

**¡LOS VOLCANES HAN CAMBIADO!**  
**NUEVOS ENFOQUES DE TERMINOLOGÍA VOLCÁNICA**  
*Volcanoes have been changed! News points of view about volcanoes terminology*

*Albert Pujadas(\*), David Brusi(\*) y Emilio Pedrinaci(\*\*)*

**RESUMEN**

*Partiendo de una revisión de la terminología volcánica utilizada en diferentes manuales y libros de texto, se lleva a cabo una reflexión sobre la utilización de los conceptos volcanológicos más generales, se formulan algunos interrogantes y se hacen ciertas consideraciones que pretenden favorecer el debate acerca de la enseñanza del volcanismo.*

**ABSTRACT**

*Talking a revision of volcanic terminology used in different manuals and textbooks as a starting point, this article makes a reflection about the use of the more general volcanological concepts. It also presents some questions and makes some considerations about the subject witch are intended to promote the debate concerning the teaching of vulcanism.*

**Palabras clave:** *terminología, volcanes, actividad eruptiva, materiales y productos volcánicos.*

**Keywords:** *terminology, volcanoes, eruptive activity, volcanic materials and products.*

**INTRODUCCIÓN**

El volcanismo es un clásico de los temarios de Ciencias Naturales. La popularidad de los volcanes -junto con los terremotos- supera con mucho la esfera docente para alcanzar, en la calle, el papel de fenómeno geológico por excelencia. La familiaridad con la que las noticias sobre erupciones llegan a los medios de comunicación ha favorecido, con frecuencia, la utilización de un lenguaje volcanológico demasiado coloquial y poco riguroso.

Uno de los contenidos que menos ha variado su enfoque a lo largo de las últimas décadas en el entorno educativo es el de los volcanes. Salvando la contextualización de la actividad volcánica en el marco de la tectónica de placas, la estructura expositiva, la terminología y las clasificaciones siguen siendo las mismas desde hace muchísimos años. Quizá la inercia en la transmisión del conocimiento no haya facilitado el cambio. Podría decirse que en la enseñanza de los volcanes debemos buscar las razones de este inmovilismo en su mismo atractivo, en la escasa autocrítica y en la poca información que desde los especialistas ha llegado al campo educativo.

Desde muy antiguo, el estudio de los volcanes adquirió una estructura expositiva clara, lógica y sistemática que ha encontrado serias dificultades para incorporar nuevas interpretaciones. Casi todos hemos estudiado los volcanes siguiendo esquemas heredados muy coherentes, casi dogmáticos, y los hemos enseñado igual. Si se analizan los manuales y los libros de texto, sorprende, además, que esa estructura se man-

tiene con independencia del nivel educativo o la edad de los estudiantes a quienes van dirigidos. En lo que respecta a la terminología, puede constatarse la frecuente utilización de los vocablos “volcán”, “edificio volcánico” y “cono volcánico” como sinónimos. Algo similar podría decirse de los términos “materiales volcánicos” y “productos volcánicos” o de los “tipos de volcanes” y “tipos de actividad eruptiva”.

¿Pueden considerarse sinónimos estos términos? ¿Es adecuada la clasificación de las actividades eruptivas en hawaianas, estrombolianas...? ¿No ha aportado la volcanología moderna nuevos modelos, nuevas interpretaciones, nuevas clasificaciones? ¿Han cambiado los volcanes?

Los volcanes no han cambiado pero sí nuestra manera de entenderlos. El objetivo fundamental de este trabajo es formular algunas consideraciones terminológicas que ayuden a revisar nuestra enseñanza del volcanismo. Bien entendido que lo que se sugiere no es trasladar, tal cual, las definiciones, clasificaciones o explicaciones de los procesos volcánicos que aquí se ofrecen, con independencia de que el destinatario sea un alumno de educación primaria, de bachillerato o universitario. Ni siquiera se pretende aportar una referencia, establecida desde la lógica de la disciplina, a partir de la cual hacer la traslación didáctica que resulte más adecuada para cada nivel educativo, sino que nos gustaría que las siguientes páginas, elaboradas desde una perspectiva más sistémica que sistemática, aportasen información y sugerencias que propiciasen el debate acerca de la enseñanza del volcanismo.

(\*) Área de Geodinámica. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad de Girona. 17071. Girona. E-mail: pujadas@fc.udg.es. E-mail: cadbb@fc.udg.es

(\*\*) IES de Gines. C/ Enrique Granados s/n. Gines (Sevilla) E-mail: pedrinac@arrakis.es

## VOLCÁN, EDIFICIO VOLCÁNICO Y SISTEMA VOLCÁNICO

Algo aparentemente tan simple como definir con precisión el concepto de *volcán* constituye ya un primer problema. Ni los diccionarios de Geología, ni los propios especialistas en vulcanología suelen coincidir en sus propuestas.

Sin ánimo de ser exhaustivos y sólo para poner algunos ejemplos, indicamos los siguientes:

El diccionario de Geología de Whitten and Brooks (1985) define volcán como "Conducto o fisura en la corteza de la Tierra, a través de la cual pueden escapar a la superficie, o en ciertos casos al fondo del mar, magma fundido, gases calientes y otros fluidos."

El manual universitario de geología de mayor influencia en Gran Bretaña: *Understanding the Earth* publicado por la Universidad de Cambridge (1992), por Brown, Hawkesworth and Wilson, pág 507 define volcán como: "a vent or opening in the Earth's surface through which magma".

El manual universitario de mayor éxito en USA, *Earth. An introduction to physical geology*, en su sexta edición, 1999, Tarbuck and Lutgens, definen volcán como: "A mountain formed from lava and/or pyroclastics".

Otro manual de mucha distribución en USA es el de Chernicoff (1999) *Geology. An introduction to Physical Geology*. Que define volcán como "The solid structure created when lava, gases, and hot particles escape to the Earth's surface through vents"

¿Un volcán es sólo un lugar? ¿Es sólo un conducto? ¿Es un proceso? ¿Es el conjunto de productos o materiales expulsados? Quizás, desde un enfoque geológico amplio, cualquier definición del concepto debiera recoger las tres ideas a la vez.

Teniendo en cuenta esta perspectiva, una propuesta globalizadora podría formularse en los siguientes términos: Un *volcán* es la evidencia geológica de la llegada de material magmático a un lugar de la superficie terrestre (o de otro cuerpo planetario). Debe tenerse en cuenta que es un término general que hace referencia a la manifestación magmática en sí misma, pero también a todas las estructuras y materiales (chimenea, ramificaciones de esta, edificios volcánicos construidos, coladas de lava, depósitos piroclásticos,...) que se forman y permanecen en el registro geológico después de finalizar la actividad volcánica.

El término *edificio volcánico* (Fig. 1) es más restringido. Se trata de un concepto geomorfológico y consta, siempre, de un *cono* (relieve positivo formado por el material expulsado) y un *cráter* (relieve negativo en la parte superior del cono por donde sale el magma, en algunos casos este puede estar cubierto o erosionado). Puede que la acumulación de los materiales emitidos alrededor del centro emisor dé lugar a la formación de solo un edificio (edificios

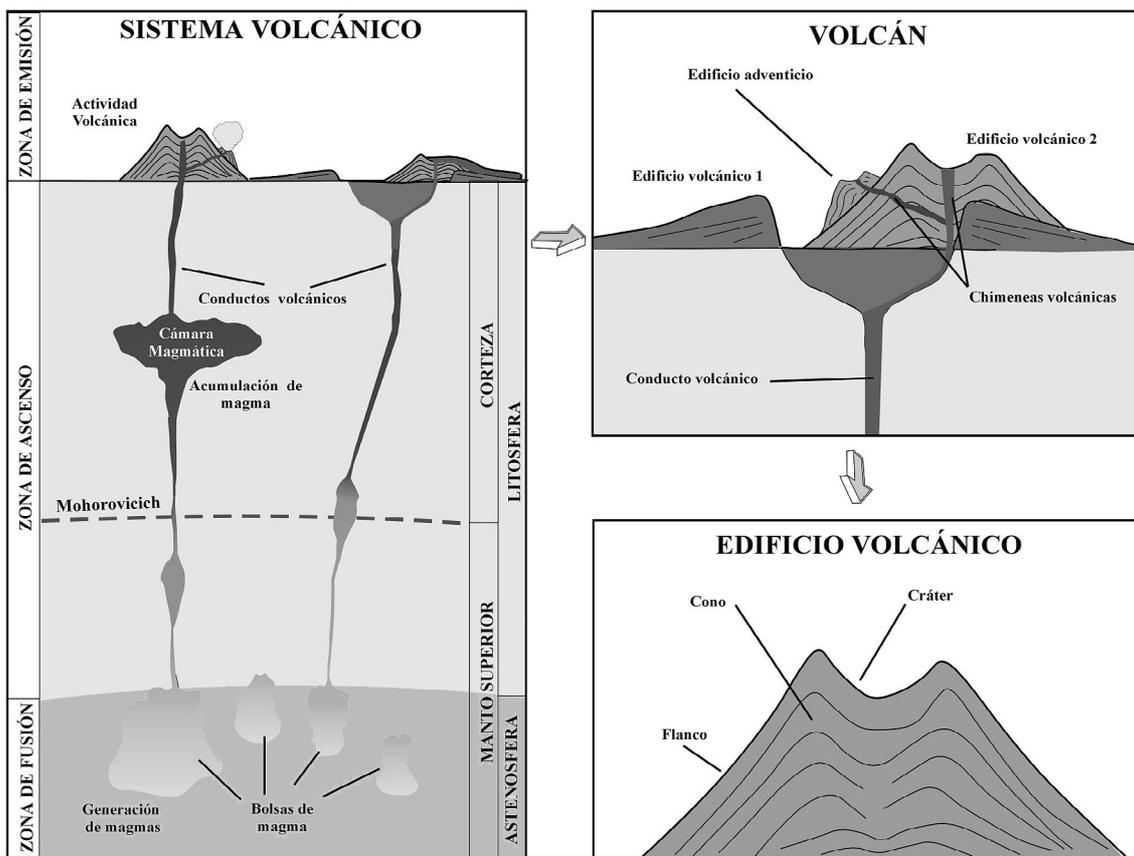


Figura 1. El concepto de Sistema Volcánico engloba diferentes procesos que van desde el origen del magma hasta su salida a la superficie terrestre. El volcán es una parte de este sistema, en concreto la que resulta de la emisión del material magmático al exterior de la Tierra a partir de la actividad eruptiva. Un volcán puede estar formado por varios edificios volcánicos.

simples, estratovolcanes, edificios en escudo), pero cuando el volcán ha desarrollado diferentes fases de actividad se pueden llegar a formar varios edificios volcánicos superpuestos. En otros casos, la chimenea se ramifica en su último tramo y pueden aparecer *edificios adventicios* alrededor del principal.

La actividad volcánica, y en consecuencia un volcán, es el resultado final de un conjunto de procesos que van desde la génesis del magma hasta la erupción, pasando por el ascenso y almacenamiento de éste. Desde esta perspectiva, en una sección de la corteza terrestre, un *sistema volcánico* activo debe ser considerado como un conjunto complejo en el que es posible diferenciar: a) la zona de fusión de rocas, fundamentalmente localizada en el manto superior o en la base de la corteza terrestre; b) la zona de ascenso a partir de plumas diapíricas o a través de conductos volcánicos (en algunos casos durante este ascenso se puede acumular magma en la corteza formando cámaras magmáticas); y, finalmente, c) la zona de emisión donde se forma el volcán.

### LA ACTIVIDAD ERUPTIVA

La *actividad volcánica* se manifiesta a través de un conjunto de fenómenos geológicos asociados a la salida o al ascenso de magma, cerca de la superficie terrestre. Algunas evidencias de este tipo de dinamismo terrestre son, por ejemplo, los fenómenos de sismicidad asociada al movimiento del magma, las fumarolas, la expulsión de piroclastos o la emisión de lavas. A un nivel más restringido, se denomina *actividad eruptiva* al conjunto de procesos relacionados exclusivamente con la salida de materiales desde un centro emisor.

Así pues, asumiendo que la actividad eruptiva constituye una etapa paroxísmica y, como tal, un referente, el resto de manifestaciones de actividad volcánica suelen agruparse en dos conjuntos que la preceden o suceden, respectivamente. Se denominan fenómenos *precursores* o fenómenos pre-eruptivos aquellos que se producen antes de la emisión de materiales. A partir de ellos es posible predecir cuando y, en algunos casos, como será la actividad eruptiva.

Una vez finalizada la actividad eruptiva da comienzo un intervalo, que puede tener una duración variable, en el cual se manifiestan algunos fenómenos post-eruptivos relacionados con la salida del magma.

#### Unidades de actividad eruptiva: de la pulsación al periodo eruptivo.

La actividad eruptiva acontecida en una región volcánica no debe entenderse siempre como un proceso continuo y monótono. De igual modo que en una serie televisiva se suceden distintos episodios y en cada uno de ellos aparecen distintas secuencias en las que los personajes aparecen o desaparecen, y actúan a ritmos distintos, la actividad eruptiva se construye también como una "historia compleja".

Los cambios de estilo, la duración y las interrupciones de la actividad eruptiva, definen "episo-

dios" de actividad volcánica separados en el tiempo y, a veces, en el espacio, a través de distintos lugares de emisión. Para poder relacionar estas etapas e interpretar sus evidencias en el registro geológico suelen definirse distintas *unidades de actividad eruptiva*. Las unidades de actividad eruptiva establecen entre ellas una jerarquía que las relaciona. El paso de una a otra viene dado por una interrupción o por un cambio de estilo en la actividad.

Cada unidad de actividad se corresponde con un conjunto de materiales emitidos, de tal manera que analizando las sucesiones de rocas volcánicas y clasificándolas en unidades litoestratigráficas es posible reconstruir las diferentes unidades de actividad eruptiva que se han sucedido a lo largo de la historia del volcán o del campo volcánico (Fig. 2).

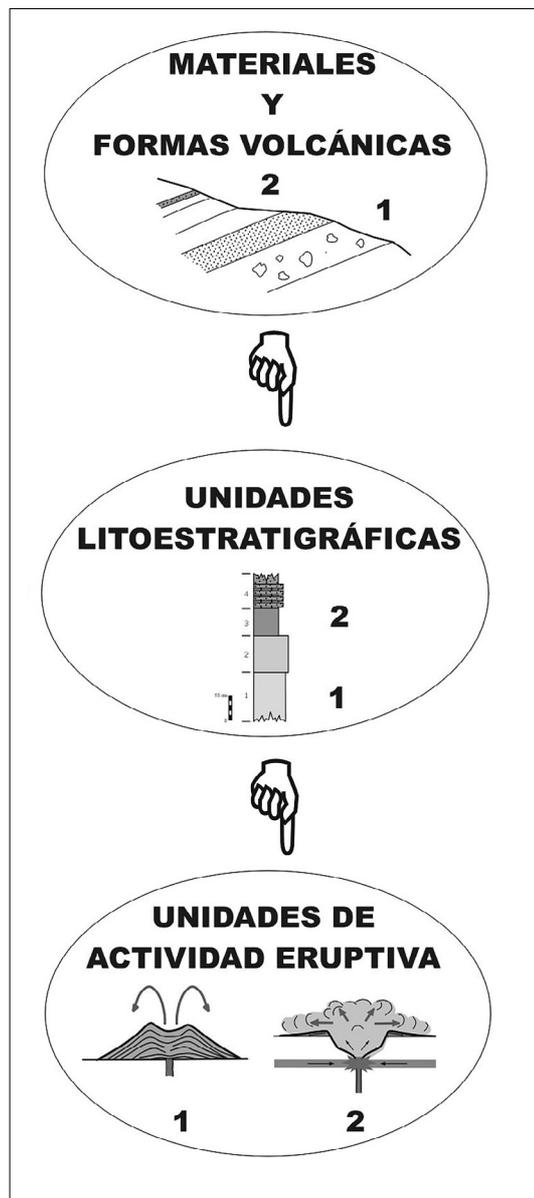


Figura 2. Relación entre materiales y formas volcánicas, unidades litoestratigráficas y unidades de actividad eruptiva.

En el caso de áreas volcánicas extinguidas a partir de los materiales que fueron emitidos y evidencias geomorfológicas, también es posible definir las diferentes unidades que tuvieron lugar. A la vez, se puede establecer una jerarquización de esta actividad que va desde la pulsación hasta el periodo eruptivo.

La unidad de actividad eruptiva básica es la erupción. Ésta dura desde días hasta meses, o en algunos casos años. La erupción produce en el registro geológico una secuencia de depósitos (*Miembro*). Para poder hablar de dos erupciones en un volcán debe transcurrir un lapso de tiempo suficiente entre las dos manifestaciones para que se desarrollen suelos o haya procesos de erosión no volcánicos. Así pues, la presencia de paleosuelos o de superficies de erosión dentro de la sucesión de materiales volcánicos será lo que va a permitir reconocer el límite entre dos secuencias de depósitos (Fig. 3).

Por lo general, en cada secuencia se pueden reconocer diferentes conjuntos de depósitos (unidades), basándose en sus características granulométricas, morfométricas o en el grado de compactación de los materiales volcánicos que los forman. Estas diferencias indican un cambio en el estilo de la actividad. Así pues, cada uno de estos conjuntos de depósitos (en algunas ocasiones puede ser uno sólo) se genera a partir de una fase eruptiva que puede tener una duración de minutos, horas o algunos días.

Analizando los depósitos con más precisión, se reconocen capas o niveles de materiales volcánicos

a partir de las estructuras sedimentarias que presentan. Cada uno de los niveles representa una de las pulsaciones eruptivas acaecidas durante una fase. Estas pulsaciones pueden durar algunos segundos o como máximo minutos y se trata de la unidad de actividad eruptiva más pequeña.

A una escala superior, las distintas erupciones que pueden tener lugar desde un mismo centro eruptivo constituyen una época eruptiva de un volcán. Ésta puede desarrollarse a lo largo de centenares o miles de años y da lugar a la formación de volcanes (*Formación*). Finalmente, el periodo eruptivo es la unidad de actividad eruptiva mayor y conlleva la sucesión de diversas épocas eruptivas, separadas por intervalos de tiempo suficientes para que entre ellas se produzcan fenómenos tectónicos importantes.

Basándose en esta clasificación jerárquica, no es conveniente hablar de "tipos de erupciones" para referirnos a los distintos estilos de actividad eruptiva. A lo largo de una misma erupción puede variar el mecanismo de emisión del magma, como consecuencia de las diferentes fases que se suceden. Así pues, a una erupción que empieza con una fase explosiva de emisión de magma le puede seguir, en el transcurso de esta misma erupción, una fase efusiva. ¿Cómo catalogamos entonces la erupción? Es mejor hablar de tipos de actividad eruptiva, reservando el término erupción para definir, simplemente un periodo de actividad eruptiva sin interrupciones suficientemente largas para que se produzcan procesos de erosión o formación de suelos.

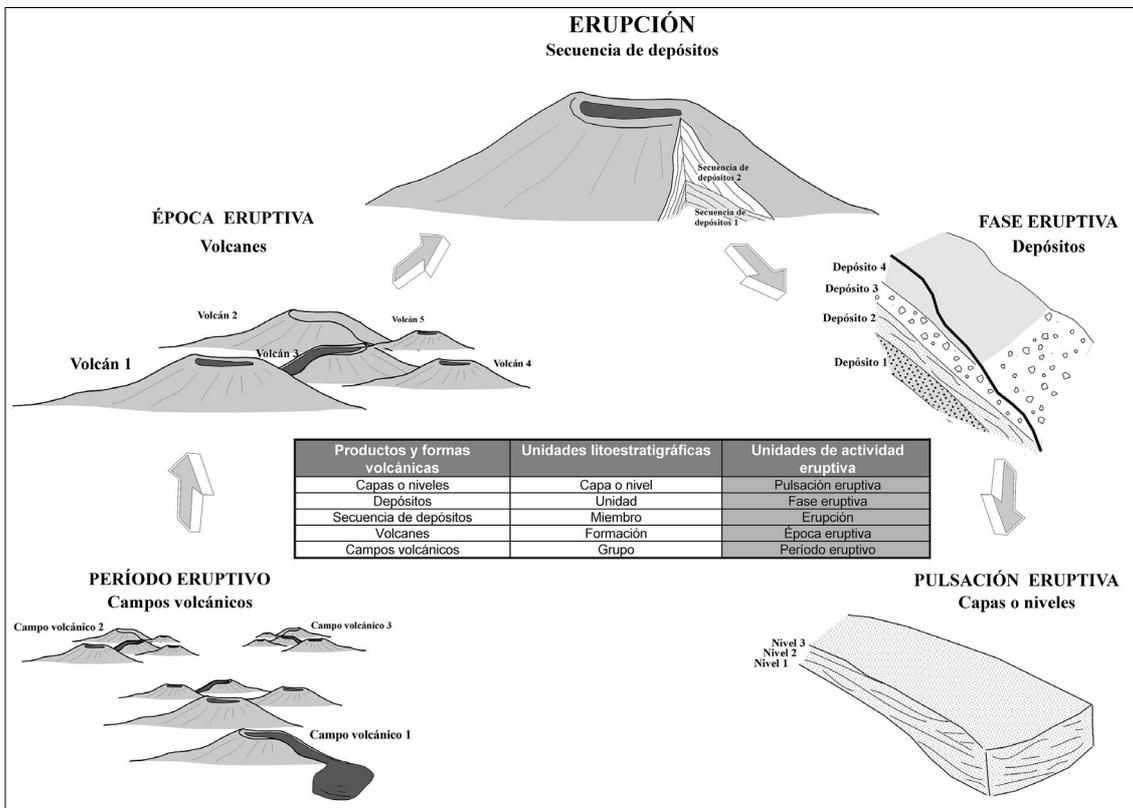


Figura 3. En el transcurso de un periodo eruptivo se suceden diferentes épocas eruptivas. Cada una de estas épocas está caracterizada por un conjunto de erupciones. A su vez, en una erupción pueden darse una o varias fases de actividad y, en general, estas fases son conjuntos de pulsaciones con un estilo parecido.

## Tipos de actividad eruptiva

El estilo de la actividad eruptiva puede ser muy variable en función de las características de los magmas que la generan y de las condiciones de contorno (presencia de agua en el subsuelo, estructura y geomorfología) de la zona donde se produce.

En una primera distinción se puede diferenciar entre la *actividad efusiva*, dominada por la emisión pausada de lava, y la *actividad explosiva*, caracterizada por la expulsión más o menos violenta de material piroclástico (Francis, 1995; Pujadas et al., 1997).

Las subdivisiones que se pueden establecer dentro de cada una de estas categorías resulta más complicada. En las descripciones de los tipos de actividad volcánica se suelen emplear “calificativos” más que “clasificaciones” (excluyentes entre sí). Por ello, los términos utilizados no responden a criterios de sistematización exhaustiva (excluyentes entre sí), sino a una simple relación de afinidad con las características eruptivas de un comportamiento eruptivo definido en un determinado lugar.

Algunos calificativos de la actividad eruptiva utilizan los nombres de volcanes aislados (*actividad vulcaniana*, relacionada con “Vulcano”, un volcán de las islas Eolias). Otros atribuyen cierta afinidad a la actividad eruptiva de toda una zona volcánica (como por ejemplo, la *actividad hawaiana* de las islas Hawai) o incluso se basan en personajes de la historia (*actividad pliniana*, en honor de Plinio el Joven que describió un determinado tipo de actividad explosiva en el Vesubio).

Aunque la inercia adquirida es difícil de superar, en la práctica docente convendría utilizar una clasificación genérica lo más común posible, evitando la sistemática basada en ejemplos localistas. Nuestra propuesta parte de una primera distinción entre actividad efusiva y explosiva, y se estructura en una serie de subdivisiones y matices para cada gran grupo, evitando, en la medida de lo posible, la personalización de los tipos.

### La actividad efusiva

Asociada con frecuencia a los magmas básicos origina la formación de coladas o mantos de lava fluida. También se puede producir, de forma más excepcional, actividad efusiva en la emisión de magmas de composición ácida generando en este caso domos y pitones.

Según el contexto estructural la actividad se puede clasificar como *puntual*, cuando el magma sale desde un punto concreto, o *fisural*, en el caso que la difusión de ésta se produzca a lo largo de una línea correspondiente a la fractura por la que asciende el magma. En los volcanes de las islas Hawai (Kilauea, Mauna Loa o Mauna Kea) se encuentran buenos ejemplos de actividad puntual, mientras que en Islandia la actividad fisural es común.

### La actividad explosiva

El grado de explosividad de las manifestaciones volcánicas está relacionado con la composición del

magma, su temperatura y los gases que contiene en el momento de la salida a la superficie terrestre. Este gas puede ser magmático (actividad magmática) o incorporarse al sistema eruptivo como consecuencia de la vaporización de agua meteórica (actividad hidrovulcánica).

Cuando el magma llega a zona próxima a la superficie de la Tierra, la disminución de la presión a la que se encuentra, hace posible que los gases disueltos se separen de la fase líquida y formen burbujas. La llegada y escape de estas, junto con el magma, da lugar a la *actividad explosiva magmática*.

Sin poder utilizar términos comunes, se distinguen tres tipos básicos de actividad explosiva magmática, de mayor a menor violencia explosiva: la pliniana, la vulcaniana y la estromboliana.

La actividad pliniana, asociada a magmas ácidos, se caracteriza por su alto grado de explosividad, con manifestaciones muy violentas en las cuales se expulsan grandes volúmenes de fragmentos y volátiles. La expulsión, a gran velocidad, de estos materiales y su rápida ascensión forma columnas eruptivas que pueden superar los 30 kilómetros de altura.

La magnitud de la actividad vulcaniana es menor pero sus columnas pueden alcanzar hasta los 20 kilómetros. La violencia de sus explosiones es debida a la obstrucción del conducto volcánico por lavas emitidas anteriormente. Los gases se acumulan por debajo del tapón de roca y, cuando consiguen liberarse, provocan la explosión. La emisión de magmas andesíticos, con una viscosidad importante, desencadenan con frecuencia este tipo de actividad.

Por último, la estromboliana es, entre las explosivas, la actividad menos violenta. Viene caracterizada por una sucesión de pequeñas explosiones separadas por períodos cortos de tiempo que pueden ir desde menos de un segundo hasta pocas horas. La llegada de las burbujas de gas a la superficie rompe y/o individualiza fragmentos de magma que son expulsados siguiendo trayectorias balísticas. Esta actividad está relacionada con magmas básicos que, debido a su baja viscosidad, permiten que las burbujas de gas circulen hacia la superficie con relativa facilidad.

La presencia e interacción del magma con acuíferos o agua superficial (ríos, lagos o mar) provoca un incremento excepcional del contenido de gas en el sistema. Ésto conlleva un aumento del grado de violencia de la actividad explosiva, que en estos casos se clasifica como *hidromagmática* (ver gráfico modificado de Wohletz y Sheridan en la fig. 4).

Un caso concreto de esta actividad es debido al contacto del magma con agua meteórica subterránea y se distingue con el término de *actividad freatomagmática*.

Por ejemplo, en Islandia, la emisión de magma basáltico es la más frecuente y da lugar a actividad efusiva o estromboliana. Esto cambia cuando el

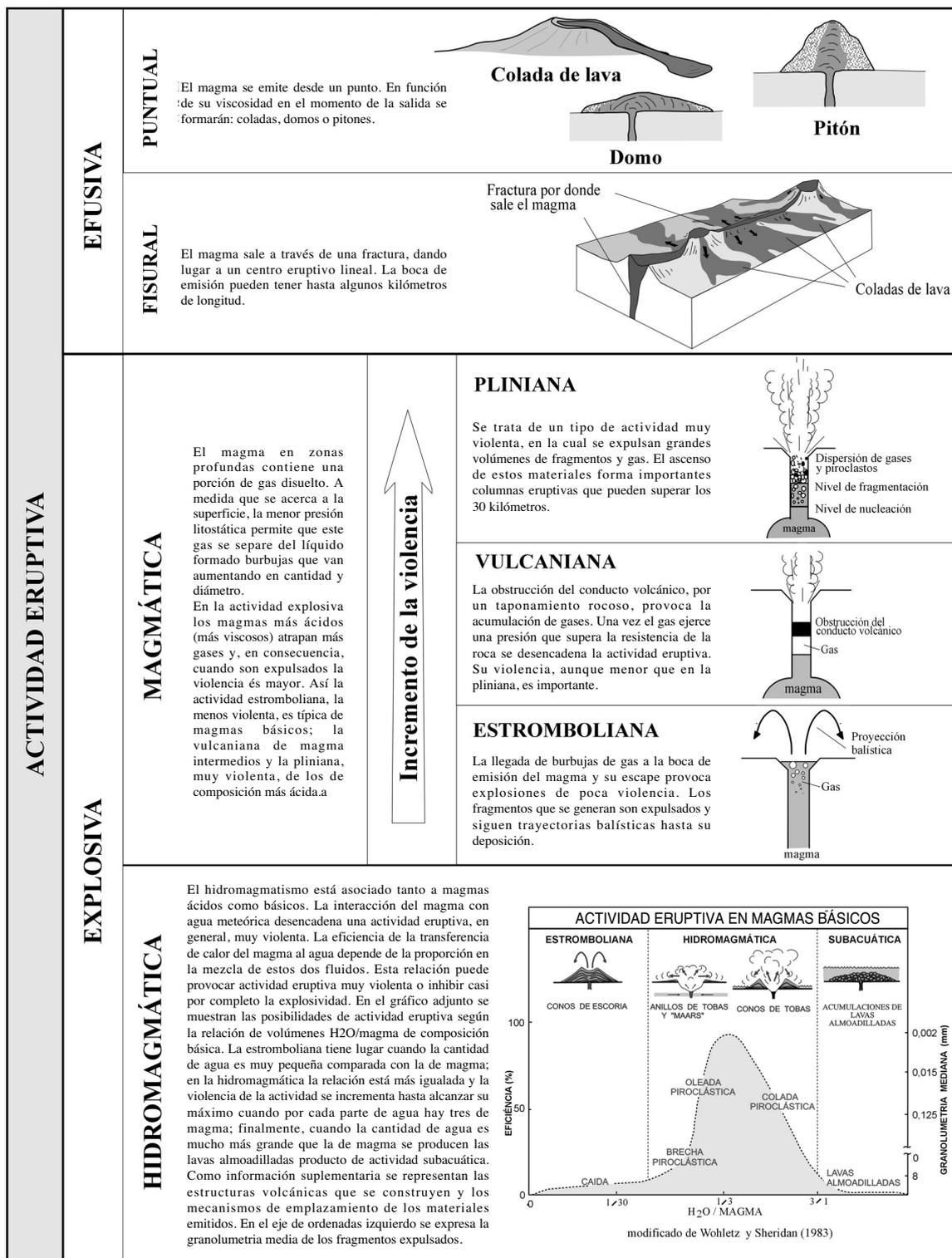


Figura 4. Principales tipos de actividad eruptiva.

centro eruptivo se localiza en una zona litoral. Así, pese a la baja explosividad de los magmas basálticos se produce una violenta actividad hidrovulcánica. Un ejemplo de este tipo de volcanes, ampliamente estudiado, es el de Surtsey en la costa sur de Islandia.

**PRODUCTOS Y MATERIALES VOLCÁNICOS**

En un volcán activo se hace patente la emisión de *productos gaseosos, líquidos y sólidos* (ya sean parte del propio magma solidificado antes de llegar a la superficie terrestre o bien fragmentos de la roca de caja que rodea el conducto volcánico).

La mayor parte de los productos gaseosos se pierden hacia la atmósfera, pero los líquidos (lava), después de su solidificación, y los sólidos pasan a formar parte de las secuencias de *materiales volcánicos*.

Aunque los términos “productos volcánicos” y “materiales volcánicos” se suelen utilizar como sinónimos, es importante remarcar algunas diferencias existentes entre ellos.

La clasificación por “productos” se basa, fundamentalmente, en el estado físico original del material expelido o emitido durante la erupción. Sin embargo, este criterio puede inducir a error, ya que los productos gaseosos difícilmente quedan incorporados a la secuencia de materiales del registro geológico, puesto que, mayoritariamente<sup>1</sup> se dispersan en el aire. Resulta evidente, por tanto, que los “materiales volcánicos” constituyen un subconjunto de todo el material expulsado durante la erupción que se caracteriza por su incorporación al registro geológico en estado sólido.

Por otra parte, una vez ha cesado la actividad volcánica, la diferenciación por productos deja de tener sentido, dado que el estado físico de todos los que se han conservado queda reducido al registro sólido.

En consecuencia, cada vez es más común reservar el término “productos” para visualizar el contraste de estados físicos del vulcanismo activo y utilizar el término “materiales”, para enfoques más descriptivos del registro geológico de los episodios volcánicos. En este sentido, y atendiendo al aspecto final del material volcánico, suele distinguirse entre: materiales volcánicos *masivos* y *fragmentarios*.

Esta clasificación tiene la ventaja de que es directamente observable en el campo y, a su vez, es más intuitiva ya que concuerda casi por completo con los tipos de actividad. A grandes rasgos, la actividad efusiva da lugar a los materiales masivos y la actividad explosiva a los fragmentarios.

### Materiales masivos.

Los flujos de magma líquido en la superficie terrestre se denominan *lavas* y son emitidos por actividad efusiva. Después de fluir, más o menos distancia, se enfrían formando cuerpos de roca compactos. Estos cuerpos pueden adoptar diferentes geometrías y disposiciones internas. Cuando los magmas son muy viscosos su desplazamiento es mínimo y se acumulan encima del centro eruptivo formando *domos*, si la dimensión horizontal predomina sobre el vertical; y *pitones o agujas*, si ocurre a la inversa (ver apartado “actividad efusiva” en la Fig. 4).

La disposición y estructura de las coladas de lava se atribuye, básicamente, a la influencia de las propiedades físicas y químicas de los magmas, aun-

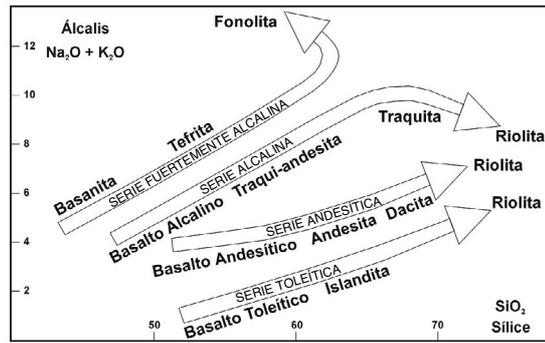


Figura 5. Clasificación composicional de las lavas que forman las rocas volcánicas.

que también está supeditada al volumen de material emitido y a la pendiente del terreno por donde discurre. La composición *máfica* (básica, pobre en sílice) o *félsica* (ácida, rica en sílice) de los materiales fundidos expulsados condicionará las propiedades físicas y químicas de la lava, y en consecuencia la formación de los diferentes tipos de materiales masivos. Así pues, la clasificación de estos materiales se puede realizar sencillamente a partir de su composición (Fig. 5).

Otra posibilidad de ordenación es la que tiene en cuenta la morfología superficial de las lavas. Esta varía en función de su viscosidad, es decir de su capacidad de fluir, que, a su vez, depende de su composición (las lavas ácidas son más viscosa que las básicas) y de su temperatura (la disminución de la temperatura aumenta la viscosidad). El aspecto general de la superficie de las coladas permite clasificarlas en dos grandes grupos: lisas y rugosas.

Las lisas o pahohoe presentan una superficie regular, o ligeramente ondulada. Ocasionalmente la existencia de pequeñas turbulencias produce en la superficie de la colada arrugas perpendiculares a la dirección del flujo. En estos casos las lavas reciben el nombre de “cordadas”.

Las rugosas o “AA” presentan una superficie irregular, formada por pequeños bloques que se originan por la continua fragmentación de la corteza ya enfriada, cuando la corriente de lava todavía se desplaza. Si estos fragmentos de lava son de grandes proporciones se suele hablar de una colada “en bloques”.

Una misma colada puede presentar distintas morfologías a lo largo de su recorrido.

Al margen de las clasificaciones expuestas, los materiales masivos suelen presentar una estructura interna caracterizada por un marcado diaclasado. Cuando se enfrían los flujos de lava experimentan una intensa contracción ya que el volumen que ocupan en estado sólido es ligeramente menor que el que ocupaban en estado líquido. Esta retracción pro-

(1) Excepcionalmente, en etapas pre y post-erupcionales pueden darse emisiones gaseosas y surgencias de agua relacionadas con la actividad volcánica. Al margen de su incorporación a los ciclos atmosféricos e hidrosféricos, estas emisiones pueden dejar precipitados minerales en las zonas de salida. En estos casos, los depósitos resultantes pueden incorporarse a las secuencias de materiales volcánicos.

duce la aparición en el interior de los materiales masivos, de un sistema de fracturas, que reciben el nombre de hábitos de retracción o disyunción. Los principales tipos son: la *columnar*, cuando fracturación es vertical, individualizándose prismas de base hexagonal o pentagonal, y *en lasjas*, cuando los planos de fractura se disponen paralelos a la dirección de avance de la colada. En algunos casos la meteorización posterior origina procesos de escamación esferoidal en los bloques de roca volcánica formando una disyunción de tipo “bolar”.

### Materiales fragmentarios

Son acumulaciones de clastos, producto de la actividad explosiva, que se forman directamente por la división de partículas de magma y, en algunos casos también, de trozos de rocas que envuelven el conducto volcánico (rocas de caja). Los fragmentos generados por esta actividad reciben el nombre de piroclastos.

Ocasionalmente, se generan otros tipos de materiales fragmentarios (Cas and Wrigt, 1987), ya sea por autobrechificación de flujos de lava (autoclásticos) o por procesos secundarios de retrabajamiento y redeposición de materiales volcánicos ya existentes (epiclásticos).

### Los depósitos piroclásticos

Numerosos autores han propuesto clasificaciones de los depósitos piroclásticos. En general, actualmente se plantean dos sistemas básicos de diferenciación: la descriptiva y la genética.

La clasificación descriptiva de los piroclastos no tiene en cuenta los procesos que han formado la roca, aunque va a ser la base para poder interpretar correctamente la formación de los depósitos. Para describir los depósitos piroclásticos deben tenerse en cuenta varios factores: la granulometría de los fragmentos que forman el depósito, las estructuras sedimentarias, la naturaleza de estos fragmentos y el grado y tipo de soldadura o compactación entre ellos.

La *granulometría* hace referencia al tamaño de los fragmentos. Según este criterio, el depósito se clasificará en: cenizas, lapilli o bloques (Fig. 6).

Por su *naturaleza*, los fragmentos pueden ser: *juveniles*, cuando los clastos son una porción del

| DIÁMETRO CLASTOS |        | NO VOLCÁNICO   | PIROCLASTOS                      |
|------------------|--------|----------------|----------------------------------|
| mm               | $\phi$ |                |                                  |
| 256              | -8     | Bloque         | <b>Bloque grande</b>             |
|                  |        | Grava gruesa   | <b>Bloque pequeño</b>            |
| 64               | -6     | Grava mediana  | <b>Lapili grande</b>             |
|                  |        |                | <b>Lapili mediano</b>            |
| 4                | -2     | Grava fina     | <b>Lapili fino</b>               |
|                  |        |                | Arena gruesa<br>Arena muy gruesa |
| 1/2              | 1      | Arena mediana  | <b>Ceniza mediana</b>            |
|                  |        | Arena fina     |                                  |
|                  |        | Arena muy fina |                                  |
| 1/16             | 4      | Limo           | <b>Ceniza fina</b>               |
|                  |        | Arcilla        |                                  |

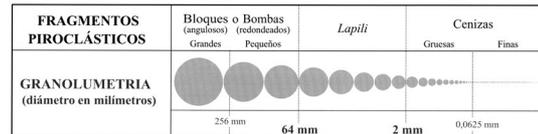


Figura 6. Clasificación granulométrica de los materiales piroclásticos y comparación con su equivalente en materiales sedimentarios.

magma emergente solidificado, o *líticos*, si se trata de trozos de la roca de la pared del conducto volcánico arrancado por la actividad explosiva (estos pueden ser un fragmento de roca sedimentaria, metamórfica o ígnea, inclusive volcánica producto del enfriamiento de anteriores magmas emitidos).

La estructuración interna del depósito, o de las capas que lo forman, permitirá determinar el mecanismo de deposición y la energía del flujo que los emplazó.

Los depósitos piroclásticos pueden presentarse más o menos soldados debido a la alta temperatura de emplazamiento, al paso de un flujo piroclástico o de lava por encima o a procesos diagenéticos posteriores.

La clasificación genética consiste en diferenciar los materiales piroclásticos según cuál haya sido su mecanismo de emplazamiento.

En algunos casos los fragmentos pueden ser expulsados de forma aislada. Es la emisión más intuitiva. En ella, los fragmentos después de ser propulsados hacia arriba, caen por su propio peso sobre el terreno; su acumulación da lugar a los *depósitos de caída* (Fig. 7).

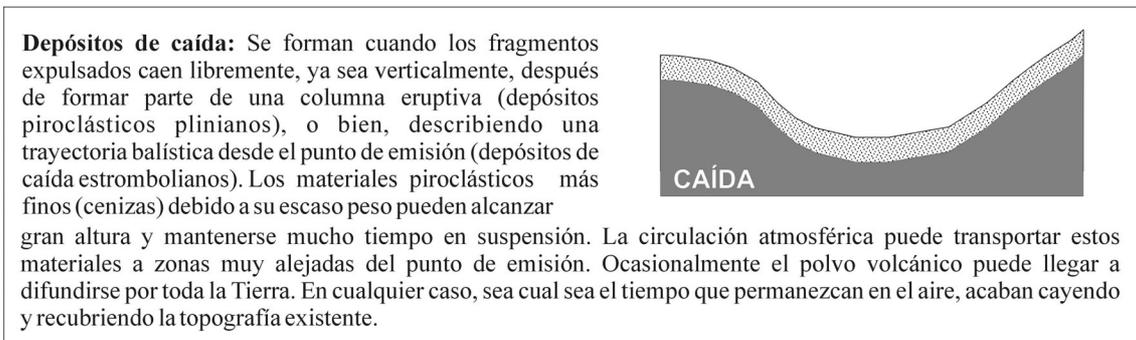
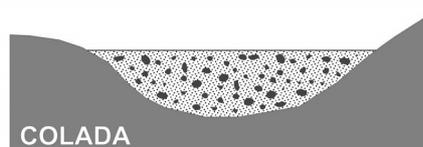


Figura 7. Depósitos resultantes de la acumulación de fragmentos aislados.

**Depósitos de colada piroclástica:** Se depositan a partir de flujos gaseosos laminares, ricos en piroclastos, que tienen una elevada temperatura y se desplazan a gran velocidad encajándose en las zonas deprimidas. La acumulación de los materiales transportados rellena los valles y las depresiones en general. Las ignimbritas son un tipo especial de grandes coladas piroclásticas ricas en pumitas.



**Depósitos de oleada piroclástica:** Tienen su origen en flujos gaseosos turbulentos que transportan (lateralmente y a ras de suelo) pequeñas porciones de piroclastos a velocidades supersónicas. Estos flujos son altamente energéticos y pueden remontar las pendientes topográficas. En consecuencia, los depósitos resultantes recubren parcialmente la topografía, aunque la deposición se produce mayoritariamente en la zona de valle.

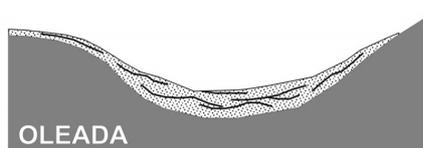


Figura 8. Depósitos resultantes del emplazamiento de flujos piroclásticos.

En otros casos, los depósitos volcanoclasticos se generan por flujos constituidos por una mezcla de gas y fragmentos. Estos flujos acaban emplazándose en forma de depósitos de oleadas y de coladas piroclásticas (Fig. 8).

### LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL VULCANISMO

El vulcanismo en la Tierra no se distribuye al azar, sino que se concentra en regiones determinadas. Esta distribución concreta y ordenada de los puntos de emisión de magmas, procedentes del interior de la Tierra, tiene una estrecha relación con el dinamismo de las placas litosféricas.

La mayoría de los volcanes terrestres están asociados a los límites entre las placas litosféricas. Estos límites corresponden a puntos débiles de la corteza por donde los materiales que se funden en la

profundidad pueden salir al exterior. Aun así, existen los puntos calientes y las zonas de rift continental en los cuales se forman volcanes en el interior de una placa, lejos sus límites.

En cualquiera de los casos, un centro eruptivo no suele aparecer aislado sino que se enmarca en una estructura mucho más amplia (*región volcánica*) que concuerda con una región geográfica concreta (Fig. 9). Esta región, en general, incluye subdivisiones más pequeñas tales como: provincias, campos o zonas. A su vez, un volcán o centro eruptivo puede estar constituido por diferentes edificios volcánicos que se han superpuesto a lo largo de su historia eruptiva. La jerarquización de las manifestaciones volcánicas (Tabla I) permite dar una explicación coherente del desarrollo y del funcionamiento de una región volcánica y, a la vez, permite relacionar y ordenar los diferentes volcanes o estructuras volcánicas que la forman.

| NOMBRE                     | CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES  | EJEMPLO  |
|----------------------------|--|--|
| <b>Región volcánica</b>    | Área geográfica de grandes dimensiones que incluye más de una provincia volcánica donde el vulcanismo se extiende a lo largo de los tiempos geológicos.                      | Región volcánica de Europa central y del margen Ibérico Mediterráneo |
| <b>Provincia volcánica</b> | Área geográfica que incluye más de un campo volcánico de la misma o diferente edad. Los materiales volcánicos que la forman pueden solaparse en el tiempo.                   | Provincia volcánica del Mediterráneo occidental.                     |
| <b>Campo Volcánico</b>     | Asociación de rocas volcánicas de una área geográfica, con un mismo origen, que incluye más de una zona volcánica.   | Campo Volcánico Catalán.   |
| <b>Zona volcánica</b>      | Área que incluye uno o varios centros eruptivos (volcanes) relacionados espacialmente.   | Zona Volcánica de la Selva   |
| <b>Volcán</b>              | Acumulación de materiales piroclásticos o lavas que forman un relieve positivo. La salida de los materiales volcánicos se puede producir a través de varias bocas eruptivas. | Volcán de la Crosa de Sant Dalmai                                    |
| <b>Edificio volcánico</b>  | Construcción unitaria relacionada con una sola boca eruptiva.  | Anillo de Tuf de la Crosa  |

Tabla I. Subdivisiones en la distribución del vulcanismo (modificado de Fisher y Schminke, 1984).



Figura 9. Región volcánica de Europa Central y del margen ibérico mediterráneo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brown, G.C., Hawkesworth, C.J. and Wilson, C.L. (1992). *Understanding The Earth*. Cambridge University Press, pp 552.
- Cas R.A.F. y Wright J.V. (1987). *Volcanic Successions: Modern and Ancient*. Chapman & Hall, London, pp. 521.
- Chernicoff, S. (1999). *Geology. An introduction to Physical Geology* (second Edition), Houghton Mifflin Company, pp. 596 + apendix.
- Fisher R.V. y Schmincke H.U. (1984). *Pyroclastic rocks*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 472.
- Francis P. (1995). *Volcanoes. A planetary perspective*. Clarendon Press, EEUU, pp. 443.
- Pujadas, A.; Pallí, L.; Brusi, D. y Roqué, C. (1997). *El vulcanisme de la Vall de Llémena*. Colecció Dialogant amb les Pedres, 5, 67 p. Ed. Universitat de Girona.
- Tarback, E. J. and Lutgens, F.K. (1999). *Earth. An introduction to Physical Geology* (sixth Edition), Prentice Hall, pp.638.
- Whitten, D.G.A. y Brooks, J.R.V. (1985). *Diccionario de geología*, Alianza Editorial, pp. 344.
- Wohletz, K. H. y Sheridan, M. F. (1983). Hydrovolcanic explosions II: Evolution of basaltic tuff rings and cones. *American Journal of Science*, 283: 385-413. ■