



NATIONAL
GEOGRAPHIC™



ADVERTENCIA!



No conviene para niños menores de tres años. Utilícese bajo la vigilancia directa de un adulto. Riesgo de asfixia - contiene piezas pequeñas que podrían ser ingeridas o inhaladas. Algunas piezas funcionales podrían producir cortes o heridas de arma blanca en la piel por los bordes y puntos afilados. Instrucciones para los padres u otras personas responsables están incluidos y deben ser seguidas. Mantenga a niños pequeños y mascotas alejados durante los experimentos. Mantenga los experimentos fuera del alcance de los niños menores de 3 años. Mantenga el embalaje y el manual, ya que contienen información importante!

MANUAL CON INFORMACIÓN EDUCATIVA Y
EMOCIONANTES EXPERIMENTOS

SET VOLCÁN
VOLCANO SET



General Warnings

- Este kit contiene pequeñas piezas que pueden ser ingeridas. En caso de ingestión, contactar directamente con los servicios de emergencia.
- El colorante y el bicarbonato de sodio se deben mantener alejados de boca, nariz y ojos. También debe evitarse el contacto excesivo con la piel.
- Utilizar siempre las gafas de protección incluidas en este kit. En caso de utilizar gafas graduadas, podrá ser necesaria la adquisición de unas gafas adaptadas.
- En caso de que el colorante o el bicarbonato de sodio entren en contacto con la boca o los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante. Si persistiese la irritación, consulte con los servicios de emergencia.
- Los colorantes incluidos en este kit pueden manchar, mantener alejados de la ropa y los tejidos delicados.
- Todos los experimentos contenidos en este kit deberán ser realizados bajo la supervisión de un adulto.
- Este kit no presenta peligros mayores, no obstante, pueden ocurrir pequeños cortes y heridas si las piezas son utilizadas de forma incorrecta.
- Las instrucciones deben leerse cuidadosamente antes de iniciar los experimentos.
- En caso de producirse síntomas no descritos en el manual, contactar inmediatamente con los servicios de emergencia.

General first aid information

- **En caso de contacto con los ojos:** lavar abundantemente con agua manteniendo, si es necesario, los ojos abiertos. Proporcionar de inmediato asistencia médica.
- **En caso de ingestión:** lavar la boca con agua y beber agua fría. No inducir el vómito. Proporcionar de inmediato asistencia médica.
- **En caso de inhalación:** buscar un lugar aireado, con aire fresco (por ejemplo otra habitación con las ventanas abiertas).
- **En caso de contacto con la piel o de quemaduras:** lavar el área afectada durante aproximadamente 10 minutos con agua abundante. En caso de quemaduras graves, proporcionar de inmediato asistencia médica.
- En caso de duda, proporcionar asistencia médica inmediatamente y llevar el químico y la caja.
- En caso de lesiones, proporcionar siempre asistencia médica.

Declaración de conformidad de la Unión Europea (CE)



Bresser GmbH ha emitido una "Declaración de conformidad" de acuerdo con las directrices y normas correspondientes. Dicha declaración se puede consultar en cualquier momento, previa petición.

ELIMINACIÓN



Por favor, tenga en cuenta las disposiciones legales vigentes a la hora de eliminar el aparato. Obtendrá información sobre la eliminación reglamentaria en los proveedores de servicios de eliminación municipales o en la agencia de protección medioambiental.

Limitación general de responsabilidad. Bresser GmbH ha realizado un gran esfuerzo para asegurarse de que la información contenida en este manual es correcta y que en el momento de su publicación está actualizada, pero no asume ninguna responsabilidad por cualquier error, omisión o defecto en la misma.

Reservados todos los derechos. Queda totalmente prohibido reproducir, almacenar en un sistema de recuperación, o transmitir en cualquier forma o por cualquier medio (ya sea electrónico, mecánico, a través de fotocopias, grabaciones o de cualquier otra manera) cualquier parte de esta publicación.



**¡Obtenga nuevos experimentos exclusivos
- solo disponibles online!**

Informaciones sobre el producto

Siguiendo el código QR o enlace web encontrará más informaciones (experimentos, instrucciones, etc.) sobre nuestros productos en nuestra página web BRESSER*.



<http://www.bresser.de/download/9130200>

* Esta oferta está sujeta a la disponibilidad de las informaciones

Escriba en el recuadro de abajo el número de teléfono del Servicio de Información Toxicológica o del hospital local. Ellos serán capaces de proporcionar información sobre las medidas que deben ser tomadas en caso de intoxicación.

En caso de emergencia, contactar inmediatamente:

**Europe 112 | UK 999
USA 911 | Australia 000**



Garantía y prolongación del período de garantía

El período de garantía asciende a 2 años a partir del día de la compra. Por favor, conserve el ticket de compra como justificante. Para poder disfrutar de un período de garantía prolongado voluntariamente a **5 años**, sólo tiene que registrarse en Internet y rellenar un breve cuestionario. Puede realizar el registro en www.bresser.de/warranty. Para hacer uso de la garantía es necesario realizar este registro dentro del plazo de 3 meses después de la compra (para ello se utiliza como referencia el justificante de compra). Si la inscripción se realiza con posterioridad a dicha fecha, esto supone la pérdida de su derecho a la prolongación de la garantía.

Si tiene problemas con el producto, póngase en contacto con nuestro servicio al cliente primero - por favor no envíe ningún producto sin consulta previa por teléfono. Muchos problemas se pueden resolver por teléfono. Si el problema se produjo después de que el periodo de garantía ha terminado, o no está cubierto por los términos de nuestra garantía, recibirá una presupuesto por nuestra parte de forma gratuita del coste de reparación.

Servicio al cliente: +49 (0) 2872 - 80 74-210

Importante para cualquier devolución:

Asegúrese de devolver el producto cuidadosamente empaquetado en el embalaje original para evitar daños durante el transporte. Por favor adjuntar el recibo de caja (o una copia) y una descripción del defecto. Esta garantía no implica ninguna restricción de sus derechos legales.

Su tienda especializada:..... Art. No.:

Descripción del error:

Nombre:..... Teléfono:

Calle:..... Fecha de compra:.....

Código postal/Ciudad: Firma:

Índice

NORMAS DE SEGURIDAD	3
INFORMACIÓN GENERAL DE PRIMEROS AUXILIOS	3
LISTA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PROPORCIONADAS	4
ELIMINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	4
RECOMENDACIONES PARA LOS ADULTOS SUPERVISORES	4
CONTENIDO DEL KIT	5
1. Introducción	6
2. ¿Por qué estudiar los volcanes?	6
3. La Tierra	7
3.1. La estructura de la Tierra	8
3.2. Placas tectónicas	9
3.3. Energía geotérmica: aprovechamiento del calor interno de la Tierra	11
3.4. Vulcanismo	12
4. Volcanes	13
4.1. Definición de volcán	13
4.2. Estructura de los volcanes	14
4.3. Materiales espeditos	14
4.4. Tipos de volcanes y otras estructuras volcánicas	16
4.5. ¿Cómo se estudian los volcanes?	21
4.6. Algunas erupciones significativas del pasado	23
5. Experimentos	25
Experimento 1. Construye tu Volcán Jurásico	25
Experimento 2. La erupción del volcán	26
Experimento 3. Volcán	27
Experimento 4. Otra manera de hacer un volcán	28
Experimento 5. Volcán en una botella	29
Experimento 6. Géiser	30
Experimento 7. Otra manera de hacer un géiser	31

LISTA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PROPORCIONADAS:

Sustancia Química	Fórmula molecular	Número CAS
Bicarbonato de sodio	NaHCO_3	144-55-8

ELIMINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Cuando necesite eliminar las sustancias químicas, es necesario referirse al centro nacional y/o local de regulaciones locales. En cualquier caso, nunca se deben eliminar las sustancias químicas junto con la basura doméstica ni por las cañerías. Para más detalles, contacte con una autoridad competente. Para la eliminación de los embalajes utilice un punto de recogida colectivo.



RECOMENDACIONES PARA LOS ADULTOS SUPERVISORES:

Lea y siga estas instrucciones, las normas de seguridad y la información de primeros auxilios, y guárdela para referencias futuras. El uso incorrecto de las sustancias químicas puede causar lesiones y daños en la salud. Realice tan solo los experimentos descritos en el manual de instrucciones. Este juguete de química solo debe ser usado por niños mayores de 8 años. Las capacidades de los niños varían mucho incluso dentro de la misma edad, por lo que los adultos supervisores deben analizar qué experimentos son adecuados y seguros para los niños. Las instrucciones permiten a los adultos evaluar cualquier experimento y determinar si son adecuados para el niño en cuestión. Los adultos supervisores deben analizar los avisos y la información de seguridad con los niños antes de iniciar los experimentos. La zona alrededor del experimento debe estar libre de obstáculos y lejos de lugares donde haya almacenamiento de alimentos. La zona también debe estar bien iluminada y ventilada, además de próxima a una fuente de agua. Debe usarse una mesa sólida con una superficie resistente al calor.

KIT CONTENTS



Descripción:

Cantidad:

1. Base del volcán	_____	1
2. Rodillo	_____	1
3. Vaso de medición grande	_____	1
4. Colorante alimentario	_____	1
5. Bicarbonato de sodio	_____	1
6. Masa de modelar	_____	2
7. Espátula de madera	_____	1
8. Pipeta Pasteur	_____	1
9. Espátula de plástico	_____	1
10. Embudo	_____	1
11. Guantes de protección	_____	1
12. Tubo de ensayo con tapa	_____	1

1. Introducción

La palabra geología viene de las palabras griegas *geo* que significa tierra y *logos* que significa ciencia.

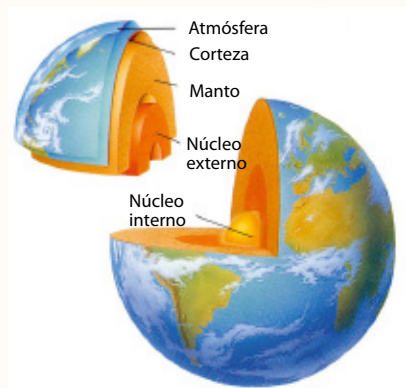


Imagen 1. Estructura interna de la Tierra.

La geología es la ciencia que estudia el planeta Tierra y la interacción entre los diferentes sistemas terrestres y para ello necesita el trabajo conjunto en diferentes campos de la ciencia.

La geología es una ciencia indispensable para ayudarnos a entender el planeta en el que vivimos y cómo funciona.

Gracias a la geología conocemos la estructura interna de la Tierra, cómo se forman las cadenas montañosas o los desiertos, qué produce un terremoto o una erupción volcánica o cómo funciona la deriva continental.

La geología, además, estudia otros procesos y fenómenos, como la formación y los cambios en las rocas, el ciclo del agua, la formación de los suelos, los meteoritos, la formación de los cristales, los fósiles o el origen de los planetas del sistema solar.

La geología contribuye también en nuestra economía, ayudando a la localización y gestión de los recursos naturales como, por ejemplo, los combustibles fósiles, los minerales o las rocas que se utilizan en construcción. En este aspecto, la geología debe tenerse en cuenta como un instrumento de desarrollo económico, cuidando de la defensa de la naturaleza y del medio ambiente, permitiendo un desarrollo sostenible de la sociedad.

La palabra “geología” fue utilizada por primera vez por Jean-André Deluc en 1778. Fue introducida en el mundo científico de forma definitiva por Horace-Bénédict de Saussure en 1779.

2. ¿Por qué estudiar los volcanes?

Un volcán activo es uno de los elementos naturales más imponentes. Representa el poder que guarda el planeta Tierra y todos los volcanes nos dan información sobre el planeta en que vivimos. Los volcanes fueron esenciales en el desarrollo de nuestro planeta, pues actúan como una fuente de agua y de gases. Estos ayudaron a la formación de los océanos y de la atmósfera (ambos elementos fundamentales para la aparición de la vida en la Tierra). Los volcanes son una parte fundamental del paisaje terrestre y tienen la capacidad de transformarlo.

Además, los volcanes pueden actuar como barrera topográfica, definir el clima, fertilizar los suelos y actuar como fuente natural de minerales y energía. Sabiendo que podemos convivir en armonía con los volcanes, hemos de ser capaces de predecir cuando pueden entrar en erupción y prepararnos para ello.

Los volcanes, como los terremotos y la deriva continental se originan a partir de cambios que se producen en el interior del planeta. Estos cambios se producen por la manera en la que el calor interno se libera. El calor se transfiere desde las profundidades de la tierra de nuestro planeta gracias a la convección.

La corriente producida por los materiales calientes generados en las profundidades de la

tierra sale a través de la superficie. Y esto hace que, cuando se enfría y comienza a descender, se creen células de convección. El movimiento puede compararse a las masas de aire cálidas y frías de la atmósfera, o cuando calientas algún líquido en una tetera.

La convección es uno de los principales tipos de transferencia de calor y solo se observa en los fluidos – líquidos y gases.



Para llegar a conocer a los volcanes, hemos de entender la base de la que surgen: **LA TIERRA.**

3. La Tierra

Nuestro planeta es antiguo, muy antiguo: los científicos estiman que la Tierra tiene unos 4 500 millones de años. Y esto es mucho, mucho tiempo.

La historia de las transformaciones del planeta está conectada con los inicios del sistema solar y como continuación a los procesos que se iniciaron tras el nacimiento del universo.

Los científicos creen que el universo comenzó con el Big Bang. La teoría del Big Bang establece que el universo apareció hace unos 13,7 mil millones de años con una explosión cósmica enorme. En la fracción de segundo siguiente apareció el tiempo y el espacio. La materia se expandió y fueron apareciendo las estrellas y las galaxias. Este proceso aún continúa a día de hoy.

Nuestro sistema solar fue una nube de polvo y gases (principalmente hidrógeno y helio). Esta nube de polvo tenía un movimiento de rotación que, junto a la fuerza de la gravedad, fue empujando la materia hacia el centro de la nube. Así se produjo un proto-Sol.

Comprimida bajo su propio peso, la materia dentro del proto-Sol se fue haciendo más densa y caliente. La temperatura aumentó

hasta alcanzar varios millones de grados y comenzó la fusión nuclear. Así nació nuestro Sol. Mientras gran parte de la materia que formaba parte de la nube rotativa se concentraba en el proto-Sol, una pequeña cantidad continuó rotando a su alrededor. Este gas y las partículas se condensaron en pequeñas partículas que chocaban entre sí.

Poco a poco estas partículas fueron agregándose en grandes rocas de unos pocos kilómetros de longitud. A estas rocas las llamamos planetesimales. Estos planetesimales continuaron chocando hasta formar los planetas del sistema solar.



Imagen 2. Nebulosa Roseta.

¿Cómo pudo una masa rocosa desarrollar los continentes, océanos y la atmósfera que observamos hoy en día? La respuesta a esta pregunta es la **diferenciación**.

La diferenciación es el proceso por el cual un agregado de materia se convierte en un cuerpo con interior estructurado y capas concéntricas que le dotan de propiedades físicas y químicas distintivas.

Esto ocurrió al principio de la historia de la Tierra, cuando el planeta se calentó lo suficiente como para fundirse. El impacto de los meteoritos desprende muchísima energía y la mayor parte de esta energía se manifiesta en forma de calor.

Al comienzo de su vida, la Tierra estuvo constantemente bombardeada por meteoritos y planetesimales. Estos, con sus impactos, hicieron que la temperatura del planeta ascendiese.

Pero el evento decisivo ocurrió hace unos 20 millones de años, tras la formación de la Tierra. En este momento, otro planeta del tamaño de Marte chocó con la Tierra. Esta colisión logró fundir la Tierra (y lanzó al espacio partículas que orbitaron alrededor de la Tierra hasta formar la Luna). Con esta fusión comenzó el proceso de diferenciación.

Antes de la fusión, se cree que la Tierra tenía una masa relativamente homogénea de materia. Con la fusión de materiales los más pesados, como el hierro, se juntaron en el centro del planeta.

Las sustancias más ligeras, como el oxígeno o el silicio flotaron sobre la superficie. El movimiento de los materiales más ligeros alrededor de la superficie ayudó a disipar el calor al espacio. Así fue como la Tierra se enfrió y solidificó. El resultado de todo este proceso fue que la Tierra se convirtió en un planeta diferente: dividido en varias capas.

¡Vamos a ver la estructura de nuestro planeta con mayor detalle!

3.1. La estructura de la Tierra

¿Qué es lo primero que piensas cuando tienes una caja cerrada y quieres descubrir qué contiene? Mucha gente la agitará para escuchar el sonido que hace y, así, intentar adivinar qué hay dentro. Con la Tierra podemos hacer algo parecido.

Aunque no podamos oírla, los terremotos nos envían ondas (ondas sísmicas) que se comportan de manera similar a las ondas sonoras. Estudiando estas ondas y cómo atraviesan el planeta podemos descubrir muchas de las cosas que ocurren bajo nuestros pies.

El estudio de estas ondas permite a los científicos separar la Tierra en diferentes capas, cada una con propiedades y características diferentes. Como podemos ver a continuación, hay dos modelos de la estructura interna de la Tierra.

a) Modelo geostático

Separa las capas de acuerdo con su composición:

Corteza: es la capa exterior, compuesta por rocas sólidas. Su espesor varía entre los 20 km y los 80 km.

Manto: mide aproximadamente unos 2 900 km de espesor (aproximadamente el 45% del radio de la Tierra) y está separada de la corteza por la **discontinuidad de Mohorovicic**. Está formada con rocas de densidad intermedia: compuesta de oxígeno con magnesio, hierro y silicio. Debido a las altas temperaturas y presiones, este material tiene un comportamiento plástico. Se divide en el manto superior y el manto inferior.

Núcleo: su radio es de unos 3 400 km. Se compone de hierro y níquel. Es el responsable del campo magnético terrestre.

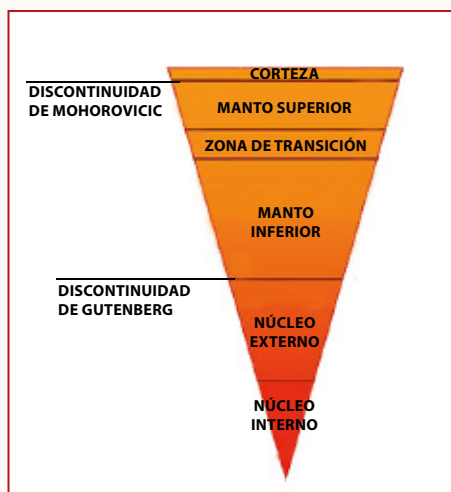


Imagen 3. Modelo geostático.



b) Modelo geodinámico

Este modelo separa las capas de acuerdo a sus propiedades físicas:

Litosfera: esta es la capa más externa. Tiene comportamiento elástico y un grosor aproximado de 250 km que conecta la corteza con el manto superior. Está formado por materiales rígidos y sólidos – las placas litosféricas.

Astenósfera: esta porción es la porción del manto que se encuentra en estado líquido. Las ondas sísmicas pierden velocidad en esta capa. Sobre esta capa se desplazan las placas litosféricas.

Mesosfera: corresponde con el manto inferior. Comienza a una profundidad de unos 700 km, donde los minerales son más densos pero mantienen su composición química. Esto hace que las rocas en estado sólido se calienten mucho y adquieran plasticidad.

Capa-D: coincide con la discontinuidad de Gutenberg y es la zona de transición entre la mesosfera y el núcleo. Aquí las rocas se calientan muchísimo y pueden ascender hasta la litosfera, produciendo un volcán.

Núcleo: como en el modelo geostático, está formado por una capa de hierro. El fluido que se encuentra fuera de esta capa es el que produce las fluctuaciones que se generan y la capa de hierro sólido es muy densa.

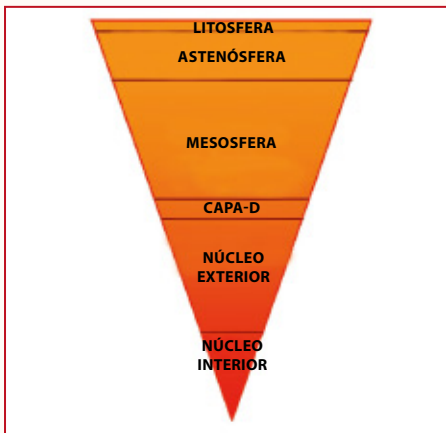


Imagen 4. Modelo geodinámico.

3.2. Placas tectónicas

Tectónico deriva de la palabra griega *téktón*, que significa "aquello que construye". Esta teoría explica que el movimiento de las placas que han influenciado en la corteza terrestre durante miles de millones de años.

El fenómeno se produce como resultado de la convección del manto y es responsable de la deformación constante de la litosfera. El modelo explica el intercambio de calor entre la corteza y el manto.

De acuerdo con la tectónica de placas, los primeros 100 km de la superficie terrestre que forman la litosfera se comportan como un material rígido pero quebradizo y no muy denso. No es una capa uniforme, aunque se separa en diferentes placas o bloques, como piezas de un puzzle, que se mueven a una velocidad de unos 2,5 cm por año.

Las placas interactúan entre ellas en sus extremos. Estas interacciones causan grandes deformaciones en la corteza y en la litosfera. Pueden tener como consecuencia la aparición de grandes cadenas montañosas como el Himalaya, o largas líneas de rotura, como la falla de San Andrés en los Estados Unidos de América.

El contacto entre los extremos de las placas provoca la mayor parte de los terremotos.

La teoría de la tectónica de placas explica también porque los volcanes y la actividad sísmica está concentrada en algunas regiones específicas del planeta (por ejemplo, el anillo de fuego que rodea el océano Pacífico). Estas regiones suelen coincidir con los extremos de las placas. Esta teoría también logra explicar la localización de las fosas oceánicas.

La dirección del movimiento y la composición de las placas determina las características de las áreas de contacto entre ellas. Estas áreas pueden ser de cuatro tipos diferentes:



Imagen 5. Principales Placas Tectónicas y su dirección de movimiento.

a) Límites divergentes: zonas donde las placas se alejan las unas de las otras. Son zonas de formación de nueva corteza terrestre. Algunas de las más visibles son las dorsales oceánicas, auténticos sistemas montañosos submarinos.

Son áreas de vulcanismo primario, donde el magma está compuesto de materiales que surgen desde las profundidades del manto. Uno de los ejemplos más conocidos de límites divergentes es la dorsal Medio Atlántica en el océano Atlántico que recorre 11 300 km. Su punto más alto es la isla Pico, en las Azores. Otro ejemplo es el africano Valle del Rift.

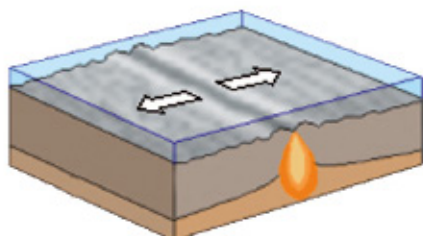


Imagen 6. Límites divergentes.



b) Límites convergentes: zonas donde las placas se juntan. Cuando dos placas de la litosfera convergen (dos placas oceánicas o una oceánica y otra continental), se forma una zona de subducción (cuando una placa se desliza bajo la otra).

Cuando dos placas continentales colisionan, ellas pueden formar una zona de metamorfismo.

Las zonas de subducción suelen originar fosas, como la fosa de las Marianas. Los límites convergentes normalmente originan grandes cordilleras montañosas como el Himalaya o los Andes. Son áreas de importante actividad sísmica y volcánica (el magma está compuesto por materiales fundidos de las placas que se hunden).

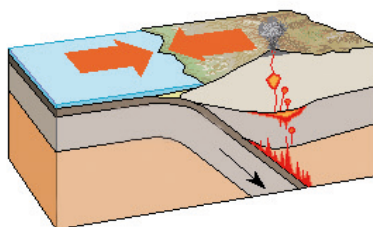


Imagen 7. Límites convergentes.

c) Límites transformantes: zonas donde las placas se separan una de la otra sin haber compresión o distensión. Las placas se deslizan a lo largo de las fallas transformantes. Hay desgaste y roce en las zonas de contacto entre las placas. Estas áreas están asociadas a terremotos y zonas de actividad volcánica. Un ejemplo de los límites transformantes es la falla de San Andrés en California.

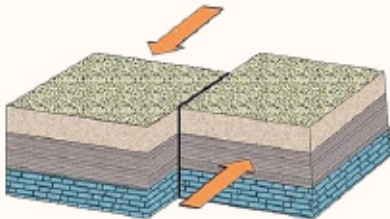


Imagen 8. Límites transformantes.

d) Puntos calientes: son zonas que no se asocian con ninguna parte específica de la tectónica de placas. Estas zonas se originan en regiones muy calientes de puntos concretos del manto inferior. Puntos calientes donde surgen plumas muy calientes que alcanzan la superficie y crean volcanes. Como son áreas fijas e independientes del movimiento de las placas las plumas permanecen en el mismo lugar mientras que las placas tectónicas se mueven. Forman cadenas de volcanes como ocurre en Hawái. Para visualizar este fenómeno imagina lo que ocurre cuando pasas lentamente una hoja sobre la luz de una vela.

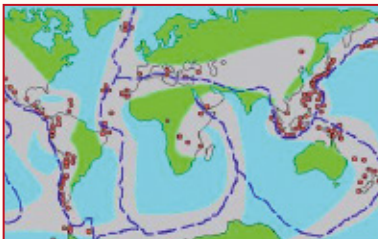


Imagen 9. Distribución de los puntos calientes de la Tierra.

3.3. Energía geotérmica: aprovechamiento del calor interno de la Tierra

La energía geotérmica surge del interior del planeta. Es una energía alternativa que utilizamos en la actualidad. El calor surge de:

- La desintegración de elementos radiactivos;
- El calor latente de la formación del planeta.

Esta energía se manifiesta en forma de vulcanismo, que deriva de procesos geológicos, como géiseres y chimeneas hidrotermales.

Las centrales geotérmicas obtienen la energía a partir de turbinas movidas por el vapor de agua. El agua se calienta previamente con el calor de la Tierra. El vapor de agua se canaliza a altas presiones a través de tuberías y se le obliga a atravesar las turbinas donde se genera la electricidad.

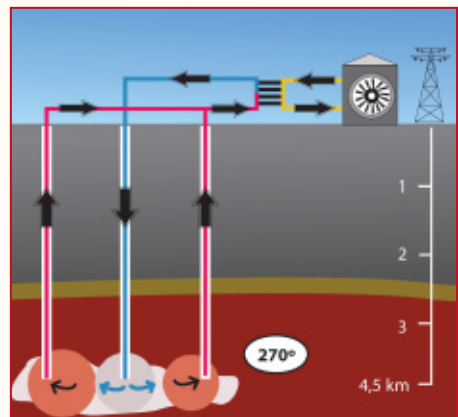


Imagen 10. Central geotérmica.

Esta energía también puede utilizarse como calefacción o para obtener agua caliente.

El agua de fuentes hidrotermales puede utilizarse a nivel industrial para la extracción de minerales (el agua es muy rica en minerales), como sulfuros, amonios y ácido sulfúrico.

Usos:

- Spas: fuentes cálidas utilizada en aplicaciones médicas;
- Radiadores y agua caliente;
- Extracción de minerales;
- Agricultura y acuicultura: para invernaderos y piscifactorías.

Inconvenientes:

Aunque esta fuente de energía es amiga del medio ambiente y genera un gasto muy pequeño en comparación con los combustibles fósiles, su aplicación no se ha realizado a gran escala debido a que:

- Libera sulfuro de hidrógeno a la atmósfera;
- Libera dióxido de carbono asociado a otros problemas;
- Puede contaminar cursos de agua o manantiales con sustancias pesadas;
- Está limitada a las áreas con actividad volcánica;
- Puede dañar el paisaje.

3.4. Actividad volcánica

Las erupciones volcánicas se producen cuando el magma alcanza la superficie. Es mucho más habitual en áreas de contacto entre dos placas tectónicas:

a) En zonas dorsales o de Rift: la actividad volcánica es un fenómeno que permite la creación de nueva corteza terrestre. En las zonas dorsales, puesto que las placas se separan, crece la litosfera oceánica poco a poco.

La presión producida por los materiales más profundos es lo suficientemente fuerte como para romper la fina capa y alcanzar la superficie. La mayor parte de esta actividad volcánica es submarina y puede formar largas cadenas de volcanes en el lecho marino.

En algunos casos, los volcanes son lo suficientemente grandes como para emerger en la superficie. En estos casos forman islas como las Azores o Islandia.



Imagen 11. Volcán submarino.

b) En áreas de subducción: la actividad volcánica se asocia a la manera en la cual una placa tectónica se pliega bajo la otra, penetrando en el manto.

Un ejemplo de la actividad volcánica en áreas de subducción es la zona del anillo de fuego del Pacífico. Aquí las zonas de subducción forman un gran conjunto de fosas submarinas, como la fosa de las Marianas (imagen 12).

Con 11 km de profundidad, la fosa de las Marianas es el punto más bajo de la corteza terrestre. En estas fosas algunos materiales se introducen en el manto, donde se funden y vuelven a la superficie. Este proceso crea una zona de actividad volcánica detrás de la zona de subducción.

El material que sale a la superficie está formado por coladas de material fundido y poco denso que tienen puntos de fusión menos elevados. Si la zona de subducción se encuentra entre dos placas oceánicas puede originar la aparición de un conjunto de islas volcánicas en mitad del océano, como ocurre en la costa oeste del océano Pacífico.

Un ejemplo de actividad volcánica en áreas de subducción entre una placa oceánica y otra continental es la cordillera de los Andes en Sudamérica.

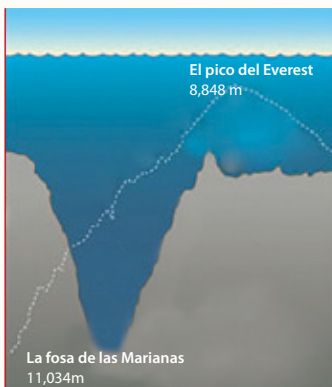


Imagen 12. Comparación entre la profundidad de la fosa de las Marianas y la altura del Everest.

c) La actividad volcánica, también, puede ocurrir sin estar localizada alrededor de las zonas de contacto de las placas tectónicas, como ocurre en los **puntos calientes**. Otros tipos de actividad volcánica forma islas localizadas en el margen pasivo de África, como las Islas Canarias. Muchos de estos volcanes se asocian a puntos calientes.

Cuando las placas se deslizan sobre puntos calientes van generando una cadena de volcanes, donde solo los más recientes están activos. Ejemplos de este tipo de actividad volcánica son las islas de Hawai que están prácticamente en el centro de la placa Pacífica.



Imagen 13. Archipiélago de Hawai: un conjunto de islas formadas por erupciones volcánicas.

Hay 5 áreas en el planeta donde la actividad volcánica es más intensa. Son:

1. Cinturón Circumpacífico o cinturón de Fuego del Pacífico: se extiende por toda la costa que rodea el océano Pacífico, desde la Costa Americana hasta Asia y Oceanía. Cubre cordilleras como los Andes, las Montañas Rocosas y varios conjuntos de arcos volcánicos. Los volcanes más activos de esta área se encuentran en Hawai, Alaska, Japón, Perú y las islas Filipinas.

2. Zona Asiático-Mediterránea: esta zona comprende la zona que une el Atlántico con el Pacífico en dirección oeste-este. Los volcanes más activos se encuentran en Italia, Turquía e Indonesia.

3. Zona Índica: se encuentra alrededor del océano Índico y se conecta con el Cinturón Circumpacífico en la zona de Sumatra y en las islas de Java. Hay muchas islas y montañas subacuáticas con volcanes activos en esta zona, como las islas Reunión o las Comoras.

4. Zona Atlántica: situada en sentido transversal, eje norte-sur, aproximadamente en el centro del océano Atlántico. Ejemplos de esta área son los volcanes de Islandia, las islas Ascensión, Santa Helena, las Azores y las islas Canarias.

5. Zona Africana: son volcanes como, por ejemplo, el Kilimanjaro.

4. Volcanes

4.1. Definición de volcán

Los volcanes son formaciones geológicas que consisten en aberturas en la corteza terrestre que permiten la comunicación de las bolsas magmáticas con el exterior. Estas bolsas pueden ser denominadas centrales o fisuras, dependiendo de si la lava asciende por conductos de tipo chimenea o por grietas y fisuras, respectivamente.

Los volcanes centrales originan generalmente un cono volcánico, por encima del cual existe una depresión o cráter donde se abre la chimenea central, que une el exterior al interior de la Tierra. El cono está formado por la deposición de materia fundida y/o de materia sólida que fluye o que es expulsada por la chimenea del volcán. El estudio de los volcanes y de los fenómenos volcánicos se llama vulcanología.

¿SABÍAS QUE...

...la palabra volcán deriva de Vulcano, dios romano equivalente al dios Hefesto de la mitología griega? Es el dios del fuego, los metales y la metalurgia.



Imagen 14. Dios Vulcano.

4.2. Estructura de los volcanes

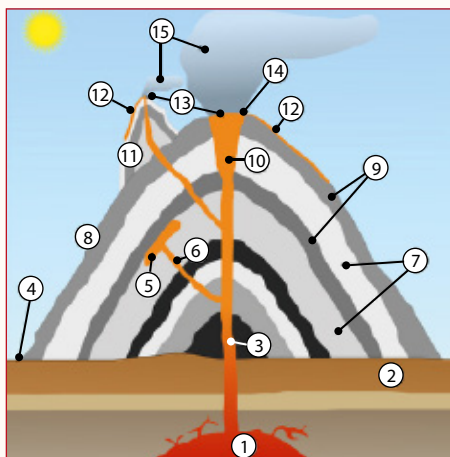


Imagen 15. Estructura de un volcán.

1. Cámara magmática: es la zona donde se acumula el magma antes de ser expulsado. Situada varios kilómetros por debajo de la superficie, puede tener decenas o centenas de kilómetros cuadrados. Puede quedar parcialmente vacía después de la erupción. Si esto ocurre, puede originarse el colapso parcial o total de la cámara magmática, que también afecta a la integridad del volcán.

2. Sustrato

3. Chimenea: conducto por donde sale el magma hacia la superficie.

4. Depósito de lava

5. Fisura

6. Chimenea secundaria

7. Capas de ceniza emitida por el volcán

8. Cono volcánico: parte visible del volcán formada por los materiales expulsados.

9. Capas de lava emitida por el volcán (coladas)

10. Chimenea

11. Cono parásito (adventicio)

12. Flujo de lava

13. Abertura

14. Cráter: zona de salida de los materiales expulsados por el volcán en el momento de la erupción. Une la boca del volcán con la chimenea. Puede ser muy grande o muy pequeña. Cuando todo el cono se llena, se crea un cráter mucho más grande denominado caldera.

15. Nube de ceniza y gases

4.3. Materiales espeditos

Los materiales expulsados por los volcanes pueden ser de varios tipos:

a) Sólidos

Los materiales sólidos arrojados por los volcanes en erupción se llaman piroclastos. Estos sólidos se clasifican en función de su tamaño:

- **Bloques volcánicos y bombas:** pueden llegar a alcanzar varios metros de diámetro y se encuentran más cerca del cráter del volcán. Tienen generalmente una forma redondeada debido al movimiento rotacional que experimentan en su caída y al enfriamiento durante la misma.

- **Lapillis:** son los materiales expulsados al aire con dimensiones entre 2 y 20 mm.
- **Cenizas o polvo:** partículas de dimensiones inferiores a 2 mm. Generalmente se mantienen en suspensión en el aire durante bastante tiempo después de la erupción, pudiendo alejarse centenas de kilómetros.
- **Avalanchas de escombros:** después de la erupción pueden producirse avalanchas de escombros, es decir, la caída parcial de partes del volcán. Puede deberse a la inestabilidad de los materiales del cono cuando están mal consolidados desprendiéndose posiblemente por la acción de la gravedad. También son posibles otras causas como la presión del magma interior o un sismo.

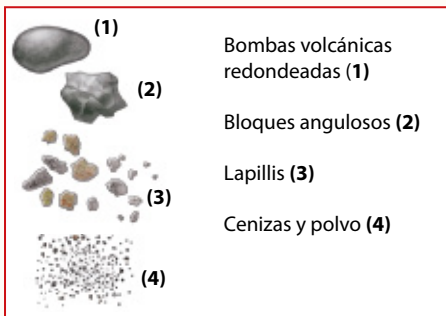


Imagen 16. Tipos de materiales sólidos expulsados por los volcanes: 1- Bombas volcánicas redondeadas; 2 - Bloques angulosos; 3 - Lapillis; 4 - Cenizas y polvo.

b) Líquidos

A partir del momento en que el magma asciende a la superficie pierde algunos de sus componentes, en particular gases, y pasa a ser llamada lava. La lava es el material fundido más o menos líquido que es expulsado por el volcán. La viscosidad de la lava depende de su composición química, siendo las lavas ricas en hierro y magnesio más fluidas que las lavas ricas en silicio. La fluidez de la lava depende también de su contenido en agua y de la temperatura. La lava puede ser aérea o submarina.

La lava aérea puede ser de tres tipos:

- **Pahoehoe o lava encordada (o suave):** es una lava de baja viscosidad (muy fluida). Mientras

avanza, su capa superficial se solidifica pero la lava continua fluyendo en la capa inferior, lo que origina arrugas en su superficie.

- **Aa o lava escoriácea:** el nombre tiene origen en el sonido de dolor producido cuando se camina descalzo sobre los depósitos solidificados de este tipo de lava, ya que se caracteriza por su superficie irregular de aristas cortantes. Tiene su origen en un tipo de lava fluida, pero más viscosa que la *pahoehoe*, que se va enfriando y partiendo en bloques por la presión ejercida por el resto del flujo de lava que va empujando.



Imagen 17. Lava *pahoehoe*. **Imagen 18.** Lava *aa*.

- **Lava de superficie continua:** es diferente de las anteriores, es más suave y fluida.

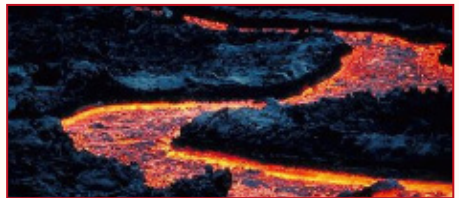


Imagen 19. Lava de superficie continua.

La lava submarina puede ser:

- **Lava almohadilla o pillow lavas:** las lavas submarinas sufren un enfriamiento muy rápido debido al contacto con el agua, lo que le da un aspecto muy típico de almohadilla, por lo que reciben el nombre de *pillow lavas* (*pillow* es "almohada" en inglés).



Imagen 20. *Pillow* lava.

c) Gases

La porción gaseosa del magma varía entre el 1 y el 5 % de su masa total. De estos gases, entre el 70 y el 90% es vapor de agua.

Los otros gases son dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), nitrógeno (N_2), hidrógeno (H_2), monóxido de carbono (CO), azufre (S), argón (Ar), cloro (Cl), y flúor (F). Estos gases se pueden combinar con agua o con hidrógeno para formar numerosos compuestos tóxicos como ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF), ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido sulfhídrico (H_2S).



Imagen 21. Emisión de ácido sulfúrico.

d) Flujos de lodo y escombros: conocidos también como lahares, son una mezcla de proporciones variables de agua y material rocoso, principalmente volcánico (roca, piedra pómez y ceniza), que se mueve rápidamente bajando las laderas del volcán.

Son fenómenos comunes cuando el agua es abundante, ya sea por la fusión del casquete de hielo y nieve de la cumbre, de un lago cratérico, de lluvias fuertes o cuando un flujo piroclástico entra en contacto con un río o laguna.

La peligrosidad asociada a este fenómeno depende del volumen de agua disponible, la cantidad y el tamaño del material piroclástico, la pendiente del terreno, el tipo de drenajes y la viscosidad del flujo.

4.4. Tipos de volcanes y otras estructuras volcánicas

a) Clasificación según la forma

1. Estratovolcán: tiene forma cónica con un cráter central, y el cono volcánico está formado por capas sucesivas de depósitos de lava, escoria, arena y cenizas producto de las diferentes erupciones. La mayoría de los volcanes en Guatemala y el Teide son de este tipo.



Imagen 22. El Teide (Tenerife, Islas Canarias, España).

2. Calderas: son el resultado de grandes erupciones que hacen que se colapse o se derrumbe la parte central o del cono volcánico, dejando un gran cráter o caldera.

Se conocen al menos 138 calderas que superan los 5 km de diámetro. Muchas de estas calderas son tan grandes que sólo se pueden detectar en las imágenes de satélites.

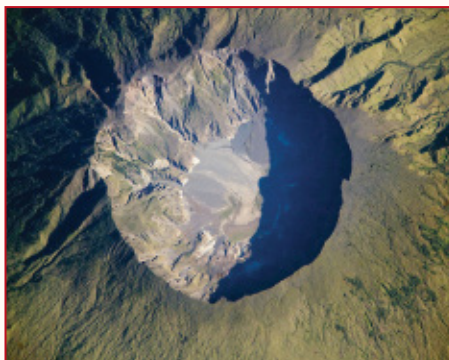


Imagen 23. Caldera de Tambora (Isla de Sumbawa, Indonesia).

3. Tipo escudo: se caracterizan por tener una estructura cónica baja, con pendientes suaves, formadas por la superposición de ríos de la lava fluidos. Ejemplo de este tipo son los volcanes de Hawai.



Imagen 24. Volcán Kilauea (Hawaii).

4. Domos: estructuras que emergen de la chimenea de un volcán, formadas por lavas tan viscosas que no permiten la formación de coladas. Un ejemplo es el domo del Santiaguito, localizado al suroeste del volcán Santa María (Guatemala).



Imagen 25. Domo de Santa María (Guatemala).

5. Conos de cenizas o escoria: son conos relativamente pequeños que, como su nombre indica, están formados por la acumulación de ceniza y escoria. Un ejemplo son todos los cerros alineados con la falla de Jalpatagua y del graben de Ipala (Guatemala).

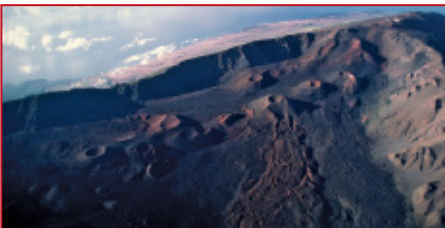


Imagen 26. Parque Nacional de Haleakala (Hawaii).

6. Fuentes termales y géiseres: son emanaciones generalmente intermitentes de vapor y agua a elevada temperatura y ricas en silicio. Los géiseres salen a la superficie en forma de chorro de agua. Cuando el agua se calienta en el interior de la grieta aumenta su temperatura y su volumen. Este aumento del volumen provoca una presión hacia la superficie, expulsando al agua violentamente hacia el exterior. Los géiseres más conocidos son los del Parque Nacional de Yellowstone, en Estados Unidos.



Imagen 27. Géiser (Estados Unidos).

7. Fumarolas: son grietas (aperturas en la superficie de la Tierra) que generalmente están cerca de un volcán, donde se liberan gases a la atmósfera.



Imagen 28. Fumarola en las Islas Azores (Portugal).

8. Mofetas: son fumarolas frías que desprenden dióxido de carbono.



Imagen 29. Mofeta en un parque de la República Checa.

9. Solfataras: son chimeneas que liberan vapor de agua (H_2O) y ácido sulfhídrico (H_2S). Las temperaturas no superan los $100^{\circ}C$.



Imagen 30. Solfataras: son perfectamente visibles los depósitos de cristales de azufre (de color amarillo claramente visible).

10. Erupciones a través de fisuras y llanuras de lava: la mayor parte del material volcánico es expulsado por fracturas en la corteza terrestre, denominadas fisuras.

Estas fisuras permiten la salida de lavas de baja viscosidad que recubren grandes áreas. Las erupciones fisurales expulsan lava basáltica muy líquida. Las coladas siguientes cubren el relieve y forman una llanura de lava.

A estas coladas se les denomina basaltos de inundación (flood basalts). Este tipo de coladas se producen fundamentalmente en el fondo oceánico.

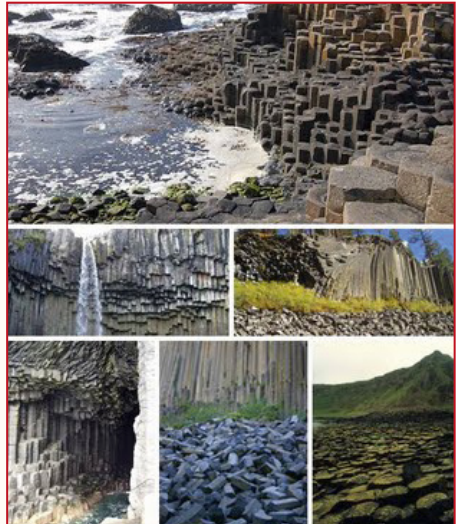


Imagen 31. Ejemplo de erupciones a través de fisuras y llanuras de lava.

11. Canales: son las cavidades que podemos observar en las rocas volcánicas, producidas por el flujo de lava. Se formaron a la vez que la roca que los envuelve, por lo tanto no se producen por erosión.



Imagen 32. Canales creados por el paso de la lava.

12. Chimeneas volcánicas: formadas por basalto. Son el resultado de la lava que solidificó en el interior de la chimenea del volcán.

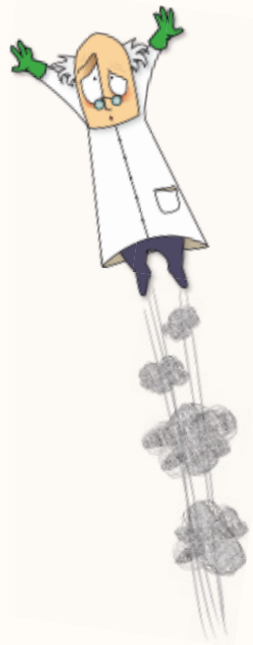
La erosión destruye y remodela constantemente la superficie de nuestro planeta.

La erosión afecta con mayor virulencia a los conos de ceniza, u otros materiales menos resistentes, que a la lava que solidificó en la

chimenea. Esta lava puede mantenerse aislada durante más tiempo lo que le permite modelar estructuras con una forma muy característica.



Imagen 33. Devil's Tower, Estados Unidos: restos de una chimenea volcánica al descubierto por acción de la erosión.



¿SABÍAS QUE...

...el enfriamiento del magma da origen a los diferentes tipos de rocas?

Según su composición química y el proceso de enfriamiento, se distinguen dos grandes grupos:

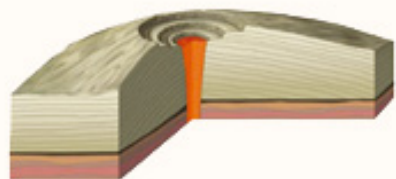
Extrusivas: tienen su origen en el enfriamiento rápido de la lava en la superficie. Están formadas por cristales muy pequeños, a veces difíciles de distinguir a simple vista. Están generalmente compuestas por piroxeno y olivina y tienen un alto contenido en hierro. Ejemplo: basalto.

Intrusivas: tienen su origen en el enfriamiento lento del magma a gran profundidad. Están formadas por cristales bien formados y apreciables a simple vista. Un ejemplo de este tipo de rocas es el granito, formado fundamentalmente por cuarzo, feldespato y mica.

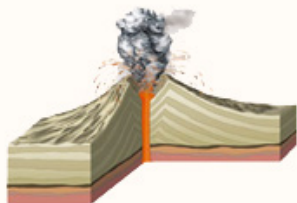
b) Clasificación de acuerdo al tipo de erupción

La actividad volcánica puede clasificarse en función del carácter efusivo y explosivo de sus emisiones:

Hawaiano: se caracteriza por una abundante salida de magma muy fluido que forma grandes ríos y lagos de lava. Los gases se liberan de forma tranquila. Las erupciones violentas son raras y los gases pueden impulsar fuentes de lava que llegan a alcanzar los 500 m de altura.

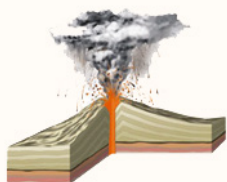


Estromboliano: se caracteriza por una actividad regular o constante de explosiones que lanzan lava pastosa en estado incandescente. Las erupciones contienen ríos de lava y emisiones de gases. La lava es más viscosa que la de los volcanes Hawaianos y puede formar conos de cenizas y escoria con bastante rapidez. Los conos volcánicos se forman con lava y piroclastos expedidos por el volcán.



Vulcaniano: las erupciones son menos frecuentes y más violentas que el tipo estromboliano, debido principalmente al tipo de lava, que es más viscosa que en el tipo anterior, y por lo tanto la liberación de los gases es más difícil. Tales erupciones van acompañadas por una gran nube de gases cargada de ceniza, arena y fragmentos de rocas que alcanza varios kilómetros de altura.

Después de la explosión, que limpia la chimenea, puede salir una corriente de lava, aunque sea poco frecuente. A veces sale por el cráter principal, el secundario o por una fisura lateral. Ejemplo: Volcán de Fuego.

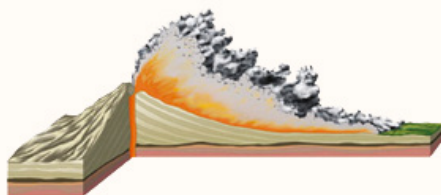


Pliniano: son erupciones muy violentas, que proyectan material piroclástico a varios kilómetros y forman grandes columnas verticales de gases y cenizas.

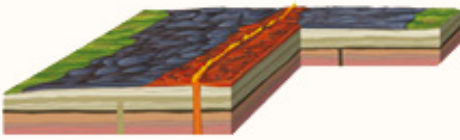
A menudo estas erupciones colapsan la parte superior del volcán.



Peleano: también se caracterizan por su alto índice de explosividad asociado a una lava viscosa con alto contenido en gases. Pueden producir explosiones de rocas, gases y magma muy pulverizado dirigido lateralmente, formando nubes ardientes o flujos piroclásticos. Estas corrientes de material incandescente se llaman nubes ardientes y son extremadamente peligrosas.



Islandés: en este tipo no existe un cono con cráter central, como en todos los anteriores. La característica principal es la emisión de enormes cantidades de lava a través de fisuras o grietas. Algunas forman coladas de poco espesor que cubren áreas enormes.



Freático o geiseriano: se forman cuando el magma entra en contacto con aguas subterráneas. Emite agua o vapor de agua a altas presiones y temperaturas pero nunca lava. A veces, erupciones violentas pueden crear pequeños cráteres. Su periodo de actividad puede durar entre pocas horas o varios años.

c) Clasificación en función de su actividad

Volcanes activos

Los volcanes activos son aquellos que tienen actividad eruptiva. La mayoría de los volcanes ocasionalmente entran en actividad y permanecen en reposo la mayor parte del tiempo. Actualmente solo unos pocos están en erupción continua.

Volcanes durmientes

Estos volcanes se encuentran en reposo y solo presentan algunos indicios de actividad secundaria de vez en cuando. Algunos ejemplos de esta actividad son fuentes hidrotermales o humaredas.

Volcanes extintos

Son aquellos que estuvieron activos pero que actualmente no presentan ninguna señal de poder volver a tener actividad. Es un tipo de volcán muy frecuente.

En ocasiones extrañas, un volcán que se consideraba extinto puede reactivarse, pero es algo excepcional. Normalmente un volcán puede considerarse extinto si no presenta ninguna muestra de actividad durante varios siglos. La actividad eruptiva es siempre intermitente alterando periodos de actividad con largos periodos en que permanece dormido.



Imagen 34. Shiprock, Estados Unidos. Restos de la chimenea de un volcán extinto.

4.5. ¿Cómo se estudian los volcanes?

El estudio de los volcanes es muy importante porque nos proporciona información sobre los procesos que se llevan a cabo en la Tierra. Entender la manera en la que funcionan también nos permite predecir las erupciones y evitar desastres. Aproximadamente el 10% de la población mundial vive en áreas de actividad volcánica. Por tanto, es muy importante monitorizar los volcanes para determinar cualquier cambio y, de esta forma, reducir el número de daños causados por dicha actividad.

Áreas de estudio:

- Geología

El estudio geológico de los volcanes se basa en analizar los restos de erupciones previas y los terrenos circundantes. Es muy importante entender la historia del volcán para predecir su comportamiento futuro.

- Termodinámica

El calor de los volcanes asciende junto al magma. Por tanto es muy importante conocer la temperatura del volcán y para ello podemos utilizar termómetros y/o radiómetros.

- Geoquímica

El volcán lanza humos y gases disueltos en el magma. Por ello es muy importante conocer su composición. Se realiza a través del COSPEG, de espectrómetros utilizados para medir el flujo de las sustancias detectadas y de un análisis de la región.

- Geodesia

El volcán se deforma por cambios en su presión interior desde los primeros episodios de vulcanismo. Por tanto podemos obtener mucha información midiendo el ángulo y la distancia entre diferentes puntos de la superficie del volcán.

- Sismología

La sismología volcánica es el estudio de las ondas sísmicas generadas por la actividad volcánica en un área determinada. El volcán y sus alrededores tiemblan debido a variaciones dinámicas producidos por los cambios de presión interna. Estas oscilaciones se miden con el uso de los sismómetros. A menudo se instalan fuera del volcán o en áreas circundantes. Generalmente se interconectan seis o más sismómetros permitiendo medir de manera precisa la velocidad y la dirección de las ondas sísmicas.

- Métodos de estudio y técnicas

Medida de la gravedad

Mide las variaciones de la gravedad, como cambios en el campo gravitacional, debido a la variación de elementos de distintas densidades.

Magnetómetro

Mide las variaciones de intensidad, de inclinación y de declinación del campo magnético debido a la presencia de materiales con propiedades magnéticas.

Electrodo

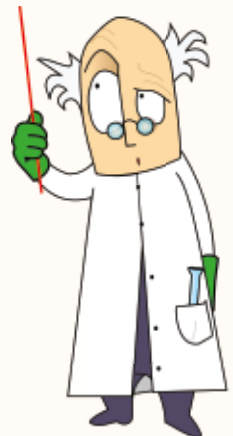
Mide la resistencia y las diferencias de potencial eléctrico causado por la variación de materiales con propiedades eléctricas.

Instrumentos de medida

- **Espectógrafos:** Un instrumento para medir la intensidad del sonido.

- Método RSAM (Real-time Seismic Amplitude Measurement, en inglés)

Es un método para medir la amplitud sísmica en tiempo real. Es un método rápido para cuantificar la actividad sísmica en los volcanes. Este método ha sido de gran ayuda para predecir erupciones como, por ejemplo, las del Pinatubo y Santa Helena.



4.6. Algunas erupciones significativas del pasado

Siglo XV a.C.: Santorini (Mar Egeo). Quizá fue uno de los responsables del declive y desaparición de la cultura minoica.

Año 79 a.C.: Vesubio (Italia). Destruyó Pompeya y Herculano.

Año 122 a.C.: Etna (Italia). Alcanzó la ciudad de Catania, capital de Sicilia.

Año 1783: Laki (Islandia). Los gases y los piroclastos destruyeron el país. Esta erupción provocó casi 10 mil muertos (20% de la población) y muertes tanto en Inglaterra como en el norte de Europa, afectando al clima de estas regiones.

Año 1812: Tambora (Indonesia). Las explosiones causaron unas 12 mil víctimas directas.

Año 1814: Mayon (Filipinas). Los lahares (sedimentos que descienden por las laderas del volcán) provocaron unas 1 200 muertes.

Año 1833: Krakatoa (Indonesia). Una de las explosiones más grandes que hemos registrado. Se escuchó a 5 000 km de distancia. Originó un tsunami que provocó 35 mil víctimas. Las nubes de ceniza expedidas a la atmósfera afectaron al clima del planeta durante los años siguientes.

Año 1902: Santa María (Guatemala) con 6 mil víctimas.

Año 1902: Monte Pelée (Martinica). Una nube ardiente destruyó la ciudad de Saint Pierre y provocó 28 mil víctimas.

Año 1902: Soufrière (Sant Vicent). Las nubes ardientes causaron 1 500 muertos.

Año 1911: Taal (Filipinas). Las explosiones causaron 1 400 víctimas.

Año 1911: Kelud (Indonesia). El lago que hay en el cráter se desbordó y provocó mil víctimas directas.

Año 1931: Merapi (Indonesia). Los lahares provocaron más de mil víctimas.

Año 1951: Mont Lamington (Nueva Guinea). Una nube piroclástica causó instantáneamente más de 3 mil muertos.

Año 1963: Agnung (Indonesia). Causó cerca de mil víctimas, que fueron las personas que se negaron a abandonar la zona de peligro.

Año 1976: Sofriere (Guadalupe). Una falsa alarma hizo que 70 mil personas fuesen evacuadas durante meses.

Año 1980: Santa Helena (Estados Unidos). Provocó víctimas y daños materiales valorados en más de mil millones de dólares.

Año 1981: Galunggung (Indonesia). Provocó la evacuación de 40 mil personas.

Año 1982: Chichón (México). La erupción provocó, aproximadamente, 2 mil muertos.

Año 1985: Ruiz (Colombia). Los lahares provocaron más de 20 mil víctimas.

Año 1986: Lago Nyos (Camerún). Nubes de gases letales causaron más de 1 700 muertes.

Año 1991: Hubieron erupciones simultáneas en Filipinas y en Japón:

- Monte Unzén (Japón): perdieron la vida los vulcanólogos Katia y Maurice Krafft y Harry Glicken, así como otras 40 personas, en su mayor parte periodistas.

- Pinatubo (Filipinas): se evacuaron unas 60 mil personas en los días previos a la erupción, aún así hubieron unos 300 fallecidos.

Las cenizas llenaron los cielos de Malasia, Vietnam y China. Provocó un gran impacto en la economía de Filipinas y afectó al clima del hemisferio norte durante meses, haciendo que la temperatura descendiese.

Año 1993: El volcán Mayón en Filipinas entró en erupción nuevamente. Murieron 77 personas y se originó una gran nube de cenizas.

Año 2006: La erupción del volcán Merapi, en Indonesia. Se arrastraron un gran número de escombros a más de 4 km de distancia. Este fenómeno originó una gran lluvia de cenizas y fuertes erupciones en el cráter. La población fue evacuada y, unos días más tarde, un violento sismo arrasó la región.

Año 2010: El día 17 de abril de 2010, la explosión del volcán Eyjafjalla, situado en el glacial Eyjafjallajökull, liberó cenizas tóxicas, muy finas, que llegaron a ascender hasta los 10 mil metros de altura. Estas partículas son invisibles pero causan importantes daños en la parte interna de los motores de avión. Este hecho provocó el caos en los aeropuertos europeos y, durante varios días, miles de personas no pudieron desplazarse en avión.

¿SABÍAS QUE...

...en Islandia la mayor parte de la tierra es de origen volcánico?

La isla se formó por grandes placas de lava expulsada a través de grietas o por grandes volcanes con forma cónica.



Imagen 35. Glacial volcánico.

El mecanismo de explosión del Eyjafjalla, que paralizó el tráfico aéreo en buena parte de Europa, es similar al de una gran olla a presión.

En las semanas previas a la erupción, el volcán fue una gran atracción turística porque podían observarse las coladas de lava, no obstante, acabó explotando. El agua del glacial, penetró en el volcán y se evaporó al entrar en contacto con el magma, que está a más de 1000°C.

Este cambio de estado provocó una gran explosión volcánica. En realidad, la erupción del Eyjafjalla no fue muy potente, su índice de explosividad volcánica (IEV) no sobrepasó el 2 o el 3. Este índice es un indicativo para la evaluación que va del 0 al 8 y no un factor matemático como la escala de Richter, utilizada para los terremotos.



Imagen 36. Nube de polvo del volcán Eyjafjalla.

¿SABÍAS QUE...

...en Islandia existen más de 10 volcanes en actividad y que todos ellos tienen nombre de mujer?

5. Experimentos

★ Material incluido en el kit.



Experimento 1

Construye tu Volcán Jurásico

Material:

- Masa de modelar ★
- Rodillo ★
- Vaso de plástico
- Pincel
- Tabla de cocina
- Témperas de 6 colores

Procedimiento:

1. Comienza preparando tu zona de trabajo: escoge una mesa amplia en la que tan solo tengas el material que vas a necesitar.

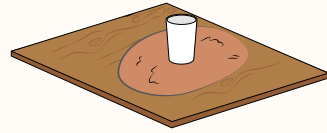
2. Abre uno de los embalajes de masa de modelar para comenzar a crear la base de tu volcán: coloca la masa de modelar encima de la tabla de cocina y usa el rodillo y tus dedos para extenderla en todas direcciones.



3. Intenta que se quede con una forma circular.

4. Dale la vuelta a la masa y pásale también el rodillo para alisar ambos lados. Si ves que tiene algunas zonas que no estén lisas presionalas con los dedos por encima.

5. Coloca ahora el vaso de plástico encima de tu base de masa de modelar. El vaso será el molde para el cono del volcán.



6. Ahora tienes que hacer las paredes del cono del volcán. Para eso, abre el segundo embalaje de masa de modelar y, una vez más, moldea la masa para que se quede en un formato circular.

7. Con ayuda del rodillo y con tus dedos ve extendiendo la masa de modelar en todas las direcciones.

8. Este círculo que estás creando tiene que ser más grande que el primero, el que creaste para la base del volcán. En este caso, tendrás que conseguir colocarlo encima del vaso y unirlo a la base del volcán, de manera que crees su cono volcánico.

9. Cuando tengas el diámetro necesario debes colocar la masa encima del volcán y unirla a la base del volcán, con los dedos.



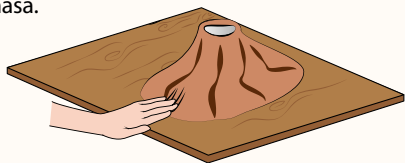
10. Tienes que quitar un poco de masa de modelar de la parte de encima para hacer el cráter (en la zona en la que el vaso tiene una abertura).

Atención: debes dejar un poco de masa en el interior del vaso, de manera que puedas unir la masa con el vaso.

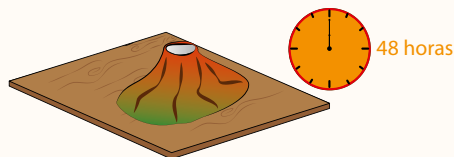


11. En todas las fases de construcción del volcán debes siempre asegurarte de que la masa está uniforme: pasa suavemente los dedos

para unir la masa, principalmente entre la base y las paredes del volcán. Si notas que la masa de modelar está secándose moja tus dedos en un poco de agua y pásalos nuevamente por la masa.



12. Deja tu volcán encima de la tabla de la cocina y deja que se seque durante 48 horas. Después, decóralo a tu gusto con las témperas y el pincel.



13. Cuando tu volcán esté seco estará listo y puedes utilizarlo.

Explicación:

Algunos materiales que utilizamos en nuestro día a día tienen origen en la naturaleza. La masa de modelar que utilizas en este experimento es de origen vegetal, es decir, su origen es una planta: el bambú.

¿SABÍAS QUE...

...el bambú es el alimento preferido de los pandas gigantes?



Imagen 37. Panda gigante comiendo bambú.

Seguro que conoces diferentes tipos de masa de modelar, por ejemplo el barro o la plastilina.

La plastilina tiene la propiedad de que no se seca. Sin embargo, el barro es un material rico en agua y esta le da la propiedad de ser moldeable. Para que el barro se vuelva una estructura sólida y dura, toda el agua que tiene en su composición tiene que evaporarse.

Por esta razón tiene que cocerse al horno. La gran ventaja de la masa de modelar que utilizas en este experimento es que esta masa se seca tan solo con el aire.

Además, después de que esté seca, puedes mojarla sin que pierda su estructura inicial.



Experimento 2

La erupción del volcán

Vamos a hacer que nuestro volcán entre en erupción. ¿Conseguirás adivinar qué tipo de erupción es esta?

Material:

- Volcán Jurásico (construido en el experimento 1)
- Pipeta Pasteur ★
- Colorante alimentario rojo ★
- Espátula de plástico ★
- Espátula de madera ★
- Bicarbonato de sodio ★
- Vaso de medición grande ★
- Vinagre
- Harina de trigo
- Plato hondo

Procedimiento:

1. Comienza colocando el Volcán Jurásico sobre el plato hondo.

2. Llena el cono del volcán con vinagre.

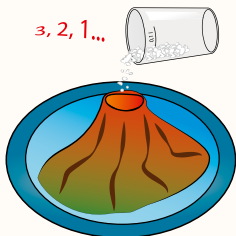
3. Con la pipeta Pasteur añade al vinagre algunas gotitas de colorante alimentario rojo y mézclalo bien utilizando una espátula de madera.



4. Con la espátula de plástico añade al interior del volcán 3 cucharadas de harina de trigo y muévelo bien, hasta que la harina se disuelva en el vinagre.

5. Pon, con ayuda de la espátula de plástico, 5 cucharadas de bicarbonato de sodio en el vaso de medición grande.

6. Ahora tienes que contar hacia atrás y echar el contenido del vaso dentro del volcán.



7. ¡Observa lo que sucede!

ATENCIÓN: cuando acabes el experimento, ¡tira todos los condimentos utilizados durante el mismo!

Explicación:

¡En este experimento vas a simular lo que sucede durante la erupción **efusiva** a través de una reacción química!

¡La reacción química que acabas de observar es una reacción **ácido-base**!

El vinagre posee en su constitución un ácido, el **ácido acético**. El bicarbonato de sodio por el contrario, es una base.

Cuando se mezcla con un ácido el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) se descompone y se libera un gas (dióxido de carbono) en la siguiente reacción química:



En esta reacción se obtienen como productos de reacción una sal (Na-Ácido) que se disuelve en el agua (H_2O) que se forma y el dióxido de carbono (CO_2) que siendo un gas, burbujea a través del líquido.

En nuestro experimento, la harina nos ayuda a simular la lava pues hace que se vuelva más fluida.

Experimento 3 Volcán

En este experimento vamos a simular la erupción de un volcán.

Material:

- Gafas protectoras ★
- Bicarbonato de sodio ★
- Base del volcán ★
- Espátula de madera ★
- Agua
- Colorante alimentario rojo ★
- Vinagre
- Plato
- Pipeta Pasteur ★

Procedimiento:

1. Coloca la base del volcán sobre el plato.
2. Ahora llena el cono del molde del volcán con vinagre.
3. Utilizando la pipeta Pasteur añade 4 gotas de colorante al vinagre.
4. Coge un poco de bicarbonato de sodio con la espátula de madera, cuenta hasta 3 y ponlo en el interior del volcán.
5. ¡Observa el volcán en erupción!

Explicación:

En esta experiencia se consigue simular lo que ocurre en una erupción volcánica. ¡Y usamos una reacción química!

La reacción química sigue exactamente el mismo principio que en el experimento 2.



ATENCIÓN: cuando acabes el experimento, ¡tira todos los condimentos utilizados durante el mismo!



Experimento 4

Otra manera de hacer un volcán

Vamos a ver otra manera de crear lava volcánica.

Material:

- Palangana o bol
- Botella de plástico 33 cl vacía
- Zumo de limón
- Bicarbonato de sodio ★
- Detergente líquido de lavar los platos
- Harina
- Colorante alimentario rojo ★
- Plastilina
- Pipeta Pasteur ★
- Vaso
- Cuchara de postre

Procedimiento:

1. Tienes que comenzar por fijar la botella a la palangana o bol. Con un poco de plastilina haz una base (dale forma circular), presiónala sobre la palangana o bol y finalmente coloca el fondo de la botella contra la plastilina.

2. Añade a la botella el zumo de medio limón. A continuación, con la pipeta Pasteur, pon 2 gotas de colorante dentro de la botella.

3. Ahora escoge la consistencia de la lava que vas a producir:

- Si la quieres con mucha espuma y muy viscosa, pon una cuchara de postre de **detergente líquido**.

- Si quieres una lava menos viscosa pon, además, una cucharada de **harina**.

Atención, debes mezclar un poco los ingredientes. ¡Pero hazlo con cuidado para no hacer espuma!

4. Finalmente en un vaso, pon 2 cucharas de postre de bicarbonato de sodio.

5. ¡Es el momento de que entre en erupción! Pon el bicarbonato de sodio dentro de la botella y observa lo que ocurre.

Explicación:

En este experimento ocurre la misma reacción que en las anteriores: una reacción **ácido-base**.

El zumo de limón posee un componente ácido, el **ácido cítrico**, que al reaccionar con el bicarbonato de sodio (base) libera el dióxido de carbono.

¿SABÍAS QUE...

...el ácido cítrico está presente en todos los cítricos, como el limón, la naranja o la mandarina?

Este ácido es el responsable del sabor de todos estos frutos.



Botella vacía de plástico



Colorante alimentario



Plastilina



Detergente líquido de lavar los platos



Limón



Harina



Palangana o bol

ATENCIÓN: cuando acabes el experimento, ¡tira todos los condimentos utilizados durante el mismo!



Experimento 5

Volcán en un frasco

¿Por qué cuando bebemos una bebida caliente el primer trago siempre parece mucho más caliente que los demás?

Este experimento nos permite observar lo que ocurre cuando mezclamos líquidos calientes con líquidos fríos. El agua caliente es expulsada cuando entra en contacto con el agua fría, al igual que ocurre en el volcán.

Material:

- Botella pequeña de cristal
- Frasco de cristal grande (el doble de grande que el botella)
- Espátula de madera ★
- Colorante alimentario rojo ★
- Fogón o microondas
- Pipeta Pasteur ★
- Cuerda

Procedimiento:

1. Corta un trozo de cuerda de unos 30 cm de largo y ata uno de sus extremos al cuello de la botella.
2. Ata el otro extremo de la cuerda alrededor del cuello de la botella para hacer un asa.
3. Llena el frasco grande con agua fría. No lo llenes del todo porque necesitarás espacio para meter la botella.
4. Llena por completo la botella con agua caliente.
5. Pon, con la pipeta Pasteur, unas pocas gotas de colorante alimentario en la botella.
6. Agarra la botella con la cuerda que le has hecho antes y, con cuidado, métela en el frasco grande. Asegúrate de que entra recto.



Imagen 38. Volcán en un frasco.

Explicación:

Cuando metes la botella en el frasco con agua fría, el agua caliente sale expulsada al agua fría como si se tratase de un volcán.

El agua caliente alcanza con rapidez la superficie del frasco. Cuando el agua se calienta, se expande y ocupa más espacio (dilata).

Esto hace que el agua caliente sea más ligera (menos densa) que el agua fría y por eso, sube hasta la superficie del agua fría.



**Experimento 6
Géiser**

En este experimento verás como funciona un géiser.

Material:

- Embudo ★
- Bol (más grande que el embudo)

- Pajita
- Agua

Procedimiento:

1. Llena la mitad del bol con agua.
2. Pon el embudo en el bol, con la parte más amplia en el fondo.
3. Inclina un poco el embudo y pon un extremo de la pajita en la parte inclinada.
4. Sopla en el embudo por el otro extremo de la pajita. ¿Qué ocurre? Prueba a soplar más fuerte.

Explicación:

Cuando soplas a través del embudo, la diferencia de presión y de densidad, hace que el aire salga rápidamente a través de la parte más estrecha. Debido a los cambios de la densidad y la presión, el aire hace que el agua salga del embudo, produciendo el efecto del géiser.

Si soplas más fuerte, incrementas la presión dentro del embudo, provocando un efecto más espectacular. En los géiseres reales, la presión se produce por el contacto del agua con las calientes rocas volcánicas de las profundidades. Este calor hace que el agua hierva.





Experimento 7

Otra manera de hacer un géiser

En este experimento observarás la espectacular fuerza de un géiser.

Material:

- Botella de cola, a ser posible *Light*
- *Mentos* (caramelos)
- Cinta adhesiva

Procedimiento:

1. Para realizar el experimento busca un lugar al aire libre.

2. Ahora, tendrás que preparar los dulces para poder meterlos todos a la vez en la botella. Para eso utiliza la cinta adhesiva y pégalos entre sí. Colócalos uno a uno, de lado, sobre la cinta adhesiva. No olvides poner cinta adhesiva en ambos lados de los *mentos*. ¡Cuando termines, tendrás un cilindro que entrará perfectamente por la boca de la botella!

3. Prepárate, porque tendrás que ser rápido. Pide ayuda a un adulto, abre la botella y mete rápidamente el cilindro en la botella.

4. Aléjate de la botella y observa lo que ocurre.

Explicación:

Las bebidas refrescantes tienen una gran cantidad de dióxido de carbono disuelto y bajo presión, listo para salir cuando la tensión superficial del refresco disminuya. Por eso, cuando abrimos la botella el gas escapa. Por esta razón, cuando abres un bote de refresco, escuchas ese sonido tan característico.

Cuando metes los *mentos* en la botella de refresco, las burbujas de dióxido de carbono empiezan a formarse en la superficie de los caramelos. Todas esas burbujas se forman

tan rápido que empujan la bebida fuera de la botella.

Cuando echamos los caramelos en el refresco hacemos que el dióxido de carbono (que está disuelto) se agrupe en puntos de nucleación.

De hecho, sabemos que si ponemos cualquier objeto poroso, como la sal, en un líquido con gas, podemos observar que el dióxido de carbono se libera rápidamente.

Si observamos los *mentos* con una lupa, vemos que su superficie es porosa y arrugada. En esas irregularidades es donde se libera el gas. El aspartamo de la cola *Light* baja los niveles de tensión superficial de las bebidas y permite que la reacción sea más espectacular que con la cola normal.

Muchos dulces masticables, entre ellos los *mentos*, tienen goma Arábiga. Este producto es muy común en la industria alimentaria por sus propiedades espesantes (los dulces son masticables gracias a este componente).

La goma Arábiga, además, baja la tensión superficial de las moléculas de agua. Así provoca la expulsión casi instantánea del dióxido de carbono contenido en la botella. La expansión de ese gas aumenta la presión dentro de la botella, lo que hace que el líquido salga de la botella.





NATIONAL
GEOGRAPHIC™

SET VOLCÁN VOLCANO SET



National Geographic supports
vital work in conservation, research,
exploration, and education.

Visit our website: www.nationalgeographic.com

© 2015 National Geographic Partners LLC.
All rights reserved. NATIONAL GEOGRAPHIC
and Yellow Border Design are trademarks of the
National Geographic Society, used under license.



Bresser GmbH

Gutenbergstr. 2 · DE-46414 Rhede
www.bresser.de · info@bresser.de