

ENJAMBRES DE TEMBLORES ANTERIORES

El enjambre de temblores que se registró en Guadalajara durante el año de 1912, no es el primero del que tenemos conocimiento de esta región. Sin tomar en cuenta períodos de temblores en siglos anteriores, anotamos los dos enjambres que causaron la consiguiente alarma en y alrededor de la Capital de Jalisco, durante el siglo pasado.

El año de 1844 se registraron temblores trepidatorios no muy fuertes, pero muy frecuentes desde el día 25 de marzo hasta el día 27 de mayo. De una memoria titulada "Dietamen que sobre el estado del volcán del Coili y los temblores que del 25 de marzo al 27 de mayo del presente año de 1844, se sintieron en la ciudad de Guadalajara, formó la comisión nombrada para el efecto, por el Gobierno del Departamento," y que está formada por Fr. Manuel de San Juan Crisóstomo y Joaquín Martínez (1), se deduce que este enjambre del año indicado no solamente había sido muy parecido al del año de 1912, por la forma en que los fenómenos se presentaron, sino también respecto a su intensidad y a la extensión del área conmovida. (2).

En el "Informe sobre los temblores de Jalisco y la erupción del volcán "Ceboruco," que presentaron Miguel Iglesias, Mariano Bárcena y Juan Ignacio Matute, al Ministerio de Fomento (3), hacen mención de estos temblores del año de 1844, en su catálogo de los principales temblores de Guadalajara (1. c. p. 202)—1844."—Del 27 de marzo al 25 de mayo (4), se sintieron repetidos temblores, que aunque no muy fuertes, sí alarmaron mucho por su repetición.

Más datos fidedignos tenemos sobre el enjambre de temblores que, con una sacudida muy fuerte, se inició el día 11 de febrero del año de 1875, repitiéndose los fenómenos sísmicos con mucha frecuencia hasta el principio de junio del mismo año.

(1) Impreso en "Informe y colección de artículos relativos a los fenómenos geológicos verificados en Jalisco en el presente año y en épocas anteriores." Guadalajara, 1875. Tomo II. (Edición oficial). Pág. 242 y siguientes.

(2) Los efectos psíquicos en los habitantes han sido parecidos también, lo que se deduce del siguiente párrafo copiado de la obra citada, pág. 283. En el año de 1818 a causa de algunos temblores "Hase dicho que Guadalajara está sobre una campana de arena..... Se quiere, por algunos otros, que esa campana sea compuesta de capas y que en cada sacudimiento se desprendan algunas, con lo que de día en día la costra es más delgada..... en el año de 18 (1818) cundió tanto esa idea, que puso en consternación a la gente; en su mayor parte no son ni físicos ni geólogos. Quién sabe adonde hubieran llegado las consecuencias de ese terror, si el señor don José de la Cruz, cuya memoria para Guadalajara es como la de Revillagigedo para México, no hubiera hallado recurso en su genio para evitarlas." "Sé que algunos profetas, decía en cuantas partes estaba y se habla de temblores, sé que algunos profetas nos anuncian que nos vamos a hundir; cuando yo sepa quienes son, los mandaré a Chapala (que en aquel tiempo era un presidio), para librarlos de la común desgracia." Enmudecieron los agoreros y quedó el pueblo en paz.

(3) Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana. Tomo I. México, 1877, pág. 115.

(4) En el original dice: "Abril," lo que es un error.

El informe sobre estos temblores, mencionado en el párrafo anterior (1), es bastante extenso, y nos proporciona muchas observaciones muy semejantes a las que nosotros pudimos hacer durante el período de los temblores de 1912. Si aún la forma en que se presentaron estos fenómenos (temblores trepidatorios de muy corta duración, acompañados muchas veces de ruidos subterráneos), era la misma que la de los temblores recientes, el área conmovida era más grande, la intensidad al parecer más fuerte y la zona pleistoseísta aquella vez se extendió más hacia el N., donde en la zona de mayor intensidad, alrededor de San Cristóbal de la Barranca, hubo destrucciones de carácter catastrófico. Debajo de los escombros del pueblo mencionado, que se destruyó casi por completo con el primer movimiento de 8 h. 23 m. p. m. del día 11 de febrero perecieron 25 personas y quedaron gravemente heridas otras tantas.

La zona en que se sintió este primer choque, fué limitada por la comisión, de la manera siguiente: "Hacia el N., hasta Chalchihuites y Sombrerete, cerca de Durango. Al E., hasta San Luis Potosí y León. Al S., hasta Sayula. Al W., hasta Tepic, cerca del mar Pacífico".... Otras varias poblaciones lo habían sentido, más o menos, como Zacatecas, Tlaltenango, Tequila, Ahuacatlán e Ixtlán, siendo de notarse que algunas otras no lejanas a los volcanes, no sintieran nada, como Ameca, Mascota y Colima."

Como se ve, la extensión del área conmovida por el primer temblor del día 11 de febrero de 1875, ha sido mucho más grande que la que alcanzara cualquier movimiento en 1912, y queda en duda si no se trataba aquella vez de un temblor de otro carácter, que coincidió con el principio del período de los temblores locales que le siguieron durante varios meses, limitándose, como los recientes, a una zona mucho más reducida. La hipótesis que da la Comisión en el informe citado, para explicar el fenómeno, ya no podemos aceptar, y podemos recordar a este respecto las palabras de don Pablo de la Llave, que ponen de lema a su dictamen aludido, los señores Fr. Manuel de San Juan Crisóstomo y Joaquín Martínez: "Querer explicar los fenómenos de la naturaleza, cuando no hay datos suficientes, es una temeridad." Y en aquel tiempo si hubo sismógrafos que hubieran permitido separar fenómenos sísmicos de diferente origen, como con toda seguridad eran los movimientos locales sentidos alrededor de la Capital de Jalisco y los temblores, de los cuales: "el puerto de Manzanillo sintió uno, con demasiada violencia, el día 24 (febrero), a las 9 h. 10 m. p. m....., que no llegó a Guadalajara," o el del 9 de marzo, que "fué el que movió una extensión mayor de la República, Zacatecas, Sombrerete, Aguascalientes, León, México, Morelia, Manzanillo y todo el litoral, hasta, el N. de San Blas, sienten el movimiento. Mascota, que había sufrido poca cosa hasta entonces, deplora en ese día la caída de su iglesia, y de algunas de sus fincas, siendo la población que ha recibido mayores males, después de San Cristóbal. Colima ve caer también algunas de sus casas. De Manzanillo se cuenta que es el mayor temblor que se haya sentido en el presente siglo. Ameca, que hasta entonces había quedado impassible en medio de estos continuos vaivenes, se sorprende con esta convulsión terrestre, que causa allí ligeros daños." 1. c. p. 131 y 132.

Este temblor del día 9 de marzo había emanado probablemente de un foco conocido muy poco todavía, pero hasta la fecha algo activo, que se en-

(1) Anales del Ministerio de Fomento. México. 1877.

cuenta cerca de Mascota o Autlán y no tiene nada que ver con los temblores locales de Guadalajara.

Si de esta manera el estudio citado, sobre todo respectó a la explicación del fenómeno ya no nos puede satisfacer—y se comprende esto, porque la ciencia ha progresado—los datos que se refieren a las sacudidas locales son de sumo interés, y nos llevan a las conclusiones que las fracturas supuestas en las páginas anteriores se prolongan hacia el N., pasando las que en 1875 eran más activas, cerca de San Cristóbal, mientras que las fracturas y bloques que entraron en actividad en 1912 se encuentran más al E. de la mencionada, y que su actividad esta vez se limitaba al Valle de Guadalajara. (1).

(1) Por conducto del señor Gobernador supe que en Mazamitla (9.º Cantón), al SE. de Guadalajara se había sentido un temblor oscilatorio el día 4 de junio de 1912 a las 11 h. 45 p. m.; como los sismógrafos de la Estación en el parque de San Rafael no funcionaron bien en este día, no se puede decir si había de suponerse una relación entre los movimientos locales de Guadalajara y este temblor aislado o si se trataba de un foco independiente parecido al de Mascota o Autlán.

VI

ENJAMBRES DE TEMBLORES EN OTRAS REGIONES

Es un hecho bien conocido que los movimientos de bloques en la costra terrestre no se efectúan por lo regular de un solo golpe, sino que son precedidos de cierta inquietud sísmica, que algunas veces se hace sensible, aun a los habitantes en forma de temblores precursores más o menos fuertes; además, se sabe que los temblores fuertes seguidos por movimientos que pueden perdurar durante mucho tiempo de "after shocks" o temblores sucesivos. Sobre todo, con la ayuda de los aparatos modernos, nos podemos dar cuenta de esta serie de movimientos. En su origen no se distinguen éstos de los fenómenos que nos hemos acostumbrado a llamar enjambre de temblores. Sin embargo, conviene conservar el nombre aplicándolo para aquellos grupos de temblores que se registran en algunas regiones limitadas de la tierra y que están caracterizadas por el gran número de choques de una intensidad mediana o débil, que en ciertas épocas se dejan sentir.

En México, además de la región central de Jalisco, parece haber varias de tales regiones, de las cuales una de las más activas es la del Istmo de Tehuantepec (1), pero los ejemplos más característicos para esta clase de temblores se conocen del Viejo Mundo. En primer lugar tenemos que anotar aquí los enjambres de temblores que se registran frecuentemente en Vogtland, en Sajonia y en el Erzgebirge, en Bohemia, y que han sido objeto de estudios desde la segunda mitad del siglo pasado, por parte de H. Credner y otros. Constantemente se han repetido en las comarcas citadas estos fenómenos, y lo que (2) Credner dice de los dos enjambres de julio y agosto de 1900, se puede generalizar y aplicar a todos estos grupos de temblores. Dice el mencionado geólogo:

"Ruidos subterráneos, parecidos a truenos o retumbos, inician los enjambres de temblores; siguen durante algunos días, primeramente, pocos; más tarde, más choques de intensidad variable y ruidos subterráneos, hasta que las sacudidas llegan a un máximo en forma de uno o dos choques fuertes. Después principia a disminuir la intensidad de los movimientos más o menos rápidamente, y con intercalaciones de unos períodos en los

(1) Pedro C. Sánchez y Manuel Rangel: "Informe acerca de los temblores de la ciudad de Tehuantepec, presentado a la Secretaría de Fomento." Anales del Ministerio de Fomento. 11, 1898, p. 143-155.

(2) Hermann Credner: Zeitschrift die gesammten Naturwissenschaften, 48 Bd. 1876 und, Abhandl. Und Sitzungsber der sächsischen Gesell für Wissenschaften. Leipzig, 1898-1904.

Friedrich Backe: Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaisl. Akademie des Wiss. in Wien. "Bericht über das Graslitzer Erdbeben, 24. Okt. bis 25 Nov. 1897." Sitzungsber der math-naturw. Classe der kaisl. Ak. der Wissensch. CVII. Bd. Wien, 1898, p. 789.

Victor Uhlig: "Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens," kaisl. Akad. d. Wissens. in Wien. Mittheilungen der Erdbeben-Commission. Neue Folge. No. III, Wien, 1901.

cuales se reaviva la energía sísmica. Paulatinamente los períodos de calma o de movimientos débiles se ponen más largos: durante días enteros no se efectúa ningún movimiento, hasta que después de una última sacudida débil, acompañada de ruidos subterráneos, renace la calma completa. En los dos grupos (de 1900), la intensidad crece irregularmente y con interrupciones, hasta llegar a un máximo para decrecer de la misma manera irregular y por saltos." (1).

En esta región de Sajonia, "en los años de 1875-1897, se han sentido 38 temblores algo fuertes y un sinnúmero de sacudidas débiles; también en los años siguientes se registraron centenares de vibraciones débiles, que interrumpieron épocas relativamente largas de calma."

Otro ejemplo de enjambres de temblores conocemos del pequeño pueblo de Grossgerau, situado entre Dermstadt y Maguncia, en Alemania, donde, en los años de 1869-1873, un gran número de sacudidas (en un día se contaron 112 vibraciones), no muy fuertes, conmovió una comarca bien reducida; también en esta ocasión se había observado que los puntos o las zonas donde se sintieron cada uno de estos choques con más intensidad, no eran siempre los mismos, sino que cambiaron. (2).

Otro enjambre de temblores se inició el día 27 de febrero de 1870, en Klana, cerca de la costa de Dalmacia, en Austria, y los movimientos se repitieron casi diariamente hasta el mes de julio del mismo año. (3).

El enjambre de temblores más numeroso se conoce de la provincia griega Phokis, donde duraron los movimientos los años de 1870-1873. "Como estos movimientos de la tierra perduraron 3 $\frac{1}{2}$ años, podemos decir, sin exageración, que en el epicentro se efectuaron por lo menos 1 $\frac{2}{3}$ $\frac{3}{4}$ de millón de fenómenos sísmicos, entre los cuales 300 eran temblores fuertes y peligrosos que causaron destrucciones, más o menos 50,000 choques comunes, que no llamaron grandemente la atención de los habitantes, y $\frac{1}{4}$ de millón de detonaciones. Los demás fenómenos eran vibraciones débiles y ruidos, que se percibieron solamente durante la noche." (4).

(1) Credner: "Die vogtländischen Erdbebenschwärme während des Juli und des August 1900." Ber über die Verh. der köngl. sächsischen Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, Math.-phys. Classe, XXV Bd., Leipzig, 1900, p. 175.

(2) J. Noeggerath: "Die Erdbeben im Rheingebiet in den Jahren 1868-1869 und 1870." Verh. der naturh. Ver. der preuss. Rheinlande und Westphalens XXVII. Bonn, 1870, p. 50.

El autor cita como otros temblores del mismo carácter: "Enjambres de temblores que se registraron desde el 18 de noviembre de 1755, (de este modo 17 días después del terremoto de Lisboa) hasta el día 19 de noviembre de 1756 en los alrededores de Aquisgrán. Düren Colonia, etc., en Alemania; los del Valle de la Visp en Suiza del 25 de julio de 1755 hasta mediados de noviembre de 1756" y menciona los grupos de temblores que anota Humboldt en su Cosmos del descenso oriental de la cordillera del Mont Cenit (1808) de los Estados Unidos del Norte, entre Nueva Madrid y Little Prairie (al N. de Cincinnati), en diciembre de 1811 y durante todo el invierno de 1812 y la época sísmica de Cumana en 1766, que duró 16 meses y otros más.

Añadimos que en 1868, en el mes de marzo, se registraron en Hawai 2,000 movimientos sísmicos.

(3) D. Stur: "Das Erdbeben von Klana in Jahre, 1870." Jahrb. d. Geol. Reichs., T. XXI, p. 231. Viena, 1871 y R. Hoernes: "Erdbebenstudien," en la misma publicación. T. XXVII, p. 421. Viena, 1878.

(4) Julius Schmidt: Studien über Vulkane und Erdbeben (Studien über Erdbeben, 2. Ausg.) Leipzig, 1881, p. 113, citado según R. Hoernes: Erdbebenkunde, Leipzig, 1893, p. 204.

Por último, anotamos una serie de sacudidas que se han experimentado en 1911 en la región al N. de Charleroi, en Bélgica, y que por las dimensiones reducidas de la comarca conmovida, se asemejan a los enjambres de temblores de Guadalajara. En cambio hubo allá mucho menos movimientos y también su intensidad fué menor. Es interesante ver que también estos temblores han sido relacionados con fallas conocidas y que se ha calculado la profundidad del foco en 300 m. debajo de la superficie de la tierra. (1).

(1) R. Cambier: "Les tremblements de terre de Ransart (Mars, Juin, Juillet, 1911)." Ann. de la Soc. Geol. de Belgique. Tome XXXIX. 1er. livraison, Liege, 1912, pág. 897.

VII

LA PERIODICIDAD EN ESTOS FENOMENOS SISMICOS

Sin entrar a la discusión del problema de la periodicidad de los temblores en lo general, problema muy complejo y, por lo tanto, a causa de la falta de observaciones completas que abarcan un espacio de tiempo suficiente, todavía no en condiciones de ser solucionado, tenemos que decir algunas palabras sobre la periodicidad que se ha querido ver en los temblores de Guadalajara.

Hay que hacer primeramente una distinción entre la periodicidad de los enjambres de los grupos de temblores de cada uno de estas enjambres.

Como hemos visto, en el siglo pasado se habían registrado en dos épocas fenómenos muy parecidos a los que tratamos en este informe: en el año de 1844 y en 1875. Añadiendo a estas fechas la de 1912, vemos que el período de calma, después de 1844, duró 31 años, y el de después de 1875, 37 años. Se comprende perfectamente que estos dos datos no nos pueden servir para ver en ellos una prueba de periodicidad, aun si se añaden los datos sobre temblores anteriores que nos proporcionan las "Efemérides Sísmicas Mexicanas," (1) de Orozco y Berra, de los años de 1770, 1771 y 1806.

Tomando como seguros estos datos, tendríamos los siguientes intervalos:

(1770-1771)	- 1806	= 35 años
1806	- 1844	= 38 años
1844	- 1875	= 31 años
1875	- 1912	= 37 años.

No cabe duda que llama la atención que estos intervalos sean todos entre 30 y 40 años; pero, por otra parte, se ve claramente que las diferencias son tan grandes y el número de intervalos es tan reducido, que es imposible aprovecharlos para conocer la ley de periodicidad que rige estos fenómenos, si tal ley existe.

Además de estos períodos de una sismicidad más activa y prolongada, se han registrado en Guadalajara y en sus alrededores enjambres de temblores menos intensos y menos numerosos, como, por ejemplo, en los años de 1877: (abril 28, noviembre 5); 1878: (marzo 20, 22; mayo 25; abril 1.º y 28. Diciembre 9 y 10; 18, 21, 23 hasta 25 y 30). (Orozco y Berra, l. c. páginas 443-450.) Todos los datos de tiempos, en los cuales no existían todavía aparatos registradores y el cronista apuntó solamente los movimientos que a él parecían por cualquier circunstancia de interés, son sumamente deficientes para la solución de un problema tan complejo como es el de la sucesión de períodos de temblores.

Por otra parte, prescindiendo de estos pequeños períodos, no está de acuerdo la duración de los intervalos arriba anotados, con lo que se ha creído ver en otras comarcas, ni con los datos que, con observaciones, al parecer,

(1) Juan Orozco y Berra: Mem. Soc. Alzate. T. I, 1887-88, p. 303-537.

amplias, se ha calculado respecto a una supuesta periodicidad sísmica mundial. Referente a esta última, cito solamente dos hipótesis: la primera busca una relación entre los fenómenos sísmicos y las manchas solares, que tienen un período medio de 11 años (5-17 años), con los cuales, como se sabe, van de acuerdo ciertos disturbios magnéticos de nuestro globo.

La segunda se refiere a ciertas constelaciones entre la tierra, la luna y el sol; pero tampoco puede satisfacer, puesto que "las posiciones relativas de luna y sol respecto a la tierra, se repiten después de 18 años, 11½ o 12½ días (según el número de años bisiestos)." (1)

Respecto a la periodicidad de fenómenos sísmicos en otras comarcas, podemos citar, por ejemplo, los resultados que obtuvieron algunos sismólogos de Italia, es decir, de un país donde la historia presta más datos dignos de fe que ningún otro. "En el año de 1899, el célebre Cancani creyó poder asegurar que, por lo menos, los temblores que se registraron y registran en las regiones alrededor del Mar Adriático, demuestran cierta ley de sucesión. El había estudiado todas las tradiciones desde el año de 873 y estaba persuadido que terremotos fuertes repetían en aquella zona con cierta aproximación cada cien años, y que éstos siguen menos fuertes después de 23 años. Cancani mismo atribuyó a estos números ninguna precisión, pues contaba con un error posible de 14 años para el primer período y de 10 años para el segundo. Ultimamente los dos sismólogos, Agamemnone y Cavasino publicaron en los "Atti della Reale Academia dei Lincei," en Roma, un estudio, en que completan y continúan el trabajo de Cancani. Sus investigaciones abarcan un espacio de tiempo de más de 2,200 años, y de ellas resulta un período medio de sucesión de 102 años; pero hay que tomar en consideración que las tradiciones de los tiempos más remotos son tan poco seguras, que aún con las investigaciones más concienzudas no se puede obtener datos fidedignos, según los dos sismólogos. En las regiones de Le Marche y de la Romagna se habían registrado 17 terremotos muy fuertes desde 268 a. c. hasta 1897, con intervalos medios de 119 años. 36 temblores menos fuertes parece indican un período de 41 años. Según todo esto, hasta ahora no se puede hablar de una sucesión sujeta a reglas o leyes. Si existe tal sucesión ordenada, hasta la fecha la ciencia no ha podido encontrar las leyes que la rigen." (2)

Mencionamos, además, los estudios que hizo Omori a este respecto de los temblores en el Japón (3), y citamos por fin las autorizadas palabras de Montessus de Ballore: "Por consiguiente, una constancia en la actividad sísmica es poco admisible; según lo que se puede deducir parece únicamente que las variaciones de la actividad son de una lentitud comparable a la de las transformaciones sucesivas de la costra terrestre, de tal manera, que para manifestarse necesitan períodos de tiempo considerable, y en comparación con estos períodos de tiempo que abarcan nuestras observaciones, es insignificante." (4)

Otro problema tampoco resuelto hasta ahora, es el muy discutido que se refiere a la cuestión en qué estación del año se efectúan principalmente

(1) M. P. Rudzki: "Physik der Erde." Leipzig, 1911, p. 2.

(2) "Die Eerdbebenwarte" de A. Belar, t. IX, Laibach, 1910, p. 68.

(3) Omori: "Notes on the great earthquakes in Japon." Trans. seism. soc. of Japon, 1885, III, p. 65.

(4) Montessus de Ballore: "La Science seismologique." París, p. 232.

los temblores. Sin ocuparnos detenidamente de este asunto, apuntamos solamente que los enjambres de temblores de Guadalajara en los últimos períodos, demuestran cierta constancia a este respecto, pues todos se efectuaron en la primera mitad del año, abarcando una vez parte del invierno y durando toda la primavera, y en dos casos también el verano, como lo indica la lista siguiente:

Los datos de los años 1770 y 1771 son muy incompletos y no prestan ninguna seguridad (véanse Orozco y Berra, 1. c. p. 335).

1806, desde el 25 de marzo hasta junio (1. c. p. 357-358).

1844, desde el 27 de marzo hasta el 27 de mayo (1. c. p. 374).

1875, desde el 11 de febrero hasta el 30 de septiembre (1. c. p. 427).

1912, desde el 8 de mayo, con interrupciones, hasta 16 de septiembre (1).

Por otra parte, se ha creído ver cierta ley en la sucesión de los temblores en cada uno de los enjambres; pero también esta ley, si acaso existiere, lo que es a priori poco probable, no se puede deducir de la única serie medianamente completa que existe, pues fuera de los datos instrumentales de fines de mayo hasta mediados de septiembre de 1912, no hay datos que pudieran servir de base para tales especulaciones. En la lám. XXXII damos una "gráfica" (2), de estos temblores, que nos demuestra el aumento y la disminución de la energía sísmica en todos los intervalos de calma. La primera parte de esta "gráfica" es incompleta, porque contiene solamente los movimientos que sintieron los habitantes de Guadalajara, mientras que desde los últimos días de mayo ya se pudieron aprovechar los datos proporcionados por los péndulos Wiechert, establecidos a este objeto en el Parque de San Rafael, cerca de San Pedro, a unos 5 km. de Guadalajara.

Los movimientos que se registraron durante el enjambre de temblores de 1912, se reparten, como se ve en la gráfica, en tres grandes grupos, separados entre sí por períodos relativamente largos de reposo completo, o, por lo menos, de una intensidad sísmica sumamente débil.

El primero de estos grupos principió el día 8 de mayo y se terminó el día 8 de junio.

El período de reposo en el cual se registraron solamente unos cuantos movimientos muy ligeros el día 19, el 26 y 27 de junio, y unos instrumentales apenas perceptibles en los primeros cuatro días, y el día 8 del mes de julio se prolongó hasta el día 9 de este último mes, en el cual principió el segundo grupo de temblores, que se acabó el día 2 de agosto.

El segundo período de reposo, en el cual hubo solamente movimientos sumamente débiles, registrados por los sismógrafos, a excepción de una sacudida un poco más fuerte el día 18 de agosto, duró hasta el día 30 del mismo mes.

El último grupo de temblores intensos se inició el día 31 de agosto y terminó el día 10 de septiembre.

(1) En el año de 1879 hubo un enjambre de temblores menos prolongado en el mes de diciembre. (Orozco y Berra, 1. c., p. 450.)

(2) Este sistema gráfico para demostrar la marcha de la actividad sísmica durante un enjambre de temblores, fué usado por primera vez por V. Uhlig en su trabajo ya citado, titulado: "Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den desschen Gableten Böhmens." Mitt. der Erdbeben-Commission der Akademie der Wissenschaften in Wien, N. III. Viena, 1901.

En los meses siguientes hubo otros ligeros movimientos de vez en cuando, sin que su intensidad aun aproximadamente hubiera alcanzado la de los temblores de los tres grupos anteriores.

Examinando estos períodos respecto a su duración, obtendremos los siguientes datos:

- I.—Grupo de temblores desde 8 de mayo hasta 8 de junio = 32 días.
- I.—Período de reposo desde 9 de junio hasta 8 de julio = 30 días.
- II.—Grupo de temblores desde 9 de junio hasta 2 de agosto = 25 días.
- II.—Período de reposo desde 3 de agosto hasta 30 de agosto = 27 días.
- III.—Grupo de temblores desde 31 de agosto hasta 10 de septiembre=11 días.

Claramente se observa que la duración de los tres grupos de temblores va disminuyendo rápidamente en la relación aproximada de 3:2, 3:1.

Es de sentirse que no tengamos datos tan exactos sobre el primer grupo de temblores como los tenemos sobre el segundo y tercero, pues si contáramos con estos datos se podría establecer esta relación con más exactitud, y, además, sería posible saber qué relaciones existen entre los números de movimientos registrados de cada grupo y la intensidad sísmica desarrollada por ellos. Desgraciadamente como nos faltan tanto el registro instrumental del primer período, cuanto los datos relativos al funcionamiento de los aparatos recién establecidos, y, además de esto, debido al desnivel que sufrió frecuentemente el instrumento por las sacudidas fuertes, sus indicaciones no fueron precisas, esta vez no se puede deducir dichas relaciones con números exactos.

En cambio se observa desde luego que tanto la duración como el número de choques y su intensidad va disminuyendo desde el primer hasta el tercer período de enjambre de 1913; es ésta una propiedad de todos los períodos de actividad sísmica, bien conocida y estudiada, sobre todo para las réplicas de grandes temblores. (1).

De acuerdo con esta disminución de la energía sísmica en los 3 grupos del enjambre, se esperaría un aumento en la duración de los períodos de reposo, lo que aparentemente no tuvo lugar (30 días el primero y 27 el segundo período). Pero sí notamos que en el primer período de calma se registraron más movimientos instrumentales que en el segundo; lo que demuestra que es cierto el decrecimiento de la energía, compensando de esta manera algo la desproporción en la duración de los dos períodos de reposo.

Si comparamos la gráfica de enjambre de temblores de 1913, con la del año de 1875 (2), se ve claramente que no hay ninguna semejanza entre el desarrollo de la actividad sísmica de estos dos períodos.

Este resultado era de esperarse, pues además de lo complejo que es el

(1) Véanse los interesantes estudios de Omori: "Notes on the After shocks of the Hokaidon Earthquake of March 22 und 1894." No. 4 Publications of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Languages, Tokyo, 1900 y "Note on the after-shocks of the Mino-Owari-Earthquake of the Oct. 28th 1891," en núm. 7 de la misma publicación. Tokyo, 1902.

(2) Hemos construido esta gráfica con los datos macrosísmicos incompletos probablemente, que nos proporciona Orozco y Berra en su obra citada, pág. 427-442, ampliando de esta manera los datos de Iglesias, Bárcena y Matute. (1 c., p. 197 y siguientes.)

fenómeno en sí, hay que tener presente que el foco principal de los temblores de 1875 estaba cerca de San Cristóbal; mientras que en 1913 este foco no se mostró activo y todos los movimientos emanaron de unos focos cerca de Guadalajara; sin embargo, debemos de advertir que aun en el desarrollo de la energía sísmica durante los tres grupos de temblores no se observa ninguna semejanza. El primer grupo principió con 5 choques fuertes y 27-30 medianos y ligeros, que se registraron en el espacio de 3 días. Después de 2 días de calma, siguieron 2 fuertes y unos 8 ligeros, en 24 horas. Con el día siguiente principió un período de calma de 11 días de duración, en el cual se notaron solamente al fin del primero un movimiento ligero y varios todavía menos fuertes el quinto día. Signió un día con un movimiento fuerte y varios ligeros y después un intervalo de uno o dos días en que se registraron otros cuatro movimientos ligeros, concluyó el primer período con una sacudida fuerte y varias menos intensas, 7 días después del último choque fuerte.

Completamente diferente aspecto tiene el segundo grupo, que principia el día 9 de julio con dos movimientos medianos, a los que siguen el día 10 y 11, 1 mediano, 1 fuerte y otro mediano. La calma de los 5 días siguientes queda interrumpida al tercer día por un movimiento ligero, y en los días 17 y 18 se registraron solamente sacudidas ligeras. El 19 se notaron una intensa, un choque muy fuerte; y en descenso un fuerte, un mediano y un ligero en el espacio de menos de 2 horas. En los días 20 y 21 hubo 3 y 5 movimientos, respectivamente, y en los 22-23 solamente instrumentales. Durante los días 24, 25, 26 y 27 se registraron unos pocos ligeros, y después de la calma del día 28 se sintió el último movimiento intenso del 29, al cual siguieron sacudidas ligeras el día 30, 31 (4 movimientos), y la del día 2 de agosto.

En el tercer grupo se registraron movimientos ligeros, a excepción del primer día (31 de agosto), que fué intenso, seguido por uno muy fuerte al siguiente día 1.º de septiembre. Después de una calma relativa de 4 días; se sintieron dos movimientos fuertes el día 6, uno el día 8 y otro, el último, el día 10.

Los datos de que disponemos hasta ahora en México para tratar si existe o no una coincidencia entre los temblores y fenómenos meteorológicos y cósmicos, son todavía insuficientes; y este es el caso también respecto a los temblores de Guadalajara. El profesor V. Conrad, quien dispuso de un material muy completo de observaciones sísmicas y meteorológicas referentes a Austria, que abarcan los años de 1897 hasta 1907, en su último estudio ha podido establecer las siguientes tres conclusiones, obtenidas por métodos matemáticos, y que de cierta manera probablemente tienen un carácter universal. Dice el profesor Conrad:

"1.—He podido demostrar que no hay ninguna relación entre la frecuencia de temblores de Austria y la repartición general de la presión atmosférica en Europa.

"2.—Tampoco me dió un resultado positivo el estudio acerca de una periodicidad de la frecuencia en el espacio de 6 a 40 días, espacio que sobre todo comprende el conjunto de los períodos posibles de la luna.

"3.—Por medio del cálculo de probabilidades, he podido comprobar que ciertas distribuciones de presión, caracterizadas por fuertes pendientes baro-

métricas, en su paso por comarcas austriacas con líneas sísmicas habituales, pueden ser causas determinantes de temblores." (1).

Réstanos añadir que los movimientos registrados en 1912 en Guadalajara, parecen ser completamente independientes de otros movimientos sísmicos de focos cercanos, aun si éstos son bastante intensos, lo que demuestra a las claras la poca influencia que pueden tener fuerzas ajenas sobre el desarrollo de la actividad sísmica local.

Se registraron en Guadalajara, para dar solamente ejemplos, los siguientes temblores, ajenos al foco local de la Capital de Jalisco:

El día 22 de julio, a las 3 (9 h., 36 m., 47 s., tiempo de G.), de la mañana, un temblor doméstico, que ha sido registrado en Tacubaya a las 9 h., 47 m., 39 s. (tiempo de Greenwich), con una distancia epifocal de 550-600 km. (Foco de Autlán?), y precisamente el día 22 de julio era uno de los del segundo período, durante el cual hubo menos movimientos locales en Guadalajara, pues se registró solamente uno, de muy mediana fuerza, a las 7 h., 19' de la noche.

El temblor de Turquía, del día 8 de agosto, se registró perfectamente en Tacubaya, lo mismo que en Guadalajara; sin embargo, la actividad del foco de esta última zona no aumentó, habiendo solamente, dos horas después de haber pasado las ondas de dicho terremoto, un ligerísimo movimiento instrumental, como los hubo frecuentemente en los demás días de este segundo período de calma del foco de Guadalajara.

Otro temblor cercano se registró en Guadalajara el día 18 de agosto, a las 2 h., 42' p. m. (en Tacubaya, a las 21 h., 20' 39", hora de Greenwich, con una distancia epifocal de 387 km.), sin que en el foco de Guadalajara hubiese causado movimientos propios. Una sacudida apenas sensible se había registrado a las 8 h., 53 a. m., es decir, 6 horas antes, y después no hubo ningún movimiento hasta el día 20 de agosto, marcando el aparato un temblor instrumental a las 12 h., 18' p. m. de este día.

Dos horas después de un temblor doméstico del día 30 de agosto (Guadalajara, 7 h., 30' a. m.); (14 h., 06 m., 47 s., Tacubaya); 14 h., 04 m., 23 s., tiempo medio de Greenwich); (distancia epifocal, 650-700 km.), se registró en Guadalajara un temblor local apenas sensible; como se ve, tampoco este temblor vecino ha influenciado directamente la actividad del foco de Guadalajara; sin embargo, anotamos la coincidencia, que con el temblor de 9 h., 47 a. m. del mencionado día 30 de agosto, principió el tercer período de actividad del foco de Guadalajara.

El día 11 de septiembre se registró en Guadalajara un temblor de foco cercano, a las 10 h., 07 p. m., sin que hubiera tenido una resonancia en el foco de Guadalajara. Lo mismo pasó con otro temblor de igual carácter que marcaron los sismógrafos de Guadalajara, a las 10 h., 47 a. m. del día 16 de septiembre.

(1) Prof. V. Conrad: "Die zeitliche Verteilung der in den Jahren 1897 bis 1907 in den österreichischen Alpen-und Karstländern gefühlten Erdbeben. (Ein Beitrag zum Studium der sekundär auslösenden Ursachen der sekundär auslösenden Ursachen der Erdbeben.) II Mitteilung., Mitt. d. Erdb-Com. der kaisl. Ak. d. Wissensch. in Wien. Neue Folge. No. XLIV, Viena, 1912.

VIII

MEDIOS DE DEFENSA CONTRA LAS DESTRUCCIONES OCASIONADAS POR LOS TEMBLORES EN LAS CONSTRUCCIONES.

Como hemos visto, la región en que está situada, Guadalajara se halla expuesta a sufrir todavía sacudimientos más o menos repetidos. Por lo regular estos movimientos no son de una intensidad muy grande, sin que se pueda excluir naturalmente por completo la posibilidad que uno u otro de estos choques pueda adquirir mayor intensidad; pero no hay probabilidad de que esto suceda, porque más bien parece notarse también en los enjambres de temblores de Guadalajara una disminución de intensidad con el curso del tiempo, lo que se observa más o menos en todo fenómeno sísmico actual.

En cambio, no es la fuerza de los choques lo que perjudica en este caso tanto, sino la frecuencia de los movimientos que, aunándose, causan daño.

No necesitamos tratar aquí los efectos que puedan tener en el terreno, pues, como hemos visto, que éstos son de muy poco monte. Más peligro corren naturalmente los edificios que se encuentran situados en la zona pleistocénica, y hay que procurar, por lo tanto, que éstos estén contruidos de un modo apropiado, con cimientos buenos, material resistente y de una manera concienzuda, y que, además, se procure tenerlos siempre en un estado de buena conservación. Pero como esto toca más bien al ingeniero que al geólogo, nos limitaremos a reproducir del libro de William Herbert Hobbs, intitulado "Erdbeben" (1), la lista de obras que tratan sobre las construcciones apropiadas para países donde el peligro de los temblores exige, como en Guadalajara, precauciones de esta índole:

En las páginas anteriores ya hemos tenido ocasión de referirnos a la obra clásica del Conde Montessus de Ballore: "L'art de construire dans les pays a tremblements de Terre." (2).

En esta obra importante se encuentra una lista muy extensa de estudios anteriores que tratan sobre este ramo de la sismología práctica, y, por lo tanto, podemos restringirnos a la enumeración de obras posteriores.

F. de Montessus de Ballore: "L'art de batir dans les pays a tremblements de Terre." 34° Congrès des Architectes Francais. L'Architecture, 193 Année, 1906, pp. 1-31.

F. de Montessus de Ballore. "Efectos del terremoto del 18 de abril de 1906, sobre las cañerías de agua y las acequias de la ciudad de San Francisco (California)." Santiago de Chile, 1907, pp. 1-34.

A. L. Hinmlwrigh t, C. E., "The San Francisco Earthquake and Fire, a brief history of the disaster, a presentation of facts and resulting phenomena, with special references to the efficiency of building materials, lessons

(1) Hobbs: *Erdbeben eine Einführung in die Erdbeben-Kunde* "Erweiterte Ausgabe in deutscher Uebersetzung von Prof. Dr. Julius Rüska. Leipzig, 1910, páginas 176 y 177.

(2) Gerlands Beiträge zur Geophysik, Vol. VII. Leipzig, 1905, p. 137-285.

of the disaster." The Roebing Construction Co., Publishers, New York, 1906, pp. 270.

Wm. B. Gester, C. E., "Reinforced concrete in the earthquake." Cement and Engineering News, Vol. 18. 18, 1906, p. 120.

T. F. Osborn, C. E., "Concrete construction and the San Francisco disaster" *ibid.*, p. 121.

G. K. Gilbert, R. L. Humphrey, J. S. Sewell and Frank Soulé. "The San Francisco earthquake and fire of april 18 1906, and their effects on structures and structural materials. Bulletin U. S. Geological Survey N. 234, 1907, pp. 1-170.

A general committee and six special committees of the San Francisco Association of members of the American Society of Civil Engineers. "The effects of the San Francisco earthquake of april 18th, 1906, on engineering constructions" Trans. Am. Soc. Civ. Eng., Vol. LIX, 1907, pp. 208-329.

Charles Derleht. J. "Destructive extent of the California earthquake, yts effects upon structures and structural materials with in the earthquake belt." Article written specially for "The California Earthquake of 1906, A. M. Robertson, Publisher San Francisco, 1907, pp. 72-212.

F. de Montessus de Ballore, "La science seismologique." Paris, 1907, pp. 456-542.

Mario Baratta, "Le nuove costruzioni in Calabria dopo il disastrose terremoto dells, 8 settembre 1905." Boll. Soc. Sismol. Ital., Vol. XII, 1908, pp. 249-337.

Wm. H. Hobbs, "A. study of the damage to bridges during earthquakes." Jour. Geol., Vol. XVI, 1908, pp. 636-653.

F. Omori "Experiments on the vibration of brick eolumns." Bull. E. I. C., Vol. II. No. 3, 1908, pp. 223-228.

State Earthquake investigation Commission, "The California Earthquake of april 18, 1906." Vol. I, part. II, pp. 255-350. (Carnegie Institution of Washington, 1908).

CONCLUSIONES.

La región central del Estado de Jalisco y en ella, sobre todo el Valle de Guadalajara, hã sido conmovido varias veces por temblores poco fuertes, pero alarmantes y perjudiciales, por el gran número de movimientos que se registraron, formando en su conjunto lo que en sismología se llama "Enjambre de Temblores."

Si aún se nota cierta regularidad aparente en su repartición en el tiempo, pues se repitieron estos enjambres en los últimos 150 años cada 30 ó 40, hasta ahora es imposible decir si están sujetos a una ley de periodicidad o no, y, por lo tanto, mucho menos se puede desarrollar tal ley tomando como base el número insuficiente de datos de que disponemos.

El estudio geológico de los alrededores de Guadalajara y de la barranca del Río Grande, nos conducen a la opinión que el origen de los temblores es tectónico y que las sacudidas se efectuaron por el movimiento de bloques alargados en dirección NW. (es decir, paralelos a la topografía de la Sierra Madre, al W. de la zona conmovida, y a la costa del Pacífico, en esta parte de la República), que se hunden y acomodan a lo largo de fracturas que

tienen la misma dirección. Una de estas fracturas pasa al pie E. de La Sierra de la Venta, pero esta línea no ha sido activa en 1912: Los temblores de dicho año resultaron, al parecer, del acomodamiento de bloques más al E. de la mencionada línea.

Como estos bloques se movieron de una manera poco uniforme, efectuándose el movimiento de sus partes a diferentes tiempos, el movimiento no se sintió con la mayor intensidad siempre en la misma zona, sino sucedió lo que se llama "migración del foco," sin que para nuestro caso la palabra foco sea muy apropiada. (1).

El corte natural de la barranca del Río Grande, estudiado por nosotros desde Oblatos hasta San Cristóbal, no es bastante profundo para comprobar el origen tectónico de los temblores, puesto que nos revela solamente la sucesión de las capas que forman el relleno de la antigua depresión del relieve en esta parte. Como estas capas son de poca dureza y en gran parte de materiales más o menos sueltos, las fracturas que hay debajo no se prolongan hacia éstas. El relieve antiguo solamente queda descubierto en sus prominencias, exclusivamente volcánicas, que por su disposición no demuestran claramente la existencia de tales líneas de fracturamiento. Por otra parte, los bloques cuyos movimientos causaron los enjambres de temblores de Guadalajara, deben hallarse a mayor profundidad que a la que llega al corte de la barranca, porque las sacudidas se registraron a los dos lados de él en la misma forma.

Un capítulo del estudio está dedicado a los períodos anteriores de temblores de Guadalajara y los compara a estos fenómenos con los de otros puntos del país, y con algunos estudiados ya desde hace mucho tiempo en Europa.

La comparación de la gráfica del enjambre de temblores habidos en 1875 en Guadalajara con la del año de 1912, y el estudio de ésta, nos lleva a la conclusión que no hay ninguna semejanza en el desarrollo de la intensidad sísmica en los diferentes períodos, ni en cada uno de los grupos del enjambre de 1912.

(1) Los movimientos sentidos en Guadalajara y en sus alrededores fueron probablemente los movimientos mismos del bloque que se acomodaba y, por lo tanto, no se puede aplicar bien en este caso la palabra foco. Para las ondas que nacen de este movimiento del bloque, naturalmente que hubo un foco; pero la amplitud de estas ondas ha sido tan pequeña que no fueron percibidos por los habitantes que viven en los alrededores del bloque movido, y solamente las ondas del fuerte temblor de la mañana del 1.º de septiembre llegaron a registrarse en los sismógrafos de Zacatecas, Mazatlán y Tacubaya y esto de una manera muy débil.

Hablando de las ondas elásticas, Rutzki propone que se restrinja la palabra "foco del temblor" para el lugar bi o tridimensional del cual emanan estas ondas sísmicas y que se use la palabra "hipocentro" solamente para el punto representativo que necesitamos para los cálculos. (Rutzki "Physik der Erde." Leipzig, 1911.)

Nos referimos aquí otra vez a la interesante conferencia que dió Albert Heim en la tercera reunión de la Comisión permanente de la Asociación Internacional de Seismología en Zermatt, en que dijo: "Todavía nos hace falta un aparato que nos indique y mida la dislocación efectuada y perdurable que la distinga de las oscilaciones elásticas." (1 c., p. 149.)