

SISMOLOGIA

Es la ciencia que estudia los terremotos. Implica la observación de las vibraciones naturales del terreno y de las señales sísmicas generadas de forma artificial, con muchas ramificaciones teóricas y prácticas. Como rama de la geofísica, la sismología ha aportado contribuciones esenciales a la comprensión de la tectónica de placas, la estructura del interior de la Tierra, la predicción de terremotos y es una técnica valiosa en la búsqueda de minerales.

La investigación sismológica básica se concentra en la mejor comprensión del origen y propagación de los terremotos y de la estructura interna de la Tierra. Según la teoría elástica del rebote, la tensión acumulada durante muchos años se libera de manera brusca en forma de vibraciones sísmicas intensas por movimientos de las fallas.

Terremoto o sismo: Sacudida o movimiento brusco de la corteza terrestre, que tiene su origen a una cierta profundidad en un punto llamado foco o hipocentro, generando ondas mecánicas, llamadas sísmicas, que se propagan en la superficie con una intensidad tanto menor cuanto mayor sea la distancia respecto del epicentro.

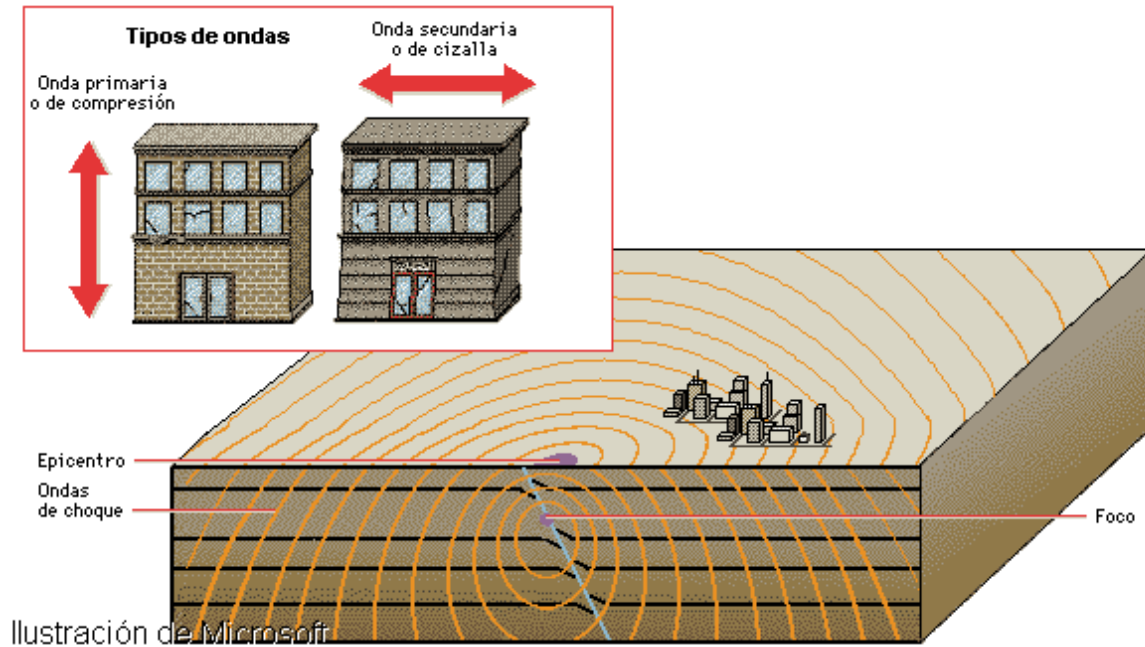
Fenómenos sísmicos

Ondas:

La deformación de los materiales rocosos produce distintos tipos de ondas sísmicas. Un deslizamiento súbito a lo largo de una falla, por ejemplo, produce ondas longitudinales de empuje–tiro (P) y transversales de cizalla (S). Los trenes de ondas P, de compresión, establecidos por un empuje (o tiro) en la dirección de propagación de la onda, causan sacudidas de atrás hacia adelante en las formaciones de superficie. Los desplazamientos bruscos de cizalla se mueven a través de los materiales con una velocidad de onda menor al agitarse los planos de arriba a abajo.

Cuando las ondas P y S encuentran un límite, como la discontinuidad de Mohorovicic (Moho), que yace entre la corteza y el manto de la Tierra, se reflejan, refractan y transmiten en parte y se dividen en algunos otros tipos de ondas que atraviesan la Tierra. Los intervalos de propagación dependen de los cambios en las velocidades de compresión y de onda S al atravesar materiales con distintas propiedades elásticas. Las rocas graníticas corticales muestran velocidades típicas de onda P de 6 km/s, mientras que las rocas subyacentes máficas y ultramáficas (rocas oscuras con contenidos crecientes de magnesio y hierro) presentan velocidades de 7 y 8 km/s respectivamente.

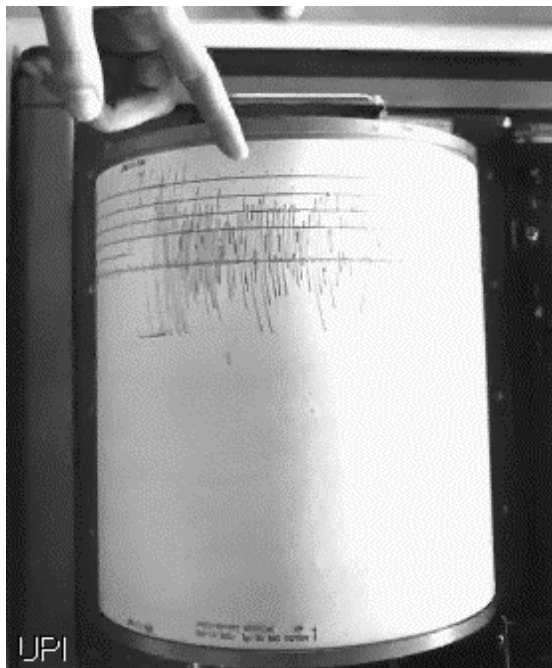
Además de las ondas P y S –ondas de volumen o cuerpo–, hay dos ondas de superficie, ondas Love, llamadas así por el geofísico británico Augustus E. H. Love, que producen movimientos horizontales del suelo y las ondas Rayleigh, por el físico británico John Rayleigh, que producen movimientos verticales y son conocidas como ondas R. Estas ondas viajan a gran velocidad y su propagación se produce sobre la superficie de la Tierra.



Hipocentro: Punto en el interior de la corteza terrestre donde tiene origen un terremoto

Epicentro: Centro superficial del área de perturbación de un fenómeno sísmico, que cae sobre el hipocentro

Medios de estudio



Las ondas sísmicas longitudinales, transversales y superficiales provocan vibraciones allí donde alcanzan la superficie terrestre. Los instrumentos sísmicos están diseñados para detectar estos movimientos con métodos electromagnéticos u ópticos. Los instrumentos principales, llamados sismógrafos, se han perfeccionado tras el desarrollo por el alemán Emil Wiechert de un sismógrafo horizontal, a finales del siglo XIX.

Algunos instrumentos, como el sismómetro electromagnético de péndulo, emplean registros electromagnéticos, esto es, la tensión inducida pasa por un amplificador eléctrico a un galvanómetro. Los registradores fotográficos barren a gran velocidad una película dejando marcas del movimiento en función del tiempo. Las ondas de refracción y de reflexión suelen grabarse en cintas magnéticas que permiten su uso en los análisis por ordenador.

Los sismógrafos de tensión emplean medidas electrónicas del cambio de la distancia entre dos columnas de hormigón separadas por unos 30 m. Pueden detectar respuestas de compresión y extensión en el suelo durante las vibraciones sísmicas. El sismógrafo lineal de tensión de Benioff detecta tensiones relacionadas con los procesos tectónicos asociados a la propagación de las ondas sísmicas y a los movimientos periódicos, o de marea, de la Tierra sólida. Invenciones aún más recientes incluyen los sismógrafos de rotación, los inclinómetros, los sismógrafos de banda ancha y periodo largo y los sismógrafos del fondo oceánico.

Hay sismógrafos de características similares desplegados en estaciones de todo el mundo para registrar señales de terremotos y de explosiones nucleares subterráneas. La Red Sismográfica Estándar Mundial engloba unas 125 estaciones.

Aplicaciones de la sismología

La investigación sismológica básica se concentra en la mejor comprensión del origen y propagación de los terremotos y de la estructura interna de la Tierra. Según la teoría elástica del rebote, la tensión acumulada durante muchos años se libera de manera brusca en forma de vibraciones sísmicas intensas por movimientos de las fallas.

Los temblores fuertes pueden, en segundos, reducir a escombros las estructuras de los edificios; por esto los geólogos e ingenieros consideran diversos factores relacionados con los sismos en el diseño de las construcciones, porque los diques, las plantas de energía nuclear, los depósitos de almacenamiento de basuras, las carreteras, los silos de misiles, los edificios y otras estructuras construidas en regiones sismogénicas, deben ser capaces de soportar movimientos del terreno con máximos estipulados.

Los métodos sísmicos de prospección utilizan explosivos para generar ondas sísmicas artificiales en puntos determinados; en otros lugares, usando geófonos y otros instrumentos, se determina el momento de llegada de la energía refractada o reflejada por las discontinuidades en las formaciones rocosas. Estas técnicas producen perfiles sísmicos de refracción o de reflexión, según el tipo de fenómeno registrado. En las prospecciones sísmicas de petróleo, las técnicas avanzadas de generación de señal se combinan con sistemas sofisticados de registro digital y de cinta magnética para un mejor análisis de los datos. Algunos de los métodos más avanzados de investigación sísmica se usan en la búsqueda de petróleo.

El perfilado sísmico de reflexión, desarrollado en la década de 1940 para la exploración petrolera, ha sido utilizado en los últimos años en investigación básica. En la actualidad hay programas destinados a descifrar la estructura de la corteza continental oculta que han usado esta técnica para sondear rocas a decenas de kilómetros de profundidad; con ellos se resuelven muchos de los enigmas sobre el origen y la historia de determinados puntos de la corteza terrestre. Entre los grandes descubrimientos obtenidos destaca una falla casi horizontal con más de 200 km de desplazamiento. Esta estructura, situada en el sur de los Apalaches de Georgia y de Carolina del Sur, representa la superficie a lo largo de la cual una capa de roca cristalina se introdujo en rocas sedimentarias como resultado de la colisión gradual entre América del Norte y África durante el pérmico, hace 250 millones de años.

Investigaciones llevadas a cabo en el mar del Norte, al norte de Escocia, han trazado estructuras aún más profundas, algunas se extienden bajo la corteza, dentro del manto terrestre, a casi 110 km de

profundidad.

Escalas de intensidad

Escala de Mercalli	Escala de Richter
I. Casi nadie lo ha sentido.	2,5 En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.
II. Muy pocas personas lo han sentido.	3,5 Sentido por mucha gente.
III. Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	
IV. Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	
V. Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.	
VI. Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	4,5 Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
VII. Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	
VIII. Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.	6,0 Terremoto destructivo.
IX. Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.	
X. Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	7,0 Terremoto importante.
XI. Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.	8,0 Grandes terremotos.
XII. Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo. Los edificios se vuelven y voltean.	9,0 o más

Los sismólogos han diseñado dos escalas de medida para poder describir de forma cuantitativa los terremotos. Una es la escala de Richter –nombre del sismólogo estadounidense Charles Francis Richter– que mide la energía liberada en el foco de un sismo. Es una escala logarítmica con valores entre 1 y 9; un temblor de magnitud 7 es diez veces más fuerte que uno de magnitud 6, cien veces más que otro de magnitud 5, mil veces más que uno de magnitud 4 y de este modo en casos análogos. Se estima que al año se producen en el mundo unos 800 terremotos con magnitudes entre 5 y 6, unos 50.000 con magnitudes entre 3 y 4, y sólo 1 con magnitud entre 8 y 9. En teoría, la escala de Richter no tiene cota máxima, pero hasta 1979 se creía que el sismo más poderoso posible tendría magnitud 8,5. Sin embargo, desde entonces, los progresos en las técnicas de medidas sísmicas han permitido a los sismólogos redefinir la escala; hoy se considera 9,5 el límite práctico.

La otra escala, introducida al comienzo del siglo XX por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli, mide la intensidad de un temblor con gradaciones entre I y XII. Puesto que los efectos sísmicos de superficie disminuyen con la distancia desde el foco, la medida Mercalli depende de la posición del sismógrafo. Una intensidad I se define como la de un suceso percibido por pocos, mientras que se asigna una intensidad XII a los eventos catastróficos que provocan destrucción total. Los temblores con intensidades entre II y III son casi equivalentes a los de magnitud entre 3 y 4 en la escala de Richter, mientras que los niveles XI y XII en la escala de Mercalli se pueden asociar a las magnitudes 8 y 9 en la escala de Richter.

Predicción de terremotos

Los intentos de predecir cuándo y dónde se producirán los terremotos han tenido cierto éxito en los últimos años. En la actualidad, China, Japón, la antigua Unión Soviética y Estados Unidos son los países que apoyan más estas investigaciones. En 1975, sismólogos chinos predijeron el sismo de magnitud 7,3 de Haicheng, y lograron evacuar a 90.000 residentes sólo dos días antes de que destruyera el 90% de los edificios de la ciudad. Una de las pistas que llevaron a esta predicción fue una serie de temblores de baja intensidad, llamados sacudidas precursoras, que empezaron a notarse cinco años antes. Otras pistas potenciales son la inclinación o el pandeo de las superficies de tierra y los cambios en

el campo magnético terrestre, en los niveles de agua de los pozos e incluso en el comportamiento de los animales. También hay un nuevo método en estudio basado en la medida del cambio de las tensiones sobre la corteza terrestre. Basándose en estos métodos, es posible pronosticar muchos terremotos, aunque estas predicciones no sean siempre acertadas.

Zonas de gran actividad sísmica:

A pesar de que se detectan todos los años muchas sacudidas en la corteza terrestre, solamente unas pocas alcanzan una magnitud considerable. Los lugares de más actividad sísmica están directamente relacionados con las zonas de bordes de placas. Los mayores índices de sismicidad corresponden a las zonas de Perú, Japón, Chile y N. Zelanda, aunque últimamente están de moda los terremotos en Turquía, cosa que es extraño, ya que desde hace ya mucho que se dan terremotos en esa zona, y hasta que no se asienten las placas que allí se mueven, los va a seguir habiendo.

Por la frecuencia de los temblores, se distinguen tres tipos de zonas:

- **Asísmicas** Los terremotos son excepcionales, como Australia.
- **Penisísmicas** Los terremotos no son frecuentes, pero tampoco es que no los haya nunca.
- **Sísmicas** Los terremotos en estas zonas son habituales, como el caso de la zona circunpácífica, donde se da el 80% de la energía sísmica que se produce anualmente. También hay una importante actividad sísmica en el sistema mundial de las dorsales oceánicas.

(Éste fue uno de los peores terremotos que ha asolado América; sucedió en Alaska, en 1964, y fue un 9,2 en la escala Richter.)

Este trabajo me ha sido muy interesante su desarrollo ya que conocí acerca de los fenómenos sísmicos y sus consecuencias. Con los conocimientos que se tienen hoy en día de la sismología, pueden predecir terremotos catastróficos, y poder evacuar a los habitantes de la región que se verá afectada, salvando así miles de vidas.

Gracias a las normas de construcción que rigen en Chile los temblores no siempre tienen la consecuencia que en otras partes ya que aquí todo lo que se construye es antisísmico. Sin embargo, aun en estos tiempos en las provincias y comunas de nuestro país prevalece la construcción provisoria y de adobe que son muy peligrosas en caso de un sismo fuerte.

He visto en la tele que una vez se construyó un puente antiterremotos, el cual, en caso de terremoto, estaba hecho de tales materiales que se movía y deformaba pero no se rompía. Pues bueno, hubo un terremoto y éste se movió tanto que los coches y personas que pasaban por él murieron. Fue una catástrofe, y se culpó a su constructor, pero yo creo que son las ideas como ésta las que algún día harán que los terremotos no sean nada comparado con lo que son ahora.

Bibliografía:

Enciclopedia Larousse

Enciclopedia Multimedia Microsoft Encarta 99

Allégre, Claude Las ira de la tierra

Asimov, Isaac Como descubrimos los terremotos

Clark, Signey La estructura de la tierra