



Sismógrafo

Introducción

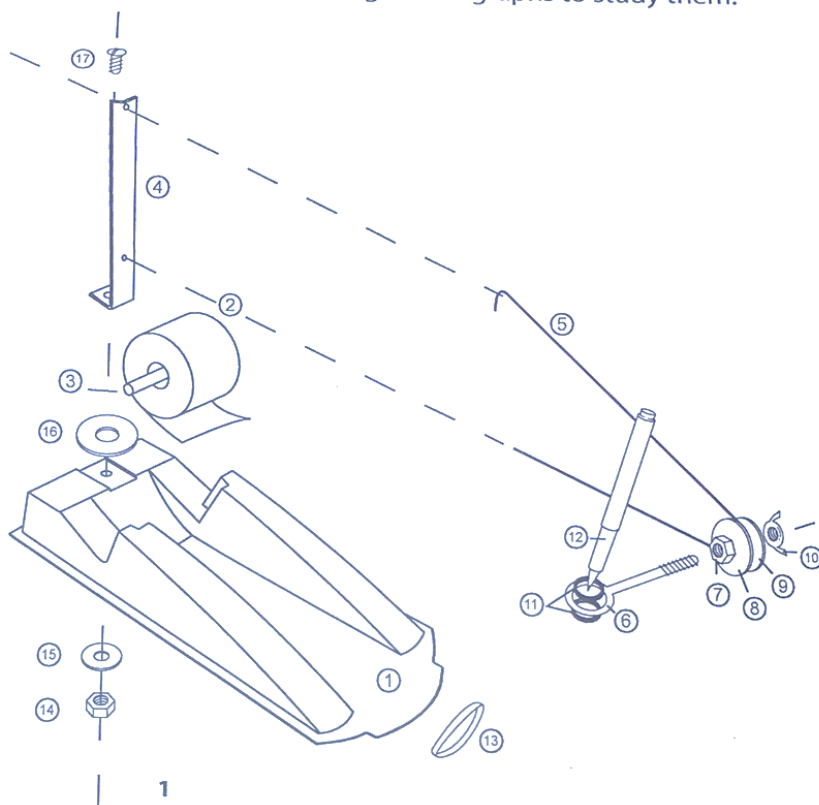
Estás sentado en tu sillón, viendo tu programa de televisión favorito. Cuando intentas alcanzar tu vaso alto con limonada escuchas un sonido repentino e inesperado. Escuchas un sonido corto que retumba y sientes una sacudida aguda. Dejas caer el control del televisor y notas que los cuadros de la pared están inclinados y algunas cosas de las repisas se han caído. Empiezas a especular si fue un trueno o una explosión, o quizás un estampido supersónico. Una repisa con platos cayó al piso y los libros y marcos con fotos se zarandean y se mezclan sobre las repisas antes de caer y romperse contra el suelo uniéndose a otros objetos caídos. Finalmente, sientes que la sacudida se detiene, pero notas que la limonada en tu vaso todavía vibra levemente. Tu corazón late a toda velocidad cuando te das cuenta que has experimentado un terremoto.

Los movimientos sísmicos pueden ser eventos que dan mucho miedo, sin embargo, hay pocos movimientos sísmicos fuertes en algunas áreas propensas a tener movimientos sísmicos en el mundo. Muchos edificios y casas están construidas para soportar los temblores y las sacudidas violentas que acompañan a fuertes movimientos sísmicos. Debido a la naturaleza impredecible y destructiva de los movimientos sísmicos, son uno de los fenómenos naturales de la Tierra potencialmente más peligrosos y desastrosos. La imprecibilidad de los terremotos se debe a la dificultad de encontrar claves que puedan determinarlos. La mayoría de las señales para determinar terremotos son inaccesibles y escondidas miles de kilómetros bajo la superficie de la tierra.

Cuando ocurre un movimiento sísmico, la liberación repentina de energía de ondas sísmicas se registra usando un instrumento conocido como sismógrafo (del griego sismos – un temblor y grafos – escribir). Un instrumento **sismógrafo** registra las ondas sísmicas de un movimiento sísmico, similar a la forma en que usas tu oído para detectar los sonidos de alguien que está golpeando contra la pared. Cuando golpeas la pared, intentas detectar cambios de densidad en los materiales tras ella. No puedes ver la estructura de la pared pero diferentes sonidos del golpeteo se pueden relacionar con los materiales dentro de ella. Similar al golpeteo en la pared, las ondas de los terremotos se pueden estudiar desde la superficie y se pueden determinar el tipo y densidad de los materiales a través de los cuales pasan. Es la intención de este kit entregar al estudiante una comprensión de cómo ocurren los movimientos sísmicos y la importancia de usar sismógrafos para estudiarlos.

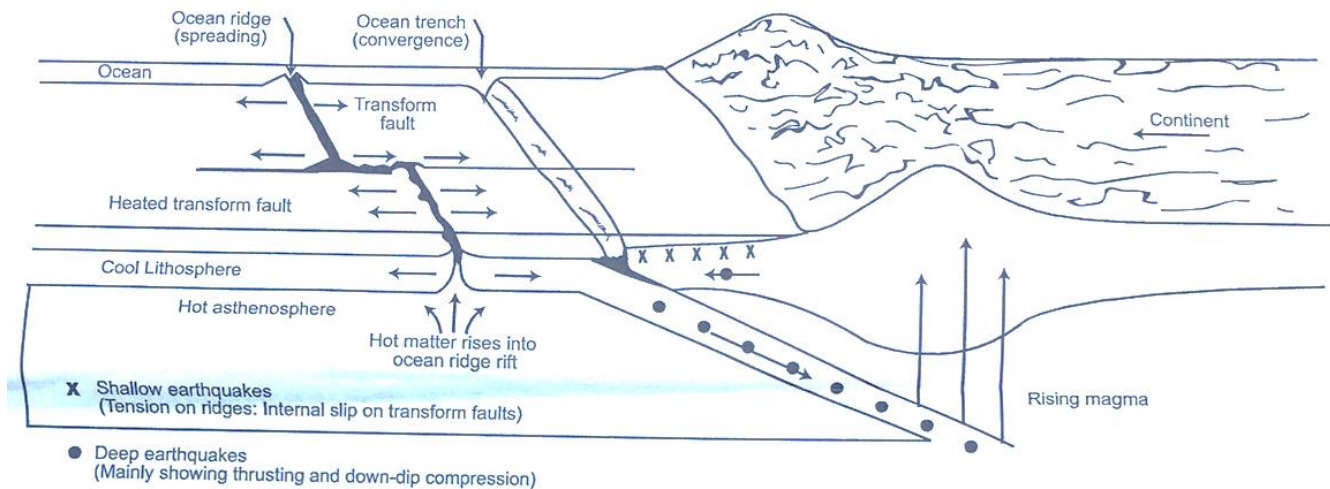
Contenido y Ensamblaje

1. Base
2. Rollo de papel
3. Clavija plástica
4. Barra de soporte
5. Brazo de alambre
6. Cáncamo
7. Tuerca
8. Golilla mediana
9. Golilla mediana
10. Tuerca mariposa
11. Golillas de goma
12. Plumón
13. Banda elástica
14. Terca
15. Golilla pequeña
16. Golilla grande
17. Tornillo



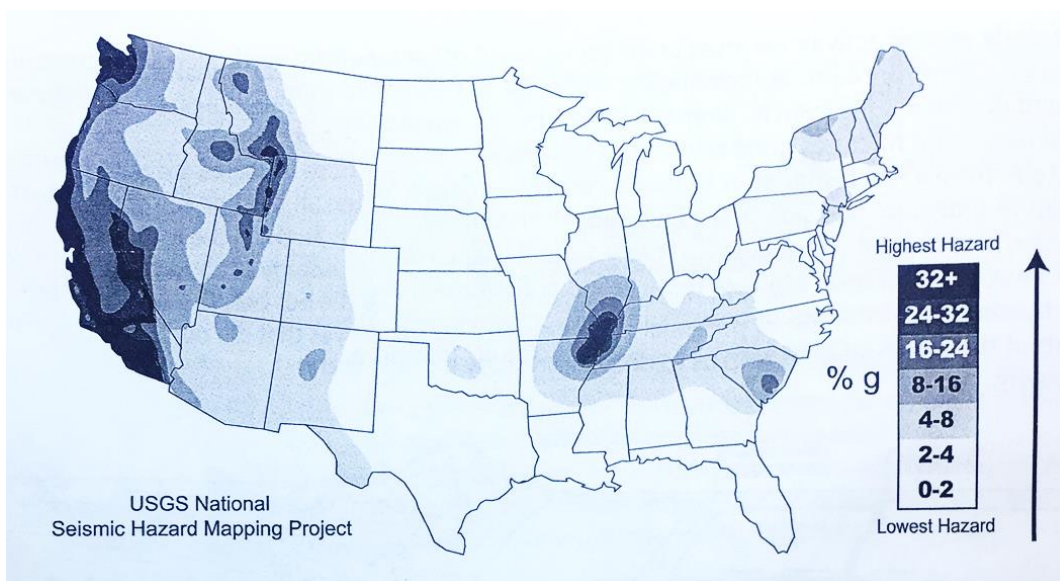
Movimientos sísmicos y Actividad Sísmica

Con el fin de estudiar la actividad sísmica debemos comprender cómo se originan los movimientos sísmicos. Se producen continuamente fracturas en la **Litósfera** (corteza) de la tierra debido a que las placas continentales flotan en el manto de la tierra y el flujo del magma desde su infraestructura profunda. Un **movimiento sísmico** ocurre cuando las placas continentales y fallas se frotan y raspan unas con otras. Estas fracturas se llaman fallas y pueden variar en tamaño desde centímetros a miles de kilómetros. Cuando ocurre un movimiento sísmico en una falla, las rocas y sedimentos de un lado de la falla se desliza horizontalmente o en ángulo hacia la roca y sedimento del otro lado de la falla. El deslizamiento sorpresivo de tensiones acumuladas a lo largo de una falla libera energía a medida que el sonido y las ondas de choque viajan a través de las rocas inferiores. Muchas de estas ondas son absorbidas y mueren mucho antes de que las sintamos, pero una acumulación más grande de tensiones o de energía potencial crean ondas más grandes que desaparecen más lento. Los movimientos de las ondas creadas nos ayudan a detectar y estudiar temblores y actividad sísmica.



Un buen ejemplo relacionado con movimientos sísmicos sería la formación de hielos en la parte superior de un cuerpo de agua. Imagina la superficie de ese cuerpo de agua que tiene piezas individuales múltiples de hielo que se encuentran unas con otras. Si se libera hacia arriba una burbuja de aire, que representa el magma del núcleo central del planeta y ejerce una tensión en uno de los trozos de hielo, la tensión puede eventualmente causar un deslizamiento o movimiento del hielo. Esto crea una onda en el agua bajo el hielo y a través de los demás hielos. Esta energía va a eventualmente acabarse a medida que viaja alejándose de la fuente y es absorbida y cambiada a otras formas de energía como calor y sonido.

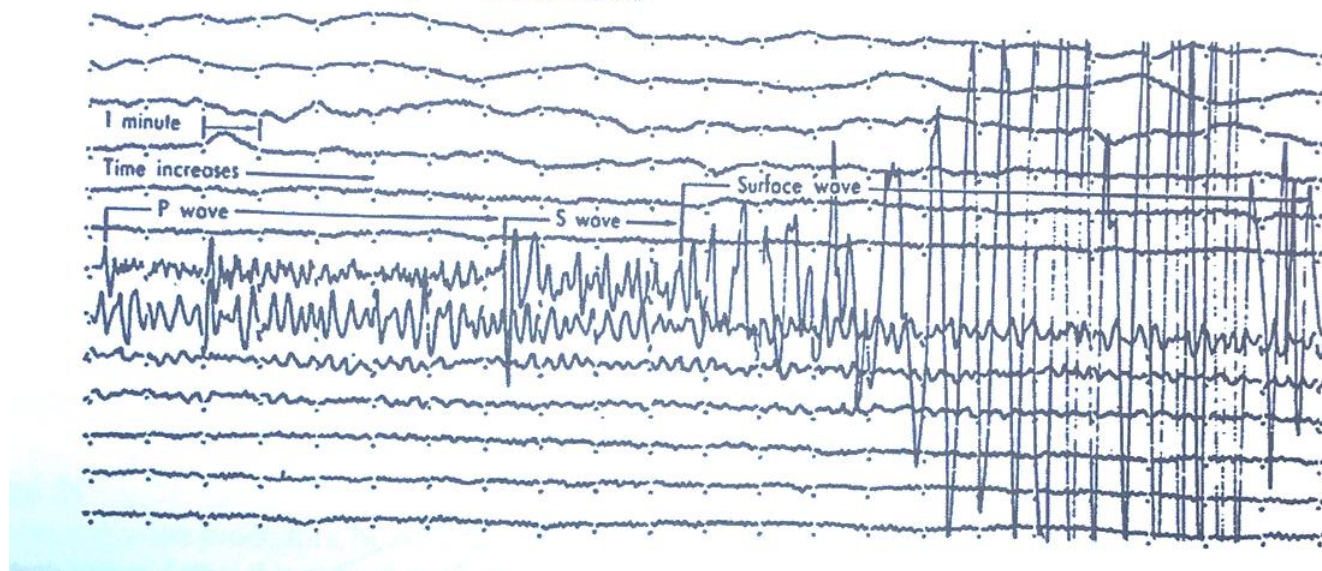
¿Ocurren movimientos sísmicos donde vives? Quizás sí y a lo mejor ya experimentaste un terremoto fuerte en tu casa o en el colegio. Estos lugares se llaman áreas sísmicamente activas. Usa el siguiente mapa para saber si vives en un área sísmicamente activa. (Para aquellos que viven en USA. Se incluye al final del documento un mapa mundial con las zonas sísmicas).



El Modelo Sismográfico de Hubbard Scientific demuestra una cantidad importante de principios científicos relacionados con el estudio del interior de la Tierra. A pesar de que este sismógrafo fue originalmente desarrollado para registrar la ubicación e intensidad de movimientos sísmicos, los científicos usan ahora sismógrafos especializados para explorar depósitos de minerales, combustible y gas y aguas subterráneas. Decenas de miles de observaciones sismográficas se han compilado desde que se estableció una red global de sismógrafos hace 100 años para obtener una mejor comprensión e interpretación del interior profundo de la Tierra. Construir y usar un Modelo de Sismógrafo puede ser una clase o actividad motivante para los alumnos, familia o grupos pequeños. Más que nada, fomenta el pensamiento crítico en los estudiantes jóvenes que aprenden ciencia de mejor forma a través de experiencias del tipo “manos a la obra” y obtienen una apreciación de cómo la ciencia tecnológica se aplica directamente.

Para comprender cómo funciona un sismógrafo, debemos comprender mejor la sismología. La **Sismología** es el campo de la geofísica que estudia la acción de ondas mecánicas en la tierra. Las **Ondas Mecánicas** pueden pasar a través de la mayoría de los materiales y causan desplazamientos en diferentes puntos de esos materiales a medida que las ondas pasan a través de ellos. La Tierra es un cuerpo sólido y pueden pasar las ondas mecánicas. Algunas de las ondas producidas por los movimientos sísmicos son ondas de volumen: P y S u ondas de superficie: Love y Raleigh. Las **Ondas de Volumen** son ondas que viajan en todas las direcciones desde el punto de origen del movimiento sísmico llamado hipocentro o foco. Las **Ondas Superficiales** son las ondas que se mueven a lo largo de la superficie de la Tierra desde el epicentro o el punto de la superficie directamente sobre el terremoto. Los tipos de ondas que se usan en un sismógrafo son las ondas P y S. Las **Ondas P** son las ondas primarias que desplazan partículas en la misma dirección que las ondas que viajan y pueden pasar por los materiales sólidos. Se conoce a la onda primaria como una onda compresiva y es del mismo tipo de onda que la onda sonora. En una **onda S**, u onda secundaria, los movimientos de las partículas desplazadas viajan perpendicular a la dirección de la onda. El resultado de las ondas secundarias es un movimiento de arriba abajo y viceversa en la superficie. Lo puedes relacionar con un flotador de pesca a medida que las ondas del agua pasan bajo él. A excepción de los edificios, los árboles y otros objetos de la superficie de la tierra actúan como flotador. Las ondas secundarias no pasan por líquidos. Tanto las ondas P como las ondas S se refractan y cambian de velocidad de viaje cuando la densidad de los materiales que atraviesas cambia, por lo tanto, son los dos tipos de ondas que más se estudian para determinar la estructura interna del mundo. Un sismógrafo es un instrumento que registra las ondas P y S en tiempo real o traza la actividad sísmica llamado sismógrafo.

Figure 1: Seismograph reading of P and S waves



Experimento de Onda Sísmica

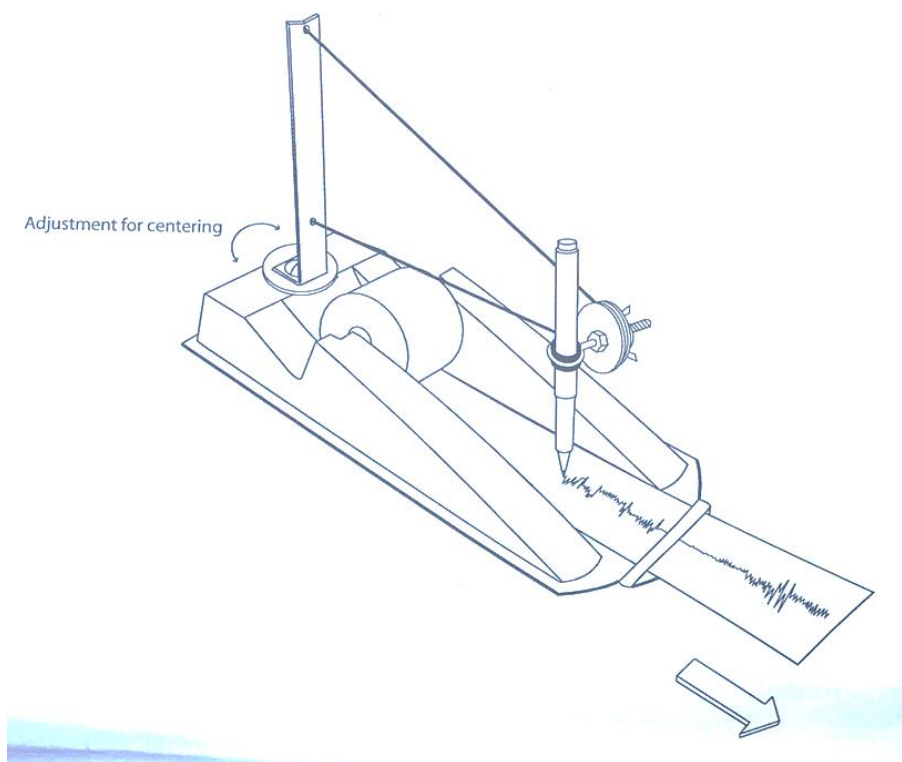
Consigue un envase de 2 litros, una botella de vidrio alta y un lápiz. Llena el envase con la mitad de agua. Golpea con el lápiz la superficie del agua varias veces cerca de los lados del envase. ¿Qué efecto hace este golpeteo del agua en el envase? A continuación, coloca la botella en la mitad del envase y repite el golpeteo. ¿Las ondas de agua se alejan de donde el lápiz toca el agua? Observa cómo las ondas rebotan en la botella y se reflejan de vuelta hacia el lápiz. Intenta el mismo experimento con gelatina y arena. ¿Cómo afecta la densidad del material la cantidad de vibraciones? ¿Vivirías en una superficie hecha de gelatina o en una superficie hecha de roca sólida? Explica tu razonamiento.

Información adicional

Busca información sobre los movimientos sísmicos en Ciudad de México y cómo la densidad de la tierra bajo la ciudad aumenta los efectos del terremoto.

Ensamblando el Sismógrafo

Refiérete a la primera página donde hay una ilustración que muestra la configuración de tu sismógrafo.



Nota

Este modelo está diseñado con propósitos demostrativos para ilustrar los principios básicos de la sismografía. Todos los sismógrafos, incluso las versiones más sofisticadas que registran datos en cintas magnéticas o en la memoria de computadores ultra rápidos se basan en los principios básicos de este diseño.

Después de ensamblar, tu sismógrafo se debiera ver como el dibujo de más arriba. EL perno debe estar fuertemente sujeto de manera tal que el brazo está centrado y firme. Puedes hacer ajustes finos para que el plumón se deslice suavemente. El rollo de papel se debe alimentar desde abajo del rollo, no desde arriba. También, para mejor estabilidad, coloque el papel bajo la banda elástica. Esta banda elástica también evitará que el sismógrafo se resbale en la mesa.

Lo primero que tienes que hacer es nivelar el sismógrafo. El plumón debe apuntar directamente hacia el centro de la tira de papel. Puedes rotar la golilla grande para centrar el plumón. El plumón no debiera tocar el papel mientras intentas nivelar el brazo. Una vez que has centrado el brazo puede ser buena idea asegurar la base pegándola con cinta adhesiva a la mesa. Esto te va a ayudar a obtener registros más precisos.

Investigación 1. Haciendo Ondas

Paso 1:

Escribe tu nombre en la primera parte del papel y etiquétalo como “Investigación 1”. Se necesitan dos estudiantes para operar el sismógrafo.

Paso 2:

Un estudiante toma el papel con firmeza y lentamente los tira desde el rollo bajo el plumón para producir una línea recta suave o trazo del movimiento. El otro estudiante gentilmente hace vibrar la mesa de forma paralela al plumón que escribe para hacer que el plumón se mueva hacia atrás y hacia adelante. Las líneas resultantes son un registro de la energía que el estudiante le aplicó a la mesa.

Paso 3:

Repite el mismo procedimiento, pero esta vez aplica una fuerza perpendicular o en ángulo recto al movimiento del plumón que escribe. Etiqueta este registro como fuerza transversal. Intenta recrear otras vibraciones mediante el golpeteo de la superficie de la mesa o colocando un motor en funcionamiento sobre la mesa. Compara cada uno de los registros y determina cuáles fuerzas y direcciones de aplicación tuvieron los registros más altos. Si hubiese un movimiento sísmico real, ¿qué tipo de ondas sísmicas estarías en verdad registrando?

Paso 4

Resetea el sismógrafo y coloca una tira en blanco debajo del plumón. Repite el mismo procedimiento para crear movimientos sísmicos pero esta vez con sacudidas fuertes o soplicos sobre la mesa. ¿Qué tipo de registro obtuviste para las fuerzas aplicadas y cómo difieren unos de otros?

Paso 5

Construye tu propio modelo tridimensional de un terremoto. Busca un caja de cartón larga, baja y segura, la cual puedas llenar hasta la mitad con arena suelta y seca. Coloca un surtido de casas en miniatura, autos, árboles y otros objetos en la arena. Coloca la caja sobre una mesa y aplica las diferentes fuerzas que usaste sobre la mesa para los registros del sismógrafo. ¿Qué tipo de fuerzas tienen el efecto más grande sobre los accesorios de tu caja?

Paso 6

Entierra bloques de madera o ladrillos con una superficie plana en la arena y coloca unos pocos accesorios sobre ellos. Esta es una representación de edificios construidos en materiales más densos. Repite las simulaciones de movimiento sísmico con diferentes fuerzas y comprar el daño al daño en los accesorios con materiales menos densos. ¿Qué tipo de refuerzos y diseños constructivos tendrías en los edificios de áreas sísmicamente activas? ¿Dónde debieran instalarse los sismógrafos y por qué?

Investigaciones futuras en movimientos sísmicos

1. Los movimientos sísmicos no van en aumento como mucha gente cree. ¿Cómo afecta la cantidad de estaciones sismográficas y la creciente tecnología la cantidad de temblores que podemos registrar o detectar ahora comparado con 10 o 100 años atrás?
2. California no se va a caer al Océano Pacífico. Las principales líneas de falla de California, ¿se mueven en dirección horizontal o vertical una contra otra? ¿Cómo explica esto que California no se va a caer al océano?
3. 90% de los movimientos sísmicos del mundo ocurren en una zona llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, que rodea al océano Pacífico. Busca por qué la mayoría de los movimientos sísmicos del mundo ocurren aquí.
4. Se utilizan comúnmente dos escalas de medida para medir la magnitud de los movimientos sísmicos. Estas son la Escala de Intensidad de Mercalli Modificada y la escala de Richter. La escala de Richter mide la magnitud de un movimiento sísmico desde 3 a 8 con 3 siendo un temblor suave a 8 siendo un terremoto mayor. La escala de Mercalli es una escala de 1 a 12 que mide el daño que produce un movimiento sísmico en los edificios y personas. Busca sobre los mayores movimientos sísmicos de la historia que han sido registrados y compara las escalas de daño y pérdidas de vidas humanas que ocurrieron.
5. Un mapa isosísmico es un mapa que muestra la actividad sísmica con líneas de contorno. Intenta encontrar uno de estos en tu área si te encuentras en un área sísmica.
6. La magnitud, la distancia y las condiciones del suelo son los determinantes principales en los efectos que vas a sentir durante un movimiento sísmico. Busca sobre fallas que estén cerca de ti y determina el efecto que el movimiento sísmico va a tener por la distancia de la que te encuentras de una potencial fuente de movimientos sísmicos. Los estudiantes pueden tener más información sobre movimientos sísmicos en el sitio de sismología de la Universidad de Chile <http://www.sismologia.cl/>