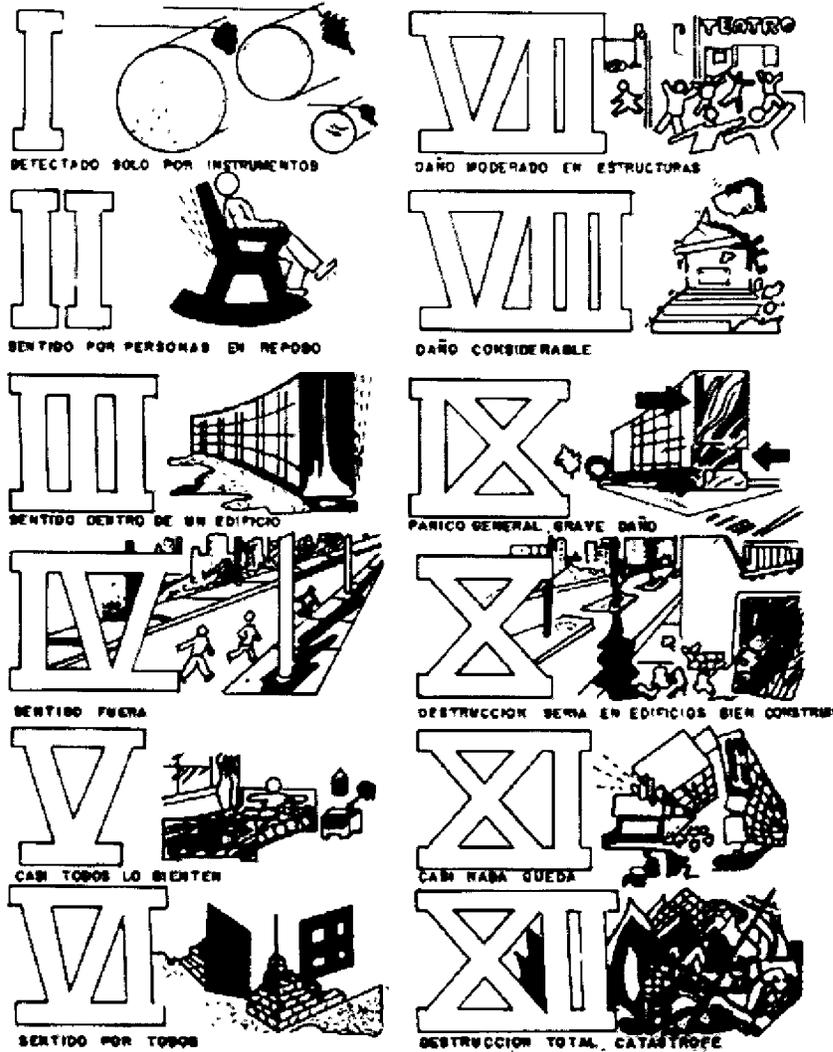


*V grado Mercalli: aceleración entre 10 y 20 Gal; sacudida sentida casi por todos; muchos despiertan. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etc. se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; objetos inestables caen. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Detención de relojes de péndulo.*

### ESCALA DE INTENSIDADES



**Figura 6. Escala de intensidad sísmica (Mercalli Modificada)**

*VI grado Mercalli: aceleración entre 20 y 35 Gal; sacudida sentida por todos; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio, pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.*

**VII grado Mercalli:** aceleración entre 35 y 60 Gal; advertida por todos. La gente huye hacia el exterior. Daño moderado sin importancia en estructuras de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas, daños considerables en las débiles o mal planeadas; ruptura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.

**VIII grado Mercalli:** aceleración entre 60 y 100 Gal; daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel de agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían carros de motor.

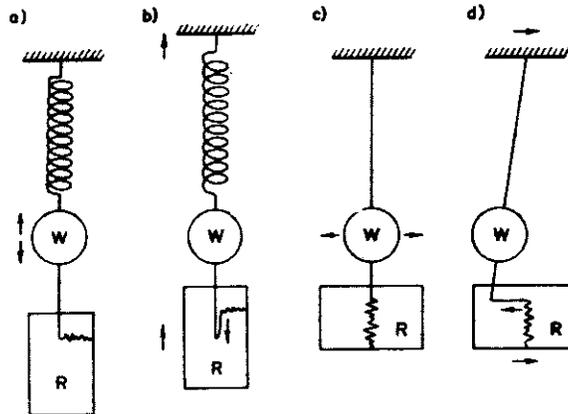
**IX grado Mercalli:** aceleración entre 100 y 250 Gal; daño considerable en estructuras de buen diseño; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen. Pánico general.

**X grado Mercalli:** aceleración entre 250 y 500 Gal; destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.

**XI grado Mercalli:** aceleración mayor a 500 Gal; casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.

**XII grado Mercalli:** destrucción total, ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel. Objetos lanzados al aire hacia arriba. Catástrofe.

A diferencia de la magnitud, un temblor produce varios grados de intensidad, la cual tiende a ser mayor en el área epicentral y disminuye con la distancia. El tamaño del sismo está relacionado con la intensidad máxima observada y el tamaño del área afectada. Aún cuando ésta es una forma subjetiva de medir los temblores, es muy útil ya que también da



**Figura 7.** Principios del péndulo

- péndulo vertical en "reposo" y
- en movimiento, registrando en R la relación entre el movimiento del suelo y la masa W
- péndulo horizontal en "reposo" y
- en movimiento.

información sobre las condiciones locales del terreno, calidad de la construcción y permite reconstruir la historia sísmica, pre-instrumental, de una región.

La Sismología depende de la observación continua y sistemática de los temblores, para ello se utilizan distintos tipos de instrumentos que miden el movimiento del suelo. Estos se conocen con el nombre genérico de sismómetros. Aún cuando su forma, tamaño y componentes (mecánicos o eléctricos) pueden variar, el principio de funcionamiento es el mismo, éste consiste en un péndulo que se observa en la Figura 7.

Al moverse el suelo, la masa tiende a permanecer en reposo, el sistema de registro amplifica por algún tipo de mecanismo el desplazamiento real del suelo y lo graba en papel, película fotográfica o en forma digital. Junto al sistema de registro hay un reloj que da la marca de tiempo.

Para estudiar la sismicidad de una región se utiliza un conjunto de sismómetros. Estos debidamente distribuidos y sincronizados forma una red sismográfica. La red está formada de estaciones remotas y la estación central. Las estaciones remotas funcionan automáticamente, y envían la señal a la estación central por algún sistema de comunicación: radio, línea telefónica, etc. En la estación central se sincronizan y graban las señales de todas las estaciones.

### **PRINCIPALES EVENTOS SÍSMICOS DEL SIGLO XX EN GUATEMALA**

A continuación presentamos un pequeño resumen de los principales eventos ocurridos en el presente siglo, indicando los parámetros más importantes y algunos comentarios de carácter macrosísmico.

#### **El terremoto de 1902:**

El día 18 de abril a las 20:23:50 hrs. ocurrió un sismo fuerte que ocasionó daños principalmente en Quetzaltenango y Sololá. Hubo reportes de aproximadamente 200 muertos, sin embargo es difícil pensar que un evento tan fuerte no cobrara más vidas. La magnitud del evento fue 7.5. Localización en 14.90 grados de latitud Norte, 91.50 grados de longitud Oeste, y 60 Km. de profundidad aproximadamente.

#### **El terremoto de 1913:**

El día 8 de marzo a las 08:55 hrs. tuvo como principal acontecimiento la destrucción de Cuitlapa, cabecera departamental de Santa Rosa, reportó muchas víctimas. Es importante mencionar que éste y otros eventos sucedidos en los fallamientos del Norte son de poca profundidad (5 a 6.5 Km.) y magnitud, lo que los hace ser muy locales y destruyen en un perímetro muy reducido del epicentro. No se tiene localización exacta del epicentro.

#### **Los terremotos de 1917 y 1918:**

Dos de los eventos famosos del presente siglo. En realidad no fueron dos sismos, sino una serie, posiblemente un enjambre, en el cual las condiciones se prestaron para reconocer estos dos eventos como los más importantes. Después de elaborar una consulta por varios meses al respecto, se puede definir la actividad de la siguiente forma:

El 27 de noviembre de 1917 se hizo sentir un fuerte evento en las proximidades de la capital, para ser exactos, sus más fuertes efectos se sintieron en el municipio de Villa Nueva, equivocadamente la población lo consideró parte de la actividad del volcán de Pacaya, que se encuentra próximo a esa población. Al parecer, un período de actividad del volcán sucedió en esas fechas. Según información de los diarios de la época, la actividad de continuó percibiendo en los días subsiguientes; hasta que el día 26 de diciembre a las 05:21:00 hrs. una gran liberación de energía tuvo lugar y destruyó en gran parte el centro de la capital y las proximidades. A esta le sucedió otra, un posible post-evento (aftershock, continuación de la liberación de la energía), a las 06:18:00. Este acontecimiento prácticamente libera de posibilidades volcánicas a la actividad, puesto que los eventos volcánicos están limitados a una decena de kilómetros debido a su superficialidad.

A pesar de la destrucción del edificio ocupado por el principal diario que en ese entonces existía (diario de Centro América), para principios de 1918 se pudo recuperar un poco de información, la cual nos reporta el fenómeno con la misma

intensidad en los alrededores a la capital (50 Km. por lo menos), lo que nos da como parámetro importante la superficie del evento. Se reportaron más de 250 personas muertas. El lógico pensar que posterior a estos dos eventos, tuvieron que darse una serie de microeventos para compensar el desplazamiento interno del terremoto ocurrido.

El 4 de enero de 1918, a las 04:30.10 y 04:32.25 hrs., dos nuevos eventos sacudieron la ciudad. El final de la fuerte actividad lo marcó el 24 de enero aproximadamente a las 07:30 hrs. Este último reportó bastantes daños, pero es lógico pensar que la ciudad había sufrido bastantes sacudidas; de tal manera que no se puede definir si el evento fué más o menos fuerte que los anteriores.

El 11 de enero de 1918 se hizo presente T. C. Morris, asistente en los trabajos de infraestructura en la zona del Canal de Panamá, quien obedeciendo órdenes superiores realizó un informe de lo observado; consideró de mucha importancia la opinión, puesto que la persona contaba con amplios conocimientos sobre construcción y define bien los daños a estructuras hechas de adobe y ladrillo, los cuales carecen de refuerzo y trabajan principalmente por gravedad.

De acuerdo a Morris, en su informe del 27 de febrero quien al parecer también tenía conocimientos sobre aspectos sismológicos, la actividad catalogada hasta ese entonces, de 9 grados de intensidad en la antigua escala de Rossi-Forel, fué definida por él de 5 grados en la misma escala, lo que implica 6 grados en la escala actual, aproximadamente (escala MM). No se tiene la localización exacta del hipocentro.

#### **El terremoto de 1942:**

El día 6 de agosto a las 23:36.98 hrs. se registró el terremoto de mayor magnitud hasta la fecha  $M_s = 8.3$ . Tuvo localización en 13.9 grados latitud Norte y 90.8 grados longitud Oeste. La profundidad fué de 60 Km. y causó los siguientes efectos:

#### **Departamento de Guatemala:**

- Amatitlán. 253 casas con daños leves, 99 destruidas y 196 con daños de consideración.
  - Villa Nueva. Paredes de algunas casas de algunas casas se derrumbaron, no se registraron muertos.
  - San Pedro Sacatepéquez. Ligeros daños en edificios.
  - San Juan Sacatepéquez. Edificios municipales y varias casas con desperfectos.
- El resto de los municipios lo sintió, pero no se registraron problemas.

#### **Departamento de Sacatepéquez:**

- Palacio de Los Capitanes Generales, algunos templos católicos y casas particulares sufrieron desperfectos de poca consideración, derrumbes en la carretera entre la capital y la ciudad de Antigua Guatemala.

#### **Departamento de Chimaltenango:**

- En la cabecera departamental, edificios públicos y privados sufrieron desperfectos.
- En los municipios de Comalapa, Tecpán y Patzicía, varios edificios y casas destruidas, algunos muertos. Acatenango prácticamente fué destruida, hubo bastantes muertos. En el resto de los municipios ligeros daños materiales fueron reportados.

#### **Departamento de San Marcos:**

- En la cabecera departamental se dañaron varios edificios públicos, el resto de los municipios lo sintieron pero no reportaron daños.

#### **Departamento de Totonicapán:**

Daños ligeros en casas, fué sentido en así todos los municipios.

#### **Departamento de El Quiché:**

Daños ligeros en casas, fué sentido en casi todos los municipios.

#### **Departamento de Sololá:**

Daños ligeros en casas, fué sentido en casi todos los municipios.

*Departamento de Escuintla:*  
Varios edificios, entre ellos la Jefatura de Policía y varias casas fueron destruidos, no se reportaron muertos.

*Departamento de Huehuetenango:*  
Se sintió fuerte.

*En los departamentos de Santa Rosa, Chiquimula, Alta y Baja Verapaz, se reportaron pocos daños materiales, pero fué sensible en casi todos los municipios.*

**El terremoto de 1959:**

*Se registró el día 20 de febrero a las 18:16.33 hrs. Puede ser considerado como uno de los eventos destructores más al Norte del territorio nacional, tuvo localización en 15.94 grados latitud Norte y 90.59 grados longitud Oeste, la profundidad fué de 48 Km. El evento presentó los estragos más importantes en la población de Ixcán, departamento de El Quiché.*

**El terremoto de 1976:**

*Al hablar de grandes terremotos en Guatemala, las mediciones matemáticas indican que el evento de 1942 ha sido el de mayor cantidad de liberación de energía en lo que va del siglo, sin embargo, no ha sido el más destructor. Posiblemente por la ubicación del evento y la menor población existente en la época influyeron en ello.*

*El evento que más estragos ha causado en el presente siglo es sin duda el terremoto de 1976. Fué registrado el día 4 de febrero a las 03:03.33 hrs., localizado en 15.32 grados latitud Norte y 89.10 grados longitud Oeste, de características superficiales, alrededor de 5 Km. de profundidad y magnitud Ms= 7.5 grados.*

*Los efectos de la ruptura fueron desastrosos, se registraron mediciones de desplazamiento horizontal de más de 3.00 m. en algunas partes a lo largo de la falla, se crearon aceleraciones muy altas que ocasionaron la destrucción de miles de viviendas en las zonas adyacentes, incluyendo el valle de la ciudad capital, se registraron cerca de 25,000 muertos y 75,000 heridos y aunque no se fijaron cifras exactas, se calcula que las pérdidas excedieron un mil doscientos cincuenta mil millones de dólares estadounidenses (Espinoza, 1976). Activación del sistema de fallas de Mixco.*

**El terremoto de Uspantán en 1985:**

*Registrado el 11 de octubre a las 03:39.17 hrs. Se considera este evento importante por haber destruido una ciudad casi por completo, característico de los fallamientos del Norte, fué superficial (5 Km de profundidad), localizado en 15.3 grados latitud Norte y 90.9 grados longitud Oeste, magnitud Ms = 5.0 grados; posiblemente el evento de menor magnitud con efectos destructores en el presente siglo.*

**El terremoto de Pochuta en 1991:**

*El 18 de septiembre a las 03:48:13 se produjo un evento sísmico superficial de 5.3 grados de magnitud, en la región Sur-Oeste de Chimaltenango, lo cual causó destrozos de por lo menos el 80% de la población de San Miguel Pochuta, registrándose una intensidad máxima de VII MM. en la zona de mayor desastre. Posterior al evento principal se desarrolló un enjambre sísmico que en las primeras 24 horas registró por lo menos 436 réplicas que oscilaron entre 0.6 y 4.0 grados de magnitud (Mc) detectados por la Red Sismográfica Nacional.*

*Debe tomarse en consideración que en su mayor parte los destrozos fueron ocasionados debido a la mala construcción de las viviendas del lugar (en su mayoría construcciones de adobe), efectos posteriores fueron agregados con el bloqueo de los ríos El Jiole y Nicán por la gran cantidad de derrumbes ocurridos (correntadas de lodo) a los alrededores debido a la composición geológica existente.*

*El saldo final fué de 25 personas muertas, 185 con heridas de consideración y 2,300 viviendas destruidas aproximadamente (Dato obtenido del informe de datos del Comité Nacional de Emergencia -CONE-).*

Los parámetros básicos del evento principal obtenidos con la red son los siguientes:

- tiempo origen: 03:48:13  
- epicentro: 14 °24.12'N, 91 °03.06'W  
- profundidad focal: 32 Km.  
- magnitud: 5.3 Mc (INSIVUMEH)  
- máxima intensidad: VII M. M.

**El terremoto de Tukurú de 1995:**

El 19 de diciembre a las 14:56:06 se registró un sismo de magnitud  $M_l=5.3$  en la escala de Richter, localizado en 15.301 °N y 90.154 °W a una profundidad de 10 Km. Murió una persona y varias más resultaron heridas por derrumbes. Se reportaron algunas casas dañadas en San Miguel Tukurú y Tamahú, también hubo varios deslizamientos de tierra en la región epicentral. La máxima intensidad reportada fue IV (Cobán, Alta Verapaz) y fue sensible en la Ciudad Capital, con intensidad III.

**El sismo del 10 de enero de 1998:**

El 10 de enero a las 02:20:10 se produjo un sismo de magnitud 5.8 Mc en la Escala de Richter. Este evento inició una serie de réplicas que se extendió hasta el 20 de enero.

El evento principal fue seguido de otro, de menor magnitud, a las 02:37:31 hrs. la magnitud de este evento fue de 4.4 Mc en la Escala de Richter.

Todos los eventos sísmicos tuvieron sus epicentros en la zona de subducción, frente a las costas de Retalhuleu y Suchitepéquez. Esta actividad produjo aproximadamente 600 sismos entre el 10 y el 12 de enero, de los cuales 24 fueron reportados como sensibles. Hasta el 20 de enero se reportaron 35 sismos sensibles, con magnitudes entre los 3.3 Mc y 5.8 Mc grados en la Escala de Richter.

Este enjambre sísmico produjo daños en Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Escuintla y la Ciudad Capital. También fue sensible en Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Santa Rosa; Tapachula, México; y en El Salvador.

El reporte de daños de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres —CONRED— indica que hubo 4 personas heridas, 520 personas afectadas por la destrucción de viviendas, 5 casas afectadas severamente, 1 moderadamente dañada y 20 con daños menores; hubo 8 derrumbes, 1 incendio y algunos postes cayeron.

Los parámetros básicos de los eventos principales son los siguientes:

-tiempo origen: 02:20:10.7  
-epicentro: 14 °00.13'N, 91 °45.60'W  
-profundidad focal: 33 Km.  
-magnitud: 5.8 Mc (INSIVUMEH)  
-máxima intensidad: VII M. M.

-tiempo origen: 02:37:31.7  
-epicentro: 14 °14.94'N, 90 °57.12'W  
-profundidad focal: 33 Km.  
-magnitud: 4.4 Mc (INSIVUMEH)  
-máxima intensidad: VI M. M.

Posteriormente, el 2 de marzo a las 20:24:46 hrs. se produjo un sismo de magnitud 5.6 Mc en la Escala de Richter. Después de una serie de réplicas, se registró un segundo evento de magnitud 4.8 Mc en la Escala de Richter, a las 22:18:19 hrs. Nuevamente esta serie de sismos tuvo como área epicentral, la zona de subducción frente a las costas de Retalhuleu y Suchitepéquez.

Esta Actividad continuó hasta el 7 de marzo y produjo aproximadamente 400 sismos, de los cuales se reportaron 11 como sensibles, con magnitudes entre 3.5 Mc y 5.6 Mc en la Escala de Richter; y aunque no hubo reporte de pérdidas humanas, si hubo daños materiales en Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, San

*Marcos y la Ciudad Capital. También fué sensible en Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Escuintla y Tapachula, México.*

*Los parámetros básicos de los eventos principales son los siguientes:*

*-tiempo origen: 20:24:46.0 (local)  
-epicentro: 13 °52.92'N, 91 °52.38'W  
-profundidad focal: 33 Km.  
-magnitud: 5.6 Mc (INSIVUMEH)  
-máxima intensidad: V M. M.*

*-tiempo origen: 22:17:19.3 (local)  
-epicentro: 13 °59.76'N, 90 °48.54'W  
-profundidad focal: 33 Km.  
-magnitud: 4.8 Mc (INSIVUMEH)  
-máxima intensidad: III M. M.*

**GRANDES TERREMOTOS A TRAVES DE LA HISTORIA**

<i>año</i>	<i>lugar</i>	<i>víctimas</i>
586	Corinto, Grecia	45,000
1038	Shansi, China	23,000
1268	Sicilia, Asia Menor	60,000
1290	Chihli, China	100,000
1293	Kamakura, Japón	30,000
1531	Lisboa, Portugal	30,000
1556	Shensi, China	830,000
1693	Catania, Sicilia (erupción del Etna)	60,000
1737	Calcuta, India	830,000
1755	Persia	40,000
1783	Calabria y Sicilia	50,000
1797	Ecuador y Perú	41,000
1822	Aleppo, Siria	22,000
1828	Echigo, Japón	30,000
1861	Argentina (Provincia de Mendoza)	10,000
1875	Colombia y Venezuela	16,000
1897	Asam, India	1,500
1898	Japón (con marejada)	22,000
1906	San Francisco, Estados Unidos 250 millones en pérdidas	600
1907	Kingston, Jamaica	1,400
1920	Kansu, China	130,000
1923	Japón (Costas del Pacífico)	100,000
1932	Kansu, China	70,000
1935	Pakistán	70,000
1939	Chillán, Chile	10,000
1939	Erxigan, Persia	23,000
1944	San Juan, Argentina	10,000
1949	Ecuador (Ambato y otras poblaciones)	6,000
1950	Pakistán	25,000
1951	Jucuapa Chinameca, El Salvador	400
1954	Argelia	1,500
1955	Filipinas	432
1956	Afganistán	2,000
1957	Irán	25,000
1960	Arequipa y poblaciones vecinas de Perú	148
1960	Agadir, Marruecos	12
1963	Libia	300
1964	Taiwan	100

1972	Managua, Nicaragua	10,000
1975	Haicheng, China... predicción por método de observación chino	0
1976	Guatemala, 1,250 millones en pérdidas	25,000
1976	Tangshan, China	500,000 a 750,000
1985	Guerrero, México	dato no disponible
1986	San Salvador, El Salvador	dato no disponible
1988	Armenia	25,000
1990	Irán	40,000
1990	Filipinas	1,641
1991	Afganistán / Paquistán	más de 1,500
1991	India	1,500
1992	Turquía	653
1992	El Cairo, Egipto	552
1992	Flores, Indonesia	más de 2,000
1993	India	7,601
1994	Colombia	600
1994	Argelia	171
1995	Kobe, Japón	6,424
1995	Rusia	1,841
1997	Irán	1,100
1997	Irán	más de 2,400

## GLOSARIO

**Falla:** Es una fractura en las rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento por lo menos en los últimos 10,000 años.

**Terremoto:** Cualquier movimiento sísmico que produce daños de importancia, y pérdidas humanas.

**Tsunami (maremoto):** Es el resultado del movimiento sísmico del fondo oceánico transmitido a la masa del agua, produciendo las olas sísmicas marinas.

**Latitud:** Distancia medida hacia el Norte o el Sur, respecto al paralelo 0 (cero) -Ecuador-, expresada generalmente en grados y minutos.

**Longitud:** Distancia medida hacia el Este o el Oeste, respecto al Meridiano de Greenwich, expresada generalmente en grados y minutos.

**Hipocentro o foco:** Es el punto del interior de la Tierra de donde se origina la onda sísmica, y se localiza con latitud, longitud y profundidad.

**Epicentro:** Es el punto situado verticalmente encima del hipocentro, en la superficie de la Tierra, únicamente se representa por latitud y longitud.

**Distancia epicentral:** Es la distancia medida en línea recta entre el epicentro y la estación de observación.

**Tiempo de origen:** Es el instante en que el sismo se produce en el hipocentro.

**Tiempo de recorrido:** Es el lapso de tiempo desde que se origina el sismo, hasta el arribo de las ondas sísmicas al punto de observación.

**Sismómetro:** Instrumento mecánico o electrónico que detecta el movimiento del suelo ocasionado por las ondas sísmicas.

**Sismógrafo:** Aparato que registra en papel la señal del sismómetro.

**Sismograma:** Gráfica producida por el sismógrafo que representa el movimiento del suelo

**Intensidad:** Escala utilizada para medir la fuerza con que se sintió un sismo, o los daños ocasionados. La más utilizada actualmente es la **Escala de Mercalli Modificada**.

**Magnitud:** Escala utilizada para medir el tamaño de un sismo, es decir, la cantidad de energía que liberó. La más conocida es la **Escala de Richter**.