

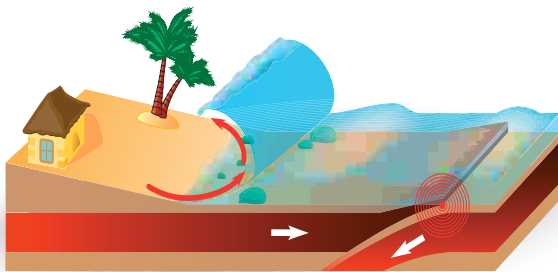
Por su profundidad, los sismos se clasifican en profundos, que se desarrollan por debajo de los 40 km, y superficiales, que se presentan por arriba de los 40 km.

Después de un sismo de gran magnitud, siempre se presentan sismos secundarios, que se conocen como réplicas.



Figura 3.11. El terremoto en la Ciudad de México en 1985 tuvo varias réplicas, la de mayor magnitud se dio un día después, el 20 de septiembre a las 19 horas, con una intensidad de 7.3 grados en la escala de Richter.

Cuando se presentan terremotos en las profundidades de las placas tectónicas y su epicentro es en el fondo de los océanos se pueden generar olas gigantescas, llamadas *tsunamis*, que desplazan grandes masas de agua que se mueven verticalmente y avanzan grandes distancias; su altura es variable, y cuando están en altamar son imperceptibles, pero cuando se acercan a la costa y se reduce la profundidad, disminuye la velocidad de las mismas, pero la altura aumenta.



En la costa se observa cómo el mar se aleja, a veces hasta cientos de metros, para regresar con gran fuerza e invadir la tierra firme, arrastrando y destruyendo todo lo que encuentra a su paso. No sólo los maremotos producen *tsunamis*, los científicos advierten que el impacto de meteoritos en el mar, deslaves en el relieve y erupciones volcánicas también los han ocasionado.

Figura 3.12. Un tsunami, como el que afectó a Japón en 2011, recorre el mar a alta velocidad en una serie de olas extremadamente largas y bajas. Al llegar a la tierra, se alza hacia atrás, absorbe agua y se estrella sobre la tierra costera.



### Escalas sísmicas

La magnitud de los sismos se mide con dos escalas, la de Richter y la de Mercalli. La escala de Richter mide la energía liberada en el hipocentro o foco sísmico, es decir, la magnitud. Se utiliza el sismógrafo y tiene un carácter científico. La escala tiene 10 grados.

La escala de Mercalli mide los daños ocasionados por el sismo, posee 12 grados y su nivel está en relación directa con la percepción de los daños causados.

| Escala de Mercalli  |  | Escala de Richter   |
|---|--|---|
| <b>I.</b> Casi nadie lo ha sentido.   |  | <b>2,5</b> En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos. |
| <b>II.</b> Muy pocas personas lo han sentido.   |  | <b>3,5</b> Sentido por mucha gente.                                   |
| <b>III.</b> Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.                              |  |   |
| <b>IV.</b> Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.                 |  | <b>4,5</b> Pueden producirse algunos daños locales pequeños.          |
| <b>V.</b> Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.                                    |  |   |
| <b>VI.</b> Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.        |  | <b>6,0</b> Terremoto destructivo.                                     |
| <b>VII.</b> Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto. |  |   |
| <b>VIII.</b> Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.                                    |  | <b>7,0</b> Terremoto importante.                                      |
| <b>IX.</b> Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.                       |  |   |
| <b>X.</b> Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.  |  | <b>8,0</b> Grandes terremotos.  |
| <b>XI.</b> Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.                              |  | <b>o</b>  |
| <b>XII.</b> Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo. los objetos se mueven u voltean.                      |  | <b>más</b>  |

Figura 3.13. Mientras la escala de Mercalli da una visión cualitativa del fenómeno, la de Richter permite una visión cuantitativa del mismo

### Zonas sísmicas y su relación con las placas tectónicas

Ahora ya puedes entender en dónde ocurren sismos en el mundo y los lugares en donde jamás temblará. Todo ello se relaciona con las placas tectónicas. Recuerda que los sismos se presentan en las zonas donde se localizan los límites transformantes y los convergentes, éstos provocarán sismos y grandes terremotos.



Figura 3.14. Thingvellir, punto de encuentro de placas tectónicas, Islandia



## Aprende más

### Vulcanismo

#### Los volcanes: formación y tipos de erupción

Otra de las manifestaciones de la dinámica interna de la litosfera es el vulcanismo, como consecuencia del movimiento continuo de las placas tectónicas. Recordarás que los volcanes nacen a partir de una explosión al interior de la Tierra y que sale el material a gran temperatura y con una acumulación de gases importante; podemos poner como ejemplo una olla de presión llena de agua y frijoles, que al estar al fuego por mucho tiempo, el agua se evapora en el interior y ejerce una fuerza tal que explota y el contenido sale disparado, dejando la cocina impregnada por todas partes; lo mismo hace un volcán cuando nace, arroja lava para todos lados.



#### Sabías que...

Volcán. La palabra *volcán* proviene del dios romano del fuego, Vulcano, uno de los hijos de Júpiter y Juno.

Aunque parezca increíble, la gran mayoría de los volcanes se encuentran en el fondo del mar y presentan actividad similar a los de la superficie, con la misma fuerza y violencia. También existe actividad volcánica submarina, en donde la lava sale por fisuras, y por razones obvias se enfría más rápidamente que en la superficie. Algunos volcanes submarinos llegan a la superficie y se convierten en islas de origen volcánico, como es el caso de Islandia o el Archipiélago Japonés.

Existen dos tipos de vulcanismo:

*Vulcanismo de rompimiento:* ocurre en el interior de las placas tectónicas, en regiones donde las últimas se han adelgazado debido a las fuerzas de tensión y llegarán a construir nuevas zonas de dispersión, donde se forma la nueva litosfera.

*Vulcanismo de puntos calientes:* se origina a partir de que en el interior de la Tierra hay "chorros", "plumas" o corrientes de material caliente que se eleva desde algún lugar en el manto hasta la base de la litosfera. Ejemplos: las islas de Hawaii, las Galápagos y las Canarias.

Magma. Cuando escuchas que el magma del volcán tiene 1200 °C debes saber que se está hablando del material que se encuentra aun dentro del volcán, en cambio, si se hablara de la temperatura de la lava es porque ésta ya salió a la superficie.

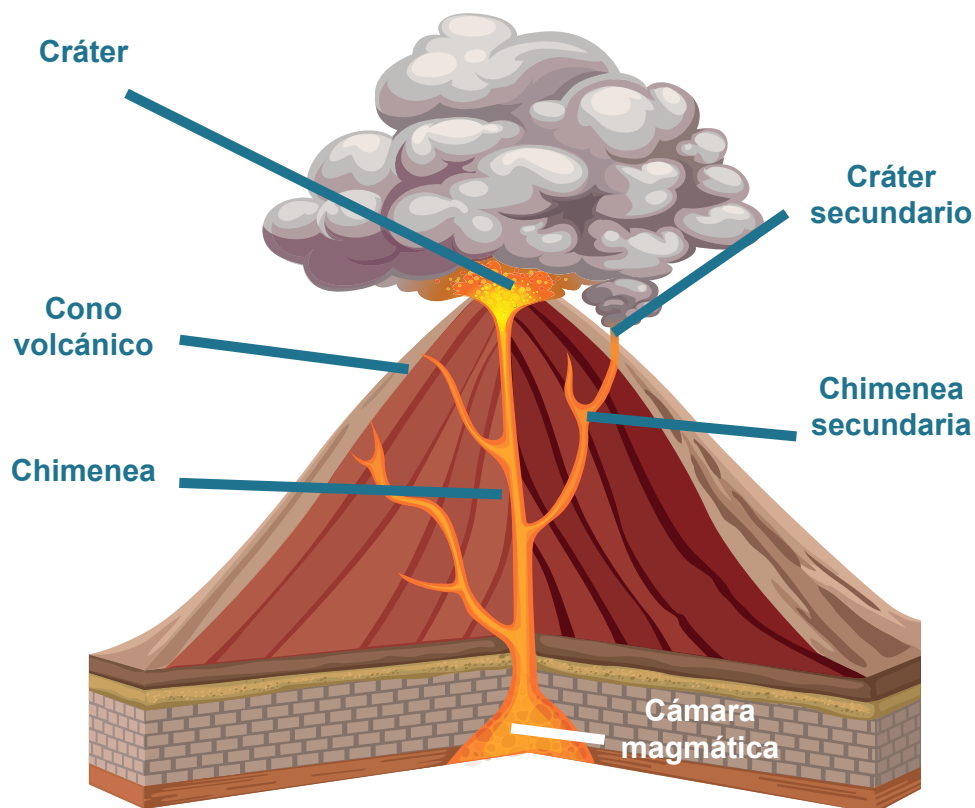


Figura 3.15. Un esquema como éste es una herramienta muy utilizada por estudiosos para explicar no sólo las partes de un volcán sino la dinámica del mismo.

Cuadro 3.1. Productos volcánicos.

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Gases                              | Vapor de agua, bióxido y monóxido de carbono, y compuestos de azufre, cloro, flúor y nitrógeno en proporciones muy variadas.  |
| Líquidos                           | Lava: en general las lavas recién emitidas tienen una temperatura que va de 700 a 1200 °C, según su composición química. La mayor parte de la lava es porosa, es decir, se encuentra lleno de cavidades producidas por los gases del magma al enfriarse.  |
| Sólidos o materiales piroclásticos | Flujos piroclásticos: son avalanchas incandescentes de material sólido, cenizas y gases. Si su velocidad al salir es en extremo alta, producen una columna eruptiva que se colapsa y se desplaza rápidamente por las laderas del volcán.<br>Lapillis: son rocas del tamaño de una nuez.<br>Escorias: rocas sumamente porosas.<br>Cenizas: hacen que los suelos sean muy fértiles.<br>Bombas: rocas de gran tamaño con forma ovoide. |
| Columnas eruptivas                 | Están formadas por cenizas y materiales piroclásticos. Pueden alcanzar alturas de más de 25 km y viajar grandes distancias esparciendo partículas muy finas en la atmósfera.  |
| Lahares                            | Palabra originaria de Indonesia. Están formados por rocas y otros sólidos volcánicos que al mezclarse con agua producen flujos de lodo o avalanchas que descienden a grandes velocidades por las laderas de un volcán.  |

Cuadro 3.2. Clasificación de erupciones explosivas.

| Tipo          | Características  | Ejemplos                                  |
|---------------|--|---|
| Hawaiano      | Lava abundante y muy fluida, pocos gases, rara vez presenta explosiones.             | Kilawea (Hawái)<br>Mauna Loa (Hawái)      |
| Estromboliano | Explosiones moderadas más o menos periódicas de lava incandescente y nubes de vapor. | Estromboli (Italia)<br>Parícutín (México) |
| Islándica     | No son explosivas, aunque emiten medianos y grandes volúmenes de lava.               | Elfe (Islandia)                           |

| Tipo      | Características  | Ejemplos   |
|-----------|--|--|
| Pilianas  | Expulsan grandes columnas eruptivas y avalanchas incandescentes de rocas, cenizas y gases.   | Vesubio (Italia)                                     |
| Peleeanas | Producen magma muy viscoso y son altamente explosivos; pueden provocar avalanchas y nubes ardientes que se desplazan a gran velocidad. | Mont Pelee (Islas Martinica)<br>Pinatubo (Filipinas) |



## Sabías que...

Hoy es más fácil comprender fenómenos como el vulcanismo por la gran cantidad de información visual que hay. No sólo hay documentales de institutos de investigación nacional e internacional, sino una gran cantidad de videos que puedes ubicar en la red. El documental *El volcán del fin del mundo* está disponible en esta liga: [www.youtube.com/watch?v=H4xcAJ5RXsA](http://www.youtube.com/watch?v=H4xcAJ5RXsA)

## Actividad volcánica secundaria

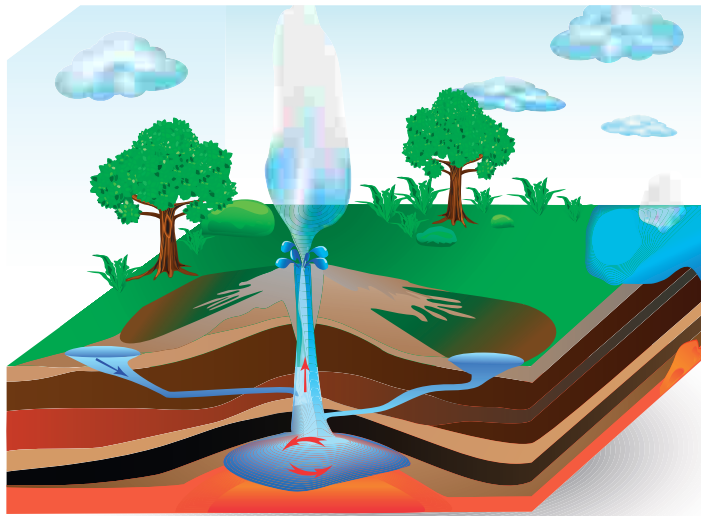
Las actividades volcánicas secundarias están más relacionadas con los contactos con la cámara de magma que con las erupciones en sí.

- Los *géiseres* son chorros de agua caliente intermitentes que salen de la Tierra por una fisura en el suelo. Esto se debe a que una corriente subterránea está en contacto con una cámara de magma que calienta el agua y produce vapor de agua que se acumula, cuando ésta encuentra una pequeña salida, surge con mucha fuerza como una fuente. La frecuencia con la que brota depende de varios factores, como la cercanía de la fisura y el origen del calentamiento de la corriente subterránea. Generan un gran atractivo turístico.

Figura 3.16. Las fuentes termales, como la aquí retratada, reciben el nombre de géiser. La fotografía es de uno ubicado en Islandia, pero hay otros de grandes dimensiones en Chile, Estados Unidos, Rusia, Nueva Zelanda y Argentina.







- *Manantial termal*, que se debe al contacto de una corriente de agua subterránea con una cámara de magma, el agua se calienta y sale a la superficie como el brote de un río. En algunos lugares esta actividad aporta a las comunidades beneficios como balnearios y hoteles que ofertan al turismo agua termal, que además de tener más temperatura, contienen gran abundancia de sales minerales que la población no sólo utiliza con fines recreativos, sino también terapéuticos.



Figura 3.17. El baño en aguas termales aumenta la temperatura del cuerpo, lo que ayuda a disolver y eliminar las toxinas.

### Lo que los volcanes aportan al ser humano

Este subtema lo vas a construir tú a partir de los conocimientos que adquiriste de la información anterior y de la siguiente actividad.

## Agentes endógenos formadores del relieve

### Tipos de relieve: montañas, mesetas, llanuras y depresiones

Las relaciones de la dinámica de la Tierra nos llevan a la explicación de cómo intervienen las placas tectónicas en la formación del relieve. Estas fuerzas, conocidas como agentes endógenos formadores del relieve, forman:



• Montañas

• Mesetas

• Llanuras

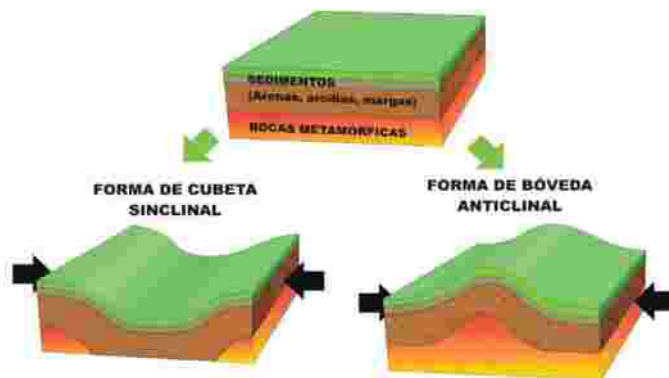
• Depresiones



Las *montañas* se definen como aquellos terrenos cuya elevación sobre su base es mayor a 700 metros; cuando se agrupan se conocen como cordilleras o sierras, excepto cuando se trata de volcanes. En este tipo de relieve la práctica de la actividad agrícola se dificulta debido al bajo rendimiento y a no poderse mecanizar; en cambio, la ganadería de especies menores, como las ovejas y las cabras, dan mejores resultados, así como la silvicultura. No olvides que no se trata de talar, sino de lograr un equilibrio al sembrar árboles para recuperar los cortados. Esto es de vital importancia, puesto que de otra forma esta actividad tendría su fin cuando ya no exista el bosque.

Existen tres tipos de montañas: de plegamiento, fallamiento y volcánicas.

- Las *montañas de plegamiento* se forman a partir de altas temperaturas y grandes presiones debajo de la tierra, que hacen que las rocas entren en un estado plástico y se puedan plegar, dependiendo también del tipo de material que las constituye.



Los pliegues pasan por determinadas posiciones y éstos dependen de las fuerzas que los impulsan a formarse y del tiempo que esas presiones se mantienen.

Figura 3.18. Partes de un pliegue.

Los pliegues son rectos cuando en las montañas los **anticlinales** y los **sinclinales** tienen la misma altura y profundidad. Con el paso del tiempo éstos van cayendo por el peso del material y la misma fuerza que sigue empujando su formación. Hay pliegues inclinados, volcados u oblicuos y tumbados.

**Anticlinal, Sinclinal.** Según Wolfgang Griem, asesor investigador de la Universidad de Atacama, en Chile, un anticlinal y un sinclinal son pliegues de la corteza terrestre que, mientras en el primero la inclinación de los lados es hacia afuera, en el segundo es hacia el centro.



Las montañas de plegamiento las puedes reconocer con facilidad cuando viajas por carretera, ya que son rectas, cuando vas de subida y llegas a la cima, o anticlinal, logras ver los autos que vienen y te cruzas con ellos cuando bajas en el sinclinal.

Según el sentido de la curvatura:



Según la inclinación del plano axial:



Figura 3.19. Tipos de pliegues.



Figura 3.20. Montañas de plegamiento.

- *Montañas de fallamiento.* Cuando la presión y altas temperaturas provocadas por las fuerzas internas de la Tierra no logran hacer que las rocas entren en un estado plástico, éstas se rompen, es decir, se produce una falla. Al romperse los grandes bloques de rocas, se desplazan en distintos movimientos que le dan nombre a los tipos de fallas.

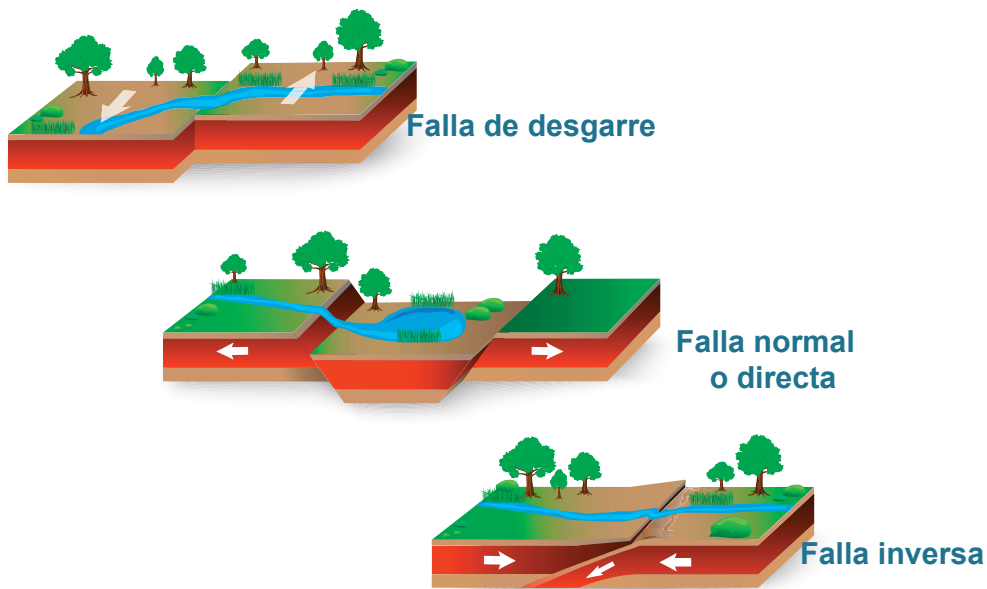


Figura 3.21. Tipos de fallas.

La actividad de rapelear, que es subir una montaña por un muro vertical que parece una pared de roca con un corte de  $90^\circ$ , se realiza en una montaña de fallamiento, este muro recibe el nombre de espejo de falla. Todas las cascadas se localizan en este tipo de relieve.

- Las *montañas volcánicas* son tus viejas conocidas y sabes cómo se forman, van creciendo conforme siguen haciendo erupción.



Figura 3.22. Las montañas en las Barrancas del Cobre, en Chihuahua, son ejemplo de montaña de fallamiento.



Figura 3.23. El Nevado de Toluca es un ejemplo típico de montaña volcánica.

- Las *mesetas* son relieves extensos y planos cuya altitud debe ser superior a los 500 metros sobre el nivel del mar; pueden formarse por fuerzas tectónicas o por el desgaste del terreno circundante. La Altiplanicie Mexicana es un ejemplo de ello.
- Las *llanuras* son grandes extensiones de terrenos planos con algunas ondulaciones, se localizan en zonas de tierras bajas con menos de 200 metros sobre el nivel del mar o en los fondos de los valles.

Tanto en las mesetas como en los valles, la agricultura y ganadería son actividades viables, sobre todo en los valles, en donde los suelos son muy productivos, tanto para cultivos como para pastos, además que se puede mecanizar el campo.



Figura 3.24. Plantación de arroz en una gran extensión de terreno plano o llanura.

- Las *depresiones* son espacios cuyo nivel está por debajo del terreno circundante. Existen dos tipos de depresiones: las relativas, cuando la depresión se ubica por arriba del nivel del mar, y las depresiones absolutas, las cuales, a pesar de estar en la superficie, su altura está por debajo del nivel del mar. La gran mayoría de las depresiones son ocupadas por el agua, como es el caso de los cenotes que se encuentran en la Península de Yucatán.



Figura 3.25. La palabra cenote tiene su origen en el vocablo maya *tz'onoŋ*, que significa pozo o abismo. Un cenote es un depósito de agua manantial con una profundidad variable.





Figura 3.26. Mapa del relieve de la República Mexicana

Physical Map of the World, April 2007



Figura 3.27. Principales relieves del mundo.