



## CAPITULO 3

### LA SISMICIDAD DE LA TIERRA Y

### LOS VOLCANES

En la foto podemos ver la erupción de un volcán. Estas erupciones afectan los terrenos y el aire a su alrededor por muchos kilómetros. Los sismos, de la misma forma que los volcanes, pueden causar mucho daño.

En este capítulo leerás sobre la actividad sísmica y los volcanes en la Tierra. Este capítulo también sugiere algunos "signos" que están utilizando los científicos en un esfuerzo para predecir los sismos y las erupciones volcánicas.

#### OBJETIVOS DEL CAPITULO

- 1 . Explicar las relaciones existentes entre las fallas, los sismos y los bordes de las placas, señalando la distribución geográfica de los eventos sísmicos.
2. Explicar cómo los científicos utilizan las ondas sísmicas para ubicar los epicentros de los sismos.
- 3. Contrastar la formación de rocas intrusivas y extrusivas.
4. Describir cuatro tipos de conos volcánicos.

### 3.1 SISMOS

Un sismo es un estremecimiento o sacudida de la Tierra. ¿Qué causa un sismo? Explosiones gigantescas pueden sacudir la Tierra, o el magma que asciende por el interior de un volcán pueden causar un sismo. Sin embargo, la mayoría de los sismos ocurren porque las rocas se mueven a lo largo de una falla.

Piensa acerca de, estas preguntas a medida que lees sobre los sismos:

- a. ¿Cómo están relacionados los sismos con las fallas?
- b. ¿Dónde ocurren la mayoría de los sismos?
- c. ¿Qué nos dice la escala Richter acerca de un sismo?
- d. ¿Qué son las réplicas?

#### • **SISMOS Y FALLAS**

Imagínate lo que sucede cuando doblas una regla plástica. Esta tiene cierto grado de flexibilidad, pero si la doblas demasiado, la regla se quiebra y ambos trozos vuelven a una posición recta. Las rocas en la corteza de la Tierra que están bajo presión también se doblan, se quiebran y vuelven a su posición original. Una falla es una ruptura en las rocas a lo largo de la cual las rocas, se han movido.

Cuando se produce el quiebre, se libera energía en forma de ondas sísmicas. Esta energía hace, que la Tierra se estremezca, y nosotros sentimos un sismo.

Con el advenimiento de sismógrafos de suficiente sensibilidad, distribuidos alrededor de todo el mundo, es relativamente fácil captar las perturbaciones sísmicas, aun cuando éstas no sean sensibles al hombre. Una vez que las ondas sísmicas son detectadas y registradas en varias estaciones sismológicas, es posible determinar su lugar de, origen y el momento en que se produjo.

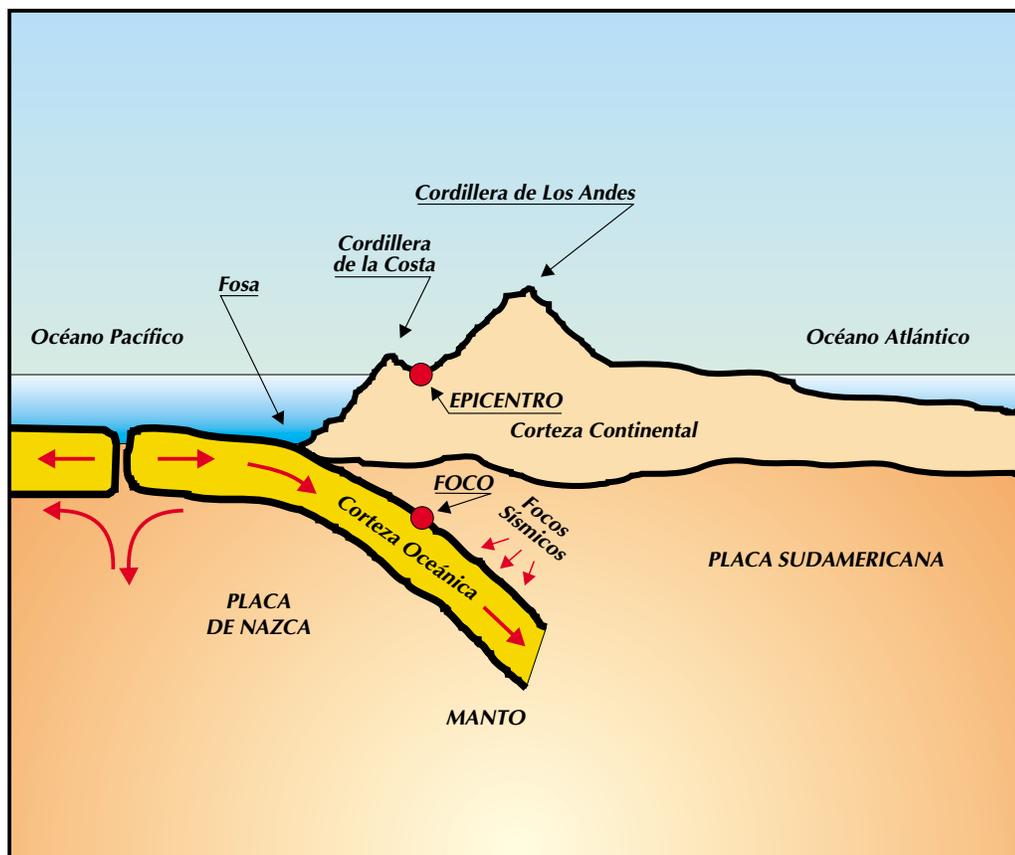
Actualmente, existen varias instituciones que se dedican a determinar los parámetros de los sismos a nivel mundial, con lo cual se puede establecer de manera adecuada las zonas sísmicamente más activas o aquellas de baja sismicidad. El mapa siguiente muestra la distribución mundial de los eventos sísmicos.



Himalayas y el Sudeste de Asia, es una zona más complicada en la cual los sismos presentan una distribución más dispersa.

Áreas de menor sismicidad (o casi nula) son los escudos continentales, tal como el escudo canadiense en la parte Este de Norteamérica, el escudo brasileño en Sudamérica, la parte Este de Australia, Europa Central, Sudáfrica y los suelos oceánicos alejados de las cordilleras meso-dorsales.

El lugar o zona donde se origina un terremoto se llama FOCO o HIPOCENTRO, que en la mayoría de los casos está en el interior de la Tierra en la zona de roce entre placas; el lugar en la superficie de la Tierra situado encima del foco se denomina EPICENTRO.



*Corte transversal de Sudamérica*

Si el foco se ubica a una profundidad entre 0 y 60 km, el terremoto es superficial; en el caso que el foco ocurra en la superficie de la Tierra, el hipocentro coincide con el epicentro. Si el foco se ubica entre 61 y 300 km de profundidad, el terremoto es intermedio. Si el foco se sitúa entre los 301 y 700 km de profundidad, el terremoto es profundo.

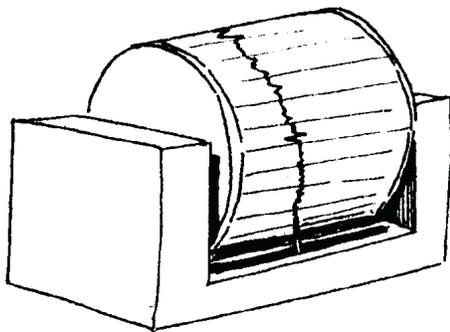
- **TAMAÑO DE UN SISMO**

Para medir un terremoto se utilizan dos escalas: la de INTENSIDAD y la de MAGNITUD.

La intensidad es la violencia con que se siente un sismo en diversos puntos de la zona afectada. La medición se realiza observando los efectos o daños producidos por el sismo en las construcciones, objetos, terrenos y el impacto que provoca en las personas. El valor de la intensidad de un sismo en un cierto lugar, se determina de acuerdo a una escala de intensidades previamente establecida, la que varía de un país a otro.

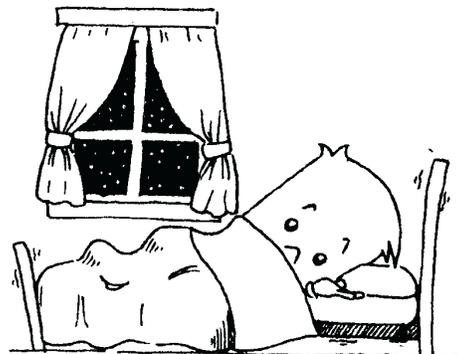
En Chile y América, en general, se utiliza la Escala Modificada de Mercalli, la cual tiene 12 grados de intensidad. Los dibujos siguientes muestran los diferentes niveles de intensidad.

### INTENSIDAD I

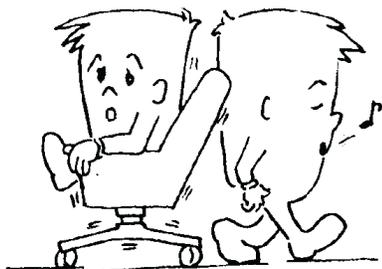


No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.

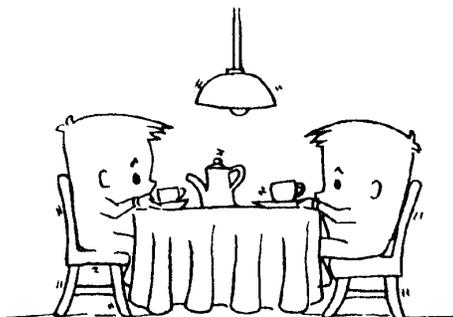
### INTENSIDAD II



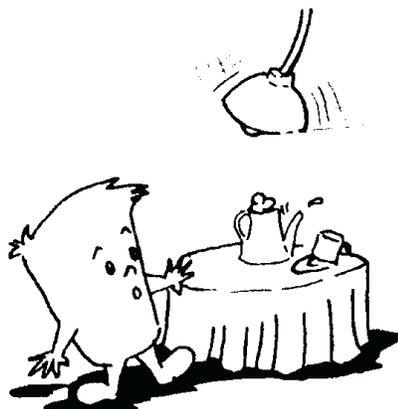
Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.

**INTENSIDAD III**

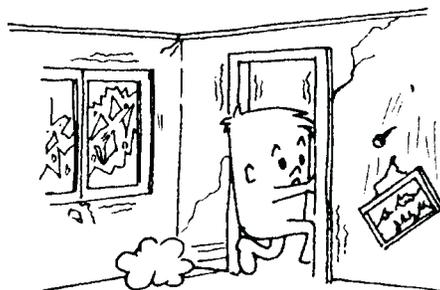
Se percibe en el interior de los edificios y casas. No se distingue claramente que la naturaleza del fenómeno es sísmica, ya que se parece al paso de un vehículo liviano.

**INTENSIDAD IV**

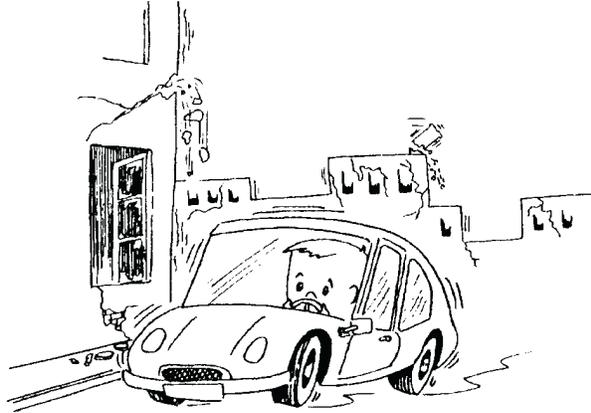
Objetos colgantes oscilan visiblemente. Sentido por todos en el interior de edificios y casas. Sensación percibida es semejante a el paso de un vehículo pesado. En el exterior, la percepción no es tan general.

**INTENSIDAD V**

Sentido por casi todos aun en el exterior. Durante la noche muchas personas despiertan. Líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aun pueden derramarse. Objetos inestables se mueven o se vuelcan.

**INTENSIDAD VI**

Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se, quiebran vidrios de ventanas, vajilla y objetos frágiles. Muebles se desplazan o se, vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles y arbustos.

**INTENSIDAD VII**

Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se percibe en automóviles en marcha. Daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas. Caen trozos de estucos, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos.

**INTENSIDAD VIII**

Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Daños de consideración y aun derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Caen chimeneas, monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Casas de maderas se desplazan y aun se salen totalmente de sus bases.

**INTENSIDAD IX**

Se produce pánico general. Las estructuras corrientes de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Estructuras de madera son removidas de sus cimientos. Se quiebran las cañerías subterráneas.

**INTENSIDAD X**

Se destruye gran parte, de las estructuras de albañilería de toda especie. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Grandes daños en represas, diques y malecones. Rieles de ferrocarril levemente deformados.

**INTENSIDAD XI****INTENSIDAD XII**

Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Rieles de ferrocarril fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.

El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

La magnitud es la energía real liberada en el foco del sismo. Se mide con instrumentos, es decir, es una valoración objetiva, instrumental del sismo y se usa en este caso la escala Richter, cuyos grados representan cantidades progresivamente multiplicadas de energía. Es decir, un aumento de un número de la Escala Richter significa un aumento de 30 a 50 veces la cantidad de energía liberada por un sismo.

***¿HAS ESCUCHADO QUE?***

Mucha gente ha informado haber visto luces de colores o resplandores durante terremotos. Algunos científicos piensan que ciertas rocas en la Tierra adquieren una carga eléctrica cuando ellas son agitadas violentamente. La carga provoca chispazos similares a relámpagos, los que producen las extrañas luces.

- **TERREMOTOS Y REPLICAS**

Los sismos más fuertes registrados en la historia han ocurrido en 1933 cerca de la costa de Japón y en 1960 frente a la costa sur de Chile. Estos terremotos fueron de valores superiores a 8,9 en la escala de Richter. Sismos de este tipo causan daños como los mostrados en la fotografía que se adjunta.

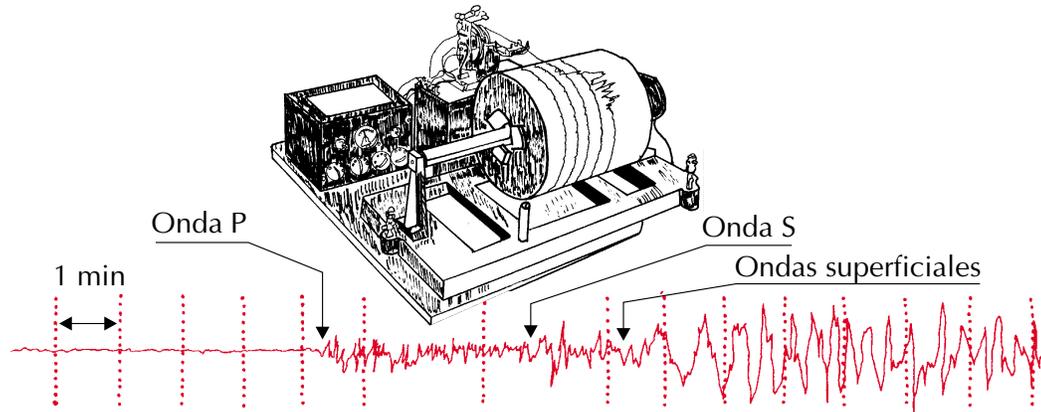


Terremoto de México, septiembre 1985.  
(Fotografía de "National Geographic", May 1986)

Muchos sismos pequeños, llamados réplicas, ocurren normalmente después de un terremoto. El terremoto de San Fernando en California, EEUU., ocurrido en 1971 registró una magnitud de 6,6 en la escala de Richter. En los tres primeros días después del terremoto, se registraron más de 1.000 réplicas. Algunas de ellas midieron hasta 5 en la escala de Richter.

### • UTILIZANDO SISMOGRAFOS PARA ENCONTRAR EL EPICENTRO

Un sismógrafo es un instrumento sensible que mide y registra las ondas sísmicas que se explicaron en el Capítulo 1. Cuando una onda sísmica sacude el sismógrafo, la aguja marca líneas zigzagueantes en un tambor con papel, dejando un registro similar al que se muestra, denominado sismograma.



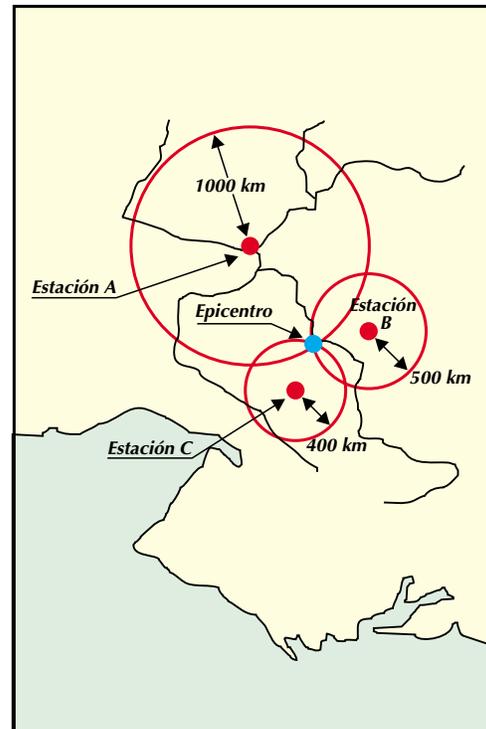
*Sismógrafo y sismograma.*

Como las ondas P viajan más rápido, llegan en primer lugar al sismógrafo, seguidas por las ondas S. Las ondas superficiales L, como se mueven por sobre la superficie de la Tierra, llegan en último lugar.

Los científicos pueden calcular la distancia al epicentro de un sismo leyendo los sismogramas, si conocen la diferencia en tiempo entre la llegada de las ondas P y las ondas S al sismógrafo.

Se requiere lecturas de tres estaciones sismográficas para ubicar el epicentro de un sismo, tal como se muestra en la figura.

Asuma que un científico encontró que la distancia de la Estación A al epicentro de un sismo es 1.000 kilómetros. El epicentro, por lo tanto, podría estar en cualquier punto sobre un círculo de radio 1.000 kilómetros alrededor de la Estación A.



*Determinación del epicentro.*

El científico dibuja este círculo alrededor de su estación en un mapa. Asumamos que los científicos en las estaciones B y C también leen los registros y determinan que las distancias al epicentro desde la estación B es de 500 kilómetros y de 400 kilómetros desde la estación C. Ellos dibujan círculos alrededor de sus estaciones en B y C sobre los mapas, usando la distancia al epicentro como radio del círculo, de la misma forma que se hizo anteriormente. El epicentro del sismo, mostrado en la figura anterior, es el punto donde se intersectan los tres círculos en el mapa.

- **ALERTA - HAY UN TERREMOTO POR DELANTE**

***¿Dónde y cuándo ocurrirá el siguiente terremoto?  
¿Será uno fuerte?***

Los científicos están tratando de responder estas interrogantes.

La gente alrededor de todo el mundo que observa las fallas, encuentra que a menudo se producen algunos "signos" antes de los terremotos. El terreno a veces se hincha o inclina cerca de una falla antes de un sismo. Un aumento del número de sismos pequeños en una falla, podría significar que se aproxima un sismo fuerte. De la misma forma, los cambios del nivel del agua en pozos ubicados cerca de una falla son, a menudo, signos de un sismo. Una disminución repentina de la velocidad de las ondas P en una zona de falla, puede significar problemas inminentes. Estos cambios pueden durar varios meses antes de sismos pequeños o años antes de sismos grandes.

Usando éstos, y muchos otros signos, los científicos han sido capaces de predecir correctamente algunos sismos pequeños. Quizás durante nuestra vida el pronóstico de sismos será lo suficientemente exacto como para salvar muchas vidas.

**ACTIVIDAD**LOCALIZANDO UN SISMO  
FIGURA**Propósito**

Encontrar el epicentro de un sismo X.

Materiales

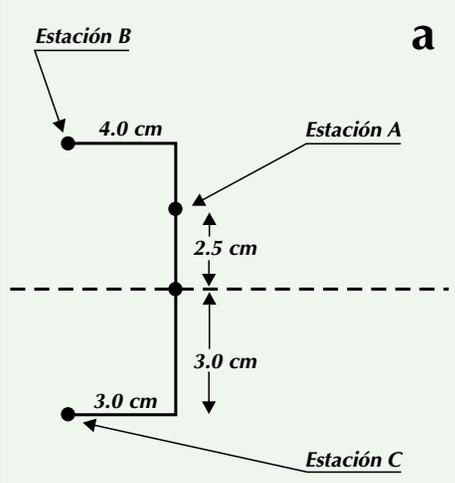
- una hoja de papel blanco
- compás
- regla

**Procedimiento**

1. Doblando la hoja a lo largo de las líneas punteadas, como se muestra en la figura a, encuentre y marque el centro del papel.
2. Marque las estaciones A, B y C en el papel de acuerdo a las distancias dadas en la figura "a". Usted está haciendo un mapa para encontrar el epicentro.
3. Los científicos saben la rapidez con que viajan las ondas P y S. Ellos pueden calcular la distancia al epicentro de un sismo calculando la diferencia en el tiempo de llegada de las dos ondas a sus estaciones.

La diferencia en el tiempo de llegada de las ondas es:

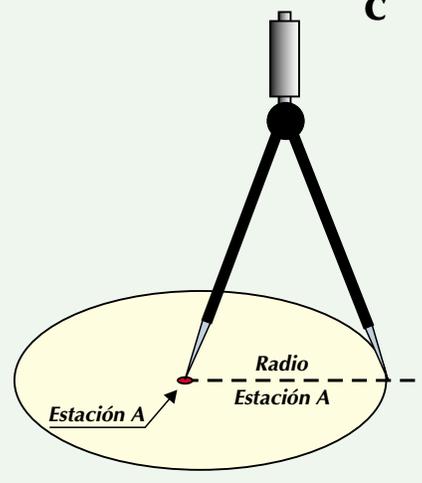
- 120 segundos en la est. A
- 80 segundos en la est. B
- 80 segundos en la est. C



**a**

**b**

TABLA DE EPICENTROS	
Distancia al epicentro (km)	Diferencia en tiempo de llegada de P y S (seg)
200	40
300	60
400	80
500	100
600	120



**c**

Radio= distancia en cm desde la estación A al epicentro.

Utilizando la Tabla de Epicentro que aparece en b, lee y registra la distancia al epicentro desde cada estación.

4. Convierte cada distancia a cm, de tal forma que los datos puedan ser utilizados en tu mapa. Usa la escala  $1 \text{ cm} = 100 \text{ km}$  para trazar el radio de cada círculo en el paso 5.
5. En tu mapa, dibuja un círculo de la Estación A, tal como se muestra en c). El radio del círculo es la distancia en cm que obtuviste en el paso 4.
6. Repite el paso 5 para las otras dos estaciones.
7. La ubicación del epicentro del sismo X es el punto donde se intersectan los tres círculos. Marca este punto con una X.

### Análisis

1. ¿Cuándo necesitan los científicos utilizar este método para encontrar el epicentro?
2. ¿Dónde está el foco del sismo X?
3. ¿Por qué es necesario dibujar un círculo alrededor de cada estación, con la distancia al epicentro como radio?
4. ¿Cómo podría alguien predecir la ubicación aproximada de un epicentro sin un sismógrafo?

### 3.2 EL MAGMA Y LA LAVA

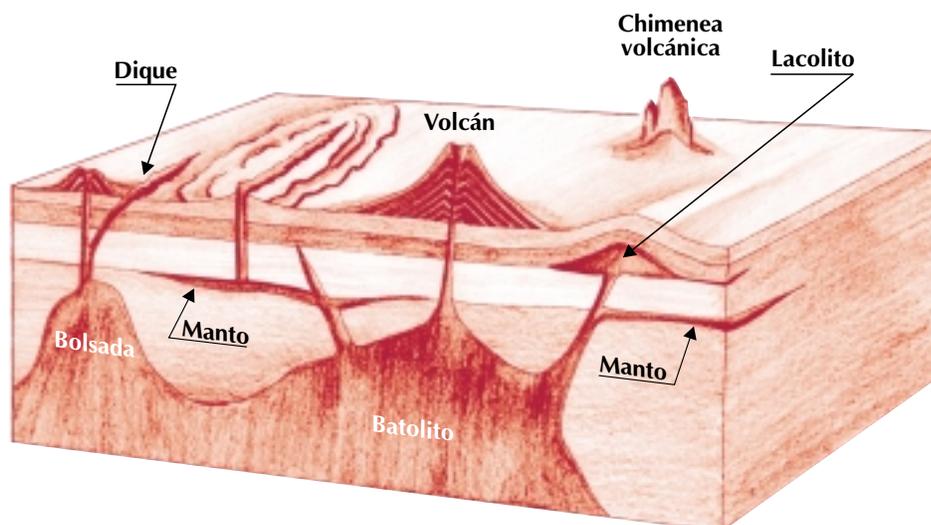
Como en un sismo, la erupción de un volcán significa que algo está sucediendo dentro de la Tierra. A medida que lees, estudia estas preguntas:

- ¿Qué se forma cuando el magma es atrapado bajo tierra?
- ¿Dónde llega la lava a la superficie de la Tierra?
- ¿Por qué la lava es importante en el borde de las placas?
- ¿Cómo se pueden clasificar los volcanes por su actividad?
- ¿Cómo se diferencian los conos volcánicos?

#### • MAGMA DENTRO DE LA TIERRA

La roca que se forma a partir del magma que se enfría y se endurece es la roca intrusiva. No se pueden ver las rocas intrusivas a menos que algunos procesos geológicos dejen expuesta la roca escondida. Por ejemplo, el agua puede desgastar las rocas en la superficie. En el dibujo de abajo se ilustran cinco estructuras intrusivas, de tal manera que se puede observar la forma y el tamaño relativo de cada uno.

Un **batolito**, mostrado en la figura, es tan grande que a menudo su base es desconocida.



*Distribución de rocas intrusivas y extrusivas.*

En efecto, los núcleos de muchas montañas son batolitos. La **bolsada** es similar, pero más pequeña que un batolito. Cuando el magma busca su camino entre las capas de rocas, se forma un **manto**. El **lacolito**, con forma de hongo, se forma cuando el magma empuja hacia arriba a las rocas que están sobre él. Cuando el magma cruza a las rocas existentes con un cierto ángulo, resulta un dique.

#### • LAVA SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

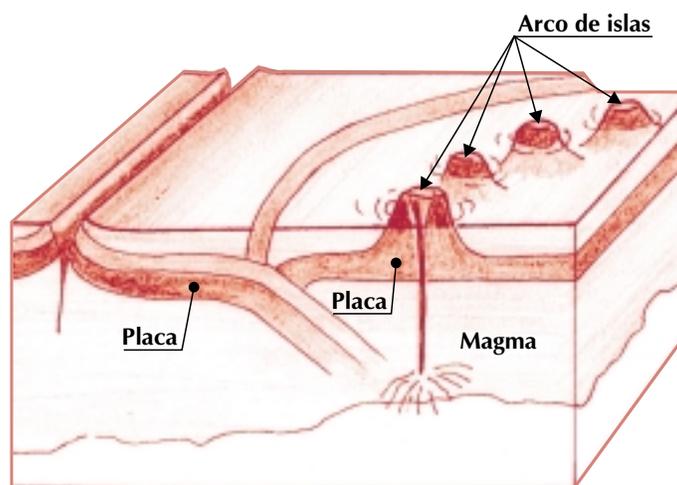
Cuando el magma aflora a la superficie de la Tierra, se denomina lava. La lava alcanza la superficie a través de volcanes o a través de grietas en el terreno. Estas grietas se denominan fisuras. Las rocas extrusivas son lava endurecida sobre la superficie de la Tierra.

Lava proveniente de grandes fisuras puede invadir amplios terrenos, ya que ellas pueden tener varios kilómetros de largo.

#### • LAVA EN LAS FRONTERAS DE LAS PLACAS

La mayor parte de las rocas extrusivas se forma en sitios que no pueden verse (sobre el piso oceánico). Estas rocas son la nueva corteza nacida en las cordilleras meso-oceánicas, llamadas también dorsales. Grandes cantidades de lava se elevan a través de fisuras o volcanes en las fronteras de separación. Ocasionalmente, los volcanes que se desarrollan en el piso oceánico, crecen lo suficiente como para formar islas.

Muchos volcanes se encuentran cerca de las fronteras de colisión. El diagrama inferior muestra una placa oceánica hundiéndose bajo otra placa oceánica. La corteza en hundimiento se funde en la astenosfera. Posteriormente, el magma que se forma a partir de la corteza fundida asciende. Este magma da lugar a volcanes en islas que se denominan arcos de islas. Las Islas Japonesas son un ejemplo de un arco de islas.



*Fronteras de colisión.*

Los volcanes se pueden formar también sobre tierra firme, en lugares donde una placa oceánica se hunda bajo una placa continental. Este tipo de frontera se produce en las Montañas Cascada de Washington y Oregon en EEUU, como así también en la Cordillera de los Andes en Sudamérica.

### ***¿HAS ESCUCHADO QUE?***

La lava almohada es un tipo de lava que se enfrió y endureció bajo el agua. Es común en las fronteras de separación. Los extraños bultos redondeados de lava caliente, estallan, sisean, y se agrietan cuando se encuentran con el agua fría del mar.

### **• LA ACTIVIDAD VOLCANICA**

Los volcanes difieren en apariencia y comportamiento. Algunos volcanes arrojan vapor de agua y otros gases, polvo, ceniza, y rocas en forma explosiva, como sucedió con el Monte St. Helens de EEUU en 1980. Otros volcanes rezuman lava tranquilamente.

¿Por qué algunos volcanes explotan? Recuerde los efectos de sacudir una botella de bebida caliente. La botella puede explotar, liberando el gas disuelto en la bebida. Los gases y el vapor de agua, que están bajo presión dentro de un volcán, también pueden explotar.

Una de las explosiones volcánicas más grande jamás ocurrida fue la erupción del volcán Krakatoa, una isla volcánica ubicada en el estrecho entre Java y Sumatra, en el Pacífico Occidental. En 1883 explotó tan violentamente que la gente escuchó la explosión a 3.200 kilómetros de distancia. La mayor parte de la isla desapareció. El polvo volcánico permaneció en el aire alrededor del mundo durante dos años. Se formó una onda marina producto de la explosión que mató más de 36.000 personas en las islas vecinas.

A menudo, los volcanes dan señales de alerta antes de entrar en erupción. Estas señales incluyen la emisión de gas y humo desde el volcán. La actividad sísmica señala el ascenso del magma dentro del volcán. El terreno alrededor del volcán puede hincharse o inclinarse levemente.

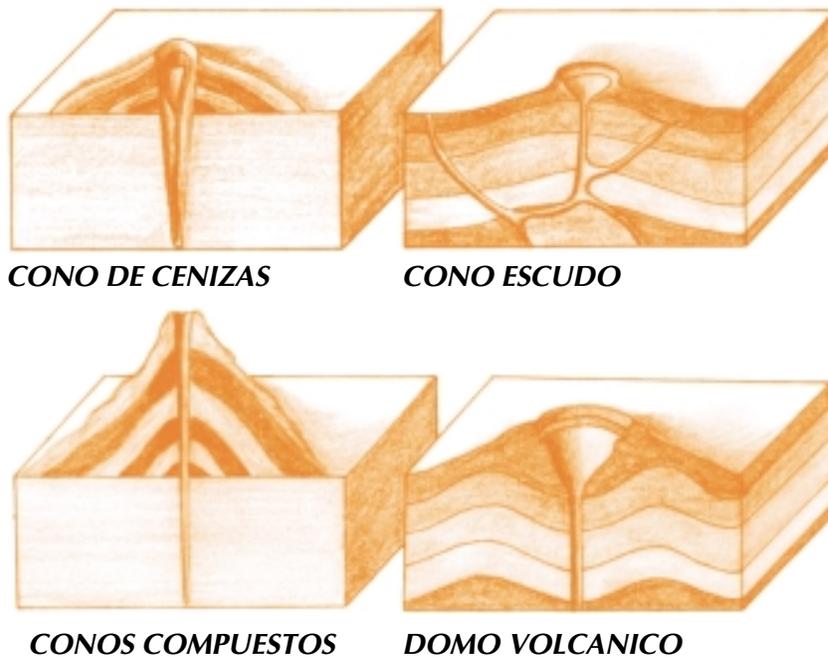
Si un volcán ha tenido erupciones en el pasado reciente, se denomina un volcán activo. Un volcán durmiente o latente es uno que ha entrado en erupción en el pasado, pero ha estado tranquilo durante muchos años. Un volcán extinguido es uno que se espera que no tenga erupciones nuevamente. La mayor parte de los volcanes de las Islas Hawaianas están extinguidos.

**¿SABIAS QUE?**

Muchos países del mundo utilizan agua caliente o vapor proveniente del terreno para calentar sus casas o fabricar electricidad. El agua en el suelo es calentada por la actividad ígnea. La energía proveniente del calor de la Tierra es llamada energía geotérmica.

**• EL CONO VOLCANICO**

La montaña construida por varias erupciones volcánicas es llamada el cono volcánico. Está hecho de lava, ceniza volcánica y rocas. Un cono tiene normalmente una apertura central. Los materiales volcánicos suben a través de esa abertura. La cima del cono tiene generalmente un cráter, que es una depresión similar a una taza. La forma de un volcán depende de la forma en que ocurren las erupciones y del tipo de material volcánico que sale del cono.



*Tipos de conos volcánicos.*

Un cono de ceniza, mostrado en la figura superior, se forma cuando las erupciones arrojan principalmente rocas y ceniza y muy poca lava. El Parícutín es un famoso volcán, que se encuentra en México, cuyo cono es de ceniza. En 1943, este volcán apareció en un potrero de maíz. En seis días, el cono tenía ¡150 metros de alto! El volcán alcanzó una altura de 400 metros antes de quedar en estado durmiente.

Las erupciones no explosivas con flujos de lava tranquilos crean **conos escudo**, que también se muestra en las figuras de arriba. Las islas volcánicas de Hawái con sus suaves laderas son típicos volcanes escudo.

Erupciones alternadas de polvo, ceniza y rocas seguidas por flujos tranquilos de lava, forman **conos compuestos**, tal como se muestra en la figura.

Los domos volcánicos resultan de erupciones violentas de lavas tan espesas que apenas fluyen. Como se puede ver en la figura, estos volcanes tienen lados inclinados y cumbres en forma de domo. El monte Pelée es un domo volcánico ubicado en la isla de Martinica en el Mar Caribe. Erupcionó violentamente, y con muy poco aviso en 1902. Una ardiente nube, de gas y ceniza rodó hacia abajo por las laderas del volcán, matando la mayor parte de la gente que habitaba en la aldea ubicada en sus faldeos.

Los efectos de las erupciones volcánicas son de largo alcance. Enormes cantidades de polvo volcánico en el aire, contribuyen a hermosas puestas y salidas, de sol. El polvo volcánico, si es lo suficientemente denso, puede cambiar el tiempo. El aumento de la cobertura de nubes debido al polvo, puede causar lluvia y aun tiempo frío. Los suelos fértiles de las Islas Hawaiianas se, desarrollaron a partir de cenizas y rocas volcánicas. Los científicos piensan que los gases en el aire y el agua en el océano provinieron de antiguas erupciones volcánicas.

## ACTIVIDAD

### SISMOS Y VOLCANES

#### Propósito

Comparar las ubicaciones de sismos y volcanes alrededor del Pacífico.

#### ***Materiales***

- lápiz
- bosquejo de un mapa del Pacífico y de los países a su alrededor
- mapa del mundo o globo terráqueo

#### Procedimiento

1. Utilizando un globo terráqueo o un mapa del mundo, localiza en tu bosquejo de mapa las áreas de sismos que se nombran en "a". Toma nota que los nombres de las áreas incluyen ciudades, estados, islas y países.
2. En tu bosquejo de mapa marca con una S las ubicaciones que encuentre en el paso anterior.
3. Dibuja una línea desde una S a la más próxima hasta que todas las S estén unidas.
4. Utilizando un globo terráqueo o un mapa mundial, ubica los lugares con volcanes que se listan en "a". Probablemente, no podrás ubicar los volcanes mismos, pero si, encontrar las islas, estados, países o áreas donde se encuentran los volcanes.
5. Marca estas ubicaciones con una V en tu mapa bosquejo.
6. Repite el paso 3 con todas las V.

### Análisis

1. Describe las figuras resultantes de la unión de todas las S y de todas las V.
2. ¿Qué relación existe entre las zonas de sismos y las zonas de volcanes en tu mapa?
3. ¿Cómo es la comparación de las zonas de sismos y volcanes con las fronteras de placas mostradas en el mapa del Capítulo 2?
4. ¿En cuál de los tres tipos de frontera de placas se encuentran ubicados todos los sismos y volcanes?
5. ¿Qué otro rasgo superficial es probable que se ubique cerca de los volcanes en tu mapa?
6. ¿Porqué piensas que el área alrededor del Pacífico es llamado "El Anillo de Fuego"?

<b>a)</b>	
Areas de Sismos Frecuentes	Volcanes
Acapulco, México	Tacora, Chile
Islas Aleutianas	Misti, Perú
Anchorage, Alaska	Santa Elena, EEUU
Concepción, Chile	Osorno, Chile
Costa Rica	Paricutín, México
Ecuador	Pogromni, I. Aleutianas
Islas Fiji	Sangay, Ecuador
Los Angeles, California, EEUU	Santa María, Guatemala
Nueva Guinea	Ruapehu, Nueva Zelanda
Nicaragua	Taal, Filipinas
Nueva Zelanda	Wrangell, Alaska
Portiand, Oregon, EEUU	Koryakskaya, Costa Pacífico
San Francisco, California, EEUU	de Comunidad de EEII
Santiago, Chile	
Yokohama, Japón.	

## A) REPORTAJE

### • LAS ERUPCIONES Y SUS PRODUCTOS

(Extractado de "FACING GEOLOGICAL AND HYDROLOGICAL HAZARDS" US. Geological Survey Professional Paper 1240-B)

Las erupciones volcánicas pueden clasificarse en forma amplia en explosivas y no explosivas. Las erupciones no explosivas son generalmente generadas a partir de un magma (roca fundida) rico en hierro y magnesio, que es relativamente fluido y permite que los gases, escapen en forma fácil. Los flujos de lava que son comunes en las islas de Hawaii son un producto característico de las erupciones no explosivas. Por el contrario, las erupciones explosivas son violentas y se derivan de un magma rico en sílice, que no es muy fluido, estas erupciones son comunes en volcanes de Alaska. Las erupciones explosivas producen grandes cantidades de fragmentos en forma de cenizas, flujos piroclásticos, y flujos de barro sobre y más allá de los flancos de los volcanes.

La tefra es uno de los productos de una erupción. Tefra es un término que se utiliza para describir los fragmentos de rocas de todos tamaños que son arrojados al aire sobre un volcán, a menudo en una columna vertical que alcanza hasta la capa externa de la estratosfera. Los fragmentos grandes de roca generalmente caen sobre o cerca del volcán. Los fragmentos pequeños son transportados por el viento y caen a tierra a una distancia determinada por el tamaño y la densidad de grano, la altura a la cual fueron lanzados los fragmentos y la velocidad del viento. Las erupciones con un gran volumen de tefra causará que se acumule una nitida capa de ceniza. La distribución espacial de la acumulación de ceniza tiene generalmente la forma de un lóbulo que es más grueso directamente detrás del volcán en la dirección a favor del viento y es más delgado hacia sus bordes, el espesor disminuye a medida que aumenta la distancia desde el volcán. La tefra puede poner en peligro la vida y dañar propiedades a considerables distancias de un volcán al formar un manto en la superficie del terreno y al contaminar el aire con partículas abrasivas y ácidos corrosivos. Cerca de un volcán, la gente puede resultar herida o muerta al respirar un aire cargado de tefra, el daño a la propiedad es causado por el peso de la tefra y por sus efectos abrasivos y de sofocación.

Los fragmentos calientes y los gases pueden ser expulsados lateralmente a alta velocidad desde volcanes explosivos y pueden ser extremadamente peligrosos. Las explosiones laterales, comúnmente, dejan depósitos que son de más de 1 ó 2 metros de espesor cerca de su origen, estos depósitos se adelgazan rápidamente a medida que aumenta la distancia desde el origen. Generalmente, no se extienden más allá de unos pocos kilómetros, pero, ocasionalmente una explosión puede llegar hasta 25 kilómetros. Las explosiones laterales ponen en peligro a la gente, principalmente, por su calor, por los fragmentos que acarrea y por las altas velocidades, que no ofrecería tiempo suficiente para arrancar de ellas o para encontrar refugio adecuado. El daño a las estructuras resulta principalmente de los impactos y del "viento" a alta velocidad. El fenómeno de explosión lateral puede graduar hacia afuera a flujos piroclásticos que se desplazan hacia abajo sobre los flancos. Los efectos de los dos eventos son similares.

Los flujos piroclásticos son masas de trozos de rocas secas que se mueven como un fluido. Deben su movilidad al aire caliente y otros gases que están mezclados con los trozos. A menudo, forman grandes masas de fragmentos de rocas, calientes que son repentinamente arrojados sobre los flancos del volcán. Los flujos piroclásticos se mueven ladera abajo a velocidades de hasta 160 kilómetros por hora y tienden a seguir y enterrar el piso de los valles. Generalmente se elevan nubes calientes de polvo desde la parte basal gruesa del flujo y pueden cubrir las áreas adyacentes, especialmente a favor del viento. Debido a su gran movilidad, los flujos piroclásticos pueden afectar áreas ubicadas a 25 o más kilómetros de distancia. Las pérdidas principales provocadas por un flujo piroclástico son causadas por el veloz flujo basal de rocas calientes, las que pueden enterrar e incinerar todo lo que encuentren en su camino, y por el acompañamiento de la nube de polvo y gases calientes, los que se pueden extender más allá del flujo basal y causar la asfixia y la quemadura de los pulmones y de la piel.

Los flujos de barro son masas de trozos de rocas saturadas de agua que se desplazan pendiente abajo de una forma similar al flujo de concreto húmedo. Los trozos de roca se derivan, normalmente, de masas de rocas sueltas inestables que se depositan en las laderas de un volcán en las erupciones explosivas, el agua es provista por la lluvia, nieve derretida, un lago en el cráter o un lago adyacente al volcán. La velocidad de los flujos de barro depende principalmente de su fluidez y de la pendiente del terreno, a veces se mueven hasta a 80 kilómetros o más por el fondo de los valles a velocidades que exceden 3,5 kilómetros por hora. Los flujos de barro pueden alcanzar aun mayores distancias que los flujos de piroclastos, alrededor de 90 kilómetros desde sus orígenes. El principal riesgo para el hombre es el enterramiento. Las estructuras pueden ser enterradas o arrancadas por el inmenso poder del flujo de barro.

Los flujos de lava generalmente son tranquilos, aunque a menudo están precedidas por actividad volcánica explosiva. En forma típica, los flujos de lava aparecen sólo después que una erupción a estado en progreso durante horas, días o unas pocas semanas. Los frentes de los flujos, de lava avanzan normalmente a velocidades que varían desde apenas perceptibles hasta a la de una persona caminando. Los flujos de lava típicamente no causan daño directo a la vida humana, pero generalmente causan destrucción total en las áreas que cubren. Los flujos de lava que se extienden hacia áreas con nieve, pueden derretirla y causar inundaciones y flujos de barro; los que se extienden hacia áreas con vegetación pueden causar incendios. En los grandes volcanes de cráter central los flujos de lava son generalmente cortos; por lo tanto, las zonas de riesgo de flujos de lava incluyen sólo los flancos del volcán y los primeros 2 ó 3 kilómetros de los valles y cuencas adyacentes.

## B) RESUMEN DEL CAPITULO

- La mayor parte de los sismos son el resultado del movimiento de rocas a lo largo de una falla.
- La mayor parte de los sismos ocurre cerca de las fronteras de placas.
- Los números de la escala Richter indican la fuerza o energía de un sismo.
- Las ondas P, S y L conducen energía desde el foco de un sismo en todas direcciones.
- Los sismógrafos detectan y registran las ondas sísmicas.
- Las rocas se forman dentro de la Tierra y sobre su superficie debido a la actividad volcánica.
- La mayor parte de la actividad volcánica sobre la superficie de la Tierra está cerca de las fronteras de placas.
- Dependiendo de la cantidad de actividad volcánica, un volcán es llamado activo, durmiente o extinguido.
- Los conos de ceniza, conos escudos, conos compuestos y los domos volcánicos son diferentes tipos de volcanes.

## • PREGUNTAS/PROBLEMAS

1. ¿Qué causa los sismos en el medio de una placa?
2. Explica qué significa un sismo de foco profundo.
3. ¿Por qué los científicos piensan que el núcleo externo de la Tierra es líquido?
4. ¿Qué causa que los volcanes ocurran en arcos de islas?
5. Enumera cuatro señales que podrían ayudar a los científicos a predecir un sismo.
6. ¿Cómo se puede decir que una falla libera energía?
7. ¿Dónde ocurren la mayoría de los sismos de foco profundo?
8. ¿Qué aumento de energía representa el aumento de un número en la escala de Richter?
9. ¿Dónde ocurrieron los terremotos más fuertes que se han registrado?
10. ¿Cuáles son las dos ondas sísmicas que se propagan a través de la Tierra?
11. ¿Por qué los científicos necesitan la lectura de tres sismógrafos para ubicar un sismo?
12. ¿Qué podría indicar el frenamiento de las ondas P?
13. ¿Qué es un batolito?
14. ¿Qué es una fisura en la tierra?
15. ¿Cómo se forma un arco isla?
16. ¿Qué es un volcán extinguido?
17. ¿Cuál de los conos volcánicos no tiene laderas escarpadas?

## D) CUESTIONARIO DEL CAPITULO

**A. Vocabulario.** En los paréntesis del margen izquierdo, coloca la letra de la Columna II que corresponda al término definido en la Columna I.

Columna I	Columna II
( ) 1. un volcán que no ha estado en erupción recientemente	a. réplica
( ) 2. una serie de pequeños sismos que siguen a uno grande	b. batolito
( ) 3. un volcán que no se espera que entre en erupción de nuevo	c. durmiente
( ) 4. la forma en que la energía viaja a través de la Tierra	d. epicentro
( ) 5. el punto sobre la superficie de la Tierra que está sobre el foco de un sismo	e. extinguido
( ) 6. un instrumento que detecta ondas sísmicas de sismos lejanos	f. extrusiva
( ) 7. actividad volcánica que ocurre en la superficie de la Tierra	g. foco
( ) 8. el punto en la Tierra donde está centrado un sismo	h. ondas sísmicas
( ) 9. la masa de roca intrusiva más grande	i. sismógrafo
	j. lacolito

**B. Selección múltiple.** En la columna de la izquierda indica la letra que mejor complete la frase o responda la pregunta.

- ( ) 1. Para ubicar el epicentro de un sismo, los científicos necesitan al menos:
- a) el informe de un sismógrafo
  - b) el informe de dos sismógrafos
  - c) el informe de tres sismógrafos
  - d) el informe de cuatro sismógrafos
- ( ) 2. La masa de roca intrusiva con forma de hongo es:
- a) lacolito
  - b) bolsada
  - c) manto
  - d) domo volcánico
- ( ) 3. La mayor parte del magma llega a la superficie:
- a) en las fosas
  - b) en las cordilleras meso-oceánicas
  - c) en las fallas
  - d) en los arcos de islas
- ( ) 4. Cuando corteza oceánica antigua se mueve bajo corteza oceánica más joven, los volcanes resultantes:
- a) son basaltos de inundación
  - b) son cadenas continentales de volcanes
  - c) son nuevo piso oceánico
  - d) están sobre arcos de islas
- ( ) 5. Los volcanes compuestos de capas alternadas de ceniza volcánica y lava son:
- a) conos compuestos
  - b) conos de ceniza
  - c) volcanes escudo
  - d) domos volcánicos
- ( ) 6. Una grieta en el suelo a través de la cual fluye la lava es:
- a) una fosa
  - b) una fisura
  - c) un domo
  - d) un manto