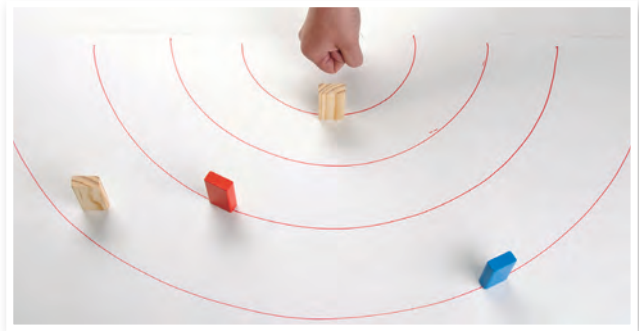


Materiales: diez cajitas iguales.

### Para comenzar



Distribuyan las cajitas en torno a un punto de una mesa, tal como se muestra en la imagen.

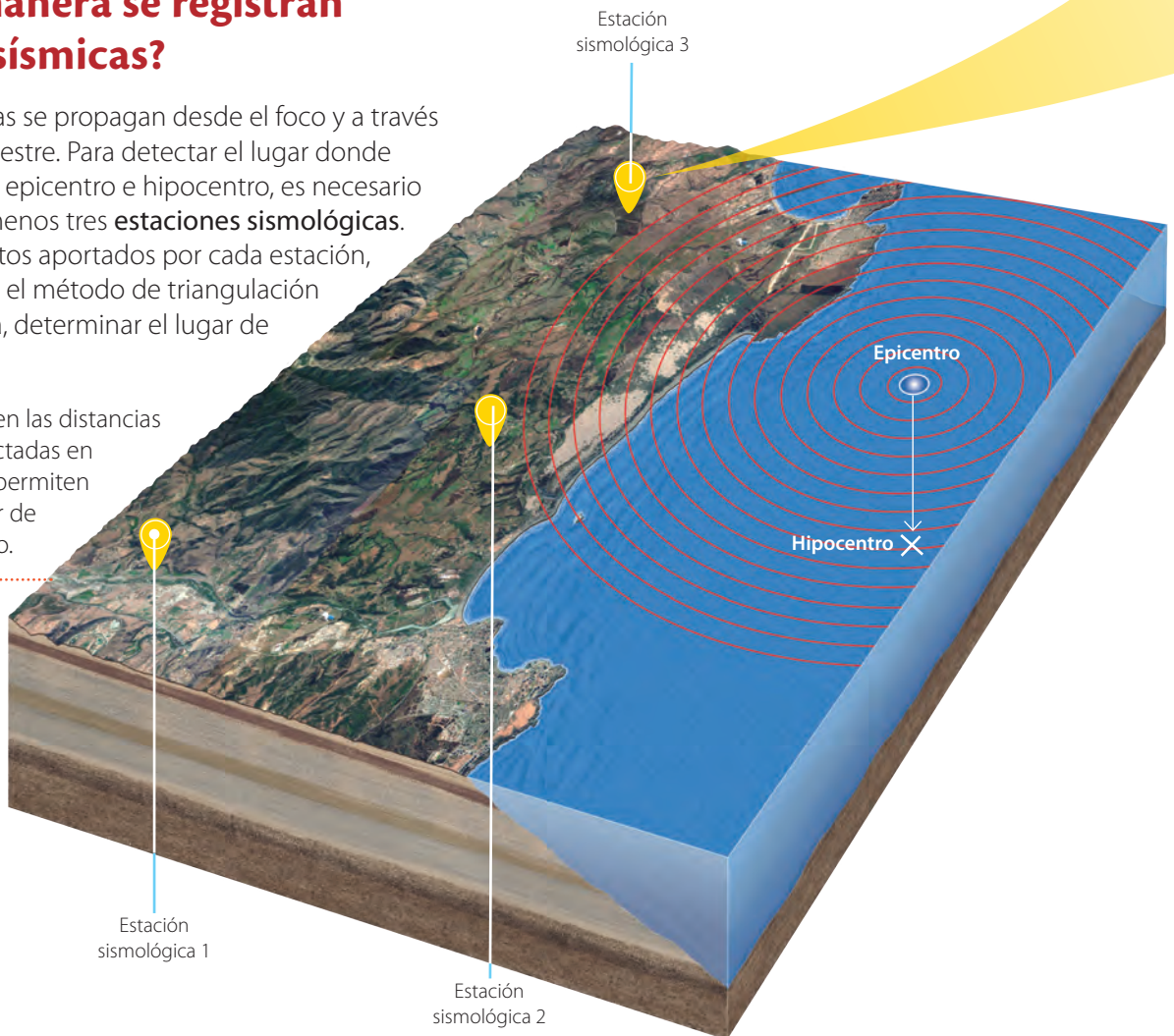


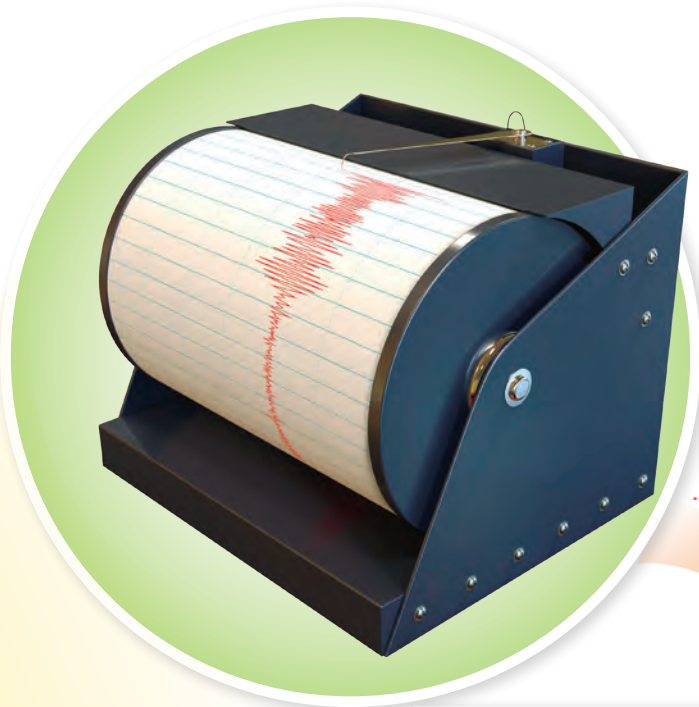
Golpeen sobre el punto de la mesa y observen. ¿Qué representa el punto que golpearon?, ¿qué ocurrió con las cajitas según la distancia a la que se encontraban del punto?

### ¿De qué manera se registran las ondas sísmicas?

Las ondas sísmicas se propagan desde el foco y a través de la litósfera terrestre. Para detectar el lugar donde estas se generan, epicentro e hipocentro, es necesario una red de a lo menos tres **estaciones sismológicas**. A partir de los datos aportados por cada estación, es posible aplicar el método de triangulación y, de esta manera, determinar el lugar de origen del sismo.

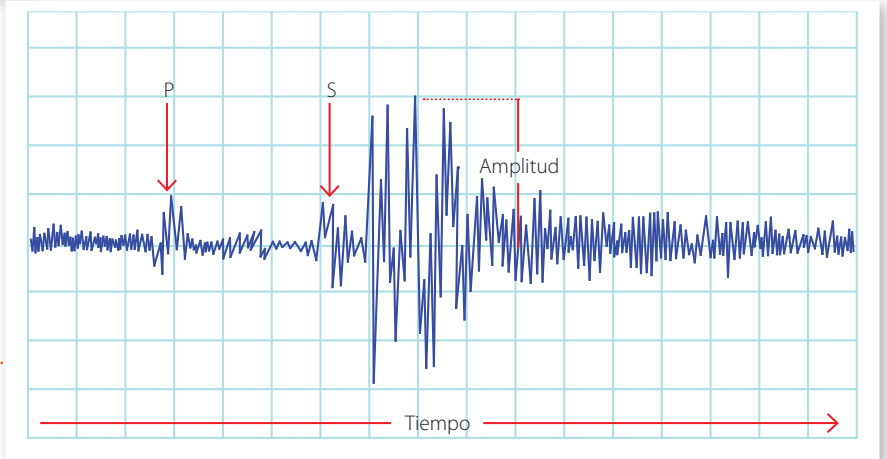
- Las diferencias en las distancias y tiempos detectadas en las ondas S y P permiten localizar el lugar de origen del sismo.





Al interior de una estación sismológica se encuentra un instrumento denominado **sismógrafo**, el que permite hacer un registro gráfico de un evento sísmico. A medida que un sismo se desarrolla, una aguja marca sobre un tambor móvil los cambios en las vibraciones. Los sismógrafos actuales usan una memoria digital en lugar de un tambor.

El registro gráfico de un sismo se denomina **sismograma**. En este, las primeras ondas en ser detectadas son las ondas P, luego las S y finalmente las ondas superficiales.



↑ A partir del tiempo transcurrido entre la primera onda S y la primera onda P, se puede determinar la distancia entre el epicentro y la estación sismológica.

**CeluLab**



Descarguen de un sitio de libre uso una aplicación de sismógrafo o vibrómetro.



Activen la aplicación y pongan el celular sobre una mesa. Luego háganla vibrar y observen. ¿De qué manera piensan que funciona esta aplicación?, ¿qué sensores del celular emplea?

## ¿Cómo se mide un sismo?

Para medir la energía liberada por un sismo se emplean las escalas de magnitud sísmica, que son principalmente la **escala de Richter** ( $M_r$ ) y la de **magnitud de momento sísmico** ( $M_w$ ). En la actualidad, la más utilizada es la de magnitud de momento debido a que, a diferencia de la escala de Richter, no se satura para sismos de gran magnitud (sobre 8 grados) y, además, es más precisa para sismos de baja o alta magnitud.

Las escalas de magnitud no son lineales, sino que logarítmicas, es decir, un sismo de 4 grados de magnitud no es el doble de uno de 2 grados, sino que más de 1000 veces mayor.



Valdivia, Chile 1960 (9,5). Es el sismo registrado de mayor magnitud de la historia.

Alaska, EE.UU 1964 (9,2)

Sumatra, Indonesia 2004 (9,1)



Tohoku, Japón 2011 (9,0). Generó uno de los tsunamis más devastadores de la historia de Japón.

Sumatra, Indonesia 2007 (8,5)



Chile 2010 (8,8). Después de 1960, es el terremoto más devastador registrado en Chile.

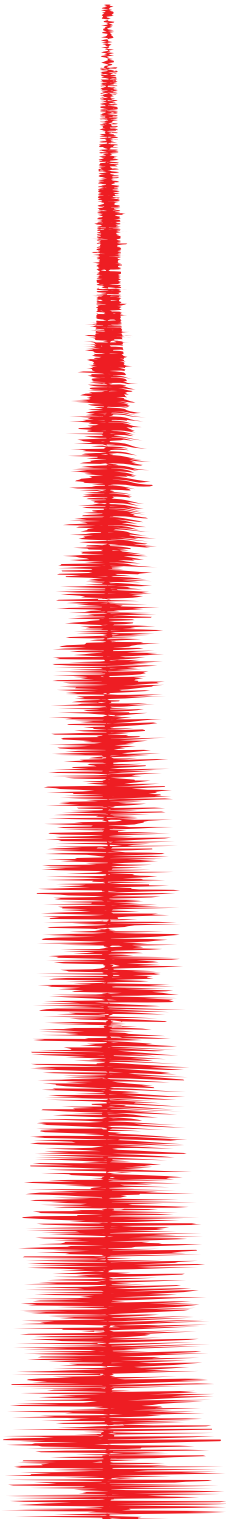
Haití 2010 (7,0)

## La intensidad de un sismo

Una forma indirecta de medir un sismo es a través de los efectos que este tiene sobre el terreno y las edificaciones. Esto se logra mediante la intensidad, cuya escala de medición es la de **Mercalli modificada** ( $M_M$ ), la que depende de factores como la distancia al epicentro, la profundidad del foco, el tipo de terreno y la calidad de las construcciones. Esta escala consta de doce grados, los que se detallan a continuación.



¿Por qué un mismo sismo puede tener una magnitud de momento sísmico de 6 y una intensidad de X?



I	Solo registrado por instrumentos.	
II a III	Apenas perceptible.	
IV a V	Percibido con claridad. Se desplazan objetos ligeros.	
VI a VII	Se desplazan muebles pesados y construcciones ligeras sufren daños.	
VIII	Las construcciones experimentan serios daños.	
IX	Hay derrumbes y se aprecian algunas grietas en el suelo.	
X	Gran parte de las construcciones se destruyen.	
XI	Hay derrumbes, caen puentes y se desplaza el terreno.	
XII	Destrucción total, y puede cambiar la geografía del lugar.	

## ¿Qué consecuencias tienen los sismos?

### Tsunamis

Cuando el epicentro de un sismo es en el océano o cercano a la costa, se puede producir un **tsunami**. Este es un tren de olas que impacta la costa y se origina después de un terremoto.

La energía que se libera en la zona de ruptura en la corteza oceánica es transmitida en forma de ondas.

Las ondas se propagan con una rapidez cercana a los 800 km/h y su altura casi no se distingue del oleaje.

A medida que la profundidad del fondo se reduce, la ola del tsunami aumenta de altura, pudiendo adentrarse varios kilómetros en tierra.

Efectos del tsunami de 2010 en Chile.



¿Qué hacer en caso de alerta de tsunami?

- Caminar rápidamente a sectores altos (30 m).
- Evitar el uso de automóviles.
- No descender hasta que se levante la alerta.

↑ Tsunami de Japón de 2011.

## Efectos en la sociedad e infraestructura

Son múltiples los efectos que un sismo de gran magnitud puede generar en un país, tal como se muestra en el esquema.

Daños en las construcciones



Derrumbes de puentes



Daños en caminos y estructura vial



Incendios debido a roturas de ductos de gas



Efecto en la salud y la vida de las personas



### ACTIVIDAD

En grupos, investiguen y debatan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué efectos puede ocasionar en la economía y en la sociedad de un país un sismo de gran magnitud?
- ¿Qué medidas deben adoptar al momento de un sismo?
- Para finalizar, señalen cuál es la forma o medio más adecuado para comunicar su investigación a sus compañeros.

# MODELACIÓN PASO A PASO

## Construyendo el modelo de un sismógrafo

### Paso 1 Concibo el modelo

¿Qué características debería tener el sismógrafo que construyamos para que sea funcional?

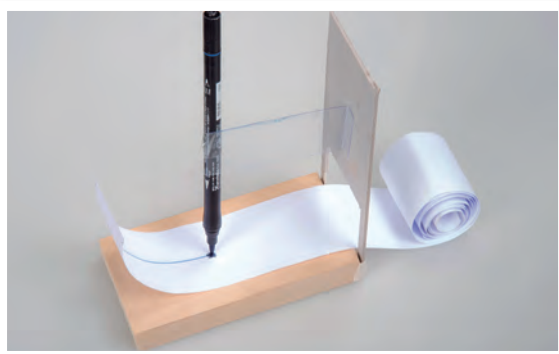
### Paso 2 Construyo



Materiales: una base de madera, un trozo de mica flexible, un plumón o lápiz que marque con facilidad, cartón, pegamento, cinta de papel y cinta adhesiva.



Corten el cartón y péguenlo a la base de madera, tal como se ve en la imagen.



Con el resto de los materiales, realicen el montaje de la imagen.



Ahora, mientras uno de ustedes hace oscilar la mesa, el otro debe tirar lentamente la cinta de papel. Observen.

### Paso 3 Analizo y evalúo el modelo

- En el registro que obtuvieron en la cinta de papel, ¿de qué manera pueden identificar la intensidad del movimiento?
- ¿Cómo mejorarían el modelo de sismógrafo?
- ¿Qué sucedería si el movimiento fuese vertical?, ¿les serviría su sismógrafo?

#### DESAFÍO

Preparen una presentación en video en la que incluyan animaciones de sitios web confiables para explicar el funcionamiento de un sismógrafo.

## EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

### ¿Dónde se estudia la actividad sísmica en Chile?

En la actualidad, la actividad sísmica en Chile es monitoreada por el **Centro Sismológico Nacional (CSN)**, dependiente de la Universidad de Chile. Este centro permite entregar información confiable de los sucesos sísmicos en tiempo real a entidades como la ONEMI, encargada, entre otras cosas, de las emergencias suscitadas por catástrofes naturales. El CSN está compuesto por especialistas en ciencias de la Tierra y continuamente desarrolla investigación para mejorar sus metodologías.

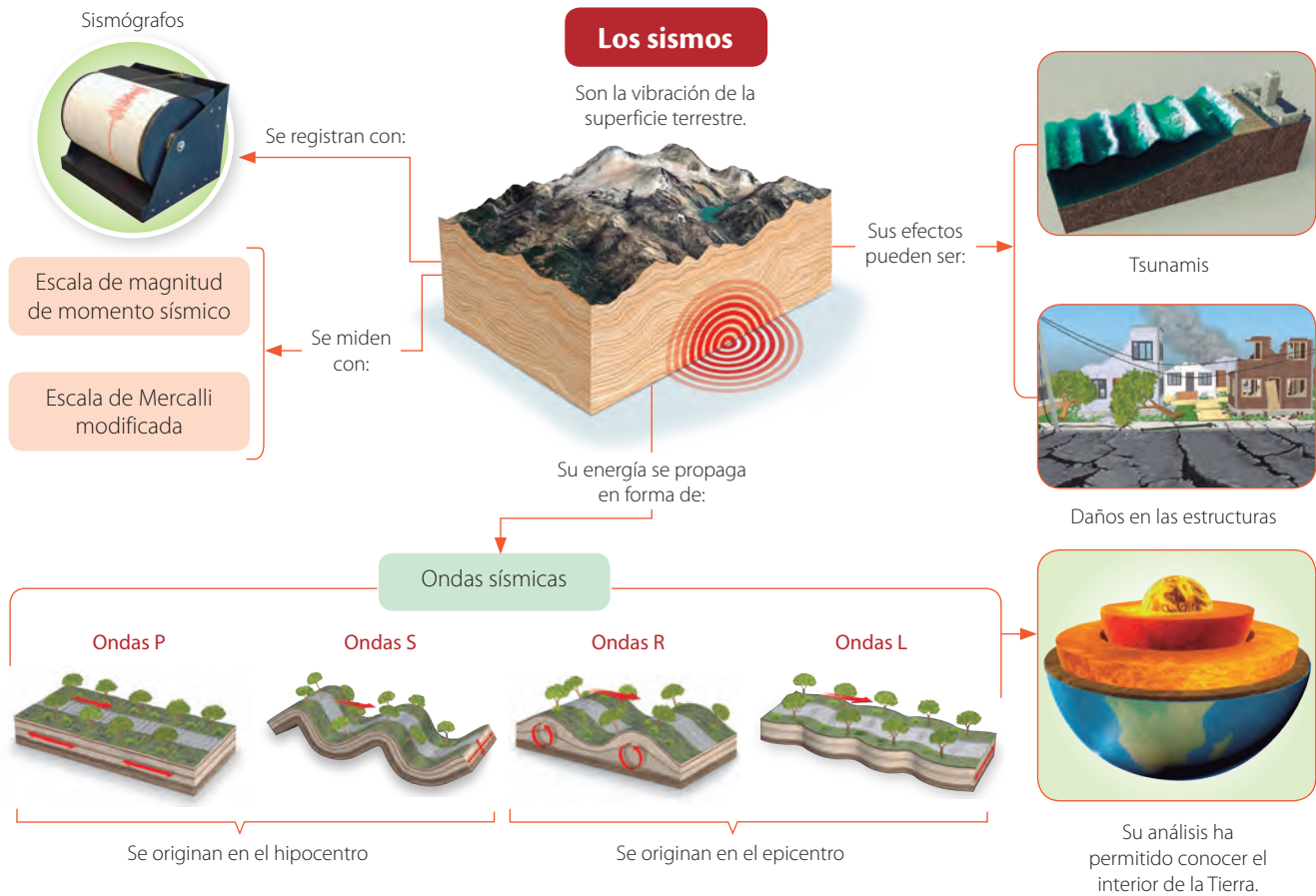
### Cada 50 años ocurre en Chile un megaterremoto

Un grupo de investigadores liderados por el académico del departamento de Geofísica de la Universidad de Chile Sergio Ruiz concluyó, a partir de una revisión de la historia y basada en evidencias geológicas, que los megaterremotos se producen con una frecuencia de dos por siglo. Es importante mencionar que un megaterremoto es un evento capaz de fracturar una porción importante de las placas tectónicas en contacto.

← En la imagen, la zona rosada que proviene de la costa de Chile, corresponde al tsunami que cruzó el océano Pacífico en el terremoto de 1960.

# SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

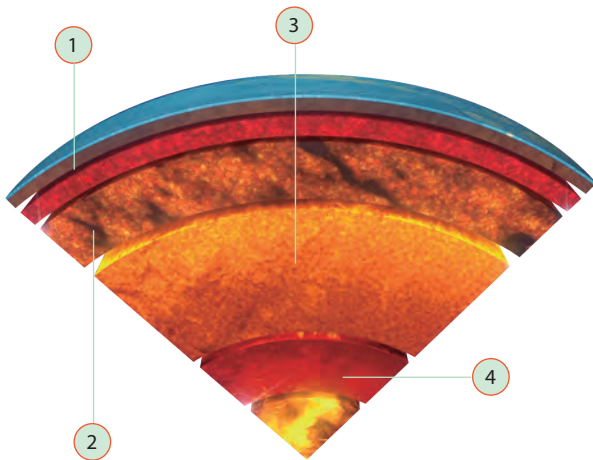
## Para sintetizar



## Para saber cómo voy

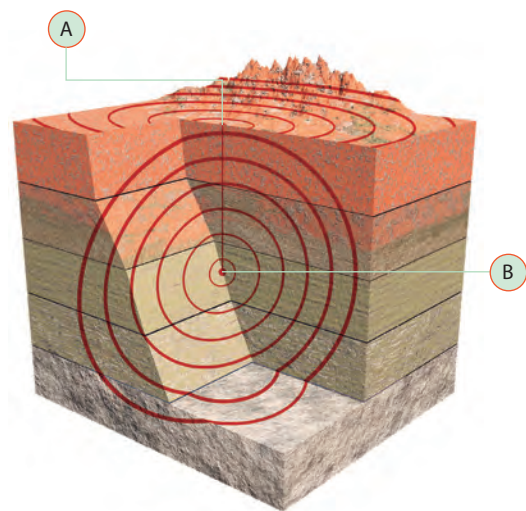
Identifica

- Según el modelo dinámico del interior de la Tierra, ¿qué capas son indicadas por los números?



Explica

- En la imagen se indican dos de las características de un sismo.



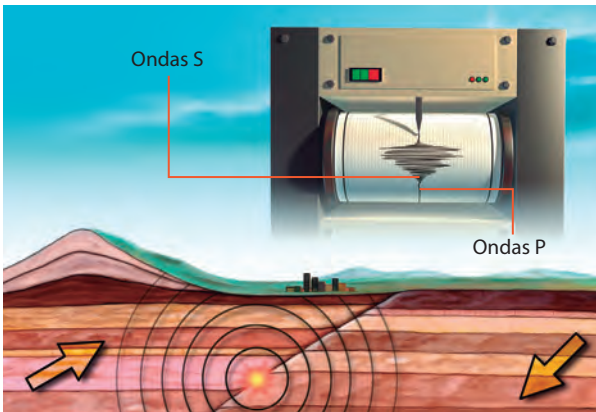
Explica

- ¿Qué miden la magnitud y la intensidad de un sismo, respectivamente?

¿A qué corresponde cada una de ellas?, ¿en qué se diferencian?

**Infiere**

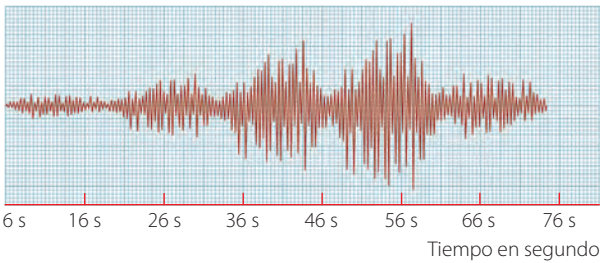
4. En un sismo, una estación sismológica detecta las ondas P e inmediatamente las ondas S.



¿Qué se puede inferir de la ubicación de la estación sismológica respecto del epicentro?

**Analiza**

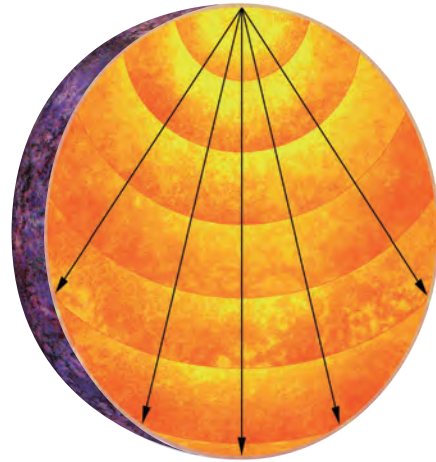
5. En el siguiente sismograma se muestra el registro de un sismo.



- ¿De qué forma evolucionó el sismo en el transcurso del tiempo? Describe.
- ¿Entre qué instantes el sismo tuvo una mayor magnitud?

**Aplica**

6. Las ondas sísmicas que atraviesan un planeta se comportan como se muestra en la imagen.



¿Qué podrías concluir acerca de su estructura interna?

**Aplica**

7. Imagina que debes elaborar dos instructivos con recomendaciones en caso de sismo y de tsunami.

**Instructivo en caso de un sismo**

Cuatro recomendaciones

**Instructivo en caso de un tsunami**

Cuatro recomendaciones

¿Qué recomendaciones darías en cada caso?

### Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la gran pregunta planteada en el título de unidad?