
EL TERREMOTO QUE DESTRUYO LA CIUDAD DE GUATEMALA *

Dr. José Merino y Coronado
Instituto de Geofísica
Universidad Nacional
Autónoma de México

A juzgar por los resultados el terremoto de Guatemala ha sido uno de los más desastrosos en América Latina; la destrucción de Managua ocurrida hace algunos años queda en segundo o tercer lugar, porque la destrucción se circunscribió a una zona bastante pequeña, a una sola ciudad, mientras que aquí el área mesosísmica, o área donde la intensidad del terremoto fue mayor, cubrió una zona muy poblada, llena de pueblecitos, de villas y de aldeas con muchas casas de adobe principalmente, o de mortero de argamasa y piedras. Ya se sabe que este tipo de construcciones es el menos seguro en caso de terremotos.

No se conocen más que los datos oficiales publicados hasta ahora, pero las autoridades confiesan que probablemente se quedan cortos. En cuanto al número de muertos, el reciente terremoto probablemente sea el segundo de América. El primero fue el de Quito, Ecuador, en 1797, con unos 41.000 muertos. El terremoto de Managua quedaría en tercer lugar, con un total de muertos de algo así como 10.000. El de Chile en 1960, ocasionó 5.700 bajas; el de San Francisco en 1906, el más estudiado de todos los terremotos americanos, produjo solamente 700 muertos; el de México en 1957 ocasionó sólo 40 y el de Alaska en 1964, únicamente 131 bajas. El terremoto de Cartago de 1910, probablemente el mayor que se haya sentido en Costa Rica, ocasionó 272 muertos, de acuerdo con las publicaciones oficiales de la época.

Ha habido terremotos sumamente violentos en otras partes del mundo y si uno se atiende únicamente al número de muertos ocurrido a causa de ellos, los siete más terribles han sido, en su orden, los siguientes: China 1556, con 830.000 muertos; Calcuta, 1737, con 300.000; Tokio, 1923, con 143.000; Messina, 1908, con 75.000; Lisboa, 1775, con 60.000; Agadir, 1960, con 12.000 e Irán en 1968, con 11.000.

* Versión taquigráfica de una entrevista realizada en el lugar de los acontecimientos al autor, investigador del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México y profesor de Sismología en el Instituto Politécnico y en la Escuela Militar de Ingenieros del mismo país.

En Venezuela, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, México y Costa Rica ha habido en años recientes terremotos destructores, algunos de los cuales tuve la suerte de poder estudiar, pero ni el número de muertos ni la destrucción de edificios observada se aproximó ni con mucho a lo que estamos viendo en Guatemala.

Por lo general —y también por fortuna— el área de gran destrucción es pequeña en comparación con el área donde se siente el sismo y rara vez alcanza 0.5 por ciento de la misma. Por ejemplo, el área de daños observada en el terremoto de México de 1957 no pasó de unos 50 a 60 kilómetros cuadrados y se sintió en una extensión de unos 400.000 kilómetros cuadrados, lo que equivale a las cuatro quintas partes de la superficie total de España. Este fenómeno es debido a la fuerte atenuación que sufren las ondas elásticas de un terremoto al transmitirse por los diversos tipos de terreno y es una de las bases para el floreciente negocio de los seguros contra terremotos. El reciente que nos ocupa, fue sentido en la ciudad de México como un inofensivo temblor de intensidad III o IV de la escala Mercalli Modificada y no solamente no ocasionó daño alguno, sino que muchas personas ni siquiera lo sintieron. El observatorio de la Ciudad Universitaria está a 1.120 kilómetros del epicentro.

Por otra parte, no en toda la zona mesosísmica ocurren grandes destrucciones, ya sea porque no hay en ella ciudades importantes, ya sea porque los edificios están mejor contruidos y resisten con éxito las oscilaciones forzadas que en ellos producen los terremotos. El estudio de los temblores tiene dos finalidades principales: una es de un carácter científico o teórico y la otra tiene un carácter más bien práctico o ingenieril, pero ambas están íntimamente ligadas. Estudiando la transmisión de las ondas sísmicas a través de la Tierra, se ha llegado a tener una idea bastante exacta de su constitución interna, lo cual es un conocimiento puramente científico. Pero utilizando el mismo aparato matemático o instrumentos muy similares, es posible encontrar petróleo o establecer un corte estratigráfico antes de comenzar la construcción de grandes obras de ingeniería, estudiando la transmisión de las ondas sísmicas producidas por explosiones de dinamita u otros explosivos convenientes. A esto se le llama "prospección sísmica" y es una de las aplicaciones prácticas de la sismología.

También la sismología permite localizar las explosiones nucleares subterráneas producidas de tiempo en tiempo por las llamadas "Potencias nucleares". Pero un civil eminentemente pacífico y amante de la paz entre los pueblos, de ese tipo de aplicaciones de la ciencia no debe saber ni opinar nada.

El estudio de los daños producidos por los terremotos es una disciplina muy importante, porque permite elaborar nuevas normas para la construcción de mejores edificios, aminorando así para el futuro las pérdidas de vidas y de haciendas ocasionadas por los movimientos telúricos. Ciertamente, la ingeniería moderna permite la construcción de edificios que no sean destruidos por ningún terremoto de los que conocemos, pero tales edificios son económicamente incosteables, por lo que es neces-

rio hacer lo mismo que se hace con el alcantarillado, que se calcula para una cierta cantidad de lluvia y si cada 25 años ocurre una temporada de lluvias excepcionalmente fuertes, la inundación de las calles es inevitable. Pero ni las alcantarillas ni los edificios pueden construirse para que resistan las máximas lluvias posibles en un lugar, ni para que queden en pie con los terremotos cuya intensidad sea la máxima probable en un lugar dado, porque ese tipo de construcción sería altamente antieconómico. Hay que buscar un justo medio y para eso sirve el estudio de los daños que ocasionan los terremotos.

A los terremotos se les asigna una intensidad y una magnitud. La intensidad se determina según una escala que toma en cuenta los daños observados tanto en los edificios, como en el terreno y hay varias de ellas actualmente en uso: la de Rossi y Forel, que fue oficial durante muchos años en los Estados Unidos, en México y en Costa Rica, que tiene 10 grados; la japonesa de 1950, con 7 grados; la de Sieberg en 1917, usual en Europa, que tiene 12 grados y es casi idéntica a la de Mercalli Cancani modificada por Newman en 1931 (abreviadamente "escala MM" o escala de Mercalli Modificada) que tiene también 12 grados y es oficial en los Estados Unidos, en México y en algunos otros países y algunas otras más, de uso más restringido. Personalmente, me inclino por la escala de Sieberg, pero eso es cuestión de gustos. Todas son igualmente empíricas y para su aplicación no se requiere el uso de aparato alguno.

La magnitud de un terremoto, en cambio, se calcula a partir de los sismogramas y es una medida de la energía liberada por el temblor en el epicentro. Esta escala logarítmica, se le debe al sismólogo norteamericano Richter y no tiene grados. En ella un terremoto de magnitud 7 libera mil veces más energía que otro de magnitud 5 y así sucesivamente. El macrosismo de Guatemala tuvo una magnitud de 7.5 de acuerdo con las determinaciones del Observatorio Sismológico de Tacubaya en México, lo que significa que liberó una energía superior a la que liberaría dos millones de toneladas de TNT que hicieran explosión simultáneamente en un lugar dado. Es difícil imaginarse esa cantidad de energía. Por desgracia no a todos los temblores se les puede calcular su magnitud, porque no todos dan sismogramas suficientemente claros como para ello.*

* Una magnitud de 7.5 es la de un terremoto que en su zona epicentral produciría intensidades entre IX y X de la escala de Mercalli Modificada. Hay que considerar que el epicentro, en el caso de Guatemala, está localizado, aproximadamente, a unos 50 km. al SO. de la ciudad, en las vecindades de Escuintla. Con un epicentro tan cercano es natural que los sismógrafos guatemaltecos se hayan destruido o dañado gravemente antes de que pudieran registrar la fase principal del terremoto.

INTENSIDAD IX.

Los daños son considerables en las estructuras proyectadas de modo especial; las estructuras reticuladas bien diseñadas se tuercen y se salen de la vertical. Los daños son graves, con colapso parcial, en los edificios bien construidos. Algunos de ellos se salen de sus cimientos. Grietas en el suelo. Se rompen las cañerías subterráneas.

Los volcanes no producen grandes terremotos y eso está ya definitivamente establecido. Si uno ó más volcanes guatemaltecos está en erupción en este momento, es por pura coincidencia. Tampoco es cierto que los volcanes sean "válvulas de seguridad" que protegen contra terremotos. Los grandes movimientos sísmicos son producidos por esfuerzos que se acumulan en la corteza terrestre y se liberan en "fallas" generalmente. Sin embargo, también se producen terremotos a profundidades de más de un centenar de kilómetros, donde la existencia de fallas es prácticamente imposible. Por eso podemos decir que en la actualidad ignoramos cual sea la causa última de los temblores. Estos no son pronosticables, al menos no con los métodos que conocemos los sismólogos occidentales, pero sabemos que nuestros colegas chinos han tenido en años recientes grandes éxitos en el pronóstico de los temblores. Aparentemente, ellos pueden pronosticar el epicentro dentro de un radio de unos 15 km; la fecha de ocurrencia dentro de un lapso de 48 horas y la magnitud dentro de un error de $C.3$ de la escala de Richter y su pronóstico se hace con algunos días de anticipación. Para ello tienen una red de estaciones que observa el contenido de Radón en el agua de los pozos profundos, la inclinación del terreno debida a la acumulación de esfuerzos en la corteza terrestre, las variaciones de la gravedad, las del campo magnético terrestre y los microsismos. Con todo ello elaboran mapas muy parecidos a las cartas sinópticas que elaboran los meteorólogos y de ellas sacan los pronósticos. Nada parecido se ha hecho en Occidente, porque se han escogido otros caminos, que han hecho adelantar mucho en algunos aspectos de la sismología, pero que no han llevado muy lejos en lo que respecta al pronóstico de los terremotos. Debo decir sin embargo, que no se tiene información acerca del porcentaje de éxitos en el pronóstico que tengan los sismólogos de la República Popular China.

El terremoto que acabó con una porción importante de la República de Guatemala, apenas comienza a ser estudiado. Un estudio completo tomará varios meses y es un trabajo interdisciplinario que debe llevar a cabo un equipo de científicos y no un hombre solo. Sin embargo, se pueden adelantar algunas conclusiones.

Centro América puede dividirse en cinco zonas completamente definidas de acuerdo con la intensidad de los temblores que en ellas se sienten: **sismicidad ligera**, con temblores hasta de intensidad IV de la escala de Mercalli Modificada; **mediana**, con temblores hasta de intensidad VII; **intensa** con temblores hasta de intensidad VIII; **muy intensa** hasta la IX y **catastrófica** con temblores de intensidad superiores a la IX. Más de una tercera parte de la superficie total de Guatemala es de **sismicidad muy intensa** y la ciudad capital, la ciudad Antigua y otras más, vecinas de la primera por el suroeste, están edificadas en una zona de **sismicidad catastrófica** según nueva

INTENSIDAD X.

Se destruyen algunas estructuras de madera bien construidas. La mayoría de los edificios de albañilería se destruye desde los cimientos. Grandes grietas en el suelo. Los rieles se doblan. Considerables deslizamientos de tierras en las márgenes de los ríos y lugares de pendientes fuertes. El agua se sale de los cauces de los ríos y de los lagos y se tira contra las riberas.

clasificación, o sea, que allí han de esperarse terremotos como el que acaba de pasar. El autor lamenta de todo corazón no haberse equivocado en sus apreciaciones.

Guatemala y el Sur de Chiapas son regiones altamente sísmicas, con índices sísmicos mayores que los de cualquiera otra región de América Central o México.

Costa Rica tiene una sismicidad intensa en casi todo su territorio excepto en la porción meridional de la península de Nicoya, siendo muy intensa en todo el altiplano, hasta Paraíso por el oriente y hasta San Ramón y Orotina por el occidente. El autor también desearía estar equivocado en la clasificación regional de Costa Rica.

El reciente terremoto de Guatemala no hizo otra cosa, que confirmar ampliamente lo que ya se sabía acerca de la sismicidad de América Central.

Los índices sísmicos son una manera de expresar numéricamente la sismicidad de un lugar. Cuando se dice que San José tiene un índice sísmico de 5, Corinto de 17, Acajutla de 15 o Retalhuleu de 18, se está diciendo que en un territorio que forme un cuadrado de un cuarto de grado por lado, existe la probabilidad de encontrar 5, 17, 15 o 18 epicentros de temblores. Estos índices pueden ser de gran ayuda para los ingenieros que proyectan grandes obras, tales como presas, canales, puentes largos o edificios muy altos. Se calculan según un método propuesto originalmente por el sismólogo soviético Belousov y modificado más tarde.

Como ya se dijo, la magnitud, 7.5 del terremoto, aseguraba una gran destrucción en el área epicentral, como ocurrió en efecto. Pero la catástrofe se agravó debido al tipo de construcciones usuales en la región. Es que desde el punto de vista del sismólogo, lo peor que puede hacerse en cualquier país sísmicamente activo, es construir las casas con adobe o "cal y canto", construcciones ambas muy frecuentes en Centro América, sobre todo en las áreas rurales y en los poblados o villas de tiempos de la Colonia o del siglo pasado.

Toda calamidad deja alguna enseñanza y la que dejó la tragedia reciente es muy clara: hay que incrementar estudios sismológicos con énfasis especial en los temblores fuertes. Hay que diseñar, construir e instalar sismógrafos para registrar ese tipo de terremotos en todo el territorio centroamericano, con excepción quizá de una buena porción del territorio de Honduras. Hay que enseñar sismología pero tendenciosa, con fines principalmente ingenieriles, en nuestras escuelas de ingeniería, geografía y de geología y hay que elaborar nuevas normas de construcción, enseñando al mismo tiempo al campesino a construir viviendas de modo más resistente, aunque se continúen utilizando los mismos materiales que se tienen a mano. Habría que proscribir el uso del adobe . . . Hay mucho trabajo por delante para los jóvenes ingenieros y arquitectos.

La energía tan pavorosa que se liberó durante el terremoto de Guatemala salió simplemente de una lenta acumulación de esfuerzos en la corteza terrestre, llevada a cabo durante muchos años, energía que se liberó de una sola vez en forma de oscilaciones mecánicas, en forma de calor y aún en forma de sonido, que es también una forma de oscilaciones elásticas de carácter enteramente mecánico. Ahora es posible avanzar una hipótesis pero que es compartida por muchos sismólogos. Hoy se sabe que los continentes se mueven. América — por ejemplo — se desplaza lentamente hacia occidente, en líneas generales. Esto lo estipuló, aunque sin buenas pruebas, el alemán Wegener en 1913, pero nadie lo creyó. Si todavía viviera, estaría muy complacido al saber que hoy todos aceptamos esa hipótesis como un hecho de observación ampliamente comprobado, que se conoce como la "migración o deriva" de los continentes. Pero éstos no se desplazan en bloque. Sus movimientos los llevan a cabo en grandes regiones llamadas "placas". La "tectónica de placas" es una rama de la geofísica nueva y muy prometedora. Una de estas placas incluye Centro América y se desplaza con una velocidad diferente a la de las placas adyacentes.

La mecánica elemental dice que en la frontera entre ellas deben acumularse enormes esfuerzos los cuales, si son mayores que la fuerza del rozamiento o que la resistencia del material, se liberarán ocasionando movimientos diferenciales y rupturas, con la consiguiente generación de ondas elásticas, es decir, de terremotos.

Esto es probablemente lo que ocurrió en Guatemala y pudiera ser que los geólogos de campo encuentren evidencias superficiales del fenómeno, en forma de grandes fallas que entraron en actividad. La placa tectónica que cubre la zona guatemalteca está bien determinada en la actualidad y si nuestra hipótesis es correcta, sus movimientos a lo largo de los años con la consiguiente acumulación de esfuerzos, son los responsables de la tragedia.

Además, de la onda sísmica principal sigue habiendo temblores que se llaman "réplicas" los cuales duran algún tiempo, pero su número y su intensidad van decreciendo en una forma exponencial, pero no se puede decir con absoluta certeza, en el estado actual de la ciencia, si el equilibrio se restablecerá en dos días, en dos semanas o en varios meses. Ha habido casos en que las réplicas continuaron por más de un año, mientras que en otros duraron solamente algunos días. En todo caso, la probabilidad de que ocurra otro temblor de magnitud semejante en la misma zona y dentro de un tiempo razonablemente corto es sumamente pequeña y eso puede llevar alguna tranquilidad a los habitantes de la región centroamericana afectada. Sin embargo, es opinión que los países centroamericanos deben incrementar todo lo posible los estudios sismológicos regionales, principalmente con miras al mejor diseño y construcción de edificios y a la elaboración de reglamentos de construcciones que tomen en cuenta la sismicidad de la región.