

RIESGOS GEOLÓGICOS

CAPITULO 2. RIESGOS GEOLOGICOS Y SISMOLOGIA Y SISMOTECTONICA

M. C. ALBA LUCINA MARTÍNEZ HAROS



CAPITULO 2. RIESGOS GEOLOGICOS Y SISMOLOGIA Y SISMOTECTONICA.

- 2.1. Sismos en la Historia-Sismicidad histórica.
- 2.2. Sismología y sismos. Potencial Sísmico de la República Mexicana
- 2.3. Riesgos sísmicos (Primarios y Secundarios)
- 2.4. Predicción y mitigación de riesgos sísmicos.
- 2.5. Riesgo Tectonosísmico (Que es un sismo?, Donde se presentan? Porqué? Como se miden?)
- 2.6. Escalas de Richter (Magnitud) y Mercalli (Intensidad) modificadas. Escala de Severidad.
- 2.7. Deformación sísmica, ondas sísmicas, sismógrafos y sismogramas
- 2.8. Geodinámica por erupción de volcanes y sismos.
- 2.9 Glosario de algunos términos comunes (National Earthquake Information Center, USGS).

<http://mapasims.sgm.gob.mx/sismotectonica/>

2.1. Sismos en la Historia Sismicidad histórica

- ✓ GRIEGOS
- ✓ ROMANOS
- ✓ CHINOS (MAS DE 3,000 AÑOS)
- ✓ JAPONESES
- ✓ EUROPA ORIENTAL (1,600 AÑOS)



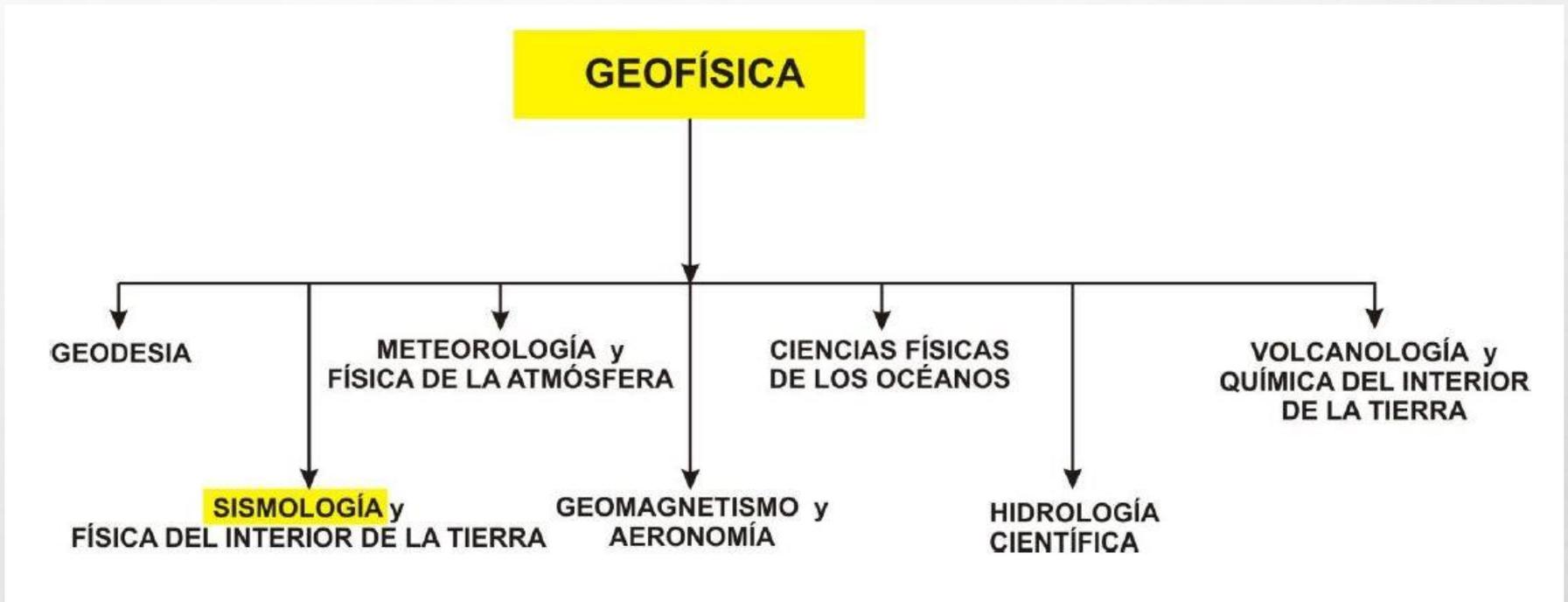
Pintura sobre madera que muestra al mitológico pez "Namazu". El gigantesco bagre era el culpable de los movimientos terrestres en la cultura japonesa.

2.1. Sismos en la Historia-Sismicidad histórica

- Aristóteles: postuló que los movimientos terrestres se debían al efecto que producía la circulación de fuertes vientos que circulaban por el interior de la Tierra.
- Vincenzo Magnati (1668): elaboró una lista de 91 sismos destructivos ocurridos en el período de 34 d.C. a 1687 d.C.
- Alexis Perry entre los años 1843 y 1871 catalogó más de 21.000 terremotos
- Robert Mallet (más selectivo en sus criterios) describió 6.831 eventos para el período 1606 a.C. a 1850 d.C.
- Giuseppe Mercalli (1883) elaboró una lista de más de 5.000 terremotos desde 1450 a.C. hasta el año 1881 d.C., solamente en Italia.
- Carl Fuchs (1886) elabora una monumental lista cercana a los 10.000 eventos.
- John Milne (1895) describe 8.331 terremotos registrados sólo en Japón.
- Jean Baptiste Bernard, efectuó un proyecto de investigación que le demandó veintiún años de trabajo, en 1906 había acumulado una lista de terremotos de todo el mundo que incluía 171.434 eventos.
- Es importante destacar que la invención del telégrafo en 1840, permitió comunicar los informes de los sismos de manera más eficiente, acelerando y multiplicando la información.

ESTUDIO DE LA SISMOLOGÍA

División de la Geofísica (Clasificación propuesta por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica –IUGG-).



- Se encarga de estudiar los sismos y sus fenómenos conexos, la generación, propagación y registro de las ondas elásticas en la Tierra, y de las fuentes que las producen.

- El estudio de la propagación de las ondas sísmicas en el interior

de la Tierra, que ha permitido revelar la estructura en su interior, las zonas que la forman, estimar densidades y constantes elásticas, e identificar los procesos dinámicos activos que suceden constantemente en ella.

SISMOLOGÍA MODERNA

Lisboa el 1 Noviembre de 1755.

Sismo de 9 grados de Magnitud a 200 km de Portugal.

Tsunamis

- Lisboa ola de 6 m de altura matando a 60,000 personas
- Cádiz (España) ola de 20 m de altura

Los efectos físicos de estos terremotos provocaron una generalizada ola de interés científico que da comienzo al verdadero estudio del origen de los sismos.



SISMOLOGÍA MODERNA

- A principio de 1800, Cauchy, Poisson, Stokes, Rayleigh, y otros, postulan la teoría de la propagación de ondas elásticas en materiales sólidos.

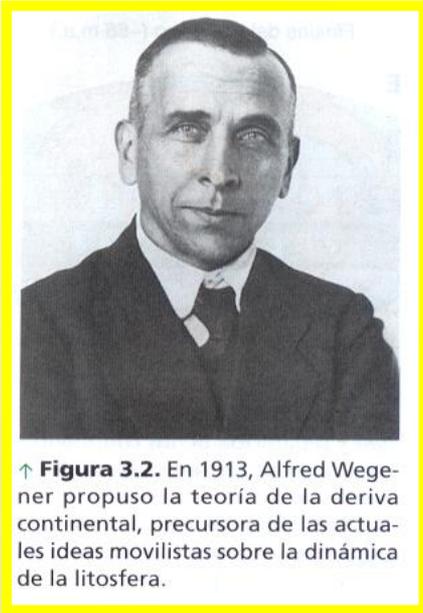
Describen las *Ondas de Cuerpo: Primarias y Secundarias* (ondas P y S), y las *Ondas Superficiales*.

- En el año 1857, Robert Mallet, su trabajo en Italia es considerado como el primer intento realizado con cierta rigurosidad, en la sismología observacional. Postulando criterios básicos para el estudio de la sismología.

- Por su parte en 1881, Milne y Gray contribuyen con sus experimentos sobre la forma de propagación de las ondas elásticas; al igual que el físico Strutt (Barón de Rayleigh) en 1885, y el geofísico Love, en 1911, que desarrollaron modelos matemáticos para las ondas superficiales que llevan sus nombres.

- A su vez, en 1910 Alfred Wegener (01 -11-1880, Berlin) desarrolla la hipótesis de la deriva continental.

Las teorías que defiende el movimiento lateral de los continentes son ideas **movilistas**. De ellas, la más conocida es la teoría de Alfred Wegener plasmada en el libro “El origen de los continentes” (1915).



Ideas anteriores a Wegener

✘ Francis Bacon (1620) comenta la complementariedad de las costas de África y América del Sur.

✘ Alexander von Humboldt (principios s.XIX) lo menciona también, unido a la continuidad de algunas formaciones geológicas en ambos continentes.

✘ Frank Taylor (1910) expone la hipótesis de la movilidad continental, de acuerdo a las cordilleras de Asia y Europa. Supuso que el desplazamiento fue de norte a sur; las colisiones posteriores originarían las cordilleras.

Teoría de la deriva continental

Para Wegener, todas las tierras emergidas habían formado un gran continente o **Pangea**. La situación actual es el resultado de la división del Pangea y el desplazamiento posterior de los fragmentos.

Wegener se apoyó en argumentos geográficos, paleontológicos, geológicos y paleoclimáticos.

SÍNTESIS DE LOS ARGUMENTOS PALEONTOLÓGICOS DE LA DERIVA CONTINENTAL

El diagrama muestra un mapa de Pangea dividido en fragmentos de color naranja. Se trazan caminos de colores (verde, rojo, azul) que conectan los continentes, indicando la dispersión de organismos. Pequeños íconos de los organismos se sitúan a lo largo de estos caminos. A la izquierda, un ícono de un reptil acuático azul. A la derecha, un ícono de un reptil terrestre verde. En la parte inferior izquierda, un ícono de un reptil terrestre marrón. En la parte inferior derecha, un ícono de una planta con tres hojas verdes y flores amarillas.

Mesosaurus: reptil acuático. Se han encontrado restos en Brasil y África de hace 270 M.a.

Lystrosaurus: reptil terrestre del Triásico. Se han encontrado evidencias en África, la Antártida e India.

Cynognathus: reptil terrestre de unos 3 m de longitud perteneciente al Triásico. Se han encontrado fósiles en Argentina y sur de África.

Glossopteris: vegetal que se extendió por varios continentes: Suramérica, India, Antártida y Australia, hace 300 M.a.

Wegener no supo explicar cómo se originaban los movimientos. Postuló la fuga polar (debida a la rotación terrestre, que los llevaría al Ecuador) y el frenado mareal (provocado por la atracción del Sol y la Luna, que los desplazaría hacia el Oeste).

SISMOLOGÍA MODERNA



Charles Richter
(26-Abril-1900 a
30-Septiembre-1985)



Beno Gutenberg
(04-Junio-1889 a
25-Enero-1960)

- ✓ En 1935 entre Richter-Gutenberg una escala de magnitud para especificar el tamaño de los terremotos en el sur de California.
- ✓ La escala logarítmica de Richter, permite medir una amplia gama de terremotos, desde sismos no sentidos de magnitud cercanas a 3, a terremotos mayores que pueden alcanzar magnitudes 8-9.

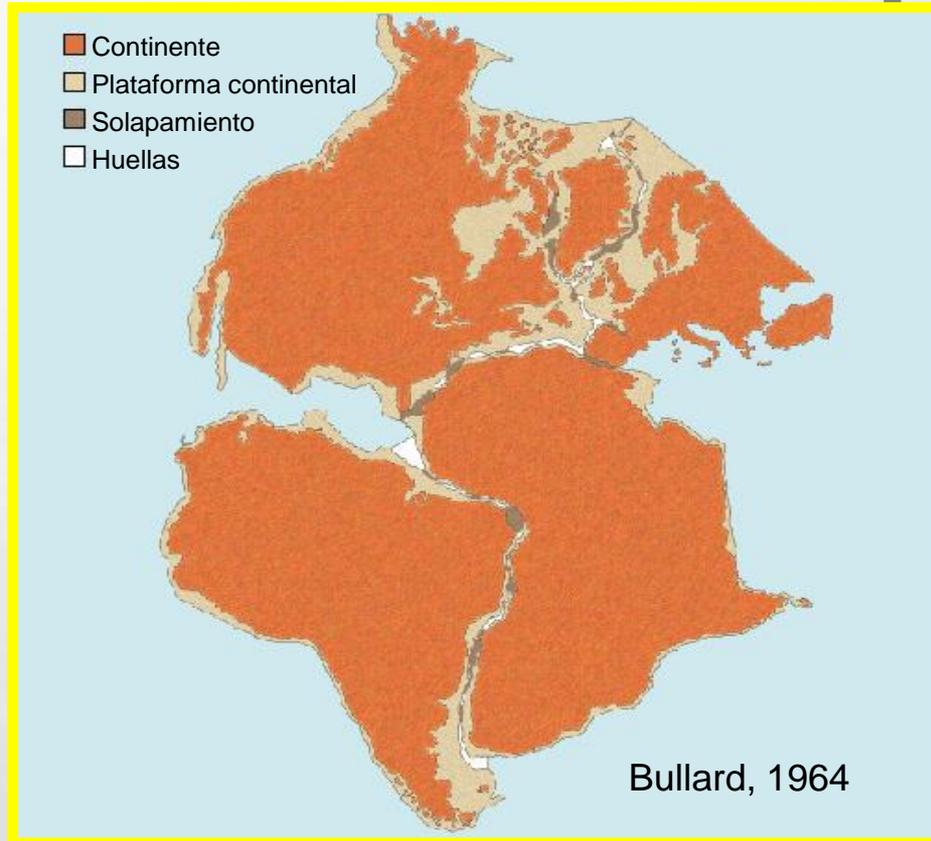
SISMOLOGÍA MODERNA

- Holmes (1929). Descubre las corrientes de convección del manto.
- La sismóloga danesa Inge Lehmann (1936): tuvo un importante avance a partir del descubrimiento del núcleo interno sólido de la Tierra.
- Años 50: el uso del sónar aplicado a los fondos oceánicos permitió el descubrimiento de la **dorsal oceánica** (60000 km de longitud).
- Posteriormente con la interpretación de la expansión y subducción de los fondos oceánicos Realizada por el geólogo Harry Hess en 1960.

Bullard (1964): encaje de continentes y plataformas continentales.

El geofísico canadiense tuzo wilson (1965) que origen al término “*tectónica de placa*”, utilizado para desarrollar el concepto de la expansión del fondo oceánico.

En 1968 se postula la **teoría de la Tectónica de placas**: la litosfera está dividida en fragmentos o **placas**, que se mueven debido a la agitación térmica del interior terrestre. Estos movimientos originan **vulcanismo**, **sismicidad**, **cordilleras**, y cambios en la distribución de tierras y mares.



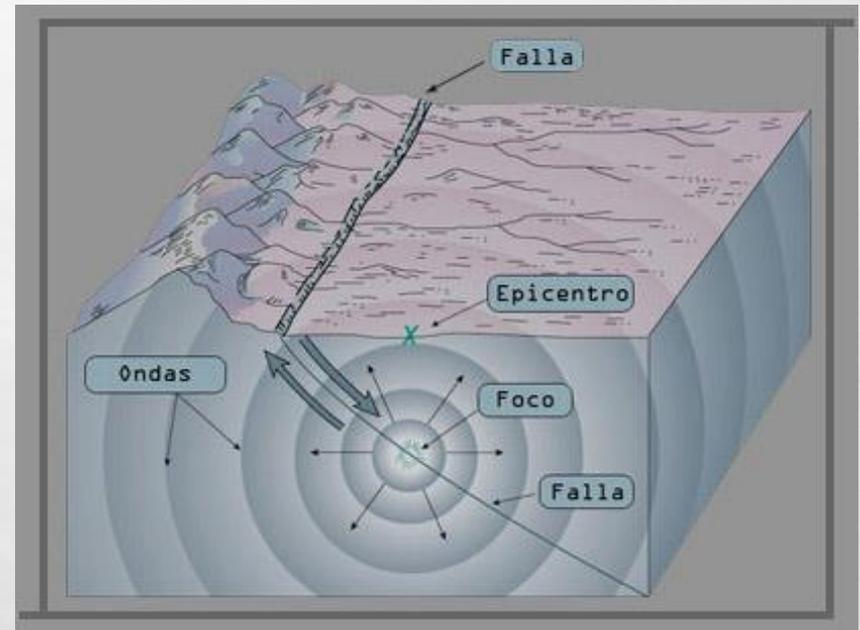
Sismos o Terremoto

A las sacudidas o movimientos bruscos del terreno producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la Tierra o a la tectónica de placas .

Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones.

El punto en que se origina el terremoto se llama foco o hipocentro; este punto se puede situar a un máximo de unos 700 km hacia el interior terrestre.

El epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto.



ORIGEN DE LOS SISMOS

- Los sismos tectónicos se suelen producir 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.
- Es por esto que los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas.
- Suelen producirse al final de un ciclo denominado **ciclo sísmico**, que es el período de tiempo 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.

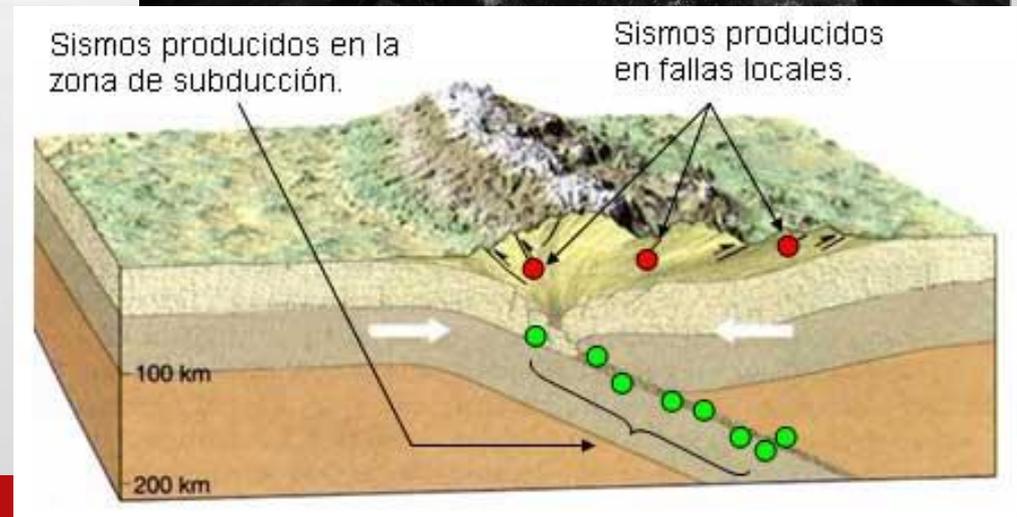
ORIGEN DE LOS SISMOS

A pesar de que la tectónica de placas y la actividad volcánica son la principal causa por la que se producen los terremotos, existen otros muchos factores que pueden dar lugar a temblores de tierra como: desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas, hundimiento de cavernas, variaciones bruscas en la presión atmosférica por ciclones e incluso actividad humana.

Estos mecanismos generan eventos de baja magnitud que generalmente caen en el rango de **microsismos** , temblores que solo pueden ser detectados por sismógrafos.

CLASES DE SISMOS

- Volcánicos
- Tectónicos
- Batisismos



CLASES DE SISMOS

Volcánicos: directamente relacionados con las erupciones volcánicas. Son de poca intensidad y dejan de percibirse a cierta distancia del volcán. Sólo en las explosiones de caldera, como las de Santorini o Krakatoa alcanzan grandes intensidades.

CLASES DE SISMOS

- **Tectónicos:** originados por ajustes en la litosfera. El hipocentro suele encontrarse localizado a 10 ó 25 kilómetros de profundidad, aunque algunos casos se llegan a detectar profundidades de hasta 70 kilómetros y también pueden ser más superficiales. Se producen por el rebote elástico que acompaña a un desplazamiento de falla .

CLASES DE SISMOS

- **Batisismos:** su origen no está del todo claro, caracterizándose porque el hipocentro se encuentra localizado a enormes profundidades (300 a 700 kilómetros), fuera ya de los límites de la litosfera. Se pueden deber a transiciones críticas de fase en las que materiales que subducen se transforman bruscamente, al alcanzarse cierto valor de presión, en otros más compactos.

Onda Sísmicas

Las **ondas** sísmicas (u ondas elásticas) son la propagación de perturbaciones temporales del campo de esfuerzos que generan pequeños movimientos en un medio.

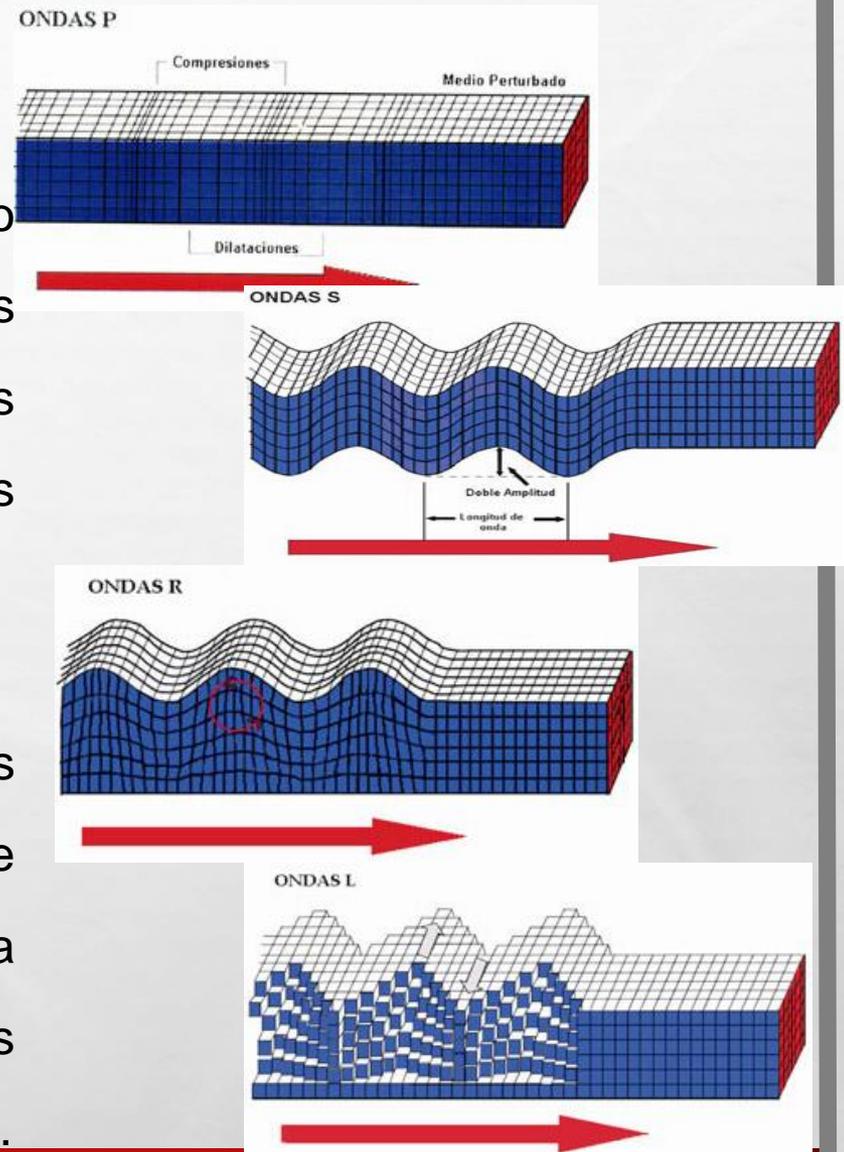
Las ondas sísmicas pueden ser generadas por movimientos telúricos naturales, los más grandes de los cuales pueden causar daños en zonas donde hay asentamientos urbanos. Existe toda una rama de la sismología que se encarga del estudio de este tipo de fenómenos físicos.

Las ondas sísmicas pueden ser generadas también artificialmente (en general por explosiones). La sísmica es la rama de la sismología que estudia estas ondas artificiales para por ejemplo la exploración del petróleo.

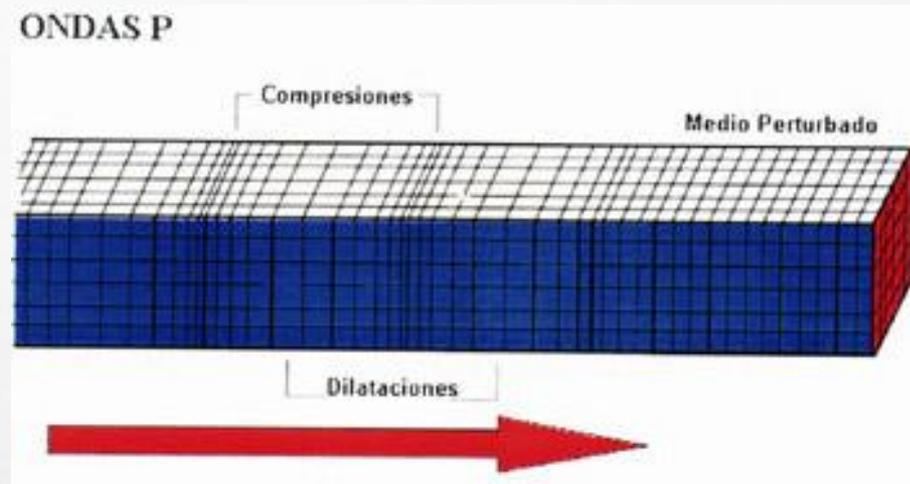
Tipo de Onda Sísmicas

Ondas de cuerpo: Las ondas de cuerpo viajan a través del interior de la Tierra. Las ondas de cuerpo son divididas en dos grupos: ondas primarias (P) y secundarias (S).

Ondas de Superficie: Las ondas superficiales son análogas a las ondas de agua y viajan sobre la superficie de la Tierra. Existen dos tipos de ondas superficiales: ondas Rayleigh y ondas Love.

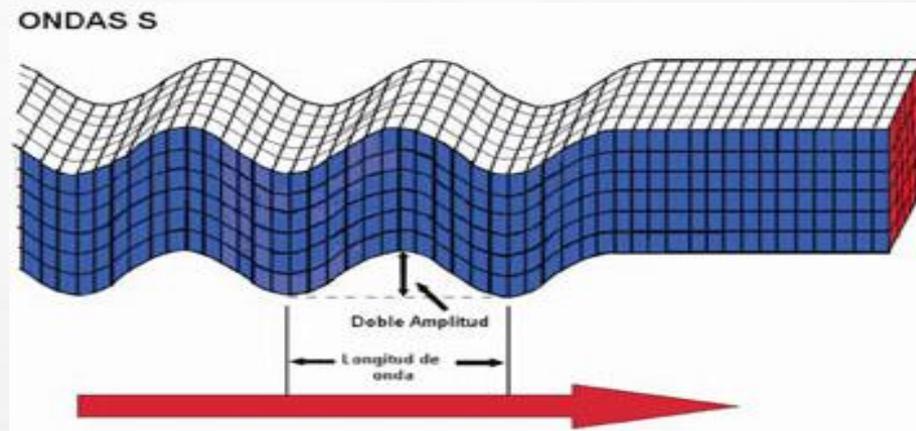


Ondas P



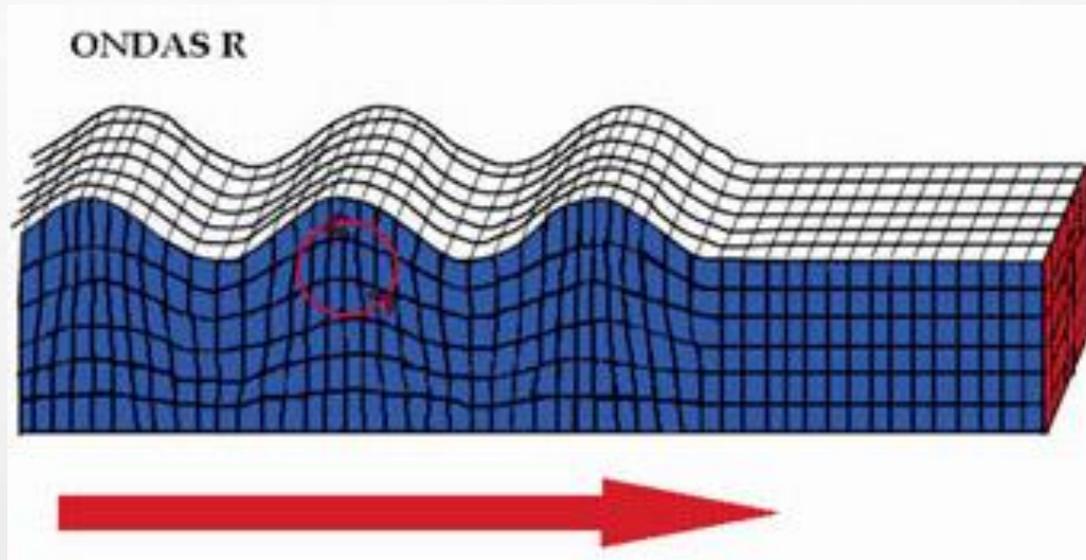
Las ondas P son ondas longitudinales o compresionales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. Estas ondas generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces de las ondas S y pueden viajar a través de cualquier tipo de material. Velocidades típicas son 330m/s en el aire, 1450m/s en el agua y cerca de 5000m/s en el granito.

Ondas S



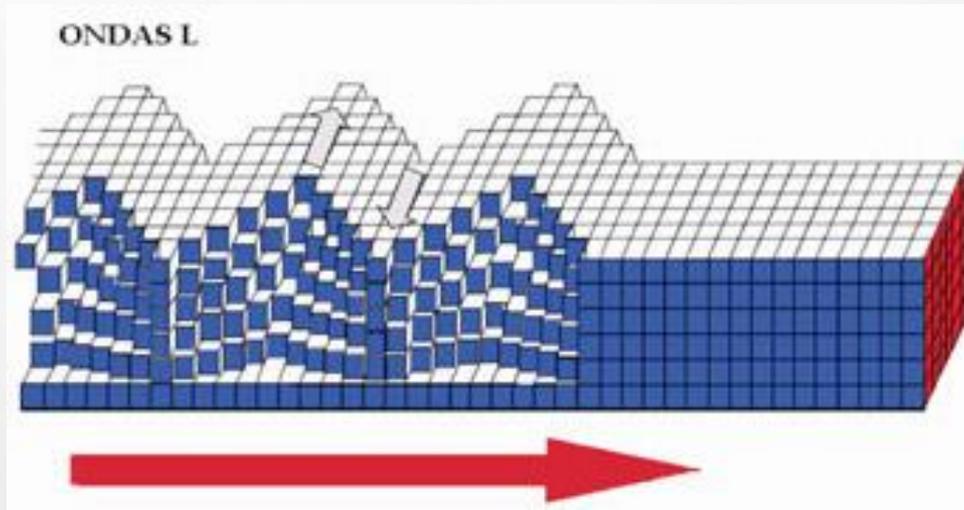
Las ondas S son ondas transversales o de corte, lo cual significa que el suelo es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación, alternadamente hacia un lado y hacia el otro. Las ondas S pueden viajar únicamente a través de sólidos debido a que los líquidos no pueden soportar esfuerzos de corte. Su velocidad es alrededor de 58% la de una onda P para cualquier material sólido. Usualmente la onda S tiene mayor amplitud que la P y se siente más fuerte que ésta. Por ejemplo en el núcleo externo, que es un medio líquido, no permite el paso de las ondas S.

Onda R



Las ondas Rayleigh son ondas superficiales que viajan como ondulaciones similares a aquellas encontradas en la superficie del agua. La existencia de estas ondas fue predicha por John William Strutt.

Onda L



Las ondas "Love" son ondas superficiales que provocan cortes horizontales en la tierra. Fueron bautizadas por A.E.H. Love, un matemático británico que creó un modelo matemático de las ondas en 1911 . Las ondas Love son levemente más lentas que las ondas de Rayleigh.

Ilustraciones tomadas de:

<http://cienciamasciencia.blogspot.mx/2010/05/el-cinturon-de-fuego-o-circumpacifico.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Cintur%C3%B3n_alpino

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atlantic_bathymetry.jpg?uselang=es

Cinturón Circumpacífico



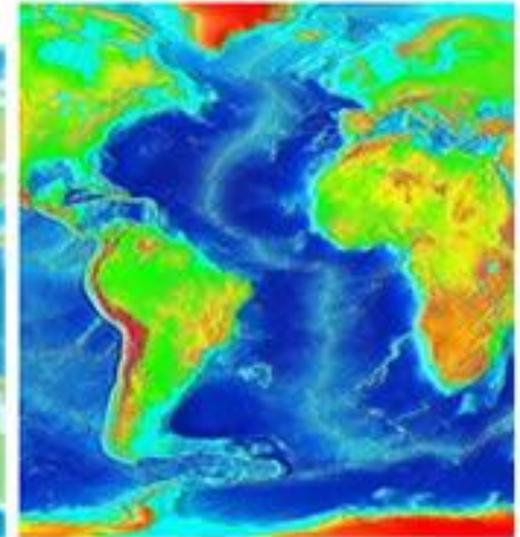
CINTURÓN DE FUEGO

Cinturón Eurasiático- Melanésico



CINTURÓN ALPINO

Centro del Océano Atlántico



DORSAL MESOATLÁNTICA

<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/riesgos/sismos#cinturon>

MÉXICO Y LOS TEMBLORES

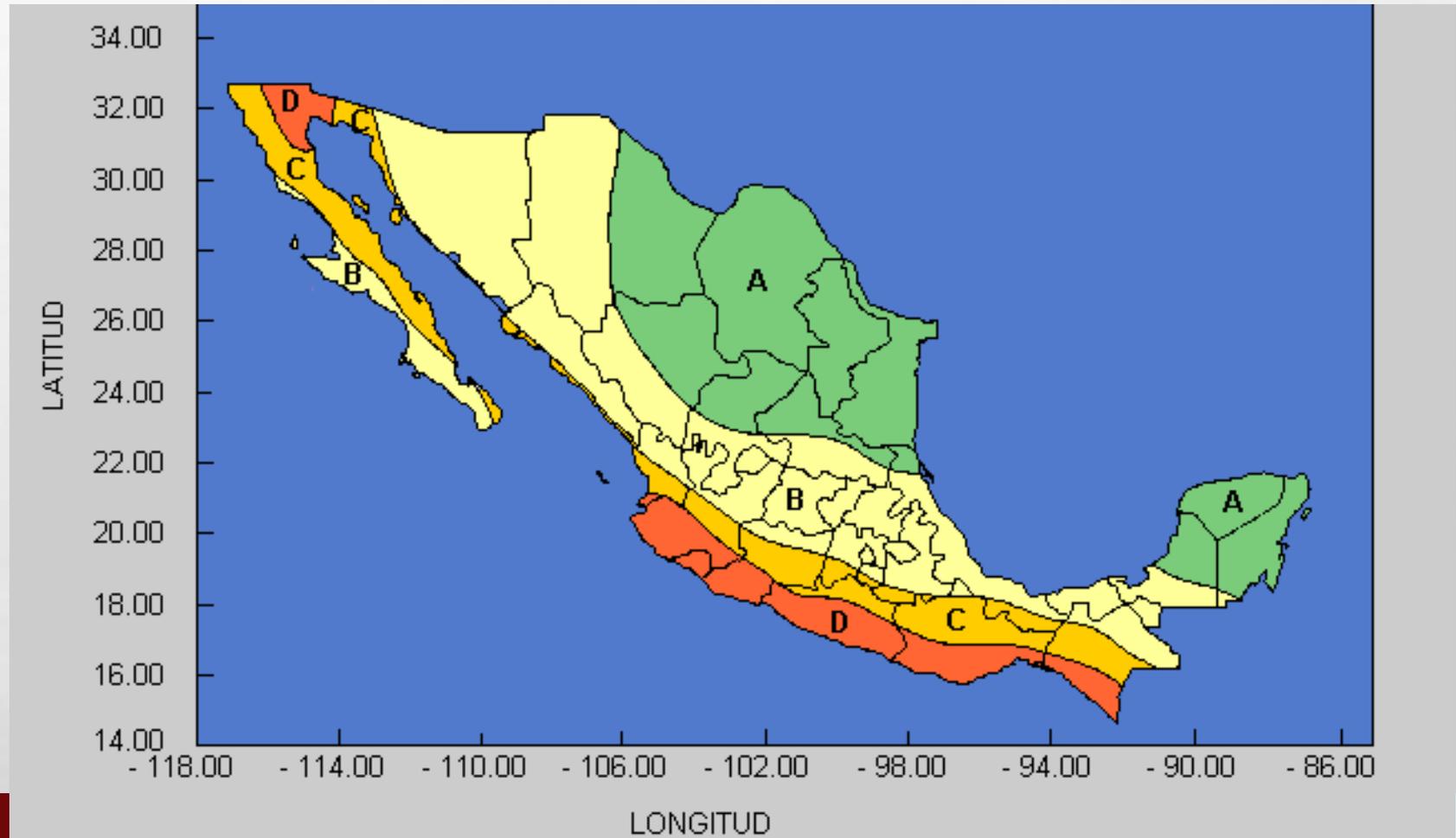
Fecha	Lugar	Magnitud	Decesos	Heridos	Damnifica.	Daños
19-09-1985	México, DF	8,1	45000	*	*	1/3 de los edificios del centro urbano quedaron destruidos.
14-09-1995	Guerrero	7,3	4	*	*	*
09-10-1995	Colima y Jalisco	7,5	61	*	*	*
15-06-1999	Zona Sur y Central	6,7	18	200	16000	El estado de Puebla fue el más afectado.
30-09-1999	Oaxaca	7,4	39	50	250000	*
23-01-2003	Oeste y Centro	7,6	29	290	30000	*
04-04-2010	Baja California	7,2	4	200	25000	Cuantiosos daños materiales.
10-12-2011	Centro y Sur	6,5	3	*	*	Ciudad de México el temblor provocó escenas de gran nerviosismo entre la población, y hubo cortes eléctricos y del suministro de gas.
20-03-2012	Guerrero y Oaxaca	7,4	2	> 12	*	Fue seguido por un centenar de réplicas superiores a 3.5 grados.

<http://www.tembloresenmexico.com/index.php/noticias/35-noticias/132-cronologia-30-anos-de-temblores-en-mexico>

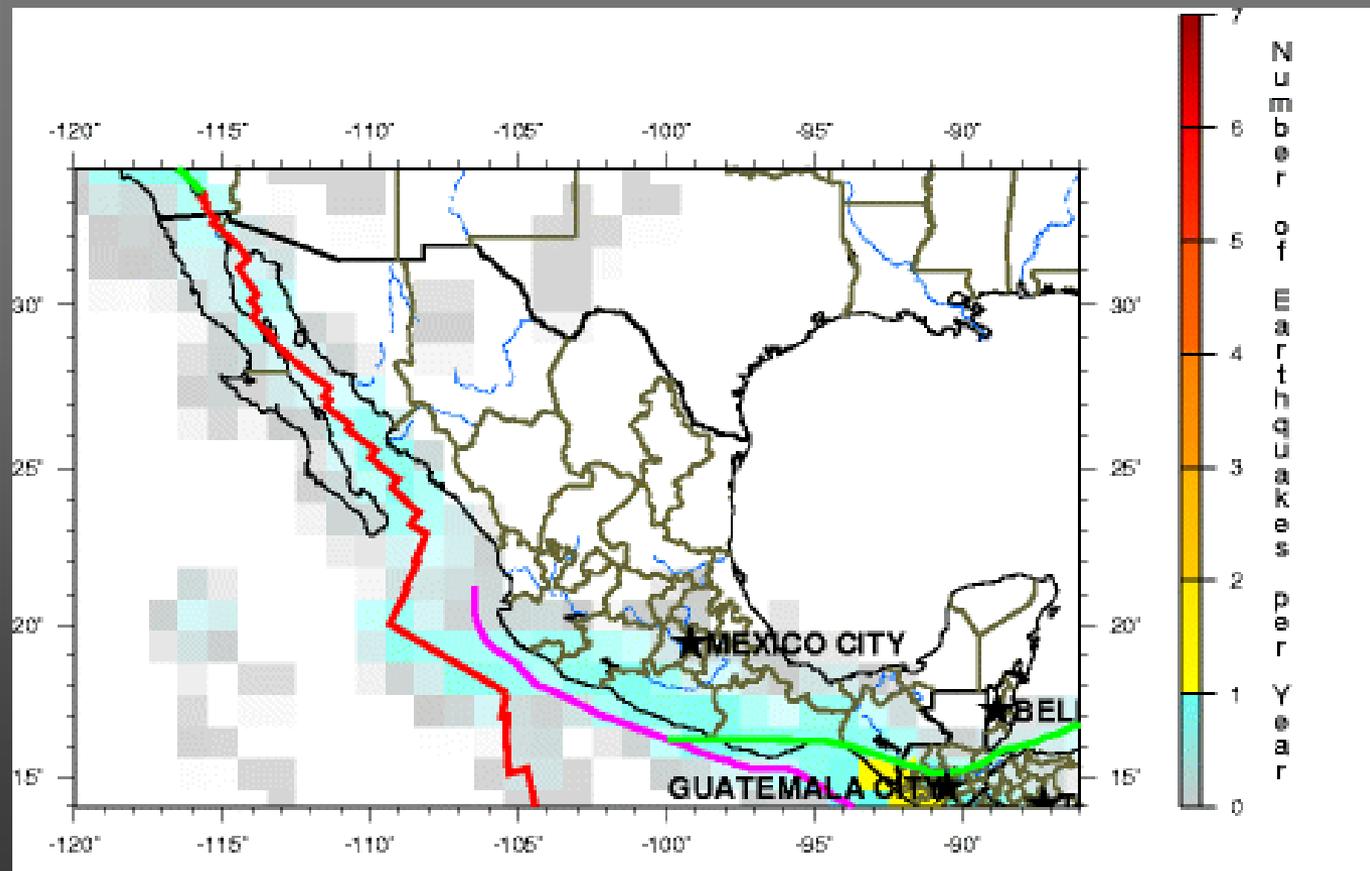
NOROESTE MÉXICO Y LOS TEMBLORES

- 18 de Junio 2014. Magalena y Nacozeni de 3.3, 3.2 y 3.6 y en Guaymas y Hermosillo de 3.9 y 3.5
- 1887 en el Valle de San Bernardino al Noroeste de Sonora 7.5 Magnitud

MAPA DE DENSIDAD SÍSMICA DE MEXICO



Regionalización sísmica de la República Mexicana



Terremotos promedios por año, Magnitud > 5, toda las profundidades.

Principales limites tectonicos: Zona de Subducción en purpura, dorsal en rojo y falla transformante en verde

2.3. Riesgos sísmicos (Primarios y Secundarios)

El peligro sísmico es la probabilidad de que se produzca un sismo en un determinado lugar.

El riesgo sísmico calibra la probabilidad de que se produzca un sismo, el número de víctimas que ocasionaría y cómo afectaría al tipo de construcciones existentes en la zona. Así, una zona de fallas despoblada tendría una peligrosidad sísmica muy alta pero un riesgo sísmico muy bajo.

Para disminuir el riesgo sísmico de una zona se deben tomar medidas de predicción y prevención, aunque no es posible determinar en qué momento se producirá un terremoto.

RIESGOS SISMICO

Directos (se producen directamente como consecuencia del paso de ondas sísmicas por el terreno):

❖ daños en edificios, presas, vías de comunicación.

Indirectos. (producidos indirectamente por el paso de ondas sísmicas)

❖ -tsunamis (olas gigantes) producidos por maremotos.

❖ -desviación del cauce de ríos.

❖ -desaparición de acuíferos.

❖ -formación de corrientes de turbidez. Tienen lugar en el talud continental (corrientes submarinas).
Rotura de cables telefónicos



2.4. Predicción y mitigación de riesgos sísmicos.

**Predecir un fenómeno sísmico
(intensidad, lugar...)
es prácticamente imposible.**

MEDIDAS DE PREDICCIÓN

Elaboración de mapas de riesgo	Indicaría las zonas con más probabilidad de riesgo mediante el análisis de las placas litosféricas y el estudio histórico de terremotos ocurridos en la zona.
Elaboración de modelos por ordenador	Podrían predecir el lugar donde se acumularía la tensión en la placa litosférica o dónde se movería el terreno.

ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGOS SÍSMICOS

Hay algunos instrumentos que permiten estimar el riesgo de que ocurran terremotos en una región.

- Localización de fallas activas.
- Cálculo del tiempo de retorno (cada cuántos años se produce un terremoto). Datos históricos.
- Elaboración de mapas de isosistas. Curvas que unen puntos de igual riesgo de padecer un terremoto de una determinada intensidad. Es una forma de representar el riesgo.

FENÓMENOS DE NATURALEZA DIVERSA QUE SUELEN OCURRIR O AUMENTAR SU FRECUENCIA EN MOMENTOS PREVIOS AL TERREMOTO.

- Comportamiento anómalo de animales.
- Ocurrencia de varios terremotos, de pequeña magnitud.
- Disminución en la velocidad de propagación de las ondas P.
- Disminución en el valor de resistividad de las rocas.
- Aumento en la emisión de Radón.
- Elevación del suelo (deformación).

MEDIDAS DE PREDICCIÓN EN ZONAS CON ELEVADO RIESGO SISMICO

Educación civil	Realización de simulacros para disminuir el pánico y las víctimas que se derivan de él.
Normas arquitectónicas	Disminuiría el riesgo sísmico al controlar los materiales de construcción y el tipo de construcción en la zona.
Protección civil	Creación de cuerpos y equipos especiales de rescate.
Consejo de seguridad	Grupo formado por científicos y autoridades que evalúen la información que se suministra al público, con el fin de mitigar los efectos que pueda producir un sismo.

PREVENCIÓN

Aplicación en la construcción de la norma sismoresistente. Hay una normativa que establece las características de las construcciones en terrenos con riesgo sísmico.

- Modificar lo menos posible el terreno.
- No construir provocando aludes.
- Amplios espacios entre las edificaciones.
- Si se construye sobre roca, los edificios deben ser simétricos, altos, rígidos y con cimientos aislantes de las vibraciones.
- Si el sustrato es blando, los edificios deben ser blandos, rígidos y no demasiado extensos.
- Provocar pequeños sismos artificialmente para liberar las tensiones mecánicas acumuladas en el terreno. Ej: en zonas de presas.
- Inmovilización de fallas o fracturas inyectando fluidos.

2.5. Riesgo Tectonosísmico

¿Que es un sismo?

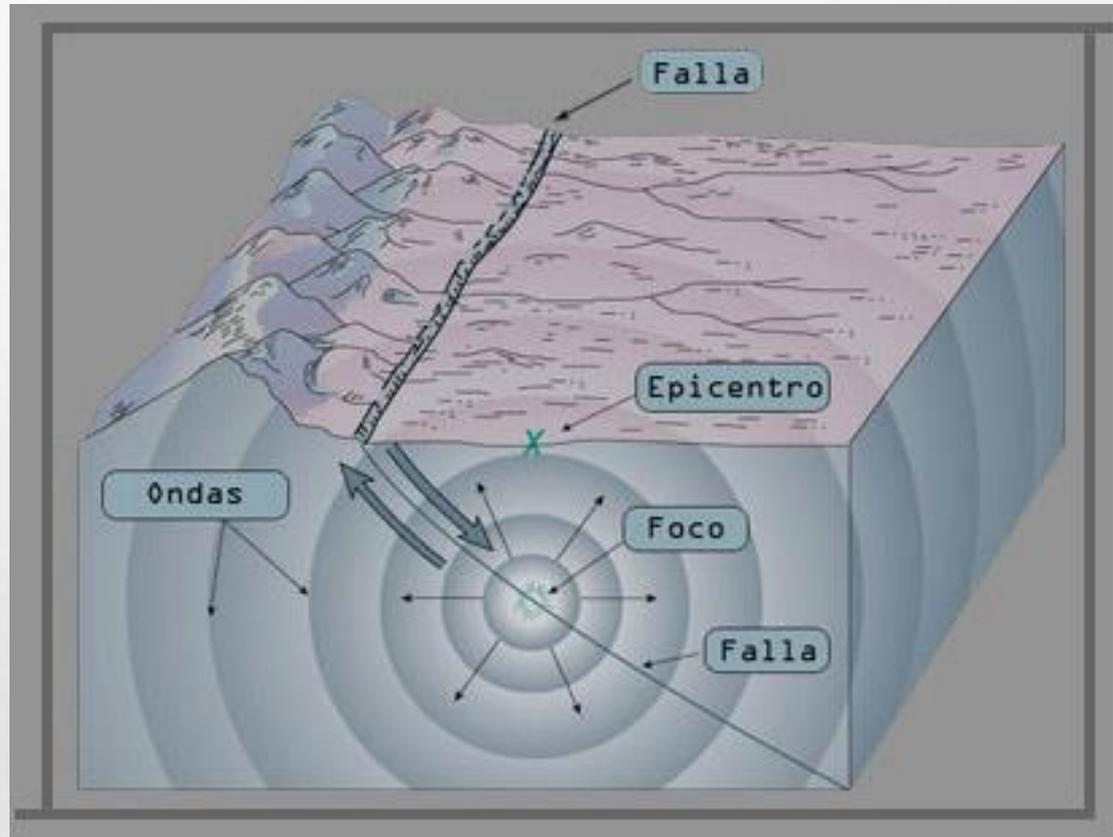
¿Donde se presentan?

¿Porqué?

¿Como se miden?

Sismos Terremoto

0

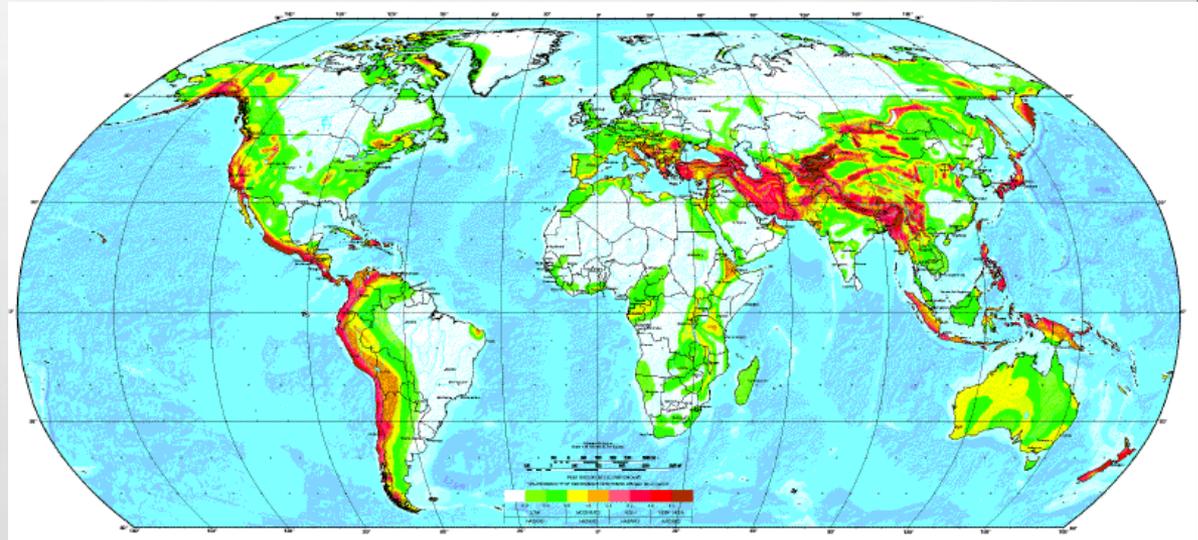


Localización

1. Límites de placa:

- límites divergentes (suele ser oceánico)
- Límites convergentes (mayor riesgo)
- Límites transformantes (mayor riesgo).

2. Zonas de intraplaca.



¿CÓMO SE MIDEN?

Los factores que condicionan el riesgo son:

-Magnitud del terremoto:

 Escala Richter (Escala logarítmica)... $\log E = 11,8 + 1,5M$

-Exposición: Densidad de población.

-Infraestructuras: Características de las construcciones. Ej: en Japón, pocas víctimas.

¿Como se miden?

Los sismólogos usan la escala de **magnitud** para representar la energía sísmica liberada por cada terremoto. A continuación se presenta una tabla con los efectos típicos de los terremotos en diversos rangos de magnitud:

<i>Magnitud en escala Richter</i>	<i>Efectos del terremoto</i>
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0-7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

Magnitud Richter	Equivalencia de la energía TNT	Ejemplos (aproximado)
-1.5	1 gramo	romper una roca en una mesa de laboratorio
1.0	6 onzas	una pequeña explosión en un sitio de construcción
1.5	2 libras	
2.0	13 libras	
2.5	63 libras	
3.0	397 libras	
3.5	1,000 libras	Explosión de mina
4.0	6 toneladas	
4.5	32 toneladas	Tornado promedio
5.0	199 toneladas	
5.5	500 toneladas	Terremoto de Little Skull Mtn., NV, 1992
6.0	1,270 toneladas	Terremoto de Double Spring Flat, NV, 1994
6.5	31,550 toneladas	Terremoto de Northridge, CA, 1994
7.0	199,000 toneladas	Terremoto de Hyogo-Ken Nanbu, Japon, 1995
7.5	1,000,000 toneladas	Terremoto de Landers, CA, 1992
8.0	6,270,000 toneladas	Terremoto de San Francisco, CA, 1906
8.5	31,550,000 toneladas	Terremoto de Anchorage, AK, 1964
9.0	199,999,000 toneladas	Terremoto de Chile, 1960
10.0	6.3 billion toneladas	Falla de tipo San-Andreas
12.0	1 trillion toneladas	Fracturar la tierra en la mitad por el centro !! o energía solar recibida diariamente en la tierra

2.6. Escalas de Richter (Magnitud) y Mercalli (Intensidad) modificadas.

Escala de Severidad.

Magnitud de Escala Richter
(Se expresa en números árabes)

Magnitud en Escala Richter	
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

<http://www.angelfire.com/ri/chterymercalli/>

Intensidad en Escala de Mercalli (Modificada en 1931 por Harry O. Wood y Frank Neuman) Se expresa en números romanos.

Creada en 1902 por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli, no se basa en los registros sismográficos sino en el **efecto** o **daño producido** en las estructuras y en la sensación percibida por la gente. Para establecer la Intensidad se recurre a la revisión de registros históricos, entrevistas a la gente, noticias de los diarios públicos y personales, etc.

Los grados no son equivalentes con la escala de Richter. Se expresa en números romanos y es proporcional, de modo que una Intensidad IV es el doble de II, por ejemplo.

La Intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto (la Magnitud Richter, en cambio, es una sola) y dependerá de:

- a) La energía del terremoto,
- b) La distancia de la falla donde se produjo el terremoto,
- c) La forma como las ondas llegan al sitio en que se registra (oblicua, perpendicular, etc,)
- d) Las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la Intensidad y, lo más importante,
- e) Cómo la población sintió o dejó registros del terremoto.

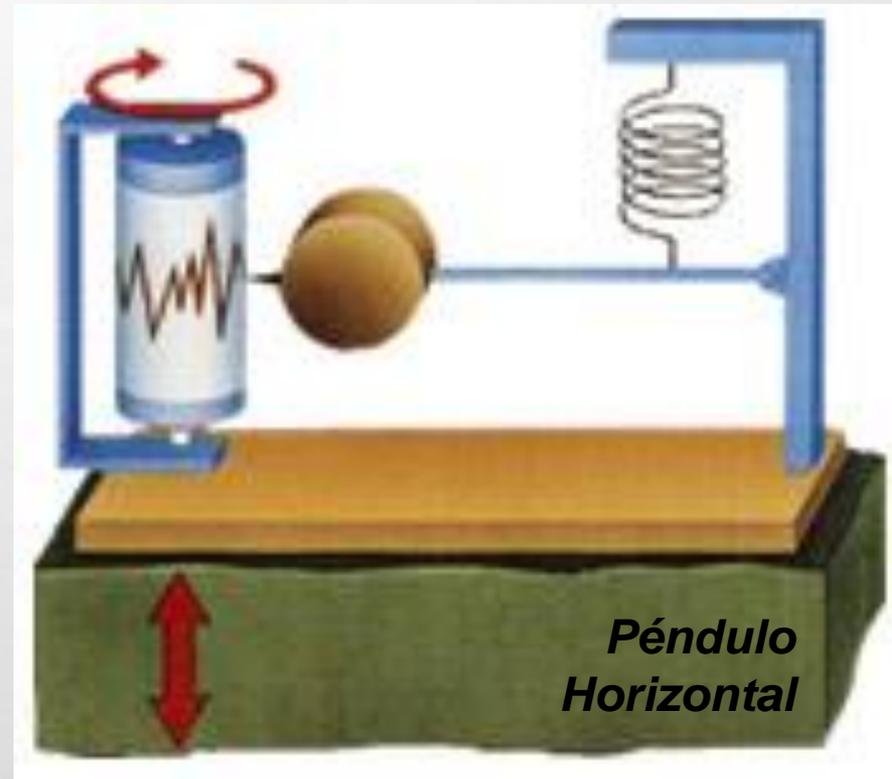
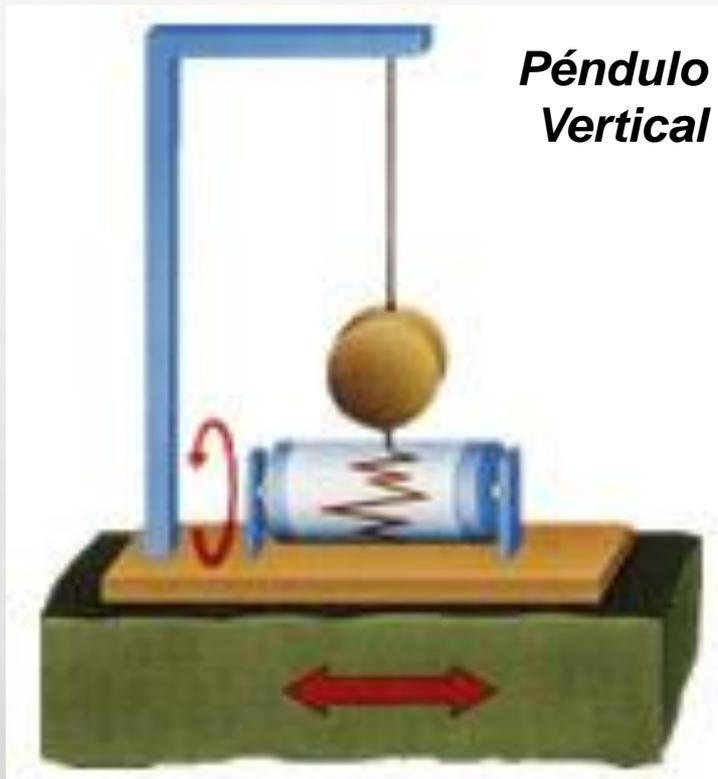
Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
Grado II	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables . Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.

Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
Grado VIII	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 del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos motorizados.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; 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.

Grado X	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.
Grado XI	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.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

2.7. Sismógrafos y sismogramas

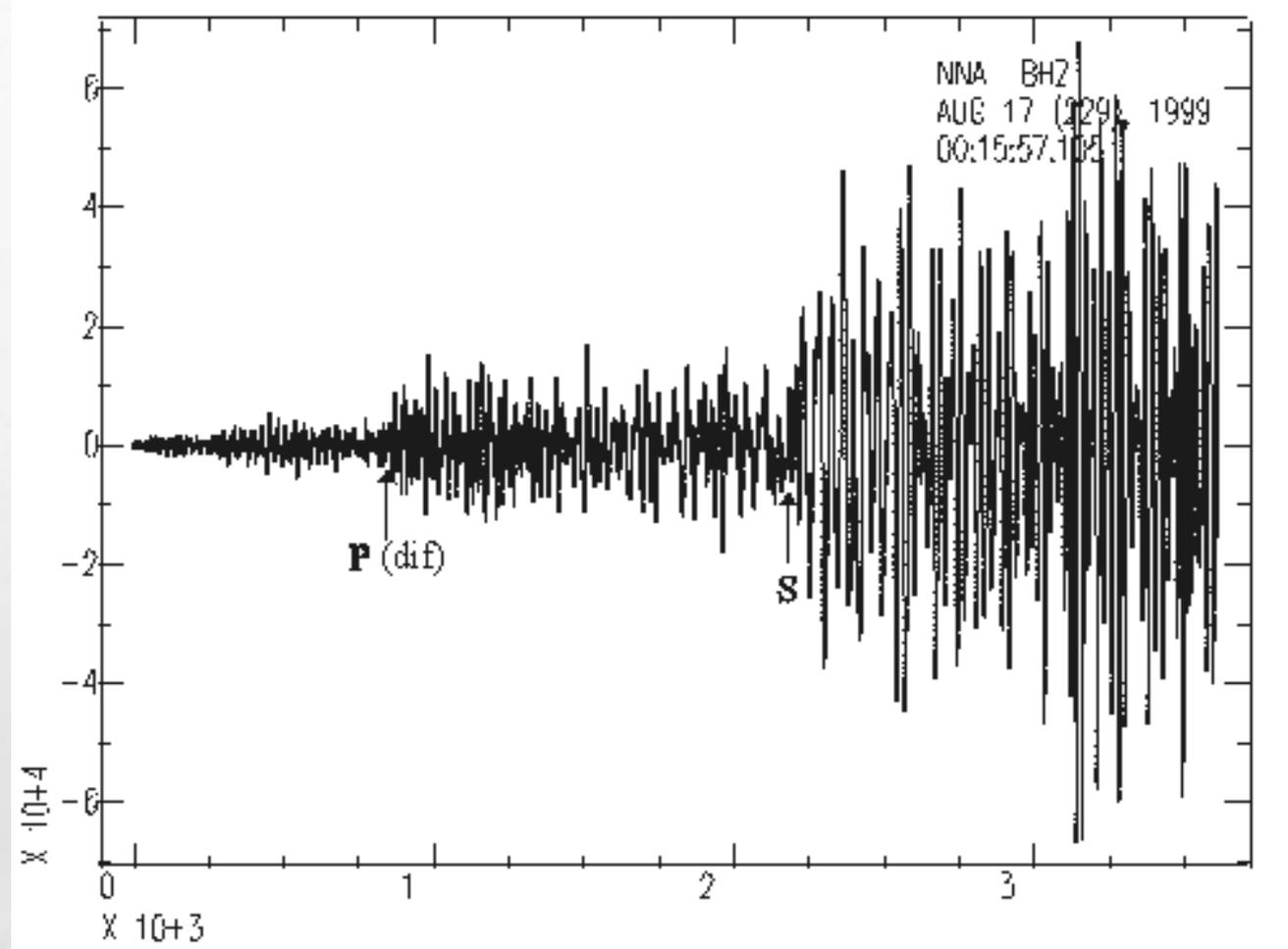
Es un aparato que registra el movimiento del suelo causado por el paso de una onda sísmica.



Crédito Imagen: www.library.thinkquest.org

SISMOGRAMA

El papel donde traza el movimiento se conoce como sismograma.



ACELERÓMETROS

Son instrumentos con el mismo principio del sismómetro pero diseñados para responder a la aceleración del terreno mas que a su velocidad o a su desplazamiento. Proporcionando una Señal Eléctrica.



En nuestro país el Servicio Sismológico opera la Red Sismológica Mexicana, organismo encargado de la observación sismológica en el territorio Nacional, otras redes locales o de investigaciones específicas como:

- RESNOR, la red sismológica del noroeste perteneciente al Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada, y

- RESCO la red sismológica del Estado de Colima perteneciente a la Universidad de Colima y operada por su Centro de Investigación en Ciencias Básicas.

PAISES MAS AFECTADOS

○ Lugares con mayor número de víctimas



TSUNAMIS

PARAMA NATIONAL OCEANOGRAPHIC ADMINISTRATION | ATLAS 2004

EL TERREMOTO

Fue el más potente de los últimos 40 años y el quinto desde 1900.



MAGNITUD 9.0
Escala Richter

Se produjo por un movimiento vertical en el encuentro de dos placas:



PRINCIPALES PLACAS TECTONICAS

La superficie terrestre está dividida en siete grandes placas rígidas y numerosas placas más pequeñas.

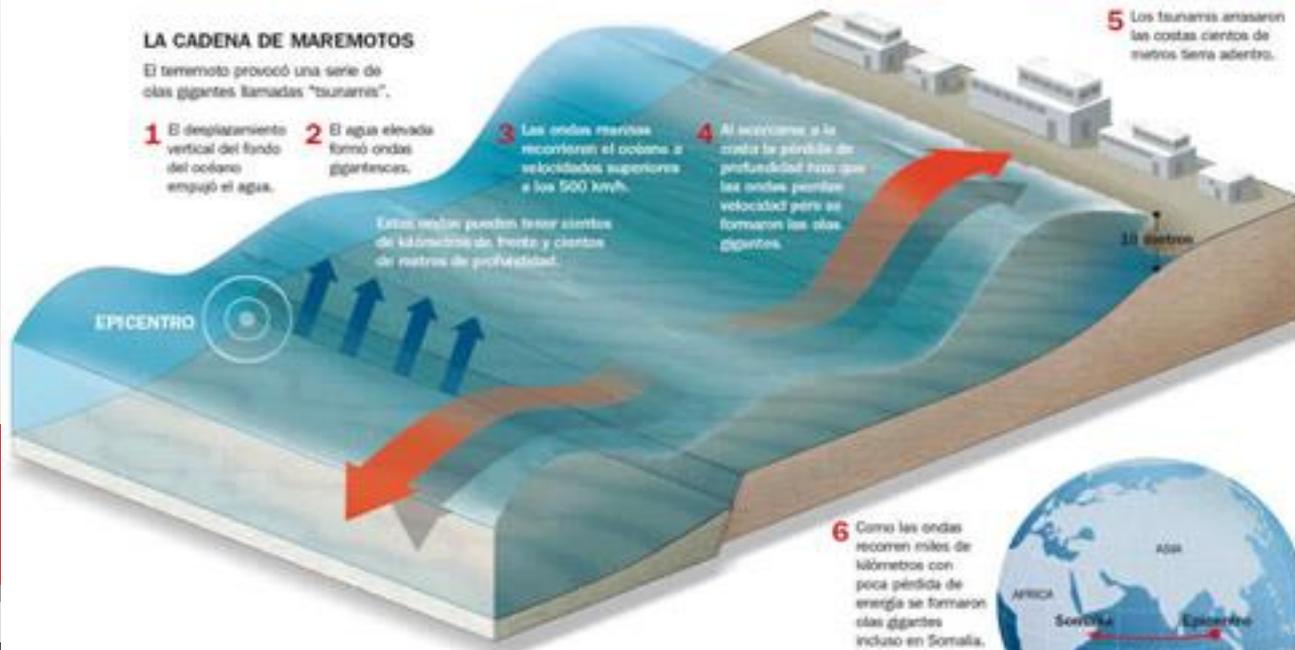
• Mayores terremotos desde 1900



LA CADENA DE MAREMOTOS

El terremoto provocó una serie de olas gigantes llamadas "tsunamis".

- 1 El desplazamiento vertical del fondo del océano empujó el agua.
- 2 El agua elevada formó ondas gigantes.
- 3 Las ondas recorrieron el océano a velocidades superiores a los 500 km/h. Estas ondas pueden tener cientos de kilómetros de frente y cientos de metros de profundidad.
- 4 Al acercarse a la costa la pérdida de profundidad hizo que las ondas perdieran velocidad pero se formaron las olas gigantes.



5 Los tsunamis arrasaron las costas cientos de metros tierra adentro.

6 Como las ondas recorren miles de kilómetros con poca pérdida de energía se formaron olas gigantes incluso en Somalia.



TSUNAMIS

- Los maremotos u ondas de marea.
- Grandes olas dentro de las bahías
- Lo cierto es que los Tsunamis son el producto de las erupciones volcánicas y temblores submarinos que sacuden el planeta.

Los **tsunamis** atraviesan el océano en forma de olas bajas, muchas veces sin que las naves que están en alta mar las perciban, porque la velocidad con que se deslizan alcanza hasta los 270 km/h, a intervalos de 15 minutos.

Al acercarse a las playas se elevan de forma descomunal, (con olas de 18 metros en áreas aplaceradas y 30 metros en las calas) y revientan con fuerza destructora, aunque no siempre la primera es la que hace más daño. Sus causas no tienen vínculo alguno con los vientos, ni con la atracción de la luna y el sol.

La ola tsunami tiene su origen en una onda sísmica provocada por el súbito desplazamiento de una masa de agua que es capaz de recorrer enormes trayectos antes de tener contacto con la tierra y su velocidad está relacionada con la profundidad de las aguas.

De este tipo de fenómenos naturales, los que suceden en el océano Pacífico son los que más desastres han causado a la humanidad,

especialmente en países como Japón, Chile y Perú.

Ensayo de Sísmica

Seleccionar un área (país, estado, etc.) sísmica e investigar y desarrollar los siguientes puntos:

- ✓ Mecanismos básicos para la generación de un terremoto en la zona.
- ✓ Así como el historial de actividad sísmica de la zona.
- ✓ Periodos de retorno.
- ✓ Cantidad de personas afectadas.
- ✓ Calculo de perdida de valores.
- ✓ Medidas de mitigación, y
- ✓ Tiempo en el que las cosas vuelves a estar igual antes del evento.

2.8. Geodinámica por erupción de volcanes y sismos.

<http://cienciasnaturales.es/002DINAMICATERRESTRE.swf>

2.9 Glosario de algunos términos comunes (National Earthquake Information Center, USGS).

<http://www.usgs.gov/>

SITIOS DE INFORMACIÓN DE SISMOS EN MÉXICO

Historic Information

- [Learning from Earthquakes: Mexico](#)

Institutions

- [Servicio Seismologico Nacional - UNAM, Mexico](#)
- [Instituto de Geofisica, UNAM](#)
- [CICESE - Departamento de Sismologia](#)
- [Central American Seismic Center - CASC](#)
- <http://cienciasnaturales.es/ANIMACIONESGEOLOGIA.swf>

BIBLIOGRAFÍA

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
<http://www.cicese.edu.mx/>

Preliminary Report on Seismological and Geotechnical Engineering Aspects of the April 4 2010 Mw 7.2 El Mayor-Cucapah (Mexico) Earthquake:

<https://www.eeri.org/2010/04/baja-california-mexico/>
http://www.geerassociation.org/GEER_Post%20EQ%20Reports/Baja%20California_2010/Baja_Index_2010.html

Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica
<http://www.geofisica.unam.mx/>

Bienvenido al Departamento de Sismología
<http://www.ssn.unam.mx/>

