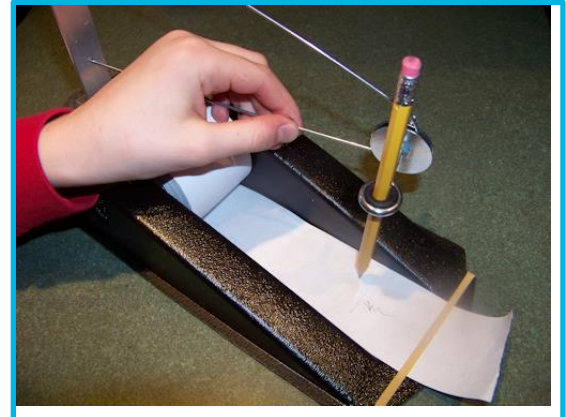


Proporcionado por TryEngineering, [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

### **Enfoque de la lección**

La lección se concentra en explorar cómo el desarrollo de los sismógrafos ha ayudado a salvar vidas en el mundo entero. Los estudiantes trabajan en equipos para diseñar su propio sismógrafo con elementos cotidianos y prueban su capacidad de registrar un seísmo simulado en clase. Luego evalúan sus propios sismógrafos y los de los demás equipos y presentan los hallazgos a la clase.



### **Sinopsis de la lección**

La actividad "¡A moverse al ritmo de los sismógrafos!" explora la ingeniería que hay detrás de los sismógrafos y cómo ha mejorado el registro preciso de los seísmos. Los estudiantes trabajan en equipos para construir un sismógrafo sencillo a partir de elementos cotidianos, lo prueban durante un seísmo simulado, evalúan sus resultados y presentan los hallazgos ante la clase.

### **Niveles de edad**

8 a 18.

### **Objetivos**

- ◆ Aprender sobre la tecnología de los sismógrafos.
- ◆ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y la solución de problemas.

### **Resultados anticipados del aprendizaje**

Como resultado de esta actividad, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ los sismógrafos
- ◆ la interacción de la tecnología con diversos aspectos ambientales
- ◆ el diseño de ingeniería
- ◆ el trabajo en equipo

### **Actividades de la lección**

Los estudiantes aprenden de qué manera los sismógrafos registran y pueden ayudar a predecir seísmos y otros movimientos de la tierra. Exploran cómo la tecnología puede afectar positivamente el mundo. Los estudiantes trabajan en equipos para diseñar su propio sismógrafo con elementos cotidianos y prueban su capacidad de registrar un seísmo simulado en clase. Luego evalúan sus propios sismógrafos y los de los demás equipos y presentan los hallazgos a la clase.

#### **A moverse al ritmo de los sismógrafos**

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

---

## **Información/materiales**

- ◆ Documentos informativos para el maestro (adjuntos)
- ◆ Hoja de información para el estudiante (adjunta)
- ◆ Hoja de trabajo para el estudiante (adjunta)

---

## **Concordancia con los programas educativos**

Consulte la hoja adjunta sobre la concordancia con los programas educativos.

---

## **Conexiones a Internet**

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ USGS Earthquake Hazards Program Learning Resources (<https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/>)
- ◆ USGS Global Seismographic Network (<https://earthquake.usgs.gov/monitoring/>)

---

## **Lecturas recomendadas**

- ◆ An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure (Una introducción a la sismología, los seísmos y la estructura de la tierra) por Seth Stein y Michael Wysession (ISBN: 0865420785)
- ◆ Earthquakes (Seísmos) por Bruce Bolt (ISBN: 0716775484)
- ◆ Introduction to Seismology (Introducción a la sismología) por Peter M. Shearer (ISBN: 0521708427)

---

## **Actividades opcionales de redacción**

- ◆ Escribe un ensayo o párrafo que explique por qué los ingenieros civiles podrían necesitar evaluar la actividad sísmica del sitio donde van a edificar
- ◆ Escribe un ensayo o párrafo sobre cómo la tecnología sismológica actual podría haber reducido las tasas de mortalidad desde el seísmo de 1960 en Chile.

### **A moverse al ritmo de los sismógrafos**



## *Para los maestros: Concordancia con los programas de estudio*

Nota: Todos los planes de las lecciones de esta serie cumplen con las Normas nacionales de educación científica, formuladas por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) y avaladas por la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (National Science Teachers Association) y, si corresponde, también con las Normas para la competencia tecnológica de la Asociación Internacional de Educación Tecnológica (International Technology Education Association) o los Principios y normas de las matemáticas escolares del Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics).

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de K a 4º grado (de 4 a 9 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ◆ La comprensión de la indagación científica

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La posición y el movimiento de los objetos

#### **NORMA DE CONTENIDO D: Ciencias de la tierra y el espacio**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Los cambios en la Tierra y en el cielo

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Los cambios en los entornos
- ◆ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La ciencia como cometido humano

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 5º a 8º grado (de 10 a 14 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Movimientos y fuerzas
- ◆ La transferencia de energía

#### **A moverse al ritmo de los sismógrafos**



## Para los maestros:

### Concordancia con los programas educativos (continuación)

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades en 5° a 8° grado, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las poblaciones, los recursos y los medio ambientes
- ◆ Los riesgos naturales
- ◆ La ciencia y la tecnología en la sociedad

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La historia de la ciencia

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 9° a 12° grado (de 14 a 18 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ◆ La comprensión de la indagación científica

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Movimientos y fuerzas
- ◆ Las interacciones entre la energía y la materia

#### **NORMA DE CONTENIDO D: Ciencias de la tierra y el espacio**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La energía en el sistema terrestre

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Los riesgos naturales y los inducidos por el ser humano
- ◆ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales, nacionales y mundiales

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las perspectivas históricas

### A moverse al ritmo de los sismógrafos

## *Para los maestros:*

### *Concordancia con los programas educativos (continuación)*

#### ◆ Normas para la competencia tecnológica, todas las edades

##### **La naturaleza de la tecnología**

- ◆ Norma 3: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las relaciones entre las tecnologías y las conexiones entre la tecnología y otros campos de estudio.

##### **Tecnología y sociedad**

- ◆ Norma 5: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los efectos de la tecnología en el medio ambiente.
- ◆ Norma 6: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol de la sociedad en el desarrollo y uso de la tecnología.
- ◆ Norma 7: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de la influencia de la tecnología en la historia.

##### **Diseño**

- ◆ Norma 8: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los atributos del diseño.
- ◆ Norma 9: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del diseño de ingeniería.
- ◆ Norma 10: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol del diagnóstico de fallas, la investigación y el desarrollo, los inventos y las innovaciones y la experimentación a la hora de solucionar problemas.

##### **Capacidades para un mundo tecnológico**

- ◆ Norma 11: Los estudiantes desarrollarán capacidades para aplicar el proceso de diseño.

##### **El mundo diseñado**

- ◆ Norma 17: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del uso de tecnologías de información y comunicaciones y podrán seleccionarlas y usarlas.

## Para los maestros: Hojas informativas para maestros

### ◆ Meta de la lección

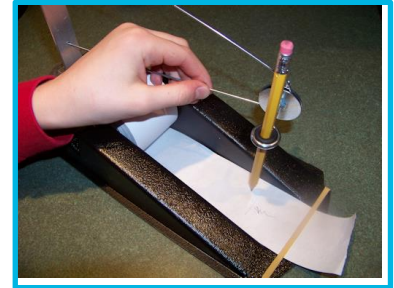
Explora los sismógrafos y cómo la tecnología puede ayudar a avisarle a la sociedad sobre peligros inminentes. La lección se aboca a explorar cómo el desarrollo de los sismógrafos ha ayudado a salvar vidas en el mundo entero. Los estudiantes trabajan en equipos para diseñar su propio sismógrafo con elementos cotidianos y prueban su capacidad de registrar un seísmo simulado en clase. Luego evalúan sus propios sismógrafos y los de los demás equipos y presentan los hallazgos a la clase.

### ◆ Objetivos de la lección

- ◆ Aprender sobre la tecnología de los sismógrafos.
- ◆ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y la solución de problemas.

### ◆ Materiales

- Hojas de información para el estudiante
- Hojas de trabajo para el estudiante
- Un grupo de materiales para cada equipo de estudiantes: cordel, alambre, papel, lápiz, marcador, sujetapapeles, pegamento, cartón, cartulina, papel metálico, elásticos, cinta, fuente o bandeja, arcilla
- Escalera o banqueta (para dejar caer una pelota para simular un seísmo); cordel para cortar en trozos de 0,5, 1 y 1,5 metros
- Idea de suministro alternativo: Juego sismográfico de American Educational Products (disponible en [www.amep.com/standarddetail.asp?cid=664](http://www.amep.com/standarddetail.asp?cid=664) o Amazon.com por unos \$32)



### ◆ Procedimiento

1. Muéstrela a los estudiantes la hoja de referencia. Se puede leer en clase, o bien, se puede entregar como material de lectura de tarea para la noche anterior.
2. Dé a cada equipo de estudiantes un conjunto de materiales y pídale que construyan su propio sismógrafo que les permita registrar la intensidad de un seísmo simulado en la sala. El mejor diseño será el que sea capaz de detectar la alteración menos intensa.
3. Los equipos de estudiantes presentan sus diseños ante la clase y explican cómo creen que funcionarán.
4. Pruebe el sismógrafo de cada equipo colocándolo sobre una pequeña mesa. El maestro simulará una perturbación dejando caer una pequeña pelota de goma en la mesa desde tres diferentes alturas (0,5, 1 y 1,5 metros). Recomendamos que se pare en una escalera firme y mida con los trozos de cordel el punto desde el cual dejará caer la pelota para garantizar una prueba uniforme y justa. (Nota: Puede considerar el uso de pelotas de otro tamaño; por ejemplo, una pelota de tenis)
5. Los estudiantes registran y revisan sus resultados y los de los demás equipos y presentan sus reflexiones ante la clase.

### ◆ Tiempo necesario

De una a dos sesiones de 45 minutos.

## A moverse al ritmo de los sismógrafos

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE – All rights reserved.

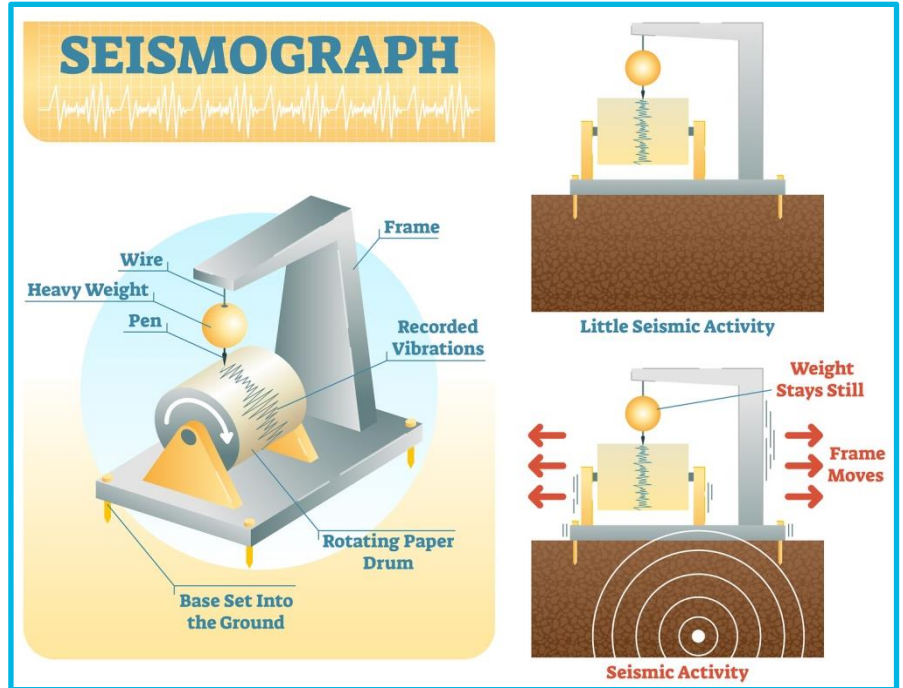
Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).



## Hoja de información para el estudiante: ¿Qué es un sismógrafo?

Los sismómetros son instrumentos que miden y registran los movimientos del terreno, incluyendo las ondas sísmicas generadas por temblores, explosiones nucleares y otras fuentes. Los registros de ondas sísmicas permiten a los científicos determinar la configuración del interior de la Tierra y localizar y medir la intensidad de las diferentes fuentes que las generan. El término deriva del griego σεισμός, seismós, un agitación o temblor, del verbo σειω, seíō, agitar; y μέτρον, métron, medir.

Un sismógrafo, o sismómetro, es un instrumento utilizado para detectar y registrar seísmos. Generalmente, consta de una masa unida a una base fija. Durante un seísmo, la base se mueve pero no la masa. El movimiento de la base con respecto a la masa se transforma comúnmente en un voltaje eléctrico. Dicho voltaje se registra en papel, cinta magnética u otro medio de grabación. Este registro es proporcional al movimiento de la masa del sismómetro en relación a la Tierra, pero se puede convertir matemáticamente en un registro del movimiento absoluto del suelo. El sismógrafo generalmente se refiere al sismómetro y su dispositivo de registro como una sola unidad.



### ◆ Sismoscopio de Chang Heng

En el año 132 DC, Chang Heng, de la dinastía china Han inventó el primer sismoscopio, el cual se denominó Houfeng Didong Yi. Era una gran vasija de bronce, de unos 2 metros de diámetro, en cuya parte superior había 8 cabezas de dragones que sostenían bolitas de bronce. Cuando ocurría un seísmo, una de las bocas se abría y dejaba caer la bolita en un sapo de bronce ubicado en la base, emitiendo un sonido e indicando la dirección del seísmo. Por lo menos en una ocasión, probablemente para el gran seísmo de Gansu en 143 DC, el sismoscopio indicó un temblor que sin embargo no se percibió. El texto disponible afirma que dentro de la vasija había una columna central que se podía mover a lo largo de ocho pistas; se piensa que esto se refiere a un péndulo, aunque no se sabe exactamente que conexión tenía con un mecanismo que abriera la boca de un solo dragón. Se supone que el primer temblor registrado por este sismógrafo se produjo en algún lugar del este. Días después, un jinete proveniente de la zona lo confirmó. La imagen de la derecha es un dibujo del sismoscopio de Chang Heng, tal como lo apreció Wang Chen-To (1936).

### A moverse al ritmo de los sismógrafos

## Hoja de información para el estudiante: Seguimiento de seísmos

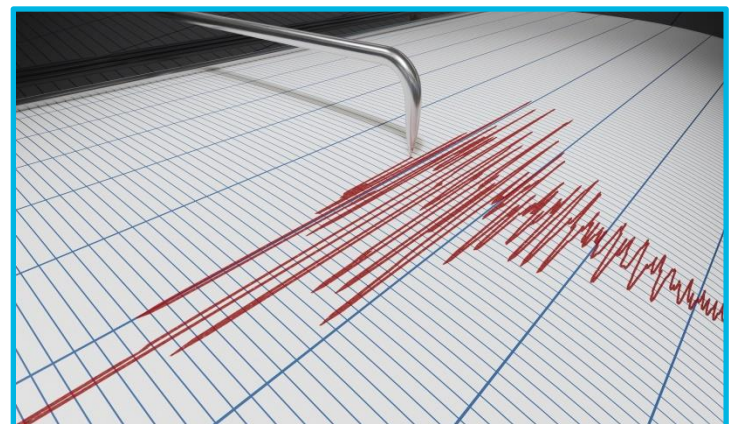
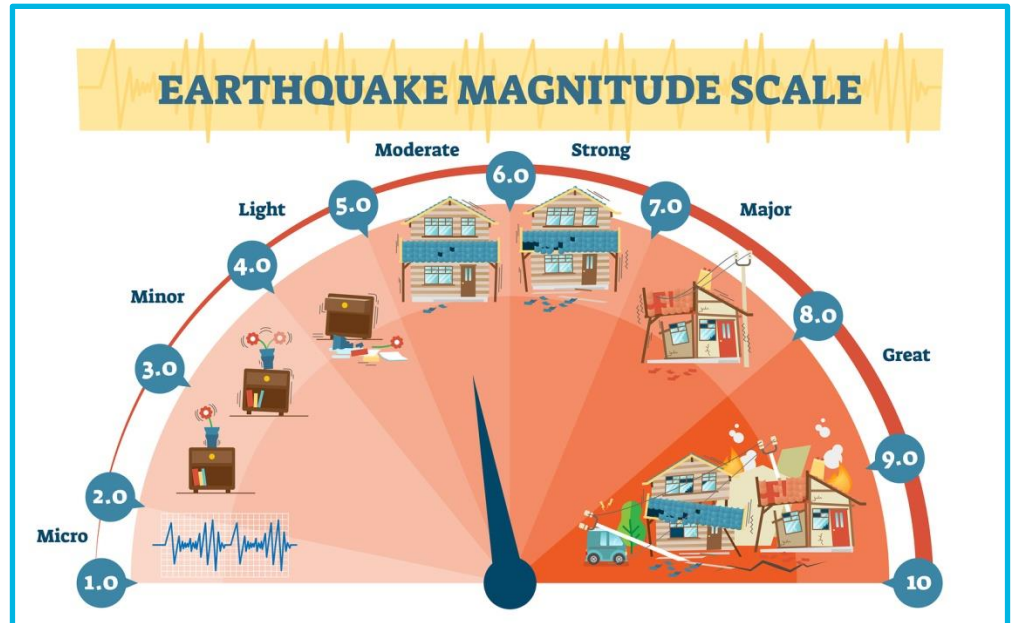
### ◆ La escala de Richter

La escala de magnitud de Richter fue inventada en 1935 por Charles F. Richter del Instituto de Tecnología de California, con el objeto de poder comparar matemáticamente la intensidad de los seísmos. En un principio, la escala de Richter se podía aplicar sólo a datos provenientes de instrumentos de idéntica fabricación.

Ahora, los instrumentos se calibran cuidadosamente entre sí. De esta manera, la magnitud se puede calcular con datos generados por cualquier sismógrafo calibrado. La escala indica la magnitud del seísmo en una escala de 1,0 a 10,0. Los seísmos más leves son de 1,0 o menos. Cada nivel de la escala de Richter aumenta en potencias de 10. Por lo que un aumento de un punto significa que la fuerza de un seísmo es 10 veces más grande que el nivel que lo antecede. Un seísmo grado 2,0 es 10 veces más fuerte que uno grado 1,0. Y uno grado 6,0 es  $10 \times 10$ , o 100 veces más intenso que uno que registre 4,0.

### ◆ El seísmo más grande

El seísmo más grande desde que se tiene registro se produjo el 22 de mayo de 1960 en Chile. Murieron aproximadamente 1.655 personas y resultaron heridas otras 3.000. Más de 2.000.000 perdieron sus hogares y los daños totalizaron unos US\$550 millones. Este seísmo registró 9,5 en la escala de Richter. ¡Más adelante aparece el registro del sismógrafo de este seísmo!



### A moverse al ritmo de los sismógrafos



## Hoja de información para el estudiante: Sismógrafos de péndulo

### ◆ El poder de los péndulos

Antes de que la electrónica permitiera registrar los seísmos más intensos, los científicos construyeron grandes sismómetros con péndulos a resorte para captar el movimiento de largo período producido por tales seísmos. El más grande pesaba cerca de 15 toneladas. En Ciudad de México hay uno de tamaño mediano que mide tres pisos de alto y que aún funciona. Otro ejemplo de estos aparatos es un "sismómetro" de péndulo invertido, diseñado por James Forbes (Forbes, 1844), el cual aparece a la derecha. Constaba de una varilla metálica vertical apoyada en un alambre de acero cilíndrico también vertical. Al ajustar la rigidez del alambre o la altura de la bola que de él colgaba, se podía cambiar la oscilación del péndulo. Un lápiz que colgaba de la varilla permitía "escribir" una línea en papel que mostraba el movimiento de la tierra.



### ◆ Tecnología actual

El Sistema Sísmico Nacional Avanzado (Advanced National Seismic System, ANSS) es una iniciativa de investigación geológica de Estados Unidos para modernizar y ampliar las capacidades de supervisión sísmica en el país. Los principales elementos del ANSS incluyen sistemas de supervisión nacionales, regionales, urbanos y estructurales. El ANSS terminará siendo una red nacional de por lo menos 7.000 sistemas de medición de movimiento, tanto a nivel del suelo como en edificios, que brindará a los rescatistas de emergencia información sísmica instantánea. Además, les proporcionará a los ingenieros información sobre las condiciones de respuesta de inmuebles y lugares y a los científicos les entregará datos de alta calidad para comprender los procesos sísmicos y la estructura y dinámica de la tierra sólida. Además, la Red Sismográfica Mundial (<http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/gsn/>) es una red digital permanente de sensores sismológicos y geofísicos de última generación, conectados por una red de telecomunicaciones, que sirve de planta científica multiuso y recurso social para supervisión, investigación y educación.

La Red Sismográfica Mundial proporciona supervisión de la Tierra en forma casi uniforme en todo el mundo, con más de 150 estaciones sísmicas distribuidas por el mundo entero.

Además, se utiliza procesamiento de datos sísmicos terrestres y marinos en formato bi y tridimensional, para mostrar el movimiento tanto en profundidad como en tiempo. Spectrum ASA de Noruega se aboca al procesamiento de estos datos bi y tridimensionales, y mantiene una biblioteca de datos e informes de múltiples clientes que comprende todas las principales zonas de producción de petróleo del mundo.

### A moverse al ritmo de los sismógrafos

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

***Hoja de trabajo para el estudiante:  
¡Fabrica tu propio sismógrafo!***

Formas parte de un equipo de ingenieros a quienes se les ha planteado el desafío de construir un sismógrafo confiable que registre la actividad sísmológica en la sala de clase. La máquina debe ser capaz de registrar visualmente el movimiento en una escala que tú mismo diseñes. La máquina que pueda registrar la perturbación más mínima se considerará el mejor diseño.

◆ Fase de investigación/preparación

1. Revisa las diversas hojas de referencia para el estudiante.

◆ Planificación como equipo

2. A tu equipo el maestro le ha entregado algunos “materiales de fabricación”. Puedes pedir materiales adicionales.

3. Reúnete junto a tu equipo para generar un diseño y hacer la lista de materiales que necesitarías para construir un sismógrafo. Recuerda que este aparato debe registrar la intensidad de un seísmo simulado en clase, el cual se creará dejando caer una pelota desde tres alturas distintas: 0,5, 1 y 1,5 metros.

4. Dibuja tu plan para el sismógrafo en el cuadro siguiente o bien en otra hoja. Incluye una lista de materiales que tengas pensado usar para fabricar el instrumento. Presenta tu diseño a la clase. Puede que te convenga afinar el plan de tu equipo tras recibir los comentarios y sugerencias de la clase.

Materiales necesarios:
Describe tu escala:

**Hoja de trabajo para el estudiante (continuación):**

◆ Fase de construcción

5. Elabora el sismógrafo y lleva un registro de si necesitaste materiales adicionales durante la fase de construcción.

◆ Pruebas

6. El sismógrafo de tu equipo se colocará encima de una mesa estable pequeña. El maestro creará tres seísmos simulados dejando caer una pelota de caucho sobre la tabla desde tres alturas distintas: 0,5, 1 y 1,5 metros. La máquina deberá registrar cada uno de ellos. Las máquinas más sensibles se considerarán las mejores. Deberán ser capaces de registrar los seísmos más leves. Registra tus observaciones en el cuadro siguiente.

Seísmo	0,5 metros	1 metro	1,5 metros
Medición del seísmo en tu escala			
Observaciones físicas (¿qué notaste sobre tu máquina durante la prueba...? ¿qué funcionó y qué no?)			

◆ Presentación

7. Presenta tus hallazgos y los resultados de la prueba de tu sismógrafo ante la clase. Presta atención a las diferencias en los diseños y resultados de los diversos sismógrafos creados en la sala.

◆ Fase de evaluación

8. Compara y evalúa los resultados y métodos de medición de tu equipo con los de los demás.

9. Completa la hoja de trabajo de evaluación.

---

***Hoja de trabajo para el estudiante: Reflexión***

◆ Usa esta hoja de trabajo para evaluar tu experiencia con la lección “¡A moverse al ritmo de los sismógrafos!”:

1. ¿Lograste crear un sismógrafo que pudiera registrar en una escala la simulación de un seísmo las 3 veces?

2. ¿Tuviste que solicitar materiales adicionales para construir el sismógrafo?

3. ¿Crees que los ingenieros tienen que adaptar sus planes originales durante el proceso de fabricación de productos? ¿Por qué?

4. Si fueras a adaptar el sismógrafo de la clase a uno que efectivamente registrara un seísmo real, ¿qué modificaciones tendrías que hacerle?

5. Si tuvieras que hacerlo todo de nuevo, ¿cómo cambiaría tu diseño original? ¿Por qué?

6. ¿Qué diseños o métodos constataste que intentaron los demás equipos que en tu opinión dieron buenos resultados?

7. ¿Crees que hubieras podido completar este proyecto más fácilmente si hubieses trabajado solo? Explica...