienen su salida por el Norte y son tributarias del río Pánuco y por consiguiente pertenece a la vertiente del Golfo de México. Con excepción de este valle los otros que están comprendidos dentro de la zona megasísmica pertenecen a la vertiente del Pacífico por ser, unos tributarios del Lerma y otros por atravesarlos el mismo río.

Siendo el valle de San Andrés Timilpan uno de los que desembocan al de Huapango, daremos de una vez algunos datos acerca de él.

Situado entre dos ramales de poca altura que parece que se desprenden del macizo volcánico, llamado Dexiní, parte de la sierra de San Andrés, está orientado de Norte a Sur. En su fondo corre un arroyo que en su parte superior se bifurca en dos: uno que baja del Oriente y otro del Poniente, separados por el pequeño ramal montañoso Babaxí. Los dos ramales que forman el valle de Timilpan tienen el aspecto de restos de corrientes que se ven cubiertas de tobas con cimas arredondadas que han recibido los nombres siguientes: el oriental, partiendo del extremo Norte al Sur, Enitzí, Ñatejé, Mextejé y Pondejé; el del lado occidental y en el mismo orden, Ixcajá, Boqueñá, Paraíso y Engundo. Algunos de los nombres de éstos, que están en otomí, son interesantes porque tienen una significación relacionada con la forma topográfica y las aguas. La población ocupa preferentemente las faldas del Ñatejé y el resto está repartido en los otros ramales.

VALLES DE TOXI Y DE SOLIS.—Describiremos juntos estos dos valles por ser el fondo del valle de Solís la continuación del lecho del río Lerma que atraviesa primeramente el de Toxi, por el que comenzaremos.

El valle de Toxi es un valle irregular, alargado en la dirección Noroeste-Oeste-Sureste-este, que corre entre el macizo montañoso, que sirve de límite meridional a la zona megasísmica, y las faldas meridionales de los cerros de Toxi y Santa Cruz pertenecientes al macizo montañoso de Temascalcingo y los de Matejé y Cantaxí que los separa del valle de Acambay. Es un valle que presenta también en una parte los caracteres de un valle de fractura con desnivelamiento, si se tiene en cuenta algunos de los caracteres mencionados de "El Batán."

Dicho fracturamiento es paralelo a la falla que pasa por Acambay-Tixmadeje y como su frente ve al Norte y el de Acambay ve al Sur, hace pensar esto, si se aceptan las razones dadas para asegurar su existencia, que la faja de terreno comprendido entre ambos se ha hundido¹ y constituye una depresión en la que se encuentra este valle. De este modo se ve que el valle queda formado por el borde meridional de la depresión o sea también del alto de la falla, separado del resto de ella por macizos volcánicos, que acabamos de mencionar de los que algunos presentan, como veremos más adelante, ciertos caracteres que lo inclinan a uno a pensar del mismo modo en la intervención de dislocación para adquirir ese relieve. Tanto por su forma como por las modificaciones que ha sufrido el relieve del fondo del valle, al aparecer nuevas emisiones de lava, (figs. 11 y 12, lám. VII), que han repercutido en la curva del perfil del río, elevando bruscamente la altura del lecho, se puede dividir en dos porciones: la que no ha sufrido estas últimas modificaciones y es más amplia y la que las ha experimentado y es alargada. La primera de fondo plano y amplio y donde el río divaga, queda comprendida entre los cerros de Matejé y Contaxí, y las prolongaciones de "El Batán;" la segunda queda contenida en las faldas acantiladas de la parte Norte del mencionado Batán y las menos inclinadas de los cerros de Xelles y Santa Cruz, separadas ambas partes del valle por el cerro Pelón o Timbatejé. Esta segunda parte del valle de Toxi viene a formar uno semejante a los valles asimétricos (figuras anteriores). Algunos datos más acerca de este valle, figuran en el capítulo dedicado al sistema hidrológico de la región y por eso los omitimos aquí.

VALLE DE SOLIS.—Tampoco presenta, como el anterior, una forma regular, y esto se debe a que en su origen han intervenido causas iguales: derrames de lava a lo largo de grietas; fracturamientos con desalojamientos de los bordes en algunos de estos macizos montañosos parasitarios, ya formados, y

1 El sentido en que se ha empleado la palabra hundido se refiere a un cambio de nivel entre los bordes de las fallas sin tratar de averiguar si la coordenada Z se ha modificado en el sentido de acercarse o alejarse al centro de la tierra; es decir, si se ha hundido o si las partes adyacentes se han levantado.

a nuevas emisiones de lavas que parecen haber brotado de orificios situados al pie de la dislocación y que conservan su relieve en mejor estado de evolución, mientras que los otros ya han avanzado bastante.

Así, su límite septentrional lo constituye la porción occidental del macizo montañoso Acambay-Tixmadeje; el oriental los cerros de Temascalcingo; el occidental, por los de Solís; y por el Sur y Suroeste por el cerro de Baixte con sus apéndices. Los principales caracteres de todos estos cerros ya lo dijimos con excepción del de Baixte. Este cerro está separado de Andaró o Chato por el desfiladero que atraviesa el río Lerma, que visto desde el valle de Solís aparece como si existiese allí una fractura. Los apéndices del Baixte se presentan como restos de corrientes, lomas destruídas en parte por la erosión.

Al pie del límite septentrional y en el fondo del valle sobresalen cinco pequeñas colinas de lava andesítica, aisladas, que alcanzan una altura que varía entre cincuenta y ochenta metros y son las que corresponden probablemente a erupciones posteriores (?) al fracturamiento principal.

El río corre primeramente en el fondo del valle de Sur a Norte, paralelo a la dirección media de los cerros de Temascalcingo, para desviarse después, antes de llegar a la falla de Acambay-Tixmadeje hacia el Noroeste, por donde la salida, en contraste a la entrada, está formada por un amplio puerto ya descrito. El fondo del valle es plano en gran extensión y forma una fértil y extensa vega que es aprovechada para sembrar trigo. Como el río es divagante en esta parte, por medio de compuertas hacen que deposite ricos limos en la época de crecientes.

El pequeño valle donde está la población de Temascalcingo va a dar al de Solís. Tiene la figura de una herradura (fig. 16, lám. X), con la abertura hacia el Poniente y está rodeado por los cerros de "La Jolla," El Campanario, San Pedro y Andaró, mencionados al describir el macizo montañoso del nombre de la población. Frente a la herradura están los pequeños conos de lava, los cerritos del Calvario y Endemejé.

VALLE DE ACAMBAY.—De forma menos irregular que los valles anteriores, casi tan ancho como largo, comparable a un hexágono, de fondo plano y cenagoso, mal drenado, alcanzando la parte plana una superficie de 150 kilómetros cuadrados y una altura de 2610 metros sobre el nivel del mar, es más alto que los valles de Solís y Toxi. Ocupa una parte de la porción septentrional de la zona hundida o sea del alto de la falla y está contenido entre macizos montañosos de rocas eruptivas (fig. 18, lám. XI), cuya estructura y naturaleza ya fueron descritas y cuyo arreglo con relación al valle es el siguiente: forma el lado Norte

del hexágono, la porción central del borde del bajo de la falla, constituida por los cerros de Peña Redonda, Peña Larga y Colmilludo; al Este, por la barrera montañosa que lo separa del valle de Huapango, también ya descrita; al Sur, los cerros de Matejé y Cantaxí; y al Oeste, los de Temascalcingo. De la parte oriental de estos cerros se desprende un apéndice en forma de lengua, con aspecto de corriente, que avanza hacia el centro del valle. De las faldas del cerro del Colmilludo se desprende un espolón de poca altura y muy alargado, muy semejante al anterior y que parece ser también otra corriente. El drenaje del valle se hace por el lado Sureste, como ya se dijo al hablar de los cerros de Matejé y Cantaxí.

Los pequeños núcleos de población se han formado al pie de las montañas y a la salida de las cañadas. Unas de las causas a que se pudiera atribuir la existencia de esos poblados en esos lugares, es a la presencia de pequeños ojos de agua en ellos y, además, a que el carácter pantanoso del fondo del valle les impide vivir en él, tanto porque en tiempos de lluvias es cenagoso, cuanto porque en las temporadas de secas carecen de agua.

Hecha una breve reseña de estos valles, diremos algo de otros que, aunque son de menos importancia, tienen, sin embargo, algunos detalles que nos parecen de interés por estar relacionados con la estructura interna de la región.

En los dos sistemas secundarios que sirven de tabiques divisorios, uno entre el valle de Solís y Acambay y el otro entre Acambay y Huapango, hay pequeños valles que están a mayor altura que los principales y se orientan paralelamente a la dirección del fracturamiento más importante, Acambay-Tixmadeje. Además de éstos tenemos los pequeños que están en el frente de esta falla y que se ve claramente que han resultado de la acción combinada del dislocamiento y de la erosión. Tanto de unos como de los otros, ya se han mencionado algunos de sus caracteres, al hablar de los sistemas montañosos de la región, pero los agrupamos aquí para mayor claridad y por corresponderles, puesto que son valles.

El de San Lucas, situado en la barrera montañosa oriental del valle de Acambay, es un pequeño valle de fondo plano, en partes mal drenado, contenido entre los pequeños conos andesíticos, que se alarga en el sentido de Este a Oeste. Una parte de las aguas que se reúnen en él van a dar directamente al Oeste, al valle de Acambay, por el arroyo de Paté, y por el Este a las lagunas de Huapango. La bajada occidental al mencionado valle, es de mayor pendiente que la oriental o sea la de Huapango; la diferencia de nivel tomada con el barómetro, entre el fondo del valle de San Lucas y el de Acambay, corresponde aproximadamente a 100 metros; mientras que entre San Lucas y Huapango, hay unos 20 metros de diferencia. Los otros pequeños valles de San Juanico y La Manga, se encuentran entre la porción septentrional de esta barrera y la porción occiden-

tal de la falla principal. Ambos están en la misma línea de Este a Oeste, correspondiendo la parte oriental al de La Manga, que lleva sus aguas al de Huapango y el de San Juanico al de Acambay.

Al hablar de la barrera montañosa que separa el valle de Acambay del de Temascalcingo, mencionamos el valle de San Pedro el Alto (fig. 19, lám. XII), como accidente topográfico que divide la porción septentrional de esta barrera de la meridional, presentando ambas algunos caracteres fisiográficos que las diferencian, como en la orientación y disposición de sus crestas y en la disimetría de sus pendientes. Este valle de San Pedro el Alto, como la segunda parte de su nombre lo indica, está a 190 metros sobre el nivel del valle de Acambay y a 160 metros sobre el de Temascalcingo, y su relieve parece indicar haber sido una cuenca cerrada, cuya formación se puede explicar en parte por la efusión de lavas andesíticas y por ser probablemente una línea de fractura, pues tal es el aspecto que ofrecen a la vista las faldas septentrionales del cerro de la Santa Cruz con su fuerte pendiente septentrional y con su cresta dirigida también de Este a Oeste. Precisamente al pie de este cerro y apoyándose sobre dichas faldas, pasa un arroyo sobre el que se ha construído una presa que sirve para regar unos terrenos que están abajo, en Temascalcingo. Del fondo de este valle nacen otros tres arroyos, de los cuales dos van a dar al Este: uno al valle de Acambay y el otro al de Toxi; y el último tiene salida también al de Temascalcingo como el primero. El partaguas que separa a estos arroyos no pasa por el fondo del valle, sino un poco más arriba, o sea al Este de la presa. La bajada de los arroyos es brusca y han formado profundas barrancas.

En el frente de la falla Acambay-Tixmadeje, se encuentran pequeños valles y hondonadas que se caracterizan por estar orientados paralelamente a la dirección de la falla. Si se ve el perfil de la porción meridional de ese macizo correspondiente a su parte media y de la occidental (figs. 3, 8 y 9, láms. II y V), se notará que se presenta como pequeñas mesas escalonadas cuya parte plana y menos inclinada está hacia el Norte y la acantilada hacia el Sur. Entre la meseta superior y la que está abajo, se forman pequeños valles dirigidos de Este a Oeste; uno de ellos es el mencionado valle de Dongú (fig. 10, lám. VI), formado entre la parte superior de la corriente inferior (labradorita) y los acantilados de la superior. Los otros vallecitos están: uno al pie de Peña Larga, otros en el cerro de Tixmadeje, en la parte de mayor pendiente, y el de Xidó en el extremo occidental de la falla y al Sur, al subir el cerro de Las Palomas. Los que están en Tixmadeje son más bien pequeñas hondonadas y producen la impresión como si fuesen resbalamientos de bloques del mismo frente de la falla.