

Las formaciones cretácicas que se presentan sumamente plegadas y dislocadas han sido estudiadas con algún detalle en pocas localidades del Estado.

El doctor Emilio Böse, estudió las calizas de los alrededores de Orizaba (1), en el tramo comprendido entre el río Metlac y Boca del Monte y por la determinación de los numerosos fósiles que encontró en ellos pudo fijar su edad y referir las calizas de Escamela y Maltrata al Turoniano y Senomano respectivamente. Estudió también las calizas meso-cretácicas con *Caprinidos* de la mesa de Chavarrillo y alrededores de El Palmar, entre los kilómetros 439 y 460 del Ferrocarril Interoceánico de Veracruz a Jalapa y las faunas cretácica y terciaria de la barranca de Santa María Tatetla. Hace notar que las capas de caliza que se encuentran cerca de Santa María Tatetla un poco arriba de la barranca, pertenecen al cretácico medio de la división de Escamela y que contiene *Rudistas* en bastante cantidad, pero difíciles de desprender de la roca; las formaciones terciarias de los alrededores de Santa María que se encuentran cerca de Acomapilla, las refiere al Plioceno y las divide en dos bancos, uno inferior que contiene principalmente *Ostrea*, *Amussium* y *Eucope* y el superior con numerosos gasterópodos y bivalvos.

El señor Aguilera con respecto a los terrenos cretácicos y terciarios del Estado de Veracruz, se expresa así:

"El cretácico representado por calizas negras y agrisadas, pizarras calizas y areniscas calcáreas está muy extendido en el territorio del Estado de Veracruz a lo largo de la vertiente de la Sierra de Zongolica, que se continúa hasta unirse al cretácico de la Sierra de Puebla, en los cantones de Jalapa y Jalacingo. En muchísimos lugares el cretácico se ve cortado por diques y macizos dioríticos y cubierto en grandes tramos por derrames andesíticos y por las erupciones más recientes de basalto."

"En las barrancas de Tuzamapa, Xilotepec, Jalcomulco, Songoantla y Tlacolula, estas calizas están cubiertas por el basalto y se hallan ligeramente metamorfizadas. En la hermosa y profunda barranca de Tatatila las calizas cretácicas se descubren debajo de las corrientes de andesita del Cofre de Perote, que las ha metamorfizado, trasformándolas en algunas partes en mármol que, impregnado de siliza en venillas, resulta no ser muy apropiado para la estatuaria. En esta barranca se ven numerosos diques de roca verde (diorita) que cortan a la caliza cretácica. En el cantón de Chicontepec, en la hacienda de Tantima, existen lomeríos de labradorita. Muy semejantes son los ejemplares de ésta a los de la mesa central; la labradorita se extiende encima de un grupo de areniscas y margas desprovistas de fósiles que muy bien pudieran ser los representantes de la división superior del cretácico o tal vez sea la continuación de la formación eocénica de Laredo. Vienen estas areniscas encima de las calizas cretácicas y no se nota discordancia de estratificación, pero la falta de fósiles y la rapidez con que han tenido que hacerse estos itinerarios no permiten precisar la edad de esta formación." Y en otro lugar dice:

"El sistema cretácico alcanza mayor desarrollo en los cantones de Orizaba, Córdoba y Zongolica, en donde se presentan series de capas calizas que tienen centenares de metros de potencia. A diferencia de las calizas del Norte del Estado que están todas más o menos despedazadas y metamorfizadas y desprovistas de fósiles, en las calizas cretácicas del W. y SW. del Estado de Veracruz, aunque sujetas al plegamiento que formó las montañas de la Sierra Madre Oriental, el metamorfismo es menos avanzado y contienen generalmente fósiles numerosos, la mayoría pertenecientes a las familias *Rudistae* y *Chamidae*....."

"La faja de tierras bajas que limita al Golfo de México está cubierta por los médanos y en algunos tramos, especialmente en donde las barrancas descubren el subsuelo se dejan ver las rocas pliocénicas marinas y aun algu

(1) Boletín del Instituto Geológico de México, número XIII. Geología de los alrededores de Orizaba por el doctor E. Böse.

nas que parecen por su fauna corresponder al Mioceno. Una zona paralela al Golfo se extiende desde Tamaulipas hasta Yucatán, está constituida por areniscas y margas arcillosas y calcáreas muy fosilíferas que en la parte superior contienen moluscos, cuyas especies en gran parte están representadas en la actualidad en el Golfo de México y parece que deben referirse al Plioceno y Pleistoceno; y debajo, las especies vivientes están representadas en número mucho más reducido y se hayan asociadas con equinodermos del Mioceno, como sucede también en la misma formación al Sur de Tabasco y porción de Chiapas limítrofe con el Estado de Tabasco. Es en la costa del Golfo de México en donde se conoce nada más la presencia del Terciario Marino en México, excepción hecha de la formación terciaria de la Baja California.”

Por estudios posteriores acerca del Terciario de la costa del Golfo, hechos con motivo del desarrollo de la explotación de los yacimientos petrolíferos contenidos en estos terrenos sedimentarios, se ha llegado a comprobar la presencia del Eoceno Inferior y se ha sospechado la existencia del Oligoceno. Las capas de pizarra que se encuentran al W. de Tampico, en la Estación de Méndez del Ferrocarril de Monterrey a Tampico, han sido determinadas por Dall como pertenecientes al Eoceno Inferior; mientras las pizarras arcillosas, impuras y fosilíferas, las calizas y algunas veces los conglomerados que descansan sobre la citada pizarra de Méndez, se han considerado como del Oligoceno. El señor ingeniero don Juan D. Villarello refiere al Neógeno las formaciones terciarias de Tuxpan, Tantoyuca y Papantla (1). En Tuxpan el Neógeno representado por la parte superior del Mioceno y la inferior del Plioceno, está constituido por margas apizarradas, capas de arena y areniscas intercaladas en las margas que descansan sobre calizas amarillentas y fosilíferas con equinodermos del género *Clypeaster*. Rocas de un carácter semejante son las que constituyen el Neógeno de los otros dos cantones; en Tantoyuca son margas de color gris o gris azulado, plásticas y duras entre las cuales se intercalan arenas sueltas o areniscas calcáreas o arcillas; y en Papantla son calizas fosilíferas de color amarillo sobre las que se apoyan areniscas, pizarras, margas apizarradas de color gris azulado y arcilla de color rojo.

Con respecto a las rocas ígneas y la geología de las zonas volcánicas del Estado de Veracruz, debemos citar aquí los estudios del señor ingeniero don Ezequiel Ordóñez sobre el Cofre de Perote y las Barrancas de Las Minas y Tatatila (2) y el Itinerario Geológico de México a Jalapa (3); y las Observaciones Geológicas en el lado Sur del Pico de Orizaba del señor doctor Paul Waitz. (4).

Hemos tenido ocasión de mencionar dos de estos estudios con motivo de la Reseña Fisiográfica del Estado; a propósito de los volcanes y rocas ígneas diremos que el señor Ordóñez llama la atención sobre la naturaleza geológica del Cofre que corresponde enteramente a la sencillez topográfica que presenta esta montaña en su flanco occidental; y considera este volcán como relativamente viejo, constituido por un macizo de construcción monógena y formado por corrientes de lava superpuestas, que se han sucedido con tal rapidez que no se puede establecer ninguna distinción cronológica entre ellas.

Para nosotros la serie de crestas que unen el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, cuya orientación magnética aproximada es de 7° NE., coinciden con una línea volcano-tectónica cuya sismicidad se acentúa en la vertiente oriental de este tramo de la Sierra Madre, que da señales de actividad repetidas veces, bien por los movimientos sísmicos que origina, bien por los ruidos subterráneos que se producen de tiempo en tiempo de un volcán al otro.

(1) Boletín del Instituto Geológico de México, número 26.

(2) Boletín Soc. Geol. Méx., tomo I, páginas 119 y 151.

(3) Guide Geol. du Mex., X^{me} Congrès Geologique International. México, 1906.

(4) Bol. Soc. Geol. Méx., tomo VII, 1^a parte, pág. 70.

Entre las rocas ígneas el señor Ordóñez clasifica como andesitas de hyperstena las que constituyen el Cofre de Perote, y dice, que contienen a veces augita en microlitas para poder llamarlas augíticas; y otras veces bastante augita en cristales primarios para poderlas llamar andesitas de hyperstena y augita. En su descripción de las barrancas de Las Minas y Tatatila, cita el señor Ordóñez como rocas ígneas: granitos, monzonitas, gabbros y dioritas que atraviesan las calizas cretácicas; y corrientes de rhyolitas y andesitas cubiertas por sus tobas y brechas respectivas. Estudia las zonas de contacto con las calizas, donde se encuentran los criaderos cupríferos y ferríferos de esta región. Los granitos son de biotita y augita, las monzonitas son cuarsíferas porfíroides o microlíticas, conteniendo unas veces hornblenda y otras augita transformada en parte en dialage.

En la región que visitamos tuvimos oportunidad de recorrer zonas volcánicas y terrenos cretácicos, que se encuentran cubiertos o atravesados por rocas ígneas terciarias. En los alrededores de Jalapa existen corrientes basálticas que se extienden formando una ancha faja hasta Coatepec, Xico y Teocelo, de la que surgen los numerosos conos volcánicos a que nos hemos referido en el capítulo anterior. Estas corrientes descienden a alturas comprendidas entre 1,200 y 1,000 metros sobre el nivel del mar y llegan un poco adelante de Teocelo.

En las barrancas que se atraviesan para ir de esta población a Cosautlán se ven terrenos de acarreo que rellenan sus thalwegs y que contienen grandes fragmentos andesíticos; estas formaciones continúan hasta cerca de las lomas de Baxtla y El Naranjal, donde aparecen las andesitas alteradas profundamente y con fenómenos muy avanzados de laterización, que son característicos de los climas húmedos y cálidos. Esta alteración profunda se observa en las andesitas de los alrededores de Cosautlán y de Barranca Grande. Fué principalmente en esta zona alterada donde se produjeron con el temblor, grietas ligeras, de preferencia en los bordes de los caminos. En el camino de Barranca Grande a Patlanalá se vuelven a presentar de nuevo los terrenos de acarreo y las andesitas, aunque allí están menos alteradas. Estas constituyen la mayor parte de las eminencias de los alrededores de aquella congregación, hasta algunos kilómetros antes de Camuxapa, en donde comienzan a aparecer las calizas cretácicas que forman la Sierra de Ocotene, cerros de Los Platos, Zeutla, Zacatlaminca y Espinazo del Diablo, y por último, los cerros de Taxcacapa, Quialiayo, Tepehícan y abruptas crestas que limitan el valle longitudinal de Patlanalá, de cuya fisonomía especial nos hemos ocupado ya. Las calizas están sumamente plegadas y dislocadas, con grandes porciones desprendidas de los flancos de las montañas y forman cerros o pequeñas eminencias. Entre el camino de Camuxapa o Patlanalá se presentan algunos bancos con fósiles, especialmente Rudistas, muy mal conservados. Las calizas están cubiertas en algunos lugares con tobas calizas o volcánicas o productos de acarreo de poco espesor; y en otros, están atravesadas por andesitas que aparecen bajo la forma de reventazones o diques mal definidos. Uno de estos diques andesíticos que atraviesa las calizas se ve en la extremidad del valle de Patlanalá, cuando se llega por el camino de Barranca Grande. La andesita de este dique fué estudiada al microscopio, en lámina delgada, por el señor don Rodolfo Martínez Quintero, quien hizo su descripción contenida en las líneas siguientes, así como de otras rocas colectadas en la región.

Petrografía. La mayor parte de la zona de la Sierra Madre que recorrimos durante nuestra excursión al Estado de Veracruz, está constituida por calizas plegadas del Cretácico Medio, las que en algunos lugares están cubiertas por rocas efusivas o atravesadas por rocas ígneas intrusivas.

Algunas de las calizas se presentan cubiertas por lateritas, así como muchas de las rocas ígneas se presentan en un estado avanzado de alteración, con sus feldespatos totalmente kaolinizados.

Entre las rocas ígneas que tuve oportunidad de examinar en el campo, citaré una andesita de hornblenda que se presenta entre las calizas afectando la forma de un dique en la bajada del valle de Patlanalá. Macroscópica-

mente tiene aspecto porfídico y muestra algunos cristales alargados de hornblenda de regular tamaño. Su examen al microscopio, en lámina delgada, muestra la misma textura porfídica y revela que su masa, en otro tiempo vítrea, se ha devitrificado posteriormente y se ve constituida por microlitos de plagioclasa; y parece ser por su corto ángulo de extinción una andesita muy ácida; los cristales de hornblenda que parecen estar a la simple vista en perfecto estado de conservación se ven al microscopio parcialmente alterados.

El examen microscópico anterior parece probar que la solidificación de la roca se efectuó de una manera muy rápida y que después se produjo la alteración de los cristales de hornblenda; se nota además, que el magma líquido envuelve un material cloritoso, producto de descomposición de los elementos ferromagnesianos pertenecientes probablemente a una andesita más antigua.

En cuanto a los lodos de las avenidas que cubrieron a varios pueblos de la zona recorrida, su examen microscópico reveló que contenían los mismos minerales que las andesitas, solamente que en ellos escasea mucho la hornblenda y abunda la hyperstena. Es probable que el material que constituye estos lodos no sea sino el resultado de la trituración mecánica y de la alteración química de estas andesitas.

Tectónica. La Sierra Madre Oriental se formó con materiales sedimentarios emergidos de los mares cretácicos. Los estratos de estos materiales sedimentarios constituidos principalmente por calizas, pizarras arcillosas, margas y areniscas, fueron plegados, torcidos, fracturados y dislocados por esfuerzos orogénicos que poblamente alcanzaron su máxima intensidad durante el Terciario; estos esfuerzos debidos al diastrofismo terrestre se han continuado después con menor energía y siguen realizándose hasta nuestros días, por lo que puede decirse que muchos de los temblores ocurridos en esta zona no han sido sino fases más o menos débiles por las que está pasando el proceso orogénico de esta porción del país.

Por los estudios estratigráficos y tectónicos que se han hecho del Cretácico Mexicano, se sabe que de las tres divisiones que se consideran en este sistema, son, la inferior y la media las que han sufrido más movimientos y dislocaciones durante los tiempos geológicos pasados; el Cretácico Superior al contrario, no ha sufrido grandes vicisitudes y aún se llegan a encontrar sus rocas en posición ligeramente desviada de la horizontal.

Las formaciones sedimentarias pertenecientes al Cretácico Medio son las más comunes en el país y las que ocupan en él una mayor extensión superficial; son las que han suministrado el material de muchas de nuestras sierras calizas, pudiendo asegurarse que la Sierra Madre Oriental está constituida en su mayor parte por rocas pertenecientes exclusivamente a esta división.

Con motivo de las formas fisiográficas características que se presentan en la región sacudida por el terremoto del 3 de enero, hemos tratado ya de algunos de sus accidentes tectónicos, haciendo notar que se han producido fracturas y resbalamientos que han dado origen a hundimientos y fosas y a sistemas de fracturas y fallas, algunas de las cuales pueden considerarse como líneas sismo-tectónicas.

Los sistemas de fallas o fracturas que con más frecuencia se encuentran en la región recorrida, tienen los siguientes rumbos y echados: EW. con echado al S.; de 54° a 60° NE. (57° NE. en promedio) con fuerte echado al SW. o casi vertical; y NS. a 10° NE. de rumbo. Varias de las fracturas pertenecientes a algunos de estos sistemas, encauzan a los ríos de la región en ciertos tramos de su curso. En el río Huitzilapa, en los alrededores de Patlanalá, se encuentran con frecuencia fracturas del sistema 57° NE. y pocas del sistema 54° NW.; en cambio en los ríos Jamapa y Seco y en el de Metlac parecen dominar las de este último sistema.

En su Bosquejo Geológico (1), el señor ingeniero Aguilera señala como

(1) Boletines del Instituto Geológico de México, números IV, V y VI, pág. 212.

dirección más frecuente, tanto para las capas levantadas como para las crestas, la de NW. a SE. con ligeras oscilaciones entre 25° y 45°, siendo los echados de las capas muy variables, ya al NE., ya al SW.; pero en esta región, según nuestras observaciones, es dominante para las crestas elevadas la dirección NS. y la NE. SW., lo que parece corresponder a la desviación tan notable que sufre la Sierra Madre Oriental en el tramo comprendido entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote.

CAPITULO III.

Estudio del terremoto

1.—DESCRIPCION GENERAL DEL FENOMENO Y SUS EFECTOS EN LA ZONA MEGASISMICA

El sábado 3 de enero de 1920, poco antes de las diez de la noche se sintió en la ciudad de México un ligero temblor oscilatorio de corta duración, que fué notado solamente por algunas personas; pero casi inmediatamente después de este movimiento sobrevino un choque violento de mayor intensidad que el anterior, aunque también de corta duración; este último causó alguna alarma y fué sentido por todos los habitantes de la capital y de las poblaciones del Distrito Federal.

Este choque principal así como la primera sacudida fueron fases distintas del mismo megasismo. Los sismógrafos de la Estación Central de Tacubaya recibieron la primera onda a las 9 h. 48 m. 03 s., (tiempo medio de Tacubaya); habiendo registrado los aparatos durante el transcurso de la noche otros seis temblores de intensidades comprendidas entre los grados I y III de la escala de Cancani, de los cuales los más notables fueron los siguientes: a las 10 h. 23 m. 17 s.; a las 10 h. 26 m. 15 s., a las 11 h. 34 m. 07 s.; y a las 12 h. 46 m. 23 s.

Al día siguiente se recibió en la Estación Central el primer telegrama referente al temblor acaecido la noche del día anterior, procedente del puerto de Veracruz y redactado en los siguientes términos:

Veracruz, Enero 4.—8 a. m.—El día 3 a veintiuna cincuenta y ocho local, fuerte temblor oscilatorio, duración aproximada treinta segundos, repitiendo hasta una de la mañana tres veces ligero.—El Jefe del Observatorio.
—D. Larraga.

Durante ese día y el siguiente se siguieron recibiendo telegramas de otros lugares del Estado de Veracruz, en los que se señalaban como poblaciones más afectadas por el temblor, a Jalapa, Teocelo, Cosautlán, Barranca Grande, Atotonilco, Calcahualco, Alpatlahua, San Juan Coscomatepec, Huatusco, Córdoba y Orizaba; y a las de Patlanalá, Quimixtlán y Chilchotla, del Estado de Puebla. Se recibieron además varios telegramas de otras localidades de la República en las que el temblor se sintió con más o menos intensidad. En la carta (Lám. XLII—A) que acompaña a este estudio, figuran señaladas con tinta roja las poblaciones de la República de las que se recibieron noticias de temblor.

Posteriormente a los días 3, 4 y 5 de enero, la prensa de la capital dió noticias que eran cada vez más alarmantes: se atribuía al fenómeno un carácter sumamente destructor y las desgracias causadas por él se comentaban como una verdadera hecatombe nacional; pero lo que vino a aumentar la alarma e hizo que creciera el interés público, fué la noticia propalada el día 9 por casi todos los periódicos de la capital: en ediciones extras se habló de la aparición de un volcán del cual se describían con vivos colores, sus erupciones, corrientes de lava, emisiones de gases, etc. Se localizaba este volcán al principio, en las cercanías de Jalapa, en el cerro de San Miguel del Soldado; después, entre los ranchos del Jacal y Tlacotiopan en las faldas

del Pico de Orizaba; más tarde, en los alrededores de San Miguel Huaxcaleca; y por último en las cercanías del pueblo de San Nicolás al W. de San Juan Coscomatepec; y aún se llegó a hablar de erupciones del Pico de Orizaba y del Cofre de Perote.

Al estudiar el fenómeno comenzaremos por fijar la situación, extensión y límites de su área megasísmica y nos ocuparemos después del carácter del movimiento, intensidad, dirección, propagación, etc., y de sus efectos geológicos en el terreno y de los destructores en los edificios de las principales poblaciones comprendidas dentro de la área que visitamos.

2.—EXTENSION, FORMA, LIMITES Y SITUACION GEOGRAFICA DEL AREA PLEISTOSISTICA Y CARACTER DEL MOVIMIENTO

Afecta esta área una forma toscamente triangular y se encuentra localizada en la Sierra Madre Oriental, entre las poblaciones de Patlanalá y Chilchotla del Estado de Puebla hacia Atotonilco del Estado de Veracruz, precisamente en la vertiente oriental de la arista de la Sierra Madre, comprendida entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote; su superficie es aproximadamente de 70 kilómetros cuadrados y se encuentra comprendida entre los paralelos $19^{\circ} 09'$ y $19^{\circ} 18'$ de latitud N. y los meridianos $1^{\circ} 52'$ y $2^{\circ} 02'$ de longitud E. del meridiano de México. Está limitada al W. por las crestas que pertenecen a la arista mencionada; al N. por las montañas que bordean los valles de Patlanalá y Chilchotla; al S. y al E. por las serranías que corren entre Atotonilco y San Miguel Huaxcaleca con una dirección general de NE. a SW.

El carácter del movimiento en esta zona fué trepidatorio y de una duración muy corta; ésta no la pudieron apreciar los habitantes de las poblaciones sacudidas, porque la violencia e intensidad del choque principal les causó tal impresión y espanto que no les permitió darse cuenta de ello. Según la relación de las personas más caracterizadas de Patlanalá, el choque fué sumamente brusco y a causa de él, fueron lanzadas al suelo las lámparas de petróleo y otros objetos que se encontraban encima de las mesas; lo mismo que algunos líquidos que saltaron fuera de los recipientes que los contenían; y aún aseguran algunos vecinos que varias ciénagas que existían al pie de las montañas, se vaciaron.

Durante nuestra estancia en Patlanalá tuvimos oportunidad de sentir varios temblores de alguna intensidad y queriendo precisar el carácter de esos movimientos, suspendimos en nuestra tienda de campaña un cuerpo pesado de un hilo para que este péndulo nos sirviera a manera de sismoscópio y pudimos observar así, que los temblores subsecuentes fueron de un carácter francamente trepidatorio, pues este péndulo improvisado no osciló ni siquiera ligeramente, no obstante que algunos de estos temblores fueron de bastante intensidad.

En la misma ciudad de México, no obstante su distancia al epifoco (212 kilómetros), el movimiento fué más bien de carácter trepidatorio que oscilatorio, pues fueron muy ligeras las oscilaciones que se notaron en las lámparas y objetos suspendidos; no pudiéndose quizá percibir claramente estas oscilaciones por su corto período. La distancia epicentral para la Estación Central de Tacubaya fué determinada por la fórmula de Omori, utilizándose los datos instrumentales de los sismógrafos horizontales Wiechert de 200 y 125 kilogramos de masa.

En cuanto a la extensión de la área macrosísmica abarcada por este temblor puede apreciarse por la inspección de la citada carta de la República (Lám. XLII-A) en donde se señalan todas las localidades de las que se recibieron noticias del temblor, bien por telegramas oficiales o bien por noticias particulares y por informes que nos fueron dados durante nuestras excursiones a través de los Estados de Veracruz y Puebla. El área macrosísmica está limitada por una línea curva sinuosa que pasa cerca de los siguientes lugares: Puerto Lobos en la costa Norte de Veracruz, Tuxpan del mismo Estado, Pachuca capital del Estado de Hidalgo, Toluca capital

del Estado de México, Iguala del Estado de Guerrero, las poblaciones de Tlaxiaco y San Jerónimo del Estado de Oaxaca y las de Cosamaloapan y Tuxtla de Veracruz. No obstante la fuerte intensidad de este temblor, su área macrosísmica es relativamente pequeña si se le compara con las áreas conocidas de algunos otros grandes temblores mexicanos, por ejemplo, el del 14 de abril de 1907, cuyo epicentro estuvo en San Marcos, en la costa de Guerrero, cuya área macrosísmica abarcó una zona que por el E. llegó hasta San Juan Bautista, por el N. hasta Tampico y San Luis Potosí, y por el W. llegó más allá del puerto de Manzanillo. La superficie en kilómetros cuadrados del área macrosísmica del temblor de 1920 fué de 77,200 kilómetros cuadrados, es decir, una parte insignificante del total de la extensión continental de la República, en tanto que la superficie conmovida por el temblor del 14 de abril de 1907, fué de 529,583 kilómetros cuadrados, esto es, más del 29% de dicha extensión territorial, siendo solamente el 4% o sea aproximadamente la séptima parte del área de aquel temblor la que corresponde al del 3 de enero próximo pasado. Durante los temblores del 30 y 31 de julio de 1909 fué sacudida una extensión casi igual a la del 14 de abril de 1907 y ha habido temblores en el país, que conmueven macrosísmicamente casi la mitad del territorio continental de la República.

Hemos dividido el área macrosísmica de este temblor en una área epicentral y en cuatro zonas de intensidades, dada la imposibilidad que hay de poder trazar las isoseistas por falta de datos; otro tanto puede decirse de las homoseistas por carecer de datos exactos acerca del tiempo en que ocurrió el temblor en distintas localidades, pues hay horas transmitidas en algunos telegramas recibidos de lugares cercanos entre sí, que difieren varios minutos; esto se debe a que nunca se corrigen los relojes públicos de las poblaciones, ni se ha podido unificar todavía la hora en el país; aún el tiempo suministrado a los sismógrafos de la Estación Sismológica de Oaxaca, tiene errores notables de tiempo, pudiendo sólo considerarse como exacta la hora de 9 h. 48 m. 03 s. en que llegó la primera onda longitudinal del terremoto a la Estación Sismológica Central de Tacubaya, pues ésta recibe directamente la hora del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya, cuyos péndulos están sincronizados y el error probable del tiempo en los sismogramas es apenas de ± 0.2 de segundo.

En el área epicentral han quedado comprendidas las poblaciones en que se sintió el temblor con intensidades del grado XI al XII de la Escala de Cancani; en la zona de primera intensidad están las localidades en que la intensidad fué del grado IX al X—XI; en la de segunda del V al VIII; en la de tercera del IV al V, y por último, en la de cuarta intensidad, todas las demás localidades en que se sintió el temblor más ligeramente; pues como se sabe la isoseista III es el límite de la percepción de las personas para los temblores de tierra y delimita por tanto la área macrosísmica. Las localidades más importantes y las intensidades que respectivamente alcanzó el movimiento en cada una de ellas fueron las siguientes:

Area Epicentral

| | |
|--------------------------|----------|
| Chilchotla, Pue. | XI.—XII. |
| Quimixtlán, Pue. | XI.—XII. |
| Patlanalá, Pue. | XI. |

Zona de primera intensidad

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Alpatlahua, Ver. | IX. |
| Ayahualulco, Ver. | IX.—X. |
| Calchualco, Ver. | IX. |
| Cosautlán, Ver. | X. |
| Chichiquila, Ver. | IX. |
| Coscomatepec, Ver. | VIII.—IX. |
| Saltillo Lafragua, Pue. | X. |
| Ixhuacán, Ver. | X.—XI. |
| Teocelo de Díaz, Ver. | X. |

Zona de segunda intensidad

| | |
|--|-------|
| Jalapa, Ver. | IX. |
| Huatusco, Ver. | VIII. |
| Xico, Ver. | VIII. |
| Coatepec, Ver. | VIII. |
| San Andrés Chalchicomula, Pue. | VIII. |

Zona de tercera intensidad

| | |
|-------------------------|---------|
| Esperanza, Pue. | IV.—V. |
| Orizaba, Ver. | IV. |
| Córdoba, Ver. | IV. (?) |
| Rinconada, Ver. | IV. |
| Tuxpan, Ver. | IV. |

Zona de cuarta intensidad

| | |
|-------------------------------|----------|
| Veracruz, Ver. | III.—IV. |
| Tecamachalco, Pue. | III.—IV. |
| Tehuacán, Pue. | III.—IV. |
| Teotitlán, Oax. | III. |
| Cuicatlán, Oax. | III. |
| San Jerónimo, Oax. | III. |
| Otumba, Méx. | III.—IV. |
| México, D. F. | III.—IV. |
| Tacubaya, D. F. | III. (?) |
| Calpulalpan, Tlax. | III.—IV. |
| Huamantla, Tlax. | IV. |
| Tlaxco, Tlax. | III.—IV. |
| Chignahuapan, Pue. | III. |
| Tetela, Pue. | III. |
| Zacatlán, Pue. | III. |
| Huachinango, Pue. | III. |
| Puerto de Lobos, Ver. | III. |

3.— DIRECCION DEL MOVIMIENTO

En cuanto a los datos que a ésta se refieren y que son en cierto modo importantes para darse cuenta de la propagación del temblor, tuvimos oportunidad de hacer observaciones en varias de las poblaciones situadas fuera del área epicentral, que nos permitieron determinar la dirección con alguna aproximación; en cambio en otras no pudimos hacerlo, por no existir en el terreno dato alguno de que poder partir para poderla deducir, ni ningún informe de los habitantes de los lugares visitados que nos mereciera fe. En general no hemos tenido en cuenta las direcciones que creyeron notar los habitantes de los lugares más conmovidos, pues sucede que hay muy pocas personas dotadas del suficiente espíritu de observación para tomar esta clase de datos y sobre todo, porque sin estar familiarizados con estos fenómenos, es difícil que tenga la calma necesaria en los momentos en que se efectúa un gran temblor para hacer observaciones precisas de esta naturaleza.

Por otra parte, son bien conocidas las dificultades que se presentan para la determinación exacta de la dirección del movimiento, pues parece que de hecho ésta cambia constantemente durante un temblor, y que sólo puede tomarse como general, la dominante durante el movimiento, la que tampoco coincide siempre, como pudiera creerse, con la de la línea que une el lugar de observación con el epicentro.

Para determinar la dirección del movimiento nos servimos de la dirección y sentido en que cayeron objetos libres, tales como muebles, espejos, cuadros, etc.; u objetos alargados como pilares, postes, cruces, etc., muchos

de los cuales, cuando llegó la Comisión no habían sido removidos del lugar en que cayeron.

Cosautlán.—En Cosautlán, (véanse Láms. XI-A y XII-A) los pilares de los portales de la plaza, cayeron hacia el NE.; lo mismo sucedió con los postes de la esquina del atrio de la iglesia, aunque hubo algunos que cayeron según la dirección NS. y en sentido contrario, pues unos cayeron para un lado y otros para otro; la dirección de la caída de los objetos libres del interior de la iglesia fué también hacia el NE.; y únicamente el cuerpo de la torre N. de ella cayó hacia el NW., pero no puede considerarse este cuerpo como un objeto libre y no se debe por consiguiente tener en cuenta su caída como dato para determinar la dirección general del movimiento sísmico en este lugar. (Lám. XIII-A, Fot. 1.)

Otra observación que parece confirmar la idea de que fué NE. la dirección del movimiento, es la que estando la iglesia orientada al NW. SE. 63° , fueron los muros NE. los que sufrieron más, habiendo quedado quebrados y machacados en forma de cruz, por las cuarteaduras (Lám. XIII-A, Fot. 2 y Láms. XIV-A y XV-A, Fot. 1), y mostrando efectos de esfuerzos de compresión, como si hubieran estado entre las quijadas de una quebradora; en tanto que los muros NW. presentaban cuarteaduras horizontales (Lám. XV-A, Fot. 2 y Lám. XVI-A.) como si hubieran oscilado únicamente.

Barranca Grande.—Aunque está situada fuera del área epicentral, no nos fué posible determinar la dirección del movimiento por haber quedado casi todas las casas de esta congregación en ruinas, cubiertas por el lodo de las avenidas o aludes que se produjeron simultáneamente con el temblor, de las cuales hablaremos más adelante.

Teocelo de Díaz.—En Teocelo la dirección del movimiento fué probablemente de W. a E.

En la casa del doctor Gonzalo Hernández, jefe del Puesto de Socorros, un espejo de sala que estaba colgado en un muro orientado de N. a S., cayó hacia el W., como si el movimiento hubiera venido en una dirección transversal a la del muro. Este movimiento causó efectos semejantes en otros muros orientados igualmente en otras casas de la ciudad. En la iglesia de Teocelo cayeron hacia el SW. los balaustres del barandal del altar (Lám. XVII-A, Fot. 1) y allí pudimos observar movimientos rotatorios en los pilares y balaustres de piedra artificial del altar, que giraron un ángulo de 40° hacia el NW. (Véase Lám. XVII-A, Fot. 2) y lo mismo sucedió con la estatua de Hidalgo que se encuentra en la plaza de ese lugar, la que giró sobre su pedestal un ángulo de 17° al NE. (Lám. XVIII-A, Fot. 1). Estos movimientos de rotación son solamente aparentes y no corresponden, como pudiera suponerse, a movimientos de vórtice durante el temblor, sino que son solamente el resultado de diferencias de frotamiento entre dos planos primitivamente horizontales, que al inclinarse el pedestal con el movimiento, hacen resbalar al objeto que descansa sobre él, desigualmente, adelantándose una parte con respecto a la otra y produciendo así un movimiento aparente de rotación.

Jalapa.—En esta ciudad las calles están orientadas de N. a S. y de E. a W., y como veremos después al estudiar los efectos destructores en sus edificios, fué muy frecuente en la zona máxima de destrucción la caída hacia el NE. de los muros orientados EW., como si el movimiento hubiera venido en la dirección del SW. al NE., es decir, aproximadamente según la línea que une a dicha ciudad con el área epicentral. No nos fué posible apreciar con claridad la dirección de la caída de objetos libres por no haber sido allí el temblor de carácter francamente oscilatorio.

San Francisco La Peña.—En la casa de comercio del señor Benito Díaz Ribero, las botellas de la parte alta del armazón de la tienda y una lámpara, cayeron al SW. y según nos informó este mismo señor, el movimiento y ruidos subterráneos que lo acompañaron, parecieron venir de la tierra hacia el mar, rumbo SW., de modo que es probable que aquí haya sido también la dirección del SW. al NE.

Veracruz.—En este puerto, según informes de personas completamente dignas de fe, el movimiento fué oscilatorio y de dirección de E. a W.

4.—DURACION DEL CHOQUE

En cuanto a la duración del choque principal en diferentes puntos del Estado de Veracruz, se hace variar entre 3 y 30 segundos, según sus distancias al epifoco; estas duraciones se consignan en los telegramas transmitidos y constan en el Catálogo de Macrosismos sentidos en la República durante el mes de enero de 1920, formado por el señor ingeniero Francisco Patiño y Ordaz, jefe de la Estación Sismológica Central de Tacubaya. (Véase la segunda parte de esta memoria.) En el mismo catálogo constan las direcciones y duraciones observadas en diferentes localidades de la República, situadas en los Estados de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Guerrero, México y Distrito Federal.

5.—PROPAGACION DEL MOVIMIENTO SISMICO

Con respecto a la propagación del movimiento sísmico, debemos hacer notar que se efectuó preferentemente, según una zona de orientación general SW.—NE. (55° NE. de rumbo medio magnético) dirección según la cual el movimiento alcanzó su máxima intensidad y en la que por consiguiente, se acentuaron los fenómenos geológicos y destructores del temblor. Coincide esta dirección con una antigua zona de fracturas y fallas pertenecientes a los sistemas EW. y 50° a 60° NE. En la carta topográfica de la área más conmovida (véase Lám. I-B) se puede localizar esta zona entre Chilchotla y Patlanalá (Estado de Puebla), comprendiendo Quimixtlán; después se alarga en la dirección indicada al NE., comprendiendo Cosautlán, Barranca Grande, Teocelo, Coatepec y Jalapa, donde tiene rumbos variables, pero siempre de SW. al NE.

CAPITULO IV

Efectos geológicos

Los efectos del temblor sobre el terreno, es decir, los fenómenos geológicos que durante el movimiento o después de él se produjeron, fueron muy notables y consistieron principalmente en derrumbes en las montañas, resbalamientos de terrenos sueltos, avenidas o aludes de lodo, variaciones en el gasto de los manantiales existentes en la región y alumbramiento de nuevos manantiales.

Los derrumbes en las montañas se perciben desde los alrededores de Barranca Grande hacia el W. (Véase Fot. Núm. 1. Lám. XVIII-A y Lám. XIX-A), (derrumbe de Tlatetela), después, en el cerro "El Vigía" y en el camino de aquella congregación a Patlanalá; y son muy notables en los cerros que circundan el valle de ese nombre, donde están localizados casi siempre en el borde de las crestas (Lám. XX-A, Fots. 1 y 2); estos derrumbes se ven unos a continuación de otros como jaloneando los sistemas de fallas que se presentan en los cerros que limitan al N. el cañón del río de los Pescados. Cuando tuvimos la oportunidad de observarlos en Patlanalá estaban aún muy recientes y el material desprendido, en un estado tal de equilibrio inestable, que el más ligero movimiento o temblor, provocaba su caída, produciéndose entonces el resbalamiento del material por las abruptas pendientes de los cerros de una manera brusca y repentina, y acompañado de un fuerte ruido por el choque de las piedras entre sí, que causaba durante la noche una impresión de terror a los asustados habitantes de la comarca. Era muy frecuente que durante el día, la caída de piedras aisladas en estos derrumbes (que se presentaban entonces secos, pues no había llovido en esos días en la región) hiciera que se formaran polvaredas (Lám. IX-A, Fot. 1) que causaban el efecto de una o de varias humaredas y que se veían desde lejos, dando a la región de Patlanalá un aspecto nublado que parecía producido por el humo.

Estos derrumbes se efectuaron durante el temblor, lo mismo que el deslizamiento de los terrenos sueltos, que en masa resbalaron por las laderas y al alcanzar el lecho del río Huitzilapa o de Los Pescados, forman enormes aludes o avenidas de lodo que arrasaron casi enteramente o por completo los poblados. En Patlanalá se originaron en la barranca de Acuatlatipa, (Láms. VII-A y VIII-A) siendo de notar que estas avenidas, comparables en su movimiento, por la pastosidad del lodo, a los ventisqueros, recorrieron grandes distancias y recibieron durante su recorrido varias avenidas afluentes: entre ellas ésta de Acuatlatipa, cuyos efectos desastrosos fueron muy grandes, pues cubrieron por completo el caserío de las congregaciones de El Rincón, Petlacuacán, Mecatitla y Acuitlatipa, dejando sepultados en el lodo a los habitantes de esas congregaciones que eran en número de 120 y causando así más víctimas que el temblor mismo. Algunos vecinos de Patlanalá, contaron hasta 36 fuertes avenidas de lodo, durante la noche del 3 al 4 de enero. Al llegar la avenida a Barranca Grande, congregación que contaba con unos 300 habitantes, cubrió las dos riberas del río a lo largo de las cuales se extendían las casas de esta congregación (Láms. XXI-A, XXII-A y XXIII-A), dejando solamente con vida a unos 80 individuos que pudieron salvarse y quedando solamente sin ser cubiertas, algunas pocas casas que se encontraban en la parte alta de la ladera de la montaña. Por los relatos de algunos hombres que escaparon del desastre en esta congregación, pudimos saber que momentos antes del temblor, se oyó un ruido subterráneo por el rumbo de Chilchotla, que comparaban, unos, a un trueno sordo prolongado, otros al rodar de muchas carretas por un piso empedrado, a cargas de caballería, etc.; que como unos cinco minutos antes del choque principal, oyeron otro ruido que atribuyeron, en medio del susto que les produjo el fuerte choque, a un segundo temblor, y que se preparaban a sentir éste, cuando solamente unos cuantos habitantes se dieron cuenta de que no era ruido subterráneo sino que era una creciente del río. Los pocos habitantes que se dieron cuenta de la causa del segundo ruido huyeron hacia la parte alta, tratando de salvarse; pero era tal la velocidad que traía la avenida, que varias de estas personas, no obstante haberse dado perfecta cuenta del peligro y haber corrido violentamente, siempre perecieron. Se nos contó, por ejemplo, el caso de un padre de familia que llevaba dos de sus hijitos de la mano, quienes tenían que correr solamente un espacio muy corto (de 300 metros) para escaparse de la corriente; pero no pudiendo los niños correr bastante aprisa, tuvo que soltarlos y dejarlos perecer para poder salvarse; y entre otros el caso de una familia que durante el temblor se arrodilló dentro de su casa a rezar, habiendo quedado un niño, perteneciente a esta familia, cerca de la puerta, el cual oyó gritar a un hombre que pasó por frente a su casa "que era creciente." El niño salió violentamente y echó a correr delante del hombre hacia arriba de la falda del cerro y pudo salvarse, pero el hombre que había dado el aviso de alarma pereció, por haber sido alcanzado por la avenida; hubo también familias compuestas de numerosos miembros como la de don Eusebio Elos (de ocho personas), la de don Juan Deto (de seis personas), y otras que desaparecieron enteramente, dándose también casos en que se salvara sólo el jefe de ellas o al contrario familias en que murieron todos, excepto algunos de los miembros, y en fin, casos más o menos emocionantes que no relataremos aquí, por no parecer prolijos por tratarse de casos no comprobados.

Puede decirse que los lodos recorrieron todo el lecho del río Pescados desde los puntos en que alcanzaron los resbalamientos de los terrenos sueltos al lecho, hasta su desembocadura en el mar; pero la verdadera avenida, es decir, el lodo pastoso, recorrió distancias menores aunque bastante considerables como son, la comprendida entre Chilchotla y Patlanalá, que es de 11 kilómetros (según el curso del río) y la que media entre esta población y Barranca Grande que es de 9 kilómetros, es decir, en total 20 kilómetros. El espesor de estas corrientes fué de importancia en Chilchotla y en Barranca Grande donde se podía apreciar por la huella que dejó el lodo en los troncos de los árboles: alcanzó un espesor de 15 kilómetros.

Como un detalle de interés y con motivo de estas avenidas de lodo, incluiremos aquí un relato que nos hizo el coronel don Silvano García, de las condiciones en que se encontró en Quimixtlán al día siguiente del temblor. En la región, que se encontraba infestada de rebeldes en esa época, se preparaba por parte de los alzados un golpe la noche del sábado para apoderarse de Quimixtlán, que estaba ocupada por fuerzas del Gobierno, golpe que no se llevó a efecto por el temblor; sin embargo, el día siguiente, fué rodeada y balaceada esa población y el coronel se encontró atacado por los rebeldes, incomunicado de su base militar, que estaba en Patlanalá, por una gruesa avenida de lodo que ocupaba el lecho del río y que era imposible cruzar sin riesgo de hundirse en él. El coronel García quedó varios días allí en comprometida situación, aislado, y sólo podía comunicarse con los soldados del Cuartel General al otro lado de la avenida, por medio de notas escritas en papeles, en los cuales envolvían piedras, las que lanzaban de un lado a otro de la corriente de lodo por medio de hondas de mano.

Fenómenos geológicos semejantes han ocurrido y han sido estudiados en otros temblores extranjeros de fama mundial, como son los de Río Bamba, en el Perú, el de 4 de febrero de 1797, el de Asaam del 12 de junio de 1897, el de Mont Blanc el 13 de agosto de 1905 y algunos otros. "En el temblor de Río Bamba se produjeron varios profundos abismos y derrumbes de la parte alta de los cerros que cayeron a los valles y de las faldas de los cerros agrietados se precipitó una enorme cantidad de agua con mal olor, que se mezcló con el material procedente de los derrumbes, formando así lodo. Este llenó en poco tiempo valles de 1,000 pies de ancho por 600 pies de alto y cubrió edificios y pueblos enteros con sus habitantes, obstruyendo todos los manantiales; aunque el lodo se secó en pocos días, desvió la corriente de los ríos con su gran masa, haciendo que se salieran de su cauce, durante algún tiempo. Como aquí no se trata del desbordamiento de lagos, lo más probable es que hayan sido depósitos subterráneos de agua, que con el choque del temblor salieron a la superficie bruscamente. Esto puede suceder también lejos de las montañas calcáreas, en cuyas grutas se sabe que hay tales depósitos." (Wirkungen und Ursachen der Erdbeben, Wilhelm Branco, Berlín, 1902.)

Aristóteles, en su obra del Cosmos, capítulo 4.º, dice referente a estos fenómenos que acompañan a los temblores:

"Los temblores que producen abismos al abrir la tierra se llaman "rectos." De estos hay algunos que llevan delante vientos, otros piedras y otros lodo."

Puede decirse que en México es la primera vez que se presentan estos fenómenos con tal intensidad; y que constituyeron una de las características del temblor del 3 de enero próximo pasado.

Los terrenos que se resbalaban por las laderas, se encontraban remojados en parte por las lluvias del mes de diciembre del año anterior y en parte por los numerosos manantiales que existen en los bordes de las montañas, o alimentan las ciénagas que se forman en los escalones de la sierra. El volumen de estos terrenos puede estimarse en algunos millones de metros cúbicos que fueron puestos en movimiento primeramente, por las ondas sísmicas, durante los fuertes sacudimientos verticales que produjeron en el área epicentral; que descendieron después por gravedad por lo abrupto de las pendientes y que por último fueron arrastrados, mezclados ya con las aguas del río Huitzilapa a través de todo su curso.

Los manantiales que tuvimos oportunidad de ver durante nuestra excursión, eran todos de agua fría y hubo variación en su gasto, según informes de los habitantes de la región, habiéndose aumentado el de algunos de ellos o bien disminuído y aún desaparecido el de otros, siendo de notar que muchos de los nuevos que aparecieron, se encuentran alineados hacia el tercio superior de las montañas como si correspondieran a una grieta que se hubiera formado durante el temblor y hubiera quedado oculta por los derrumbes del terreno.

CAPITULO V

Efectos sobre las construcciones

Los efectos destructores de un temblor sobre las construcciones dependen de varios factores, entre los cuales influyen directamente los siguientes: situación topográfica y geológica de las construcciones, naturaleza del suelo y subsuelo en que se asientan, calidad del mortero y material empleado, y orientación de los muros más resistentes con respecto al rumbo y dirección según los cuales se verifican con más frecuencia los temblores en una localidad.

Vamos a referirnos con especialidad, a los efectos sobre las construcciones en la zona más conmovida por este temblor y señalaremos los peligros a que se expondrán las construcciones en la comarca recorrida, si no se construye ahora de una manera apropiada para resistir los futuros temblores, eligiendo los sitios apropiados para el objeto, pues son de esperarse futuros temblores dentro de lapsos más o menos largos, que no es posible fijar, pues la zona conmovida pertenece a una región sísmica del país, perfectamente caracterizada.

Nos ocuparemos de los efectos destructores del temblor comenzando por las localidades comprendidas dentro del área pleistocística, como Patlanalá, y en seguida de aquellas poblaciones que por estar situadas en la dirección en que se propagó el temblor, sufrieron más sus efectos destructores.

Patlanalá, Pue. Esta pequeña población que contaba antes del temblor con 150 habitantes, dispersados muchos de ellos en las congregaciones de sus alrededores, está formada por un reducido caserío que se asienta en el centro del valle de su nombre, sobre los depósitos recientes que rellenan dicho valle; y por cabañas situadas en las faldas de los cerros. La población es de aspecto triste y humilde y contrasta notablemente con la belleza de las montañas que limitan el valle. Al reducido número de casas, algunas de ellas de madera, se debe que no obstante la fuerte intensidad con que se efectuó allí el temblor del 3 de enero próximo pasado, no hayan sido muy notables los efectos destructores sobre las construcciones. Sin embargo, la iglesia (Lám. XXIV-A, Fots. 1 y 2) se cuarteó y derrumbó en gran parte, así como varias de las casas de mampostería de ese lugar; las casas de madera sufrieron muy poco. En los muros, las cuarteaduras fueron en su mayor parte horizontales y muchos de los pilares de las casas y portales se sintieron según sus juntas y se desviaron bastante de la vertical, efectos todos que corresponden a movimientos trepidatorios.

En la fotografía 2 de la Lám. XX-A, puede apreciarse cómo quedó el casco de esta población después del temblor y los intensos derrumbes que produjeron en los cerros de sus alrededores.

En el cuadro estadístico de las desgracias habidas en la región, que se expone más adelante, puede verse que en esta localidad hubo muertos y solamente dos heridos. De este número de víctimas, debe tenerse en cuenta que por la caída de las construcciones solamente hubo dos personas heridas y una muerta; en tanto que el resto pereció por la avenida de lodo que se originó en la barranca de Acuatlatipa y que cubrió por completo las chozas de la congregación de este nombre y las de El Rincón, Mecatitla y Petlacuacán, a las cuales se ha hecho antes referencia.

Cosautlán, Ver. Las casas de esta población se asientan en parte en la cima de una eminencia andesítica y en parte de la falda septentrional de la misma, quedando así dividida la población en dos cuarteles: uno alto y otro bajo. El caserío de Cosautlán situado en la parte alta, fué el que más sufrió con los efectos destructores del temblor del 3 de enero; y puede decirse que quedó reducido casi en su totalidad a ruinas. En el croquis de la Lám. XLIII-A, se indican las destrucciones habidas en los alrededores de la plaza y las fotografías re-

lativas dan idea de estas destrucciones. En las fotografías 1 y 2 de la Lám. IV-A, se ve la parte alta de Cosautlán, destruida; en las fotografías de la Lám. XXV-A las destrucciones de la plaza de dicha población y las del templo de la misma. (Láms. XIII-A y XVI-A). Como la dirección del movimiento sísmico fué allí de SW. a NE., los muros que se cayeron y los que se cuartearon horizontalmente, fueron los orientados de NW. a SE., mientras que los perpendiculares a éstos, presentaban grandes cuarteaduras en forma de cruz (véanse las fotografías de las láminas citadas); y mostraban, como se ha dicho en otro lugar, los efectos de esfuerzos de compresión, como si hubieran sido triturados entre las quijadas de una quebradora. Este templo era indudablemente una de las mejores construcciones de la población; sus muros hechos de piedra y mezcla tenían espesores variables entre uno y dos metros, habiendo sido los efectos del temblor favorecidos por la situación del templo en una eminencia, que con seguridad se sacudió enérgicamente como lo hubiera podido hacer un péndulo invertido, y esto produjo las notables destrucciones en el edificio y en la mayoría de las casas situadas en esta parte alta. Cuando la comisión estuvo en ese lugar, no habían sido removidas aún la mayor parte de las ruinas, y se veían las bóvedas del templo en el interior, formando un montón de escombros, en donde se destacaban las grandes pechinas de la bóveda central. La torre de la iglesia cayó hacia al NW. (Lámina XIII-A, fotografía 1) y debajo de ésta se encontraban aún los cadáveres de los soldados que hacían su servicio de centinelas en el momento del terremoto. Al caerse con el cuerpo de la torre quedaron sepultados debajo de ella, lo mismo que algunos otros soldados que estaban en el atrio. Los muros de la iglesia, aunque sumamente cuarteados se conservaron en pie; pero seguramente para la reconstrucción del templo, será necesario destruirlos completamente. Si el temblor hubiera tenido lugar al día siguiente, domingo a la hora en que se hubiera encontrado la gente reunida dentro de la iglesia, el número de víctimas hubiera sido mucho mayor. Según nos dijo el Presidente Municipal, habían llegado la noche del sábado gran número de comerciantes de la Sierra que se alojaron en las casas o durmieron en los portales, quienes se preparaban a vender sus mercancías al día siguiente, habiendo sido esta población flotante que ocupó la parte alta de la población durante la noche, la que sufrió más desgracias por el temblor. La población de Cosautlán pudo haber variado entre 1,500 y 1,800 habitantes por la llegada de aquellos comerciantes.

Cuando la comisión llegó a Cosautlán se iniciaba con actividad su reconstrucción bajo la dirección del señor ingeniero López, enviado desde Córdoba por el Gobierno del Estado para que se ocupara de acabar de destruir las casas que se encontraban arruinadas y levantar otras nuevas. En nuestra visita con este señor, a varios de los cuarteles más devastados, discutimos con él la conveniencia de cambiar de lugar el casco de la población, de adoptar el cemento armado para la construcción del nuevo templo, en caso de que no pudiera cambiarse de lugar el caserío; y propusimos que se construyeran casas de madera, solución esta última que parece la más práctica y económica, por la dificultad que hay en Cosautlán de conseguir materiales de construcción a precios cómodos por la falta de comunicaciones en esta fragosa porción de la Sierra Madre Oriental; y además porque las construcciones de madera son más adaptables al clima cálido de la región. Obsequiamos al señor ingeniero López varios folletos de los publicados por el Instituto Geológico acerca del arte de construir en los países en que tiembla; y cambiamos ideas con él acerca del criterio que debe regir en este importante asunto.

En cuanto al cambio de situación de Cosautlán, así como al de varias poblaciones de la región, los habitantes se oponen en general a efectuarla; alegan su cariño al terruño, los intereses creados, sus tradiciones, creencias etcétera; y es difícil, por lo tanto, realizar el cambio de las poblaciones mal localizadas para recibir los temblores de tierra. Supimos durante nuestras excursiones, que el Gobierno, tratando de prevenir desgracias futuras, había prometido a los pobladores de las localidades más afectadas, proporcionarles

tierras muy baratas, darles materiales de construcción, facilidades de transporte y toda clase de ayuda; pero no obstante esto, los habitantes insistían en quedarse en el lugar en donde se encontraban. Este hecho no es nuevo, ha sucedido lo mismo en localidades europeas visitadas por fuertes temblores y citaremos a propósito de esto las palabras del galano escritor francés Jean Carière, (1) quien hace en su "Terre Tremblante" una descripción tan real y pintoresca de las condiciones en que se encontraron los habitantes de Calabria y Messina, durante el mes de octubre de 1907, a raíz del gran temblor que afectó tan intensamente esta región de la península Italiana. Dice Carière, refiriéndose a las exageraciones que se cometen en la narración de las catástrofes causadas por los grandes temblores y a propósito de la ocupación de los mismos lugares y de las mismas casas después de pasados los temblores, lo siguiente:

"Muchas personas creen, por ejemplo, que la tierra se ha abierto y que ha podido tragarse seres vivientes; otros, basados en informaciones erróneas de la primera hora hablan de fragmentos del suelo desaparecidos bajo las ondas; otros, en fin, se imaginan una marea formidable que ha devorado jardines y palacios. Nada de esto es cierto: el único peligro que presenta un temblor de tierra—y esto desgraciadamente es más que suficiente para provocar desastres—es la demolición rápida de las casas y la acumulación de escombros bajo los cuales quedan sepultados los seres vivientes."

"He aquí por ejemplo lo que pasó en Messina. El choque duró 23 segundos. Durante los primeros segundos, 12 ó 13 más o menos, el choque fué oscilatorio y después durante los restantes, trepidatorio. Lo que sucedió fué que el temblor de Sur a Norte y de Norte a Sur sacudía las casas, hacía oscilar los muros, provocaba la ruptura de postes y amarres y algunas veces de los postes rotos hacía verdaderas catapultas que golpeaban los muros; después cuando esta agitación a lo largo y a lo ancho terminó, la tierra sufrió varios choques de abajo para arriba, que derribaron ya de un lado o de otro, los muros ya debilitados. Según el relato de un testigo, la tierra se portó como un caballo que para desembarazarse de su ginete, lo sacude primero y después lo derriba con un reparo."

"Por esta razón, en Reggio y Messina, casi todas las casas se cayeron, ya sea desmoronándose sobre ellas mismas o cayendo una contra la otra a través de las calles que pronto se cambiaron en montones de escombros y por esta misma razón, las tres cuartas partes de los habitantes quedaron sepultados."

"Pero cualquiera que sea la violencia del choque, si no está uno expuesto a la caída de las casas, no se tiene otro riesgo que sufrir un desvanecimiento y algunas veces la pérdida del equilibrio. Todo individuo que viva en una cabaña de madera, o bajo una tienda de campaña o en un buque en alta mar, puede dormir perfectamente tranquilo. Yo mismo he sentido en condiciones parecidas, cinco o seis choques de los cuales uno, el del 2 de enero acabó de destruir el "Palazzata" y no sufrí por eso ningún temor."

"Pero diría el lector, si esto es así, por qué los habitantes de los lugares en donde tiembla, insisten en vivir en casas de piedra. ¿Por qué no se conforman con ciudades de madera como ciertos pueblos del extremo oriente?"

"Preguntaré yo al lector: por qué vive usted en el cuarto piso de la casa, la cual puede incendiar su vecino del tercer piso sin que usted lo sepa? Por qué sube usted al elevador? Por qué monta usted en tranvía eléctrico? Por qué anda usted en automóvil? Por qué viaja usted en tren rápido? Creé usted estar fuera de todo peligro? En realidad para ser prudente debería usted dormir en una cabaña de un solo piso y en pleno campo y no viajar de otro modo que no fuera a pie o cuando mucho montado en un pacífico borrico como lo acostumbraba Saucho Panza. Si usted vive de otro modo, es porque usted

(1) J. Carière. La Terre Tremblante. París 1909.

prefiere los riesgos problemáticos de la intensa civilización a la oscura prudencia de la vida campestre.”

“Por esto lector, los habitantes de Messina y de Reggio que son de raza griega, aman más que usted la hermosura de la vida moderna y por esta razón en el mismo lugar, reconstruyeron sus ciudades con piedra labrada y esculpida, con balaustres y columnas al igual de antes. Más vale estar a sus anchas, aun con peligro, en amplios palacios de mármol que vegetar obscuramente en el campo.”

Parece pues como decíamos, muy difícil en estos casos vencer las tradiciones de los pueblos para llevar a cabo un cambio en su primitiva situación. Sin embargo, insistiremos aquí el que debe modificarse la localización de los pueblos ribereños del río Huitzilapa, sino de una manera radical, cuando menos alejándolos del citado río, pues la triste experiencia de Barranca Grande y demás pueblos ribereños indica la necesidad de escapar de esas poblaciones de los trágicos efectos que causaran alguna vez los aludes o avenidas de lodo.

Teocelo, Ver. El suelo y subsuelo de la población de Teocelo que cuenta con cerca de 5,000 habitantes, están constituidos por terreno volcánico, que corresponde según hemos visto en la *reseña geológica de la región*, a las corrientes basálticas que forman una ancha faja al descender desde Jalapa por Coatepec y Xico hasta más al Sur de Teocelo. Su caserío se asienta sobre una loma, que aunque no muy elevada, sí es lo bastante para poder hacer en esta ciudad la distinción de dos barrios: el alto y el bajo. Aquí, como en Cosautlán, sufrió más la parte alta a consecuencia del temblor (Lám. XXVI-A, Fot. 1), pues en la parte baja, que puede considerarse comprendida entre la vía del ferrocarril de Jalapa a Teocelo y la plaza, hubo pocas casas parcialmente caídas y eso se debió a su mala construcción; en la calle que sube de la estación a la plaza sólo se vió una casa destruída en parte (Lám. XXVI-A, Fot. 2). En el costado E. de la plaza (cuyo lado mayor está orientado con un rumbo magnético de 2.° N. W.) se encuentra situado el hermoso templo con que contaba esta población (Lám. XXVII-A, Fot. 1), que sufrió considerablemente los efectos destructores del temblor. Al S. de la plaza y al E. de este templo se cayeron muchas casas, quedando algunas de ellas totalmente destruídas. Por el costado N. de la plaza, en el cruce de donde parte la calle que conduce a la estación, hubo tres casas también completamente destruídas (Lám. XXVII-A, Fot. 2) mientras que en el costado Poniente de la misma, casi todas las casas quedaron en pie y solamente sufrieron cuarteaduras y ligeros desperfectos.

El templo, de buena construcción de piedra y cemento de cal y arena, constaba de tres naves y un sagrario, de arquitectura gótica y sufrió los desperfectos que a continuación describimos: se cayó la parte superior de la torre Sur y con ella las campanas; se destruyó de una manera muy curiosa, pues de los cuatro pilares que sostenían su remate, los dos que ocupaban los extremos de una misma diagonal se destruyeron por completo, habiendo quedado intactos los otros dos. (Lám. XXVIII-A, Fots. 1 y 2) pudiendo así sostenerse las campanas. Se nos informó en Teocelo que un soldado se encontraba de centinela la noche del temblor en esa torre, acompañado de su mujer; murió aplastado allí mismo; mientras que la mujer fué protegida del derrumbe por una de las campanas, debajo de la cual quedó muy asustada y pudo más tarde ser salvada por un comerciante árabe, quien pocos momentos después del temblor, al oír los gritos de la mujer se aventuró a subir a la torre desde donde logró bajarla. Las fotografías 1 y 2 de la lámina citada muestran cómo quedó la torre y puede verse que en la fachada del templo se cayó parte de la cornisa situada entre las dos torres y al caer, rompió el barandal colocado arriba de las puertas del templo. La nave principal y las dos laterales sufrieron mucho, sobre todo estas dos últimas; uno de los arcos de la nave central, quedó muy resentido, con sus dovelas dislocadas y sostenidas en peligroso equilibrio (Lám. XXIX-A, Fot. 1). Las bóvedas

de las naves laterales (Lám. XXIX-A, Fot. 2 y Lám. XXX-A, Fot. 1), quedaron caídas en parte y los arcos también muy resentidos. El altar mayor fué totalmente destruído, pues la bóveda del extremo de la nave central se desplomó sobre él y las columnas del altar se rompieron, formando todo un gran montón de escombros (Lámina XVII-A, Fot. 1); todas las imágenes de los nichos cayeron y se despedazaron y casi todos los altares de los costados del templo se destruyeron, a excepción de uno de ellos cuyas columnas aunque se rompieron, no llegaron a caer, quedando apoyadas en el muro del N. Al visitar el interior del templo se notaba una destrucción mucho mayor, que la que podía apreciarse en el exterior, donde no eran tan aparentes estos efectos como en realidad lo fueron. Puede decirse que en este templo no hubo muro ni bóveda que no quedara caído o más o menos cuarteado.

Hemos dicho al ocuparnos del carácter y dirección del movimiento sísmico que en Teocelo pudimos observar movimientos aparentes de rotación de los objetos. El busto de Hidalgo giró sobre su pedestal un ángulo de siete grados. La estatua era de yeso y los rumbos respectivos del pedestal y de la base de la estatua después de movida, eran de 2.° NW. y 15° NE.; la cabeza y parte de la cara del busto se rompieron, cayendo los pedazos hacia el SE., siendo de notar que esta ruptura no fué causada por ningún objeto que hubiera caído sobre el busto, sino solamente por el choque del temblor. Los pilares y balaustres del altar mayor, hechos de piedra artificial, giraron también, pero en sentido contrario al del busto de Hidalgo y la rotación fué de un ángulo mayor: 40°; siendo el rumbo de la base casi de Oriente a Poniente y el del costado de los pilares movidos de 40° NW. Hemos dicho ya en el párrafo correspondiente, cómo pueden explicarse estos movimientos giratorios, que no corresponden en realidad a movimientos de vértice del temblor.

Según informes del señor Secretario del Ayuntamiento de Teocelo, hay en esta población 632 fincas empadronadas, que pagando el 12% anual de contribución, producen una entrada de \$28,541.82 y de ese número total pueden considerarse destruídas, cuarteadas o más o menos resentidas el 60%.

Jalapa, Ver. (Para mayores detalles véase la SEGUNDA PARTE de esta memoria, en el informe relativo que rinde el señor Inspector de la Red Sismológica Nacional, don Manuel Muñoz Lumbier). Se encuentra situada esta ciudad en la dirección NE. de la zona según la cual se propagó el temblor y fué una de las poblaciones importantes, cuyos edificios sufrieron más, a pesar de encontrarse a alguna distancia del área epicentral. Sus construcciones se asientan sobre un terreno volcánico constituido por rocas basálticas y dada la importancia de esta población se encuentran en ella edificios y casas de todas categorías para cuya construcción se han usado materiales de muy variada calidad. El caserío de la ciudad se extiende como hemos dicho ya, por las faldas meridionales del cono volcánico del Macuilitpetl y ocupan una parte baja y otra elevada del terreno, estando las calles orientadas de N. a S. y de O. a P.

En el plano de esta ciudad, que acompaña el estudio del señor Muñoz Lumbier (Lám. XLIV-A), se señalan con tinta roja y azul, respectivamente, los cuarteles de destrucción máxima y de destrucción mínima, así como los edificios que se derrumbaron parcialmente o que sufrieron solamente cuarteaduras. Los edificios de la calle de Enríquez, que es una de las calles principales y de las más céntricas de Jalapa, pueden considerarse en su mayor parte de buena construcción, y sin embargo sufrieron bastante. A la llegada de la comisión a esa ciudad, se encontraban todas apuntaladas. (Lám. XXX-A, Fot. 2, y Láms. XXXI-A y XXXII-A). Estas obras de defensa llevadas a cabo después del terremoto fueron hechas sin criterio y sin dirección técnica de ninguna clase. La gran cantidad de puntales que muestran las fotografías, fué resultado de un acto de mercantilismo de albañiles y propietarios de madererías, que explotaron el estado de ánimo de los propietarios de las casas arruinadas. Muchos de estos puntales o no trabajaban o desarrollaban esfuerzos perjudiciales a la estabilidad de la construcción que aparentemente defendían.

Los edificios de la calle de Leona Vicario, situada en la parte baja de la ciudad sufrieron mucho también y son en su mayor parte de muy mala construcción. Estas dos calles, que están orientadas de Este a Oeste, se encuentran dentro del área del cuartel más devastado por el temblor. La calle que sube al calvario orientada de N. a S., sirve de eje a una zona de la ciudad que sufrió relativamente poco a consecuencia de este movimiento sísmico.

Puede decirse que en los templos de Jalapa se notan efectos destructores de mucha menor importancia que los ya descritos y que tan considerablemente afectaron los templos de las poblaciones de Teocelo y Cosautlán. En las fotografías 1, 2 y 3 de la lámina XXXIV-A pueden apreciarse estos efectos que fueron relativamente ligeros, con excepción de la iglesia de los Corazones, que perdió la parte superior de una de sus torres (Lám. cit., Fot. 3), debido a que ya desde antes del temblor se encontraba en malas condiciones. Los edificios que quedaron más maltratados fueron la mayoría de los situados en la calle de Enríquez, en la que realmente fueron muy sensibles los efectos destructores del temblor, pues no obstante la buena construcción y la buena calidad del material empleado en ella, casi todos se resintieron más o menos. Sin embargo, quedaron inmunes los muy bien construídos y citaremos entre éstos el del Banco Mercantil y la residencia de los señores Pasquel, construídas recientemente.

Los principales edificios que sufrieron derrumbes parciales y cuarteaduras, fueron los siguientes: Administración de Correos, Seminario Conciliar, Misión Presbiteriana, Palacio de Justicia, Agencia del Banco Nacional, Iglesia de los Corazones, Hotel Juárez, Hotel México; y los que sufrieron solamente cuarteaduras fueron: el Palacio de Gobierno, la Catedral, el Colegio Preparatorio, el Casino Jalapeño, los teatros Caus y Limón, la capilla del Calvario, los cuarteles, el Gran Hotel y la Estación del Ferrocarril de Jalapa a Teocelo. En el Palacio de Justicia se derrumbaron un torreón, varios muros y gran parte de la cornisa de la fachada que cayó hacia el W.; la nave central de la catedral se cuarteó longitudinalmente, habiéndose resentido ligeramente las laterales; la fachada de este edificio no sufrió en lo más mínimo, no obstante lo delicado de su ornamentación (Lám. XXXIV-A, Fot. 1); el Palacio de Gobierno se cuarteó muy poco en su parte S. y en los techos, principalmente en la parte correspondiente al departamento de archivo: el edificio de la antigua Comisión Geográfica Exploradora, que es hoy Hospital, nada sufrió debido a su buena construcción.

Las fotografías de las láminas XXXV-A, XXXVI-A y XXXVII-A, muestran los efectos destructores tanto en el exterior como en el interior de una casa situada en la esquina que forma la 11.ª calle de Zamora (continuación de la de Enríquez) con la calle de Alba. En esta casa se encontraba la tienda denominada "El Puerto de Trieste," propiedad de los señores Miguel y Fernando Vignola, quienes tuvieron que vaciarla por encontrarse en peligro de derrumbe. El ángulo superior de la casa (Lám. XXXVI-A, Fot. 1), se cayó sobre el balcón torciendo las varillas de fierro; y todos los muros tanto principales como divisorios se cuartearon arriba y a los lados de las puertas; los arcos del corredor de la casa se agrietaron mucho y hubo necesidad de sostenerlos con puntales: los notables efectos del temblor en esta casa se deben en primer lugar a su mala construcción y en seguida a su situación en esquina.

Los materiales de construcción que se emplean en Jalapa son la piedra cortada, el cemento armado, la mampostería, el tabique y el adobe; la piedra cortada, bastante bien labrada, se ha usado con éxito en los edificios más importantes de la población; el cemento armado, que es el material indicado para las construcciones asísmicas, se ha empleado hasta ahora muy poco; el tabique se usa con más frecuencia, pero algunas veces con mortero de mala calidad, lo que hace que los muros no resistan bien, como pasó en ciertas casas habitaciones, caídas en la calle de Leona Vicario, en las cuales además de esta circunstancia, se notaba que los muros eran sumamente delgados y sin amarre alguno entre ellos (Lám. XXXIII-A, Fots. 1 y 3). Las bardas ais-

ladas de gran longitud, hechas de adobes, se caen con facilidad durante un temblor, aunque tengan pilastras o cadenas de tabique, pues estos dos materiales por su diferencia de dureza relativa, no se ligan bien uno con otro; cerca de la estación del Ferrocarril de Jalapa a Teocelo, se cuarteó en toda su longitud una de estas bardas, que estaba orientada de N. a S. y cayó gran parte de ella hacia el E.

En Jalapa no se notaron en ninguna de las casas de los parques, movimientos de rotación aparente; el busto de Juárez, en el parque del mismo nombre, sufrió solamente leves desportilladuras en la parte donde se asienta sobre su pedestal.

CAPITULO VI

Fenómenos acompañantes

1.—*Efectos sobre seres orgánicos.* Las desgracias personales causadas por el temblor fueron debidas principalmente, como antes hemos dicho, a los efectos de los aludes o avenidas de lodo que al invadir repentinamente el caserío de las poblaciones situadas en las montañas, en cuyas pendientes se efectuaron los resbalamientos de terrenos sueltos o en las riberas del río Huitzilapa, quedaron sepultados en el lodo y ahogados la mayor parte de sus habitantes. Puede decirse que los muertos o heridos por los derrumbes de las casas fueron pocos. Según los datos que nos proporcionó el señor don Manuel Carbonell, Presidente Municipal de la ciudad de Jalapa, fueron en aquella ciudad de 3 y 10 respectivamente. En el siguiente cuadro constan los datos relativos a las desgracias personales habidas en las principales poblaciones del Estado de Veracruz, que fueron más perjudicadas y por él puede juzgarse del número de víctimas registrado en este temblor.

| Poblaciones | Núm. de habitantes | Muertos | Heridos |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|
| Jalapa, Ver..... | 20,000 | 3 | 10 |
| Teocelo, Ver..... | 5,000 | 35 | 85 |
| Cosautlán, Ver..... | 1,500 | 85 | 60 |
| Barranca Grande, Ver..... | 300 | 180 (1) | ... |
| Patlanalá, Pue..... | 1,500 | 239 (2) | 2 |
| Quimixtlán, Pue..... | | 80 | 10 |
| Izhuacán, Ver..... | | 1 | ... |
| Ayahualulco, Ver..... | | 25 | ... |

(1) Ahogados en el lodo.
 (2) En Patlanalá hubo un muerto por la caída de las casas y 238 sepultados en el lodo.

En la costa del Golfo, durante el temblor, el mar se agitó bastante y en Veracruz nos informaron que en la playa Norte habían aparecido, después del temblor, peces muertos en gran número (especialmente anguilas y bobos)

y que cerca de la desembocadura del río de la Antigua, se habían recogido los cadáveres de un hombre y una mujer, y cajas con mercancías, procedentes probablemente de las poblaciones arrasadas, que se encuentran a lo largo de este río, que no es otro que el de Huitzilapa o Pescados.

En San Francisco de la Peña, cerca de Puente Nacional, se encontraron también varios cadáveres; y el río de los Pescados al volver a cabar su lecho, que momentáneamente quedó desviado por el lodo de las avenidas, estuvo desenterrando por varios días cadáveres de gentes y de animales, que iba dejando a lo largo de su curso, detenidos por los obstáculos que encontraba o que condujo hasta el mar; siendo de llamar la atención que algunos cadáveres se encontraron amarrados a los troncos de árbol, que arrastró también la corriente del río; hecho que atribuían las personas que nos informaron, a que algunas de las víctimas trataban de defenderse amarrándose de los árboles, no logrando salvarse, porque el árbol mismo fué arrancado de su lugar y arrastrado con los demás despojos que llevaba la corriente.

La región del Estado de Veracruz devastada por este temblor es bastante agrícola; se cultivan en ella el café, la caña de azúcar, naranjas, limas, limón real, la zarzaparrilla, la raíz de Jalapa, etc., y varios de los plantíos de las poblaciones y de los ranchos y congregaciones ribereñas quedaron completamente perdidos, al ser cubiertos por el lodo.

2.—*Fenómenos Acústicos.* Tanto el temblor del 3 de enero como algunos de los choques subsiguientes, fueron acompañados de ruidos subterráneos, que pueden compararse la mayor parte de las veces con truenos muy sordos; todos los habitantes de la área epicentral y aun de localidades alejadas de ella tuvieron oportunidad de oírlos; muchos de estos ruidos precedían momentáneamente a los temblores y los habitantes de las localidades cercanas al área epicentral han adquirido tal costumbre de oírlos, que se hincan luego que los oyen y se preparan con unos cuantos instantes de anticipación a recibir el temblor. Los habitantes comparan estos ruidos, según sus sensaciones particulares, a los truenos de una tempestad lejana, al ruido producido por una descarga de artillería, a zumbidos, bramidos, etc. Los que tuvimos oportunidad de oír en Cosautlán durante los temblores de la noche del 21 al 22 de enero (8 h. 52 m. p. m.) y (3 h. y 2 m.) de la madrugada fueron sumamente sordos y apenas perceptibles y parecían venir del rumbo SW. de aquella población.

En Jalapa, el señor don Alberto López, propietario del Gran Hotel, donde estuvimos alojados, nos dijo que el ruido subterráneo que allí se percibió durante el temblor de la noche del 3 de enero, fué muy fuerte, que tuvo lugar segundos antes del temblor y que era comparable al ruido que producen muchas carretas caminando sobre un piso empedrado.

El señor don Heliodoro Chimal, de Cosautlán, nos informó que había venido una especie de "zumbido" por el rumbo de Barranca Grande, y después el movimiento trepidatorio del temblor, sumamente fuerte de abajo para arriba, que él comparaba a la sensación que se experimenta en el acto de saltar.

Hemos dicho ya que en Barranca Grande, unos cuantos minutos después del choque principal que vino acompañado allí de ruidos subterráneos sordos, se oyó un segundo ruido, de la naturaleza del cual solamente pocos de los habitantes de esta congregación pudieron darse cuenta, pues procedían de la creciente del río y no era de origen subterráneo.

En las otras poblaciones situadas dentro del área epicentral, nos dijeron los habitantes, que fué tal el susto que recibieron, que no se dieron buena cuenta ni del carácter del movimiento ni de los ruidos o fenómenos que lo acompañaron.

3.—*Temblores anteriores procedentes del mismo foco.* Hemos dicho ya, que la zona conmovida por el temblor del 3 de enero de 1920 es una zona sísmica bien caracterizada del país. En efecto, desde tiempos muy remotos se tiene noticias de temblores que han asolado aquellas regiones, las que, como consecuencia de la falta de estudios anteriores, son bastante deficientes, pues en la mayoría de ellas sólo se relatan los efectos de los temblores en las

ciudades grandes y no se mencionan los habidos en pequeñas poblaciones de la sierra, alejadas de las principales vías de comunicación, ni los efectos geológicos, ni las causas probables de los movimientos respectivos. Sin embargo, por los datos que existen sobre temblores ocurridos en las principales poblaciones del Estado de Veracruz, podemos citar los siguientes como probablemente procedentes del mismo foco o de focos más o menos cercanos al del 3 de enero:

- 1523.—Temblor en Veracruz.
- 1545.—Erupción del volcán de Orizaba, en la que arrojó gran cantidad de lava y materias encendidas. Continuó arrojándolas durante muchos años. (Probablemente acompañado de temblores.)
- 1546.—En este año quedó arruinado el primer templo de Jalapa, construido por los franciscanos, a consecuencia de un temblor.
- 1566.—Erupción del volcán de Orizaba. Arrojó lavas y materias encendidas. (No se menciona ningún temblor.)
- 1613.—Erupción del volcán de Orizaba.
- 1663.—Del 5 de febrero al 17 de julio se sintieron varios temblores en Puebla, Veracruz y otros lugares de la República.
- 1667.—El 30 de abril tembló en Veracruz.
- 1687.—Erupción del volcán de Orizaba, que se cuenta entre las más fuertes que ha tenido. (Probablemente acompañado de temblores.)
- 1691.—23 de agosto, eclipse total del sol y frecuentes temblores en este período de tiempo en Jalapa.
- 1695.—24 de agosto, se sintieron en Jalapa y en el Estado de Veracruz los temblores más fuertes que se recuerdan.
- 1696.—23 de agosto, víspera de San Bartolomé, fuerte temblor que se sintió en todo el Estado de Veracruz; en Orizaba se destruyó por completo la iglesia antigua y el Hospital de San Juan de Dios.
- 1697.—En febrero hubo un fuerte temblor en el Estado de Veracruz y otras partes de la República.
- 1699.—29 de septiembre, Orizaba fué asolada por un temblor.
- 1711.—16 de agosto, fuerte temblor que se sintió en Veracruz, Orizaba y Córdoba.
- 1714.—6 de febrero, a las 12 de la noche, fuerte temblor en Córdoba.
- 1715.—5 de mayo, este temblor causó horribles estragos en Córdoba y Orizaba.
- 1768.—3 y 4 de abril; fuerte temblor en Veracruz, Orizaba y Córdoba.
- 1776.—Del 26 de abril al 12 de mayo, hubo más de 20 terremotos que causaron estragos en varias poblaciones. Casi todos se sintieron en Veracruz.
- 1783.—5 de abril; se sintieron varios temblores de tierra en Veracruz y otras ciudades.
- 1784.—11 de diciembre; leve temblor en Orizaba.
- 1786.—3 de abril y 26 de junio tembló en Veracruz.
- 1787.—Del 28 de marzo al 17 de abril se sintieron varios temblores en Veracruz y Ulúa, siendo el más fuerte el del 30 de marzo. En el mismo año el 4 de septiembre, 7 de noviembre y 14 de noviembre, tembló en Veracruz.
- 1789.—14 de enero, a las 12 del día hubo un fuerte temblor en Veracruz.
- 1790.—20 de abril, tembló en Córdoba.
- 1793.—2 de marzo, tembló en Córdoba.
- 1800.—8 de marzo, temblor de San Juan de Dios, se sintió en Veracruz y Córdoba. En el mismo año el 17 de marzo, hubo un fuerte temblor en Veracruz y la parte Oriente de la República.
- 1801.—27 de julio hubo un fuerte temblor en Veracruz.
- 1806.—25 de marzo, temblor de La Encarnación, que se sintió en Córdoba, Jalapa y Veracruz; el 14 de julio hubo dos fuertes temblores en Orizaba y Jalapa.
- 1815.—3 de mayo, temblor de La Santa Cruz, que se sintió en Veracruz y otras poblaciones.

1817.—4 de abril, Viernes Santo, tembló en Córdoba y Jalapa.

1818.—31 de mayo, tembló en Orizaba, Córdoba, Perote, Jalapa y Veracruz. Toda la provincia veracruzana sufrió terriblemente en esta ocasión. Las poblaciones que sufrieron más fueron Coscomatepec y Huatusco y todas las demás que se reclinan en las faldas orientales de la montaña del Citlaltepétl, el cual cambió de forma, perdiendo la perfectamente cónica que hasta entonces tenía. (Probablemente a causa de derrumbes.)

1819.—12 de marzo, fuerte temblor en Orizaba que ocasionó la caída de la torre de la Concordia. Se sintió en San Andrés Chalchicomula y Córdoba y derribó la bóveda de la iglesia de San Juan Coscomatepec.

1820.—4 de mayo; fuerte temblor que ocasionó en los cerros algunos derrumbes y se sintió en Orizaba, Córdoba y Veracruz; fué uno de los más fuertes de este siglo.

1837.—3 de octubre; fuerte temblor en Veracruz. El mismo año el 22 de noviembre, temblor de Santa Catarina, que fué muy fuerte en Chalchicomula, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Perote y otros lugares. El Norte en Veracruz trajo una multitud de peces muertos, entre los cuales se encuentran sargos, pargos, mulatos y huachinangos de altura, grandes y muy gordos, habitante el que menos de más de 50 brazas.

1838.—9 de enero, tembló en Veracruz. En la madrugada se escucharon allí ruidos semejantes al rodar de carretas. Flujo y reflujo cada dos minutos. En este año tembló en Huatusco los días 4 y 7 de agosto y el 9 de agosto hubo un temblor fuerte en Veracruz.

1845.—9 de marzo, tembló en Veracruz. El 6 de abril y el 7 de abril, temblor del Señor de Santa Teresa, hubo un fuerte temblor en Chalchicomula, Huamantla, San Martín, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Perote y Veracruz. El 10 de abril volvió a temblar en Orizaba, San Andrés Chalchicomula, Córdoba, Jalapa y Veracruz; el 14 de julio hubo dos fuertes temblores en Veracruz.

1846.—1.º y 5 de enero, 30 de marzo, 7, 16 y 25 de abril y 29 de noviembre, temblores en Orizaba.

1847.—8 de enero, tembló en Orizaba y toda la costa de Sotavento; el 11 de julio en Orizaba y Veracruz; el 8 de septiembre en Orizaba.

1848.—3 de mayo, temblor de la Santa Cruz, se sintió en varios lugares del Estado de Veracruz.

1849.—25 de octubre a las 10 h. 50 m., a. m. temblor oscilatorio de E. a W. en Córdoba.

1851.—5 y 6 de noviembre, tembló en Córdoba y Orizaba.

1852.—4, 5, 6 y 7 de diciembre, tembló en San Andrés Chalchicomula, Orizaba, Córdoba, Jalapa y Veracruz.

1854.—5 de mayo, temblor oscilatorio, fuerte, de E. a W. en Jalapa; este temblor duró 90 segundos en Córdoba, maltratando la parroquia y la mayor parte de los edificios públicos y casas particulares; se sintió también en Orizaba, San Andrés Chalchicomula y Veracruz. El día 2 de octubre del mismo año se arruinó a consecuencia de un temblor de tierra en San Juan Coscomatepec, una parte de la iglesia en construcción.

1855.—1.º de febrero, dos fuertes temblores en Jalapa a las 11 h. 7 m. y 11 h. 20 m., p. m. que se sintieron también en Orizaba y Córdoba, sintiéndose otros el 28 de febrero en Jalapa, Veracruz, Córdoba y Orizaba.

1856.—13 de mayo, a las 6 p. m. tembló en Teocelo; el 17 de mayo entre 3 y 4 a. m. hubo un temblor oscilatorio ligero en Veracruz; el 21 de mayo a las 7 p. m. en Teocelo y el 29 de mayo a las 12 h. 45 m., p. m. tembló nuevamente en Teocelo.

1857.—18 de mayo, a las 8 h. 40 m., p. m. tembló en Córdoba y el 19 de agosto del mismo año en Orizaba y Córdoba.

1858.—19 de junio, fuerte temblor en San Andrés Chalchicomula y Orizaba; en Córdoba se sintió este temblor a las 9 h. 16 m., a. m. primero oscilatorio de E. a W., después de N. a S., terminando en trepidación, durando 50 segun-

dos. En Jalapa se sintió fuerte a las 9 h. 10 m., a. m. y repitió el siguiente día a la misma hora.

1860.—2 de marzo, a las 12 h. 20 m., p. m. temblor oscilatorio en Jalapa.

1864.—3 de octubre, temblor de San Gerardo; este temblor fué fortísimo en Orizaba a la 1 h. 55 m., a. m. empezando por trepidaciones violentas, cambiando luego a oscilaciones de N. a S. y terminando en movimiento circular. Durante el temblor se escucharon ruidos subterráneos, sordos y prolongados que parecían venir del Citlaltepétl. Rancheros llegados a Orizaba dicen que una hora antes del temblor oyeron salir del cráter del Pico de Orizaba un ruido como cañonazo. El temblor duró dos minutos, muchos edificios padecieron y se cayó la torre de la iglesia. En Córdoba se sintió el temblor poco antes de las 2 a. m. con duración de 1 minuto, siendo al principio trepidatorio y al final oscilatorio. Muchos edificios sufrieron desperfectos. En San Juan de los Llanos fué fuerte a las 2 a. m. derribando la iglesia. En San Andrés Chalchicomula, a las 2 h. 10 m., a. m.; hubo varias desgracias personales y sufrieron las casas y templos. El temblor fué primero oscilatorio de E. a W. Se observaron varias grietas en la sierra del volcán de Orizaba. En Tehuacán quedó casi destruída la población. Este temblor se sintió también fuerte en Soledad y Paso del Macho y en Veracruz; fué primero trepidatorio y después oscilatorio a la 1 h. 50 m., a. m.

1866.—2 de enero, fuerte temblor a las 6 h. 35 m., p. m. en Orizaba, primero oscilatorio de E. a W. terminando en trepidatorio, durante 20 segundos, hubo deterioros en los edificios; en Córdoba a la misma hora con los mismos caracteres. San Andrés Chalchicomula sufrió mucho con este temblor. Antes del terremoto se escucharon allí ruidos subterráneos, que parecían venir de Norte a Sur. El temblor mismo fué en San Andrés primero trepidatorio y luego oscilatorio de Norte a Sur, cambiando después de Este a Oeste. Casi todas las casas de la población se vinieron al suelo. En Veracruz fué fuerte, oscilatorio, lo mismo que en Maltrata. En Coscomatepec quedó totalmente destruída la iglesia nueva.

El día 10 de mayo del mismo año tembló nuevamente en Orizaba a las 9 h. 30 m., a. m. primero trepidatorio, después oscilatorio de Norte a Sur; en Córdoba presentó los mismos caracteres; en Jalapa se sintió a las 9 h. 45 m., a. m., primero trepidatorio, después oscilatorio de E. a W. con duración de 20 segundos; en Veracruz se sintieron oscilaciones ligeras de Norte a Sur entre las 9 h. 30 m. y 10 h., a. m.

1868.—22 de mayo, temblor oscilatorio de E. a W. a las 12 h. 28 m., p. m. en Orizaba y Córdoba; con los mismos caracteres se sintió en Veracruz a las 12 h. 33 m., p. m. con duración de 50 segundos.

1870.—11 de mayo, a las 11 h. 30 m., p. m., fuerte temblor oscilatorio de E. a W. en San Andrés Chalchicomula; en Orizaba fué precedido por una fuerte detonación. El temblor fué sumamente fuerte en esta ciudad, siendo primero trepidatorio y después oscilatorio de E. a W., terminando en trepidación; su duración fué de 40 segundos y muchos edificios sufrieron. En Córdoba, Paso del Macho y Jalapa se sintió a la misma hora, trepidatorio primero y después oscilatorio de E. a W. En Jalapa duró 90 segundos. En Perote se sintió a las 11 h. 26 m., p. m., siendo oscilatorio, de NW. a SE., primero, cambiando luego de E. a W., con una duración de 40 segundos. En Veracruz se sintió a las 11 h. 32 m., p. m., trepidatorio primero y después oscilatorio de E. a W., durando ahí 35 segundos.

1871.—6 de febrero, a las 5 h. 50 m., p. m. oscilatorio de E. a W. en Puebla, Córdoba y Orizaba; en Veracruz se sintió otro temblor el mismo día a las 7 h., p. m., oscilatorio de E. a W., con duración de 10 segundos.

1872.—27 de marzo, temblor del Miércoles Santo a las 7 h. 52 m., a. m. se sintió en San Andrés Chalchicomula, Jalapa, Córdoba, Orizaba y otros lugares.

1873.—8 de febrero, a las 4 h., a. m., se sintió un temblor ligero oscilatorio en Orizaba, Córdoba y Veracruz.

1874.—7 de enero, temblor trepidatorio en San Andrés Chalchicomula acompañado de ruidos subterráneos. En la misma población volvió a temblar el 12 de enero a las 3 h. 10 m. y a las 7 h., a. m., siendo el primero más fuerte

que el del 7 de enero y también acompañado de ruidos subterráneos. El 13 de noviembre tembló nuevamente en San Andrés a las 3 h. 50 m., a. m., sintiéndose este temblor también en Jalapa a las 3 h. 55 m., a. m., donde se derrumbó el convento de San Francisco; en Veracruz se sintió a las 4 h. a. m., y en Orizaba y Córdoba fué fuerte trepidatorio a las 3 h. 55 m., a. m.

1875.—28 de noviembre, a las 8 h. 40 m., p. m. temblor fuerte oscilatorio de N. a S. en Orizaba, con duración de 5 segundos y a las 8 h. 33 m., p. m., oscilatorio de N. a S. en Córdoba con duración de 3 segundos.

1877.—3 de julio, temblor corto y fuerte, trepidatorio a las 11 h., 8 m. p. m. en Orizaba.

1877.—3 de julio, temblor corto y fuerte, trepidatorio a las 11 h., 8 m., p. m. en Orizaba.

1879.—28 de enero; a las 3 h. 25 m., a. m., temblor ligero oscilatorio de NW. a SE. en San Andrés Chalchicomula, Córdoba, Veracruz y Jalapa. En el mismo año, el 17 de mayo, a las 5 h. 10 m., a. m., tembló en San Marcos, a las 5 h. 03 m., en Soledad, oscilatorio ESE. a WNW., principiando con trepidación y durando de 25 a 30 segundos; a las 5 h. 15 m., a. m., se sintió oscilatorio de E. a W. en Perote, durando 11 segundos; a las 5 h. 15 m., a. m., en Jalapa, primero trepidatorio, después oscilatorio, de 16 segundos de duración; a la misma hora se sintió en Orizaba, siendo al principio oscilatorio de N. a S., seguido por 3 temblores trepidatorios y terminando por oscilaciones con duración total de 16 segundos. Este temblor fué acompañado por ruidos subterráneos de 10 segundos de duración y hubo algunos derrumbes. En Córdoba tembló este mismo día a las 5 h. 10 m., a. m., primero trepidatorio, luego oscilatorio, durando el terremoto 10 segundos. Varios edificios se cuartearon, como en Orizaba sucedió. A las 5 h. 15 m., tembló en Veracruz con oscilaciones de N. a S., seguido por varios choques trepidatorios acompañados con ruidos subterráneos, durando el temblor 40 segundos. En el mismo año, el día 1.º de diciembre, se sintieron cuatro oscilaciones de E. a W. a las 2 h. 59 m., p. m., en Orizaba, precediendo a este temblor fuertes ruidos subterráneos. En Córdoba se sintió este temblor a las 3 h., p. m., oscilatorio de N. a S., acompañado por ruidos subterráneos y durando 25 segundos. En Fortín fué oscilatorio de N. a S. a las 2 h. 44 m., p. m. En Soledad, Esperanza y Veracruz se sintió a la misma hora, siendo el movimiento trepidatorio primero y oscilatorio después, con duración de 8 a 10 segundos.

1880.—21 de enero; a las 9 h. 30 m., p. m., se sintió un ligero temblor oscilatorio de E. a W. en Veracruz. El día siguiente, 22 de enero, tembló a las 4 h. 39 m., a. m., en Esperanza, con oscilaciones de N. a S. y con duración de 15 segundos; en Orizaba y Córdoba se sintieron oscilaciones fuertes de E. a W. a las 4 h. 55 m., a. m., durante 15 segundos; en Veracruz tembló a las 5 h. 15 m., a. m., con oscilaciones de E. a W. y en Boca del Monte se sintió el sismo oscilatorio a las 5 h., a. m., durante 10 segundos. El día 2 de mayo, a las 9 h., a. m., se sintió un temblor ligero oscilatorio en Córdoba y Orizaba, y a las 9 h. 35 m., a. m., una oscilación ligera de 4 segundos en Fortín. El 3 de diciembre tembló en Orizaba y varias poblaciones de los Estados de Veracruz y Puebla. El 5 de diciembre se sintió una oscilación ligera en Orizaba a las 4 h., p. m.

1881.—25 de febrero; temblor ligero entre 12 y 1 a. m. en Córdoba. El 27 de mayo hubo un temblor ligero oscilatorio de N. a S., a las 12 h. 40 m., p. m., en Córdoba y en Orizaba. El 30 de mayo tembló en Córdoba y Orizaba. El 16 de agosto se sintió un temblor oscilatorio en la tarde en Córdoba; volviendo a temblar en la misma ciudad el 5 de octubre, a las 8 h., p. m., con movimiento oscilatorio, y el 3 de diciembre se sintió un temblor ligero a las 8 h., a. m., en Orizaba y Córdoba.

1882.—8 de abril; temblor ligero oscilatorio a las 3 h. 25 m., p. m., en Orizaba, Córdoba y Esperanza; trepidatorio a las 3 h. 45 m., p. m., con duración de 3 segundos en Huatusco.

El día 19 de julio se sintió un temblor oscilatorio fuerte que terminó con oscilaciones de E. a W. y con duración de 45 a 50 segundos, a las 2 horas 35 minutos, p. m. Por causa de este temblor, se derrumbaron algunas rocas de la

Malinche. En Esperanza se sintió este temblor, primero trepidatorio después oscilatorio de E. a W., a las 2 h. 35 m., p. m., siendo fuerte y largo. En San Marcos duró este terremoto 19 segundos, habiendo principiado a las misma hora. En Orizaba, a las 2 h. 48 m., p. m., fué primero trepidatorio fuerte, cambiando luego a oscilatorio de NE. a SW., terminando con oscilaciones de E. a W.; la duración en esta ciudad fué de sesenta segundos y se escucharon durante el temblor ruidos subterráneos.

En Fortín fué de oscilaciones de N. a S. y duró 35 segundos; en Córdoba fué primero trepidatorio y después oscilatorio durante 25 segundos; en Veracruz se sintió oscilatorio durante 20 segundos a las 2 h. 27 m., p. m., y en Coscomatepec principió a las 2 h. 40 m., p. m., con trepidaciones, terminando con oscilaciones de N. a S.; en Jalapa y Perote fué oscilatorio de N. a S. a las 2 h. 35 m., p. m., con duración de 45 y 35 segundos, respectivamente; en Huatusco fué este temblor de trepidación primero, terminando con oscilaciones de N. a S. y después de E. a W., a las 2 h. 35 m., p. m., y con duración de 90 segundos. Este temblor ocasionó varios derrumbamientos en el Cofre de Perote y en la Sierra de Orizaba.

1883.—7 de febrero: temblor ligero oscilatorio a las 4 h. 12 m., p. m., en Maltrata; el 15 de febrero, a las 9 h. 25 m., p. m., temblor oscilatorio de N. a S. en Córdoba; el 13 de agosto tembló dos veces en Orizaba con oscilaciones de N. a S. a las 7 h. 25 m. y a las 11 h. 07 m., p. m.; el 8 de octubre volvió a temblar en Orizaba a las 11 h. 45 m., a. m., siendo el movimiento oscilatorio de N. a S., precedido por ruidos subterráneos, y a la misma hora se sintieron movimientos oscilatorios en Esperanza, Córdoba y Coscomatepec. El 24 de octubre, a las 11 h. 30 m., a. m., hubo un temblor en Huatusco, oscilatorio, al principio ligero, terminando fuerte con dirección de N. a S.; en Orizaba se sintió un temblor a las 11 h. 22 m., p. m., precedido por ruidos subterráneos, siendo las oscilaciones fuertes de E. a W.; en Coscomatepec fué de oscilaciones fuertes de N. a S., y en Esperanza se sintió a las 11 h. 45 m., p. m., siendo el movimiento oscilatorio de N. a S.

1884.—El 7 de enero tembló ligeramente en Orizaba en la noche, siendo el movimiento oscilatorio. En la misma ciudad volvió a temblar el 26 de agosto a las 6 h. 50 m., p. m., oscilatorio de N. a S., con duración de 3 segundos, repitiendo poco después con movimiento giratorio de 1 segundo de duración; el 18 de noviembre, a las 2 h. 20 m., a. m., se sintió un temblor ligero, y el 20 de noviembre hubo un temblor ligero oscilatorio de N. a S., a las 7 h. 15 m., a. m., en la misma ciudad.

1887.—4 de marzo; tembló en Córdoba, con movimiento oscilatorio ligero a las 6 h. 30 m., p. m.; el 5 de marzo se sintieron 14 sacudidas a las 6 h. 46 m., a. m., con dirección de SE. a NW., durando el temblor 122 segundos. El 29 de mayo tembló a las 3 h., a. m., en San Andrés Chalchicomula, con oscilaciones de N. a S.; a las 2 h. 48 m., se sintieron oscilaciones durante 20 segundos en Esperanza; a las 2 h. 43 m., a. m., oscilaciones de N. a S. en Córdoba, y en Jalapa y Coatepec, a las 2 h. 50 m., a. m., oscilaciones también de N. a S., durando el temblor en Jalapa 20 segundos. En la madrugada del día 6 de julio se sintió un temblor oscilatorio de 23 segundos en Orizaba, y en la misma ciudad el 13 de julio, a las 3 h. 42 m., a. m., hubo un temblor oscilatorio de duración instantánea. El 1.º de agosto se sintió un temblor oscilatorio a las 8 h. 20 m., p. m., en Córdoba, y a las 8 h. 30 m., p. m., con duración de 20 segundos, primero trepidatorio, después oscilatorio en Orizaba. El 28 de agosto hubo oscilaciones ligeras en Orizaba a las 5 h. 22 m., 5 h. 33 m., 5 h. 46 m. y 6 h. 10 m., p. m. Durante el mes de septiembre se sintieron temblores en Orizaba los días 2, 3, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 22, 23, 24, 25, 27 y 28, siendo todos éstos ligeros. Durante el mes de octubre, también en Orizaba, se registraron temblores ligeros los días 1, 2, 7, 8, 9 y 12, el día 10 a las 5 h. 58 m., p. m., y a las 6 h. 12 m., p. m., siendo el último acompañado por ruidos subterráneos. En el mes de diciembre hubo en la misma ciudad un temblor el día 13, a las 5 h. 21 m., a. m., siendo oscilatorio de NE. a SW., con duración de 3 segundos, y el día 14, a las 4 h. 17 m., p. m., oscilatorio de W. a E., con duración de 3 segundos.

1888.—26 de febrero; se registró un temblor oscilatorio en Orizaba y Veracruz; el 17 de abril se registraron dos temblores en Orizaba, a las 7 h. 57 m., p. m., el primero oscilatorio de E. a W. de 1 segundo, y el segundo más fuerte que el anterior, oscilatorio de S. a N. de 2 segundos de duración. El 1.º de julio volvió a temblar en Orizaba a la 1 h. 57 m., a. m., siendo el movimiento oscilatorio de WSW. a ENE., con duración de 6 segundos. En el mes de octubre se registraron dos ligeros temblores en la misma ciudad el día 7, a las 7 h. 40 m., p. m., y el día 10, a las 10 h. 25 m., a. m.

1889.—Durante este año se registraron los siguientes temblores en Orizaba: 22 de febrero, a las 9 h. 52 m., a. m.; 4 de abril, a las 4 h. 20 m., a. m.; 31 de mayo, a las 4 h. 41 m., a. m.; 2 de julio, a las 11 h. 25 m., p. m.; 21 de julio, a las 3 h. 31 m., 5 h. 32 m., y 8 h. 03 m., a. m.; 27 de agosto, a las 8 h. 19 m., p. m., siendo este movimiento primero oscilatorio y después trepidatorio; este temblor se sintió también en Córdoba; 1.º de octubre, a las 12 h. 12 m., p. m.; 7 de octubre, a las 8 h. 02 m.; 23 de octubre, a las 6 h. 59 m., a. m., siendo este temblor oscilatorio; 11 de diciembre, a las 8 h. 00 m., a. m. Todos estos temblores tuvieron de intensidad la correspondiente al grado XI de la escala de Rossi-Forel, con excepción del día 27 de octubre, cuya intensidad corresponde al grado III de la misma escala.

1890.—En la misma ciudad de Orizaba se registraron en este año los siguientes temblores: 11 de febrero, a las 3 h. 19 m., a. m., oscilatorio de NW. a SE., intensidad, XI; marzo 18, a las 9 h. 00 m., a. m., intensidad, XI; 29 de marzo, a las 9 h. 31 m., a. m., intensidad, XI; 18 de abril, a las 9 h. 30 m., a. m., oscilatorio de N. a S. y E. a W., intensidad, XI; 22 de abril, a las 7 h. 05 m., p. m., oscilatorio de N. a S. y de NW. a SE., intensidad, XI; 10 de mayo, a las 12 h. 38 m., a. m., oscilatorio de NW. a SE.; 10 de junio, a las 10 h. 38 m., a. m., oscilatorio de SW. a NE. y de W. a E., intensidad, XI; 29 de septiembre, a las 4 h. 00 m., p. m., oscilatorio de N. a S. y de SW. a NE., intensidad, XI; 16 de octubre, a las 6 h. 49 m., a. m., oscilatorio de N. a S. y de E. a W.; intensidad, XI; 26 de octubre, a las 2 h. 11 m., p. m., oscilatorio de SE. a NW. y de SW. a NE., intensidad, XI; 1.º de diciembre, a las 6 h. 58 m., p. m., intensidad, XI; 2 de diciembre, a las 6 h. 03 m., p. m., se sintió también en Córdoba, Paso del Macho y Veracruz, y fué en Orizaba oscilatorio de NNW. a SSE. y de SW. a NE., con una intensidad correspondiente al grado VI de la escala Rosso-Forel; sonaron las campanas de la parroquia y se paró el reloj, mientras que produjo mareo en las personas; 7 de diciembre, a la 1 h. 54 m., p. m., intensidad, XI, y el 31 del mismo mes, a las 10 h. 07 m., p. m., también de intensidad XI.

Hemos creído conveniente, para dar idea de la sismicidad de la línea que une a la ciudad de Orizaba con el volcán de El Citlaltepétl, línea orientada 45 grados NW., incluir la Roseta sísmica de dicha ciudad, construída con los datos de C. Mottl.

4.—*Temblores subsecuentes.*—Este megasismo, como casi todos los grandes temblores, fué precedido de algunos otros y seguido después por numerosos choques, que estuvieron efectuándose durante todo el resto del mes de enero y los meses de febrero, marzo y abril. Según informes que tuvimos en la localidad el día 2 de noviembre del año anterior de 1919, se sintieron en Chilchotla, Quimixtlán y Patlanalá, dos temblores fuertes: uno un poco después del medio día y el otro a las 7 h. 15 m., de la noche; éstos fueron los que precedieron al terremoto del 3 de enero próximo pasado. Los choques subsecuentes fueron una serie de numerosos y repetidos macrosismos en la zona epicentral; algunos de los cuales se hicieron sentir en Jalapa y algunas otras poblaciones del Estado de Veracruz. De esta serie, los que se sintieron con más o menos intensidad, fueron los de la misma noche del terremoto; y pocos días después los días 21, 22, 23, 28 de enero y 9 de febrero.

En la SEGUNDA PARTE de esta Memoria, se tratará con mayor detalle de los choques subsecuentes desde el punto de vista sismográfico; aquí sólo consignamos los resultados de nuestras observaciones macrosísmicas en el terreno.

CAPITULO VII

Conclusiones generales y causa del temblor

En los párrafos anteriores hemos expuesto los datos recogidos y las observaciones que pudimos hacer durante nuestras excursiones a través de la zona más conmovida por el temblor del 3 de enero de 1920, datos y observaciones que se refieren a la fisiografía, hidrografía, geología y tectónica de esa zona; así como el carácter, propagación, extensión, intensidad, etc., del movimiento sísmico y sus efectos mecánicos. Trataremos ahora de utilizar estos datos y observaciones para investigar la causa probable de este megasismo.

Como hemos visto, su área epicentral se encuentra en una porción sumamente dislocada de la Sierra Madre Oriental. Esta porción corresponde a un tramo orientado casi de N. a S. de dicha Sierra, que se desvía notablemente de la dirección general de esa importante cordillera, que es sensiblemente paralela a la costa del Golfo. Está situada esta región en la parte más elevada de la vertiente oriental de la Sierra mencionada, puesto que cerca de ella se encuentra la montaña más alta de la República Mexicana (el volcán de Orizaba), y es una zona de las más inestables, pues han sido numerosos los temblores que ha habido en tiempos pasados, los cuales han tenido su origen en esta zona, que es por consiguiente claramente sísmica, como lo podemos ver por los datos consignados en el capítulo anterior.

Al tratar de los rasgos fisiográficos característicos de esta zona, hemos visto que en la formación de su relieve topográfico han intervenido principalmente las dislocaciones de las rocas cretácicas sedimentarias, que aparecen allí plegadas, torcidas o fracturadas, mostrando claramente los efectos de los esfuerzos orogénicos que fracturaron y dislocaron los estratos de esas rocas, produciendo accidentes de desnivelación del terreno, que han dado lugar a la formación de valles alargados o a fosas profundas. Los accidentes orográficos de esta región, con sus elevadas sierras, cuyas laderas bajan bruscamente hasta el fondo del lecho del Río de Los Pescados, y con sus líneas principales de drenaje coincidiendo con las dislocaciones del suelo, tienen estrechas relaciones con su estructura geológica.

Al hablar de la tectónica del cretácico medio mexicano, hemos hecho notar que esta división, juntamente con la inferior, son las que más movimientos y dislocaciones han sufrido en los tiempos geológicos pasados y hemos señalado en los sedimentos cretácicos (del cretácico medio), que constituyen el material de las referidas altas sierras de la región, sistemas de fallas y fracturas cuyas direcciones se han enumerado, sistemas que dividen a la región en blocks orográficos.

Si admitimos con Suess, que las rocas ígneas han desempeñado en la constitución de la corteza terrestre en general, un papel enteramente pasivo y que, al bascular los estratos que pesan sobre ellas, éstas escapan y aparecen en la superficie, cuando cesa la presión que estos estratos ejercen; y es natural que las dislocaciones y fallas hayan servido de salida a la mayor parte de las rocas efusivas que hoy existen en la región, contribuyendo así a elevar su relieve topográfico; y hemos dicho de acuerdo con estas ideas, que para nosotros, la serie de crestas que unen el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, cuya orientación magnética es de 7° NE., coincide con una línea volcano-tectónica de gran sismicidad.

La estrecha relación que hay entre las dislocaciones y la aparición muchas veces según ellas de cráteres volcánicos o masas de rocas ígneas alineadas, hace pensar en relaciones de causa y efecto entre la tectónica y el vulcanismo.

En la región del Estado de Veracruz que recorrimos, encontramos las huellas de una gran actividad volcánica pasada, pero en el área epicentral misma, aunque existen rocas volcánicas, sobresale principalmente la red de fallas ya descrita, en la cual las de los sistemas EW. y 57° NE. parecen

haber sido las más conmovidas durante el temblor que nos ocupa, a juzgar por el alineamiento de los enormes derrumbes que se produjeron en las cimas y faldas de las montañas, situadas dentro del área epicentral; derrumbes que revelan movimientos a lo largo del plano de las fallas. Estos movimientos, posteriormente al temblor del 3 de enero, parecen haber tenido lugar también según este plano, pero en distintos puntos de él, como parecen probarlo las pequeñas variaciones de las distancias epicentrales que corresponden a los choques subsecuentes registrados por el sismógrafo vertical que se instaló en Jalapa; estas distancias estuvieron variando entre 30 y 45 Km., y ya hemos dicho, que esto parece indicar la migración del foco a lo largo del plano de falla.

Podemos pues considerar la causa del temblor del 3 de enero de 1920, como un movimiento del block orogénico complejo, comprendido entre las poblaciones de Chilchotla y Patlanalá y limitado por fallas de los sistemas NS., EW. y 57° NE., habiéndose manifestado el movimiento especialmente a lo largo de los planos de las fallas pertenecientes a los dos últimos sistemas que acabamos de citar.

Por el estudio que antecede, puede llegarse a las conclusiones siguientes:

1). El área epicentral del temblor del 3 de enero de 1920, estuvo localizada en una porción de la Sierra Madre Oriental, situada entre las poblaciones de Patlanalá y Chilchotla, cerca de la cresta de esta sierra, comprendida entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote y en su vertiente oriental.

2). Esta área es de forma triangular, corresponde a una fracción de las formaciones sedimentarias del Cretácico Medio mexicano, que se encuentran allí muy plegadas, fracturadas y dislocadas.

A alcanza esta área una superficie de 70 a 90 kms. cuadrados. Quedando comprendida en su mayor parte en terrenos de la jurisdicción política del Distrito de San Andrés Chalchicomula, en el Estado de Puebla, en la región limítrofe de este Distrito con el Estado de Veracruz.

3). El movimiento sísmico fué muy violento y sumamente fuerte, habiéndose efectuado su propagación según una zona alargada orientada de SW. a NE. (37° NE. magnético), según la cual alcanzó el movimiento su máximo de intensidad y en ella se acentuaron más las destrucciones, habiendo sido éstas muy notables en las poblaciones de Cosautlán, Teocelo y Jalapa, extendiéndose según la dirección indicada el área megasísmica desde San Andrés Chalchicomula hasta Jalapa.

4). Los efectos geológicos del temblor consistieron principalmente en derrumbes en las montañas y resbalamientos de terrenos sueltos en sus laderas, los que humedecidos por la lluvia y sobre todo acompañados por el aludamiento brusco de manantiales en el momento del terremoto, formaron avenidas o aludes de lodo que fueron muy desastrosos por la magnitud con que se presentaron y que pueden considerarse como una de las características del terremoto.

5). El origen del temblor fué tectónico y producido probablemente por movimientos que se efectuaron según los planos de las fallas de los sistemas EW. y 57° NE., que se encuentran cerca del nacimiento del Río Huitzilapa o de Los Pescados.

6). La zona en que se originó este temblor corresponde a una antigua zona sísmica bien caracterizada del país, en la cual han estado localizados los epifocos de numerosos temblores que se han registrado con intensidad en tiempos pasados; y es probable que en épocas futuras vuelvan a producirse otros movimientos que afecten nuevamente este territorio de la República.

7). En previsión de futuros temblores, es un deber del Gobierno intervenir directamente en la vigilancia de las construcciones que se levanten de nuevo en las poblaciones destruídas; y los ingenieros al reedificar casas y edificios públicos, deberán sujetarse a las reglas que se han publicado en varias ocasiones por el Instituto Geológico sobre el arte de construir en países en que tiembla; deberán elegirse sitios bien situados topográfica y geoló-

gicamente para emplazar las construcciones; alejándolas, al menos, de los lechos de los ríos y de las faldas de las montañas, lugares en que fueron tan trágicos los efectos de las avenidas de lodo.

8). Por último, indicaremos aquí la conveniencia de hacer obligatoria por la ley la aplicación de estas reglas y cambiar de localidad sobre todo los edificios públicos, tales como templos, escuelas, cuarteles, oficinas, etc.; pues de no hacer esto, los pueblos de esta región volverán a quedar expuestos a los mismos peligros y desastres que produjo el terremoto que estudiamos.

México, D. F., 1.º de mayo de 1920.

Teodoro Flores,
Ingeniero de minas.

