

Terremoto

Un **terremoto**¹ (del latín *terraemōtus*, a partir de *terra*, 'tierra', y *motus*, 'movimiento'), también llamado **sismo**, **seísmo** (del francés *séisme*, derivado del griego σεισμός [*seismós*]),² **temblor de tierra** o **movimiento telúrico**, es la sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre. Los más comunes se producen por actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas, como por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o de cualquier objeto celeste de gran tamaño, o incluso pueden ser producidos por el ser humano al realizar detonaciones nucleares subterráneas.



Vista aérea de la ciudad de Sendai (Japón) inundada tras el tsunami de 2011. Un terremoto en el mar puede provocar un maremoto o tsunami. Los tsunamis pueden ocasionar grandes pérdidas materiales y humanas en las zonas costeras pobladas, como sucedió en el terremoto y tsunami del océano Índico de 2004 o en el terremoto y tsunami de Japón de 2011.

El punto de origen de un terremoto se denomina foco o hipocentro, a partir de allí se propaga en forma de ondas sísmicas. El punto de la superficie terrestre que se encuentra más cerca del hipocentro, donde alcanzan en primer lugar las ondas sísmicas se llama epicentro. Dependiendo de su magnitud y origen, un terremoto puede causar desplazamientos de la corteza terrestre, corrimientos de tierras, maremotos (o también llamados tsunamis) o actividad volcánica. Para medir la energía que fue liberada por un terremoto se emplean diversas escalas, entre ellas, la escala de Richter que es la más conocida y utilizada por los medios de comunicación.

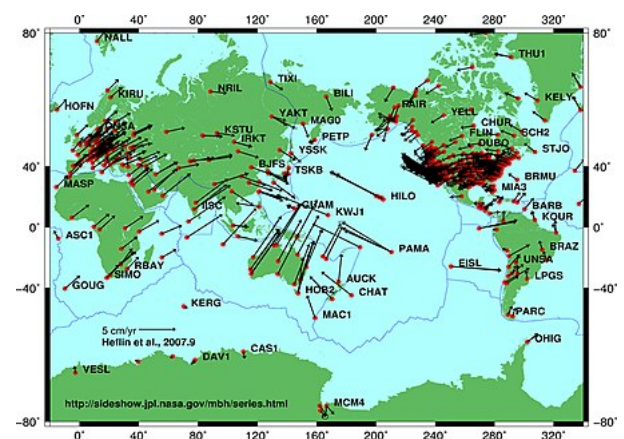
Causas

La principal causa de los terremotos se encuentra en la liberación de energía de la corteza terrestre acumulada a consecuencia de actividad tectónica, que se origina principalmente en los bordes activos de placas tectónicas.^{3 4}

Los sismos de origen volcánico se asocian al fraccionamiento de la roca debido al movimiento del magma. Estos temblores suelen ser de magnitud menor que los de origen tectónico.

Aunque las actividades tectónicas y volcánicas son las causas principales por las que se generan los terremotos, hay otros factores que pueden originarlos:

- Colapso de techos de cavernas.⁵



Movimientos de las placas tectónicas globales.

- Acumulación de sedimentos por desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas.^[*cita requerida*]
- Modificaciones del régimen fluvial.^[*cita requerida*]
- Variaciones bruscas de la presión atmosférica por ciclones.^[*cita requerida*]

Estos fenómenos generan episodios de magnitud baja, que generalmente caen en el rango de **microseísmos**: temblores detectables solo por sismógrafos.



Falla de San Andrés, una de las más importantes zonas sísmicas de la Tierra

Tipos de sismos tectónicos

Los sismos de origen tectónico pueden clasificarse por el contexto en que ocurren.⁶

Interplaca

Se producen cuando el esfuerzo compresivo en una zona de contacto de placas supera al acoplamiento mecánico que traba su movimiento, lo que lleva a un movimiento relativo de las mismas. También se conocen como terremotos de subducción. Se trata de sismos compresionales con mecanismos de falla inversa, cuya magnitud es proporcional al desplazamiento y al área de la zona de desplazamiento. Cuando los eventos de este tipo conllevan desplazamientos verticales del fondo oceánico, muchas veces generan maremotos. El fallamiento puede ser normal (placas divergentes), inverso (placas convergentes) o transcurrente.

Intraplaca de profundidades intermedia y elevada

Sismos muy parecidos a los de subducción, pero mucho menos comunes, ya que se producen en el interior de la placa y no en los límites entre placas. Las profundidades de estas fallas van desde cincuenta a cientos de kilómetros, en la zona de Benioff. Su poder destructor suele ser similar al de los de subducción.

Superficiales o corticales

Se deben a deformaciones producidas a baja profundidad en el interior de una placa continental como consecuencia de la convergencia de placas tectónicas.

En el interior de una placa oceánica

Se deben a los esfuerzos y deformaciones a los que se encuentra sometida una placa oceánica. Un caso especial es el esfuerzo de flexión que esta sufre en el punto de inicio de su subducción.

Por falla transformante

Se deben al desplazamiento lateral de una placa tectónica con respecto a una placa vecina. En muchos casos se extienden más allá de la zona de contacto propiamente tal, a causa de esfuerzos transmitidos.

Efecto de la presión del fluido

Durante un terremoto, se desarrollan altas temperaturas en el plano de la falla que provocan un aumento en la presión del fluido asociado con la vaporización.⁷ Este aumento, en la fase cosísmica, puede influir considerablemente en la evolución y velocidad del deslizamiento, además, en la fase post-sísmica puede controlar el fenómeno del aftershock, ya que el aumento de la presión del fluido se propaga lentamente en la red de fractura circundante.

Terremotos inducidos

Se denomina **sismo** o **terremoto inducido** a los sismos o terremotos, normalmente, de magnitud muy baja (temblores), producidos como consecuencia de alguna intervención humana que altera el equilibrio de fuerzas en la corteza terrestre. Entre las principales causas de sismos inducidos se pueden mencionar: la construcción de grandes embalses, el fracturación hidráulica o los ensayos de explosiones nucleares.

Embalses

Los embalses, especialmente aquellos de gran capacidad, pueden alterar la actividad tectónica debido a la modificación de la carga, pero las consecuencias no son fáciles de predecir. El proyecto debe tener en cuenta la existencia de fallas o de rocas deformables en el subsuelo, a fin de evitar consecuencias que pongan en peligro la integridad de la presa.^[*cita requerida*]

Fracturación hidráulica

Hay evidencia sobre los terremotos inducidos por hidrofracturación: en Oklahoma se registraba una media de un terremoto de magnitud 3 o mayor, pero desde 2008 se ha incrementado esa cifra a más de 40 sismos de esa magnitud.⁸

Explosiones nucleares

La onda de presión de las explosiones nucleares subterráneas se propaga a través del subsuelo y es capaz de desencadenar sismos a distancia, activando fallas geológicas.⁹ ¹⁰

Localizaciones

Los terremotos tectónicos suelen ocurrir en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra. Por este motivo los sismos de origen tectónico están íntimamente relacionados con la formación y actividad de fallas geológicas. Comúnmente acontecen al final de un **ciclo sísmico**: período durante el cual se acumula deformación en el interior de la Tierra que más tarde se liberará repentinamente. Dicha liberación se corresponde con el terremoto, tras el cual la deformación comienza a acumularse nuevamente.

En un movimiento telúrico se distinguen:

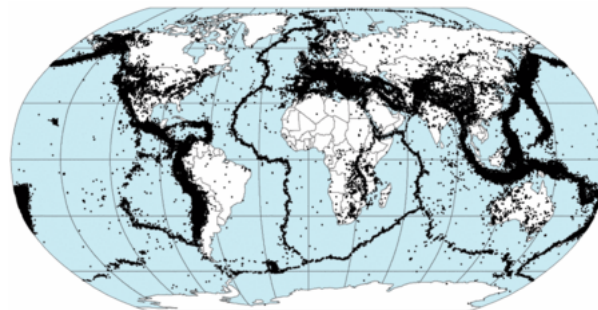
- Hipocentro, zona interior profunda, donde se produce el terremoto.
- Epicentro, área de la superficie que se halla directamente en la vertical del hipocentro, donde con mayor intensidad repercuten las ondas sísmicas.

La probabilidad de ocurrencia de sismos de una magnitud determinada en una región concreta viene dada por una distribución de Poisson. Así la probabilidad de ocurrencia de k terremotos de magnitud M durante un período T en cierta región está dada por:

$$\text{Prob}(k, T, M) = \frac{1}{k!} \left(\frac{T}{T_r(M)} \right)^k e^{-\frac{T}{T_r(M)}}$$

Donde

$T_r(M)$ es el tiempo de retorno de un terremoto de intensidad M , que coincide con el tiempo medio entre dos sismos de intensidad M .



Localización de epicentros de terremotos registrados entre 1963 y 1998 (358 214 seísmos).



Distribución de las principales placas tectónicas.

Propagación

El movimiento sísmico se propaga mediante ondas elásticas (similares a las del sonido) a partir del hipocentro. Las ondas sísmicas son de tres tipos principales:

- **Ondas longitudinales, primarias o P.** Ondas de cuerpo que se propagan a velocidades de 8 a 13 km/s en el mismo sentido que la vibración de las partículas. Circulan por el interior de la Tierra, donde atraviesan líquidos y sólidos. Son las primeras que registran los aparatos de medición o sismógrafos. De ahí su nombre «P».
[cita requerida].
- **Ondas transversales, secundarias o S.** Son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s). Se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atraviesan únicamente sólidos. En los sismógrafos se registran en segundo lugar.
- **Ondas superficiales.** Son las más lentas: 3,5 km/s. Resultan de interacción de las ondas P y S a lo largo de la superficie terrestre. Son las que causan más daños. Se propagan a partir del



Terremoto de San Salvador de 1986

epicentro. Son similares a las ondas (olas) que se forman sobre la superficie del mar. En los sismógrafos se registran en último lugar.

Escalas de magnitudes

- Escala magnitud de onda superficial (M_s).
- Escala magnitud de las ondas de cuerpo (M_b).
- Escala sismológica de Richter, también conocida como escala de magnitud local (M_L), es una escala logarítmica arbitraria en la que se asigna un número para cuantificar el efecto de un terremoto.
- Escala sismológica de magnitud de momento es una escala logarítmica usada para medir y comparar seísmos. Está basada en medición de la energía total que se libera en un terremoto. En 1979 la introdujeron Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori, como sucesora de la escala de Richter.



Daños causados por el terremoto del año 1960 en Valdivia, Chile. Es el sismo más fuerte registrado en la historia de la humanidad: 9,5 grados en la escala sismológica de magnitud de momento (M_W).



Daños causados por el terremoto de 1906 en San Francisco, Estados Unidos.

Escalas de intensidades

- Escala sismológica de Mercalli, de 12 puntos, desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos según los efectos y daños causados a distintas estructuras. Debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli.
- Escala Medvédev-Sponheuer-Kárník, también conocida como **escala MSK** o MSK-64. Es una escala de intensidad macrosísmica usada para evaluar la fuerza de los movimientos de tierra basándose en los efectos destructivos en construcciones humanas y en cambio de aspecto del terreno, así como en el grado de afectación a la población. Consta de doce grados de intensidad. El más bajo es el número uno. Para evitar el uso de decimales se expresa en números romanos.
- Escala Shindo o escala cerrada de siete, conocida como **escala japonesa**. Más que en la intensidad del temblor, se centra en cada zona afectada, en rangos entre 0 y 7.

Efectos de los terremotos

Los efectos de un movimiento telúrico pueden ser uno o varios de los que se detallan a continuación:

Movimiento y ruptura del suelo

Movimiento y ruptura del suelo son los efectos principales de un terremoto en la superficie terrestre, debido al roce de placas tectónicas, lo cual causa daños a edificios o estructuras rígidas que se encuentren en el área afectada por el sismo. Los daños en los edificios dependen de: a) intensidad del movimiento; b) distancia entre la estructura y el epicentro; c) condiciones geológicas y geomorfológicas que permitan mejor propagación de ondas.

Corrimientos y deslizamientos de tierra

Terremotos, tormentas, actividad volcánica, marejadas y fuego pueden propiciar inestabilidad en los bordes de cerros y de otras elevaciones del terreno, lo cual provoca corrimientos en la tierra.



Un corrimiento de tierra provocado por los terremotos de El Salvador de 2001.

Incendios

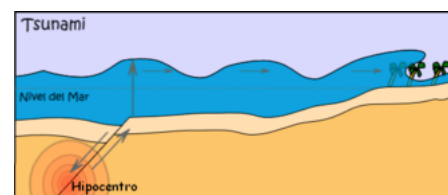
El fuego puede originarse si no se corta el suministro eléctrico posteriormente a daños en la red de gas de grandes ciudades. Un caso destacado de este tipo de suceso es el terremoto de 1906 en San Francisco, donde los incendios causaron más víctimas que el propio sismo

Licuefacción del suelo

La licuefacción ocurre cuando, por causa del movimiento, el agua saturada en material, como arena, temporalmente pierde su cohesión y cambia de estado sólido a líquido. Este fenómeno puede propiciar derrumbe de estructuras rígidas, como edificios y puentes.

Tsunamis (maremotos)

Los tsunamis o maremotos son enormes ondas marinas que al viajar desplazan gran cantidad de agua hacia las costas, y que, en su mayor parte, están producidos por terremotos submarinos. En el mar abierto las distancias entre las crestas de las ondas marinas son cercanas a 100 km. Los períodos varían entre cinco minutos y una hora. Según la profundidad del agua, los tsunamis pueden viajar a velocidades de 600 a 800 km/h. Pueden desplazarse grandes distancias a través del océano, de un continente a otro.



Esquema de un tsunami provocado por un terremoto submarino.

Inundaciones

Las inundaciones son creadas rápidamente por el desbordamiento de agua a nivel de tierra cubriendo de agua zonas que habitualmente están libres de esta. Pueden ser efectos secundarios de los terremotos debido al daño que puedan sufrir las presas. Además, pueden crear deslizamiento de tierras en los ríos, los cuales también crean colapso e inundaciones.

Impactos humanos

Un sismo puede causar lesiones o incluso pérdidas de vidas, daños en las carreteras y puentes, daño general de los bienes, y colapso o desestabilización de edificios. También puede ser el origen de enfermedades, falta de necesidades básicas, y primas de seguros más elevadas.

Recomendaciones de Protección Civil

En caso de terremoto, protección civil ofrece las siguientes recomendaciones:¹¹

- **Si está en el interior de un edificio, es importante:**

- Buscar refugio a un lado (nunca debajo) de los dinteles de las puertas o también a un lado de algún mueble sólido, como mesas o escritorios, o bien junto a un pilar (columna vertical) o pared maestra muy sólida.
- Mantenerse alejado de ventanas, cristaleras, vitrinas, tabiques y objetos que puedan caer y golpearle.
- No utilizar el ascensor, ya que los efectos del terremoto podrían provocar su desplome o quedar atrapado en su interior. Colocarse al lado de la caja de concreto del ascensor sin ingresar a este.
- Utilizar linternas para el alumbrado y evitar el uso de velas, cerillas, o cualquier tipo de llama durante o inmediatamente después del temblor, que puedan provocar explosión o incendio.

- **Si se encuentra en el exterior, es conveniente:**

- Ir hacia un área abierta, alejada de edificios dañados. Después de un gran terremoto, siguen otros más pequeños, denominados réplicas, que pueden ser suficientemente fuertes como para causar destrozos adicionales.
- Procurar no acercarse ni penetrar en edificios dañados. El peligro mayor por caída de escombros, revestimientos, cristales, etc., está en la vertical de las fachadas.¹²
- Si se está circulando en coche, es aconsejable detener el vehículo, prender las luces de emergencia, salir de este y colocarse al lado, así como tener la precaución de alejarse de puentes, postes eléctricos, edificios degradados o zonas de desprendimientos.

- **Posterior al terremoto:**¹³

- Si se requiere comunicar con amigos o familiares, utilizar mensajes de texto por celular, chat, correos electrónicos o internet en general. El exceso de llamadas puede congestionar las redes celulares y fijas.

Predicción

La predicción de terremotos es una rama de la sismología así como la magnitud de terremotos futuros, dentro de determinados límites de precisión. Algunos autores distinguen la predicción de un terremoto futuro específico del pronóstico probabilístico de la ocurrencia de un evento sísmico de

magnitud dada en un lugar y momento determinados. A pesar de considerables esfuerzos en investigación por parte de sismólogos, no se pueden hacer predicciones científicamente reproducibles para un día o mes específico.¹⁴ No obstante, en las primeras décadas del siglo XXI han surgido líneas de investigación promisorias, particularmente en el campo de los precursores electromagnéticos.¹⁵ Por otra parte, en el caso de los mapas de evaluación del peligro sísmico de fallas estudiadas, es posible estimar que la probabilidad de que un terremoto de un tamaño dado afectará un lugar determinado durante un cierto número de años.¹⁶ A finales del siglo XX, la capacidad general para predecir terremotos, ya sea en forma individual o en una base estadística, aún se consideraba remota.¹⁷

Una vez que un terremoto ya ha empezado, los dispositivos de alerta temprana pueden proporcionar una advertencia de pocos segundos antes de que los principales temblores lleguen a un lugar determinado. Esta tecnología aprovecha las diferentes velocidades de propagación de los varios tipos de vibración producidos. También son probables las réplicas tras un gran terremoto y, por lo general, están previstas en los protocolos de respuesta a desastres naturales.¹⁸

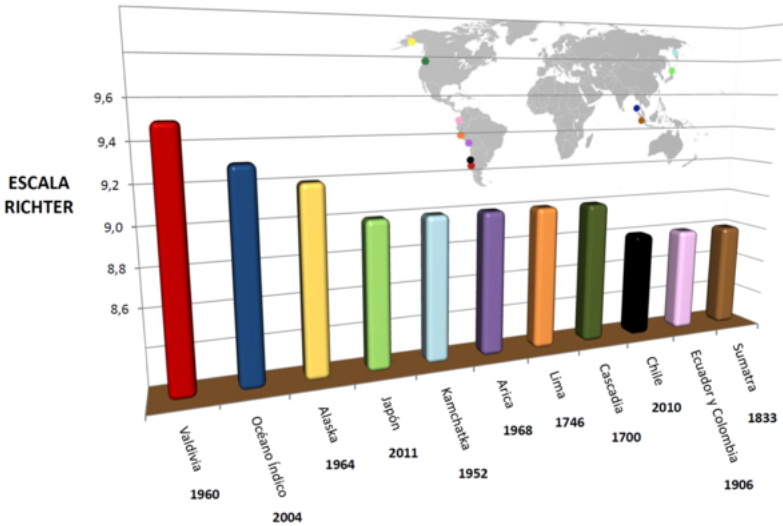


Mapa del peligro sísmico del área de la Bahía de San Francisco muestra la probabilidad de un gran terremoto entre 2003 y 2032.

Los diez terremotos de mayor magnitud de la historia

reciente

N.º	Fecha y hora UTC	Magnitud	Nombre	País	Lugar y coordenadas	Muertes
1	22 de mayo de 1960, 15:11	9,5 M_W ¹⁹ ₂₀	Terremoto de Valdivia de 1960 ²¹	 Chile	Valdivia, Región de los Ríos38°14′24″S 73°3′0″O	1655 a 2000
2	26 de diciembre de 2004, 07:58	9,3 M_W ²²	Terremoto del océano Índico de 2004 ²³	 Indonesia	Frente al norte de la isla de Sumatra	230 270
3	27 de marzo de 1964, 17:36	9,2 M_W ²⁰ ₂₄	Terremoto de Alaska de 1964 ²⁴ ²⁵	 Estados Unidos	Anchorage, Alaska61°N 148°O	128
4	11 de marzo de 2011, 14:46	9,1 M_W ²⁶	Terremoto y maremoto de Japón de 2011 ²⁷	 Japón	Costa Este de la Región de Tōhoku, Honshū38°19′19.20″N 142°22′8.40″E	15 897
5	4 de noviembre de 1952, 16:58	9,0 M_W ²⁸ ₂₉	Terremoto de Kamchatka de 1952 ²⁸ ³⁰ ³¹	 Unión Soviética (actual Rusia)	Península de Kamchatka52°48′N 159°30′E	2366
6	13 de agosto de 1868, 21:30	9,0 M_W ³²	Terremoto de Arica de 1868 ³² ³³	 Perú (actual Chile)	Arica18°36′S 71°0′O	693
7	28 de octubre de 1746, 22:30	9,0 M_W	Terremoto de Lima de 1746	Virreinato del Perú, parte del Imperio español (actual Perú)	Lima y Callao11°21′00″S 77°16′48″O	15 000 a 20 000
8	26 de enero de 1700, 21:30	9,0 M_W	Terremoto de Cascadia de 1700	Noroeste del Pacífico, parte del Imperio británico (actuales Estados Unidos y Canadá)	California, Washington y Oregón, Columbia Británica	Sin datos
9	27 de febrero de 2010, 03:34	8,8 M_W	Terremoto de Chile de 2010 ³⁴ ³⁵ ³⁶ ³⁷	 Chile	Cobquecura, Región del Biobío (actual Ñuble)35°50′45.6″S 72°42′57.6″O	525
10	31 de enero de 1906, 15:36	8,8 M_W ³⁸	Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906 ³⁹	 Ecuador Colombia	Frente a las costas de Esmeraldas1°0′N 81°30′O	1500



Terremotos de mayor magnitud en la historia.

Terremotos más fuertes del siglo XXI

Fecha	Magnitud	Nombre	País	Lugar
26 de diciembre de 2004	9,3 M_w^{22}	Terremoto del océano Índico de 2004 ²³	 Indonesia	Frente al norte de la isla de Sumatra
11 de marzo de 2011	9,1 M_w	Terremoto de la costa del Pacífico de Tōhoku de 2011	 Japón	Tōhoku
27 de febrero de 2010	8,8 M_w	Terremoto de Chile de 2010	 Chile	Bio-Bío
11 de abril de 2012	8,6 M_w	Terremoto del océano Índico de 2012	 Indonesia	Aceh
28 de marzo de 2005	8,6 M_w	Terremoto de Sumatra de 2005	 Indonesia	Frente al norte de la isla de Sumatra
16 de septiembre de 2015	8,4 M_w	Terremoto de Coquimbo de 2015	 Chile	Coquimbo
23 de junio de 2001	8,4 M_w^{40}	Terremoto del sur del Perú de 2001	 Perú	Departamentos de Arequipa , Moquegua y Tacna
24 de mayo de 2013	8,3 M_w	Terremoto del mar de Ojotsk de 2013	 Rusia	Ojotsk
29 de septiembre de 2009	8,3 M_w	Terremoto de Samoa de 2009	 Samoa	Costas de Samoa

- **Nota:** En Chile y Japón se han producido los terremotos más fuertes de la década de 2010.

Véase también

- Historia de la sismología
- Onda sísmica
- Sismología
- Tremor (vulcanología)
- Placas tectónicas
- Luces de terremoto
- Inundación
- Martemoto
- Los 10 mayores terremotos de la Historia humana
- Lista de terremotos del siglo XXI
- Lista de los principales terremotos entre el III milenio a. C. y el siglo IX d. C.
- Lista de los principales terremotos entre el siglo X y el siglo XIX
- Lista de los principales terremotos del siglo XX
- Lista de los principales terremotos de 2022
- Portal:Ciencias de la Tierra

Referencias

- Real Academia Española. «terremoto» (<http://dle.rae.es/terremoto>). *Diccionario de la lengua española* (23.ª edición). Consultado el 29 de noviembre de 2017.
- Real Academia Española. «seísmo» (<https://dle.rae.es/se%C3%ADsmo>). *Diccionario de la lengua española* (23.ª edición). Consultado el 29 de noviembre de 2017.
- ¿Por qué se producen los terremotos?, ABC (23/02/2015) (<http://www.abc.es/ciencia/20150223/abci-causa-terremotos-201502232012.html>)
- Martínez-López, M.R., Mendoza, C., (2016). «Acoplamiento sismogénico en la zona de subducción de Michoacán-Colima-Jalisco, México» ([http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6802/\(3\)Martinez.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6802/(3)Martinez.pdf)). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* **68** (2): 199-214.
- «Tipos de sismos, IGC, Universidad de Panamá (10/07/2019)» (<https://web.archive.org/web/20190710205019/http://www.panamaigc-up.com/tipos-de-sismos/>). Archivado desde el original (<http://www.panamaigc-up.com/tipos-de-sismos/>) el 10 de julio de 2019. Consultado el 10 de julio de 2019.
- Tipos de sismos en Chile, Centro Sismológico Nacional (25/04/2016) (<https://www.csn.uchile.cl/tipos-de-sismos-chile/>)
- Guerriero, Vincenzo; Mazzoli, Stefano (2021/3). «Theory of Effective Stress in Soil and Rock and Implications for Fracturing Processes: A Review» (<https://www.mdpi.com/2076-3263/11/3/119>). *Geosciences* (en inglés) **11** (3): 119. doi:10.3390/geosciences11030119 (<http://dx.doi.org/10.3390%2Fgeosciences11030119>). Consultado el 22 de marzo de 2021.
- «Fracking, studio su Science rilancia i timori: Causati decine di terremoti in Oklahoma.» (http://www.repubblica.it/scienze/2014/07/03/news/fracking_terremoti_scienze-90633236/?ref=HREC1-30) Consultado el 06/07/2014 (en italiano)
- «Frequently Asked Questions» (https://web.archive.org/web/20060526133051/http://seismo.berkeley.edu/seismo/faq/nuke_2.html). Archivado desde el original (http://seismo.berkeley.edu/seismo/faq/nuke_2.html) el 26 de mayo de 2006.
- «Alsos: Nuclear Explosions and Earthquakes: The Parted Veil» (<https://web.archive.org/web/20120310191337/http://alsos.wlu.edu/informat ion.aspx?id=2017>). Archivado desde el

- original (<http://alsos.wlu.edu/information.aspx?id=2017>) el 10 de marzo de 2012. Consultado el 7 de julio de 2014.
11. «Copia archivada» (https://web.archive.org/web/20110517213950/http://www.inforiesgos.es/es/recomendaciones/r_naturales/r_terremotos/index.html?b=y&en=%2Fes%2Friesgos%2Fsituacion%2Fterremotos%2Findex.html). Archivado desde el original (http://www.inforiesgos.es/es/recomendaciones/r_naturales/r_terremotos/index.html?b=y&en=%2Fes%2Friesgos%2Fsituacion%2Fterremotos%2Findex.html) el 17 de mayo de 2011. Consultado el 18 de enero de 2020.
 12. Existen actualmente menos medidas preventivas contra terremotos en la construcción respecto de fachadas y cubiertas, que con respecto de las estructuras de los edificios.
 13. http://www.subtel.gob.cl/subtel_emergencias/index.html
 14. Ludwin, Ruth. Earthquake Prediction (https://web.archive.org/web/20091007165545/http://www.geophys.washington.edu/SEIS/PNSN/INFO_GENERAL/eq_prediction.html), U.S. Geological Survey.
 15. Científicos chilenos encuentran relación entre campos magnéticos y sismos (<http://www.uchile.cl/noticias/142058/cientificos-chilenos-relacionan-campos-magneticos-y-sismos>), *Universidad de Chile*, 27 de marzo de 2018.
 16. Expert: Earthquakes Hard To Predict (<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=102804333>). All Things Considered, 6 de abril de 2009.
 17. Knopoff, L. (1999). *Earthquake Prediction: The Scientific Challenge*, Proceedings of the National Academy of Sciences, pág. 3720, ISBN 0-309-05837-6
 18. Scientist Says Aftershocks Impossible to Predict (<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=90694392>). All Things Considered, 21 de mayo de 2008.
 19. «El terremoto de Valdivia (Chile), del 21 y 22 de mayo de 1960» (<http://www.angelfire.com/nt/terremotoValdivia>), artículo en el sitio web *Angelfire.com*, consultado el 23 de agosto de 2010.
 20. «Recuerda el mundo el mayor seísmo de la historia» (http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_noti=284479&tabla=notas), artículo de Demian Magallán en el periódico *El Universal* (México, D. F.); consultado el 18 de agosto de 2010.
 21. Precedido por el terremoto el 21 de mayo de 1960 de 7,7 de magnitud cerca de la ciudad de Concepción (unos cientos de km más al norte), es el seísmo de mayor magnitud registrado en la historia. El terremoto de Valdivia tuvo una magnitud de 9,5 M_W . Hubo 2 millones de damnificados. Valdivia se hundió 4 m bajo el nivel del mar y provocó la erupción del volcán Puyehue. El sismo fue percibido en gran parte del Cono Sur y en diferentes partes del planeta debido al tsunami que se propagó por todo el océano Pacífico, llegando hasta Hawái y Japón, a miles de kilómetros de distancia.
 22. EMSC-CSEM Information (<http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=1974>) Magnitude 9.3 - Off the West Coast of Northern Sumatra. (en inglés)
 23. El tsunami generado por el sismo afectó Sri Lanka, islas Maldivas, India, Tailandia, Malasia, Bangladesh, Indonesia y Myanmar/Birmania.
 24. «Historic world earthquakes» (https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/states/events/1964_03_28.php), artículo en inglés en el sitio web Earthquake Hazards Program (<https://earthquake.usgs.gov>), consultado el 11 de octubre de 2010.
 25. El levantamiento del suelo en el continente llegó a 11,5 m, siendo aún mayor en las islas Aleutianas, alcanzando los 15 m en la isla Montague.
 26. «Significant earthquakes: magnitude 9.0, near the east coast of Honshu, Japan» (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/usc0001xgp>), artículo en inglés en el sitio web U.S. Geological Survey Earthquake Hazards Program (<https://earthquake.usgs.gov/>), consultado el 14 de marzo de 2011.
 27. Provocó un tsunami que llegó a Japón aproximadamente 15 minutos después del sismo, con alturas entre 4 y 0,5 m. El maremoto alcanzó las costas de Rusia, Taiwán, islas Midway, Hawái (0,5 m), California y México. El terremoto fue tan intenso que causó que el eje de la Tierra se moviera 10 cm. Se registró primero como magnitud 8,4 M_W , después como 8,9 M_W , y finalmente, tras nuevos cálculos, la intensidad ha sido estimada en magnitud 9,0 M_W .

28. «Historic earthquakes: Kamchatka» (https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/events/1952_11_04.php), artículo en inglés en el sitio web U.S. Geological Survey Earthquake Hazards Program (<https://earthquake.usgs.gov/>), consultado el 4 de octubre de 2010.
29. Archivado (https://web.archive.org/web/20120110110738/http://wcatwc.arh.noaa.gov/web_tsus/19521104/19521104.htm) el 10 de enero de 2012 en Wayback Machine., artículo en inglés en el sitio web West Coast and Alaska Tsunami Warning Center (<http://wcatwc.arh.noaa.gov/>), consultado el 4 de octubre de 2010.
30. Produjo un tsunami de hasta 3 m, que alcanzó con muy escasa altura las islas Midway, Cocos, Hawái, Alaska y California, a unos 3000 km de distancia del epicentro. Produjo daños materiales estimados entre 0,8 y 1 millón de dólares estadounidenses.
31. «1952 Kamchatka Península tsunami» (<http://www.ess.washington.edu/tsunami/general/historic/kamchatka52.html>), artículo en inglés en el sitio web de la Earth and Space Sciences at the University of Washington (<http://www.ess.washington.edu/>), consultado el 4 de octubre de 2010.
32. «Historic earthquakes: Arica, Perú (now Chile)» (https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/events/1868_08_13.php), artículo en inglés en el sitio web U. S. Geological Survey Earthquake Hazards Program (<https://earthquake.usgs.gov/>), consultado el 23 de agosto de 2010.
33. No solo causó enormes daños en América del Sur. En Nueva Zelanda, un tsunami de 7 m afectó a las comunidades maoríes, siendo especialmente dañino en la isla Chatham.
34. El primer epicentro fue en el mar, 150 km al norte de Concepción, en el sector costero de la provincia de Cobquecura, y el segundo en el mar frente a Iloca. Fue percibido entre las regiones de Antofagasta y Los Lagos. Se sintió durante 3:50 min en Concepción. El tsunami que se produjo a causa del sismo afectó gran parte de la costa de la región del Maule, Biobío y el archipiélago Juan Fernández. Localidades costeras prácticamente desaparecidas que requerirán una planificación urbanística total para su reconstrucción. Los servicios básicos se demoraron de 3 a 80 días en ser repuestos. El terremoto dejó a miles de personas viviendo en carpas. Decenas de edificios fueron declarados inhabitables en los centros más poblados de las ciudades de Concepción y Santiago. El 80% de las iglesias de la zona afectada deberán ser reconstruidas. El terremoto provocó que el eje de la tierra se desplazara aproximadamente 8 cm, acortando el día 1,26 microsegundos.
35. «Informe del sismo» (<http://ssn.dgf.uchile.cl/evnts/sensibles/2010/02/20100227063428.html>) escala oficial de los lugares donde se sintió el sismo.
36. Hay un cuarto de millón de damnificados, aunque la ONEMI (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior) los estima en 2 millones.
37. «El terremoto de Chile cambió el eje de la Tierra» (https://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2010/03/100302_terremoto_eje_men.shtml). *BBC News*. marzo de 2010.
38. Según Earthquake.usgs.gov (https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_mag_big.php)
39. El terremoto causó daños en varias ciudades costeras, entre ellas Tumaco y Esmeraldas. Este terremoto también causó un tsunami destructor con olas de hasta 5 metros de altura que causaron daños en la costa y se percibieron —con poca intensidad— en Hawái y Japón.
40. «Historic earthquakes: Near the Coast of Peru» (https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/2001/2001_06_23.php), artículo en inglés en el sitio web U. S. Geological Survey Earthquake Hazards Program (<https://earthquake.usgs.gov/>)

Otras referencias





- Cova, F., & Rincón, P. (2010). El terremoto y tsunami del 27-F y sus efectos en la salud mental. *Terapia Psicológica*, 28(2), 179-185.

- Solares, J. M. M., & de la Torre, Fernando Rodríguez. (2001). Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 de noviembre de 1755)

Bibliografía

- M. Gascón *et al.* Vientos, Terremotos, Tsunamis y otras catástrofes naturales. Historia y casos latinoamericanos. Editorial Biblos. Buenos Aires, 2005. 159 pp. ISBN 950 786 498 9.

Enlaces externos

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una galería multimedia sobre **seísmos**.
-  [Wikcionario](#) tiene definiciones y otra información sobre **terremoto**.
-  [Wikinoticias](#) tiene noticias relacionadas con **Terremoto**.
-  [Wikiquote](#) alberga frases célebres de o sobre **Terremoto**.
- [Protección Civil](https://web.archive.org/web/20050408041738/http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Emergencias/Sismos.htm) (<https://web.archive.org/web/20050408041738/http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Emergencias/Sismos.htm>)
- [European-Mediterranean Seismological Centre](http://www.emsc-csem.org/#2) (<http://www.emsc-csem.org/#2>)
- [Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica \(IAEE\)](http://www.iaee.or.jp/index.html) (<http://www.iaee.or.jp/index.html>)
- [Asociación Española de Ingeniería Sísmica \(AEIS\)](http://www.aeis-sismica.es/) (<http://www.aeis-sismica.es/>)
- [Eurocódigo 8: Provisiones de diseño para sismo-resistencia de estructuras](http://iisee.kiken.go.jp/worldlist/59_Eurocode8/59_Eurocode8_Cover.pdf) (http://iisee.kiken.go.jp/worldlist/59_Eurocode8/59_Eurocode8_Cover.pdf)
- [¿Cómo son Localizados los Terremotos?](http://www.iris.edu/hq/files/publications/brochures_onepagers/doc/SpOnePager6.pdf) (http://www.iris.edu/hq/files/publications/brochures_onepagers/doc/SpOnePager6.pdf)
- [Enciclopedia electrónica de sismos](http://www.scec.org/e3/index.php) (<http://www.scec.org/e3/index.php>) (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial (https://web.archive.org/web/*/http://www.scec.org/e3/index.php), la primera versión (<https://web.archive.org/web/1/http://www.scec.org/e3/index.php>) y la última (<https://web.archive.org/web/2/http://www.scec.org/e3/index.php>)).
- [Actividad sísmica mundial en tiempo real - GFZ Potsdam](https://web.archive.org/web/20080211112024/http://geofon.gfz-potsdam.de/db/eqinfo.php) (también en formato RSS) (<https://web.archive.org/web/20080211112024/http://geofon.gfz-potsdam.de/db/eqinfo.php>)
- [Memoria chilena](https://web.archive.org/web/20070324140939/http://www.memoriachilena.cl/mchilena01/catalogo/resultado.asp?text1=terremotos&fecha1=0&fecha2=3000&t0=1&t1=1&t2=1&campo=0&t3=1) (<https://web.archive.org/web/20070324140939/http://www.memoriachilena.cl/mchilena01/catalogo/resultado.asp?text1=terremotos&fecha1=0&fecha2=3000&t0=1&t1=1&t2=1&campo=0&t3=1>)
- [Información sobre los últimos terremotos en España](https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-area-sismicidad) (<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-area-sismicidad>)
- [Mapa de terremotos en España](https://www.geamap.com/es/sismologia-espana) (<https://www.geamap.com/es/sismologia-espana>)
- [Servicio Sismológico de Mendoza - Argentina](https://web.archive.org/web/20150814223123/http://sismos.cricyt.edu.ar/) (<https://web.archive.org/web/20150814223123/http://sismos.cricyt.edu.ar/>)
- [Servicio Sismológico Nacional UNAM - México](http://www.ssn.unam.mx/) (<http://www.ssn.unam.mx/>)
- [Búsqueda y rescate con perros en estructuras colapsadas](https://web.archive.org/web/20130118124727/http://www.rescateanino.com/) (<https://web.archive.org/web/20130118124727/http://www.rescateanino.com/>)
- [Información sobre la seguridad contra terremotos](http://www.terremotos.org) (<http://www.terremotos.org>)
- [Centro Regional de Sismología para América del Sur](https://web.archive.org/web/20071008110307/http://www.ceresis.org/new/es/index.html) (<https://web.archive.org/web/20071008110307/http://www.ceresis.org/new/es/index.html>)
- [Observatorio Sismológico del Suroccidente - Colombia \(OSSO\)](http://osso.univalle.edu.co/) (<http://osso.univalle.edu.co/>)
- [Websismo, página de divulgación - España \(CSIC\)](http://www.websismo.csic.es/websismo.html) (<http://www.websismo.csic.es/websismo.html>)
- [Mapa interactivo con los últimos terremotos en el mundo](https://geamap.com/terremotos) (<https://geamap.com/terremotos>)
- [Los efectos en España del terremoto de Lisboa \(1 de noviembre de 1755\)](http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=197581) (<http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=197581>)
- [Ayuda para Nepal](https://www.unicef.es/terremoto-nepal) (<https://www.unicef.es/terremoto-nepal>)

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Terremoto&oldid=151587206>»

