

2. DESASTRES DE TIPO GEOLÓGICO

Los riesgos tipificados como de origen geológico incluyen sismos, vulcanismo, deslizamiento o colapso y hundimiento de suelos y algunas de las consecuencias de los sismos y erupciones volcánicas como los maremotos (*tsunamis*). Como se ha mencionado, los de mayor impacto en la población han sido, históricamente, los sismos y las erupciones volcánicas.

Los daños de tipo geológico han tenido un impacto superior a los hidrometeorológicos, debido especialmente a la destrucción de la infraestructura. Las pérdidas ocasionadas por este tipo de desastres ascienden en promedio a por lo menos 230 millones de dólares anuales, ya que no incluyen una adecuada valoración de los daños indirectos que estos desastres implican para los sectores productivos. En términos del cobro de vidas, es definitivo que en el largo plazo los eventos geológicos llegan a superar toda previsión. Tan sólo el evento de 1985 cobró el equivalente a tres veces las víctimas del total registrado en eventos meteorológicos durante el mismo período.

Tabla 26 Desastres Geológicos en México de 1980 a 1999

(millones de dólares)

Evento	Muertos	Daños Directos	Daños Indirectos	Total Daños
Erupción del Volcán Chichónal 1982	42	117.0	-	117.0
Sismo en la ciudad de México 1985	6,000	3,589.0	515.0	4,104.0
Erupciones Popocatepetl 1993 a 1998	5	12.0	-	12.0
Sismo en Guerrero y Oaxaca 1995	n.d.	21.1	-	21.1
Sismo en Puebla y Oaxaca 1999	15	139.9	11.2	151.1
Sismo en Oaxaca 1999	35	153.6	1.4	155.0
Otros	15	151.0	-	151.0
Total	6097	4043.7	516.4	4560.1

n.d. - No disponible

2.1 SISMOS

México es uno de los países del mundo con mayor actividad telúrica. Según datos estadísticos, se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a cuatro grados en la escala de Richter⁴⁵, lo que equivale a un 60% de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo. Los estados con mayor riesgo y donde ocurren sismos de gran magnitud (superiores a 7 grados en escala Richter) son: Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Puebla y el Distrito Federal. Otras entidades donde también se presentan sismos de gran magnitud, aunque menor frecuencia, son: Chiapas, Estado de México, la Península de Baja California, y Sonora.

Se entiende que los movimientos telúricos ocurren por el rompimiento abrupto o reajuste de la superficie de placas tectónicas que surge como consecuencia de la compresión a que están sujetas⁴⁶. A la superficie donde forman vértice estas placas se le conoce como falla geológica. Al momento de generarse una ruptura, los movimientos ondulatorios se propagan en varias direcciones, extendiéndose a grandes distancias ante la menor resistencia de los suelos a la propagación. Su acción pueden generar desastres en la medida de su mayor intensidad y la presencia de asentamientos humanos en el área afectada.

Existen también otros tipos de sismos, como los temblores volcánicos, que se manifiestan durante la liberación de magma en una erupción volcánica; y los sismos de colapso, que son resultado de derrumbes en cavernas o minas. La magnitud de un sismo se corresponde con parámetros de la energía liberada en una escala internacionalmente conocida como la Richter; en tanto que la intensidad de los sismos, está determinada por los efectos que causa en las estructuras⁴⁷.

⁴⁵ Fuente: Crónicas de Desastres N°3, Terremoto de 1985, Organización Panamericana de la Salud.

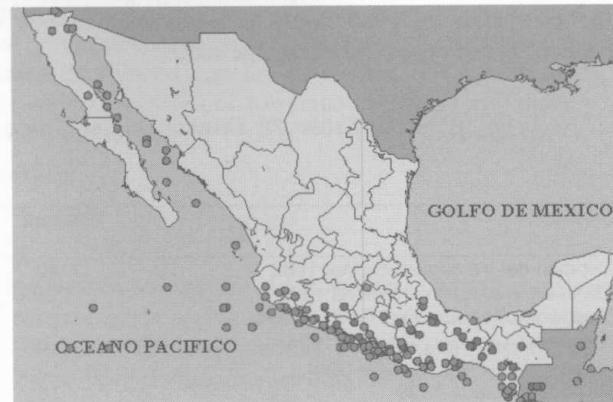
⁴⁶ Véase Atlas Nacional de Riesgos 1993, Dirección General de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, México.

⁴⁷ Véanse Anexos correspondientes a las escalas de Richter y Mercalli, al final de este documento.

El territorio mexicano se ubica en una de las **zonas de más alta sismicidad** en el mundo, por la frecuente actividad de las placas tectónicas y fallas geológicas que lo cruzan o circundan. En efecto, se ha identificado que interactúan cinco importantes placas tectónicas: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera. Al occidente del país la placa de Cocos se desplaza por debajo de la de Norteamérica y hacia el norte, se presenta un movimiento cortante entre la placa del Pacífico y la de Norteamérica, en la falla denominada de San Andrés. Esta franja de sismicidad, se integra a otras que circundan el océano pacífico, en la zona sísmica denominada "Anillo de Fuego del Pacífico", la cual comprende la Patagonia y Chile al sur del continente, sigue en Centroamérica, la parte occidental de México, Estados Unidos, Canadá, Alaska, luego atraviesa las islas Aleutianas, continúa por la Península de Kamthetka, las islas de Japón y Filipinas, y termina en Nueva Zelanda⁴⁸.

Figura 18 – Epicentros de sismos superiores a 6.5 grados Richter en el siglo XX

(Mapa: Servicio Sismológico Nacional SSN, UNAM)



Se ha conformado un banco de datos para un período de 450 años de historia mexicana en el cual se han registrado aproximadamente 3 mil temblores de gran intensidad⁴⁹. Durante el presente siglo se han presentado, infaliblemente, sismos de elevada intensidad en cada una de las décadas que han causado daños materiales de significación y un considerable número de muertos. Se citan entre los de mayor intensidad y que han causado mayor número de víctimas fatales, los siguientes⁵⁰:

- En 1912 (19 de noviembre) ocurrió un sismo de grado 7 en la escala de Richter que afectó al Estado de México con intensos deslizamientos de tierras y causó la muerte de 202 personas.
- En 1920 (enero 4), otro sismo de grado 6.5 afectó a los Estados de Puebla y Veracruz, provocando derrumbes en las laderas de montañas y dejando 430 muertos.
- En 1932 (3 de junio) el sismo de mayor intensidad en el siglo, grado 8.4, afectó a los Estados de Jalisco y Colima ocasionó un total de 300 muertos y 400 heridos. En 1941 (abril 15) otro de 7.9 grados de intensidad, afectó a los Estados de Michoacán y Jalisco. Destruyó la Catedral de Colima y dejó 90 muertos y 300 heridos.
- En 1957 (28 de julio) el sismo de 7.7 grados, afectó el Estado de Guerrero, produciendo tsunamis en Acapulco y Salina Cruz, y dejando 28 muertos y numerosos edificios y casas derrumbados.
- En 1964 (6 de julio) el sismo fue de 7.2 grados y afectó los Estados de Guerrero y Michoacán, resultando 40 muertos y cuantiosas pérdidas materiales.
- En 1973 (28 de agosto) otro de grado 7.3 afectó los Estados de Oaxaca y Veracruz, ocasionó 527 muertos más de 4 mil heridos y pérdidas millonarias derivadas del derrumbe de casas y edificios.
- En 1985 (19 y 20 de septiembre) el primer evento fue un terremoto de 7.8 grados y el segundo de 7.3 grados. Tan sólo el primero provocó la mayor devastación urbana del siglo en el país, causando también 6,000 muertos.
- En 1999 ocurrieron dos sismos que causaron importantes pérdidas materiales y 50 decesos. El primero fue en Puebla y estados vecinos el 15 de junio de grado 6.7 que causó pérdidas por 1400 millones de pesos y el otro en Oaxaca el 30 de octubre de grado 7.5 con pérdidas por 1500 millones.

⁴⁸ Véase: Sismos, Fascículo 2, CENAPRED, Secretaría de Gobernación, México, 1997.

⁴⁹ Fuente: Mexican Earthquakes During 450 Years of History, Virginia García Acosta, CIESAS.

⁵⁰ Datos obtenidos del Atlas Nacional de Riesgos 1993, ídem.

En particular, el sismo de la ciudad de México en 1957 (llamado el sismo del Angel, debido a que el monumento al Angel de la Independencia sufrió la caída de la estatua emblemática del pedestal) fue el precedente de magnitud muy cercana al de 1985. Los daños fueron cuantiosos para la ciudad, aunque no se cuenta con una referencia suficientemente documentada. Hubo derrumbes de edificios públicos y privados del centro de la ciudad y en centros educativos, como las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre otras. Hubo también otras poblaciones afectadas, como la ciudad de Chilpancingo en Guerrero, donde tres edificios se desplomaron.

Figura 19 – Colapso del ala sur del edificio del IPN a causa del sismo de 1957 en la ciudad de México

(Foto: L.C. Barajas, en Steinbrugge Collection, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley).



En la década de los años noventa, el promedio de sismos por año fue de 770; los sismos de magnitud superior a 6 grados Richter fueron 36, de los cuales solamente 7 fueron de escala 7, es decir, tuvieron repercusiones desastrosas en las zonas afectadas, pero afortunadamente ninguno alcanzó la escala 8. Particularmente en 1999 se registraron dos sismos de escala 7, de los cuales más adelante se describen las repercusiones habidas en las áreas afectadas.

Tabla 27- Estadísticas de los Sismos Registrados en la Década de los años 90

Año	Número de Sismos	Magnitud Richter						
		Menor a 3	3	4	5	Menor igual a		
						5	6	7
1990	792	13	246	509	23	791	1	0
1991	732	6	184	510	30	730	2	0
1992	613	5	183	398	27	613	0	0
1993	917	48	275	548	40	911	5	1
1994	622	20	192	383	24	619	3	0
1995	676	16	188	438	26	668	6	2
1996	790	9	203	543	32	787	3	0
1997	754	42	262	420	26	750	2	2
1998	707	8	270	403	23	704	3	0
1999	1,097	13	540	527	11	1,091	4	2
Total	7,700	180	2,543	4,679	262	7,094	29	7

Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

2.1.1 Sismo en Guerrero y Oaxaca 1985

Del occidente del país procede una buena parte de los sismos de mayor fuerza en la década. El jueves 14 de septiembre se registró un sismo de 7.3 grados en la escala de Richter que afectó numerosas localidades del estado de Guerrero, y poblaciones de la Costa Chica y la Montaña en Oaxaca. En Guerrero resultaron afectadas cerca de 2,204 viviendas⁵¹, de las cuales al menos 1,200 quedaron en condiciones de ser demolidas, principalmente en los municipios de Azoyú, Cuajinicuilapa, Igualapa, Malinaltepec, Ometepec, San Luis Acatlán, y Xochistlahuaca. En Oaxaca destruyó 275 casas y afectó otras 1,132 entre las cuales se contaron 20 escuelas, 11 templos y edificios públicos en 19 municipios de la Costa. Dos semanas después del evento, las réplicas sumaron más de 60 de menor intensidad. Las primeras referencias de damnificados sumaban 10 mil personas.

⁵¹ Fuente: Revista Proceso No. 986, 25 sep. 1995, México.

2.1.2 Terremoto en la Ciudad de México 1985⁵²

2.1.2.1 Evaluación general

Los días 19 y 20 de septiembre de 1985 se produjeron dos sismos de gran intensidad que provocaron graves daños y pérdidas en parte del territorio mexicano, especialmente en el área metropolitana del Distrito Federal. El desastre captó la atención de todo el mundo y concitó un intenso esfuerzo de cooperación y solidaridad con México por parte de la comunidad internacional.

El origen del desastre se encuentra, una vez más, en el desplazamiento de la placa de Cocos introduciéndose por debajo de la placa de América del Norte. La interacción entre las placas citadas había acumulado una gran cantidad de energía que se liberó por medio de dos sismos complementarios mencionados. Tales sismos, que alcanzaron el grado de terremotos, se originaron a una distancia aproximada de 400 kilómetros del Distrito Federal, en la costa del Estado de Guerrero, muy cerca de la desembocadura del río Balsas.

El terremoto del 19 de septiembre tuvo una magnitud de 7.8 (de ondas cortas, MS) y 8.1 (en ondas largas, MW) en la escala de Richter. La amplitud de las ondas del sismo inicial fue de entre 3 y 5 veces mayor que la anticipada, sin que se conozca en detalle la causa de ello y duró entre 2.5 y 3 minutos. El sismo del día siguiente fue de 7.3 grados Richter y completó el rompimiento de la antigua unión entre las placas de Cocos y la de América del Norte.

Figura 20 – Edificio derrumbado y humeante en la calle San Juan de Letrán en el Distrito Federal

(Foto: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, en página web del S.S.N.)



Los daños se extendieron desde la costa occidental hacia la meseta central de la República, aunque los más graves se concentraron en un radio relativamente reducido, especialmente en el Distrito Federal. Esto último se explica por una combinación de factores entre los que cabe citar el de que muchas edificaciones – especialmente aquellas de entre 8 y 15 pisos de altura – entraron en resonancia debido a la larga duración del sismo; a que la resonancia de los suelos –principalmente los ubicados en el centro del Valle de México donde existen depósitos lacustres– coincidió con la frecuencia de las ondas del sismo, y a que las normas de construcción antisísmicas vigentes preveían amplitudes muy inferiores a las que en realidad ocurrieron.

⁵² Información obtenida básicamente del documento de la CEPAL LC/G.1367 de 15 de octubre de 1985: Daños causados por el movimiento telúrico en México y sus repercusiones sobre la economía del país.