

GEOMORFOLOGÍA I & II



VULCANISMO

ORIGEN, PROCESOS Y FORMAS RESULTANTES

Mg. Jorge Alfredo ALBERTO

Ing. Guillermo Antonio ARCE

Lic. Claudia Verónica, GÓMEZ

Prof. Matías Emanuel SANCHEZ

MATERIAL DE CONSULTA DE CÁTEDRA

ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA COMPILACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA
IMPRESA Y DE INTERNET

- Profesorado y Licenciatura en Geografía
- Departamento de Geografía
- Facultad de Humanidades
- Universidad Nacional del Nordeste



OBJETIVO DEL ARTÍCULO

Como objetivo este trabajo, basado en la compulsa y síntesis de materiales impresos y de internet, pretende brindar a los alumnos de la carrera de Geografía conceptos introductorios referidos al relieve volcánico, procesos y dinámica en su constitución, tipos y formas resultantes.

Con ello se pretende, por un lado, que se reconozcan y comprendan los procesos fundamentales que intervienen en la conformación de los componentes del sistema terrestre y las relaciones dinámicas que se establecen entre ellos, y, por otro, que se identifiquen y entiendan las dimensiones temporales y espaciales propias de los hechos geológicos y geomorfológicos que caracterizan el espacio geográfico presente.

El trabajo se organiza sobre cinco aspectos referidos al estudio de la dinámica y evolución del “Relieve Volcánico” que se detallan a continuación:

- ▶ El primero hace referencia, de manera escueta e introductoria la relevancia científica que tiene el estudio de los volcanes y su influencia en la dinámica terrestre.
- ▶ El segundo, caracteriza que es un volcán y presenta esquemáticamente la terminología que se utiliza para denominar cada parte del mismo y fenómenos que comprende.
- ▶ El tercero, se centra en la “tectónica de placas” a través de los procesos intervinientes en la dinámica interna del planeta y su distribución sobre la corteza terrestre.
- ▶ El cuarto se plantea una síntesis descriptiva y comparativa de los volcanes en base a tres particularidades: 1) distribución geográfica, 2) estructura y dinámica y 3) tipo y diversidad de erupciones volcánicas, hechos que en su conjunto permiten brindar una caracterización aproximada de los mismos.
- ▶ A manera de cierre se presentan fotografías referidas a materiales que expulsan los volcanes.

VOLCANES

Relevancia científica

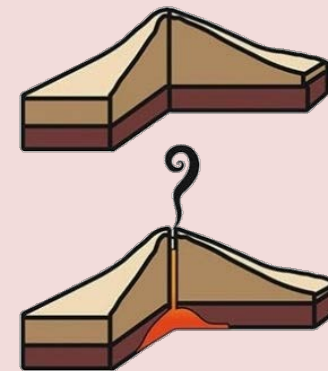
Conocidos desde la antigüedad son estudiados como hechos puntuales de la dinámica y evolución terrestre. Su estudio tiene gran importancia hoy en día como fenómenos relevantes en la evolución y constitución del planeta Tierra por:

- Ser parte del modelado de la superficie terrestre a partir de la creación de corteza oceánica, dorsales submarinas y participar en el desarrollo de las cadenas de montañas.
- Ser productores de la atmósfera terrestre en sus inicios que posteriormente fue modificada por los seres vivos.
- Constituir una influencia en el clima en procesos como:
 - el mantenimiento de la temperatura media a través del ciclo del carbono y del azufre (efecto invernadero).
 - la relación con fases de enfriamiento: aporte de aerosoles y gases que alcanzan la estratosfera y atenúan la radiación solar.

¿QUÉ ES UN VOLCAN?

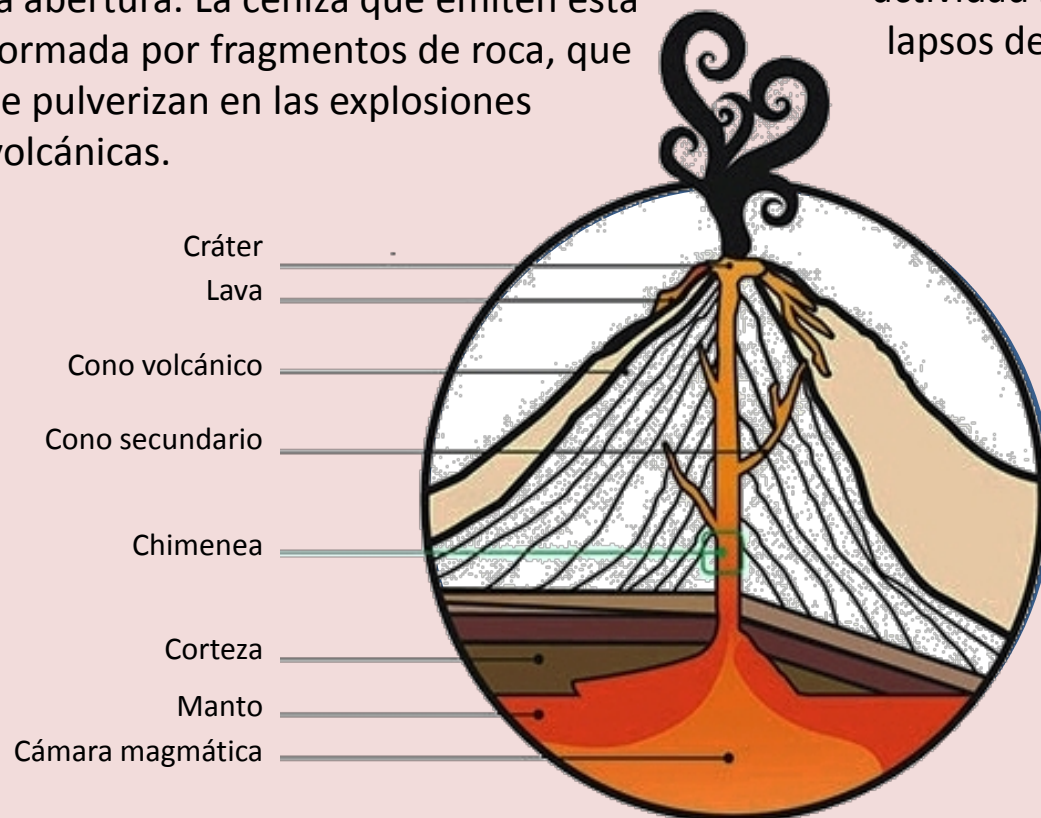
Es una abertura en la corteza terrestre que expulsa lava. Los volcanes adquieren la forma de cerros o montañas, por la acumulación de capas de lava y/o cenizas alrededor de la abertura. La ceniza que emiten está formada por fragmentos de roca, que se pulverizan en las explosiones volcánicas.

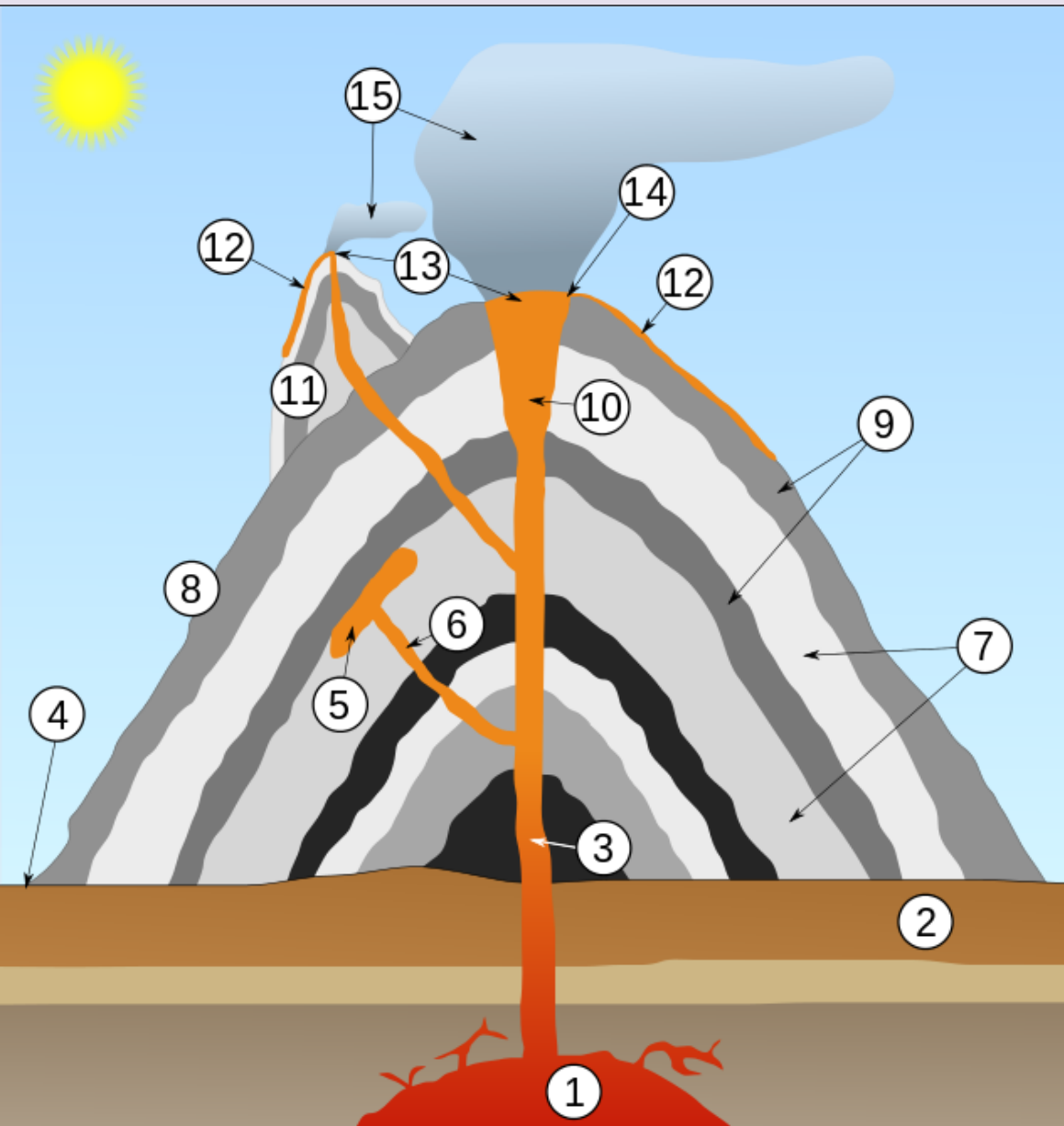
Se llaman **volcanes “inactivos”** a los que no han tenido actividad en los últimos miles de años o han hecho erupción una única vez, y **volcanes “activos”** cuando tienen etapas de actividad interrumpidas por lapsos de reposo variables.



Los volcanes activos son los que han tenido erupciones a lo largo de miles de años o los que, aunque no lo manifiesten, de manera externa, tienen potencial de desarrollar actividad eruptiva en el futuro.

Se caracterizan por tener erupciones, seguidas de periodos de reposo, lo que determina que su actividad sea difícil de predecir por la dificultad para determinar si un periodo sin actividad es de reposo o si implica que el volcán se extinguió.



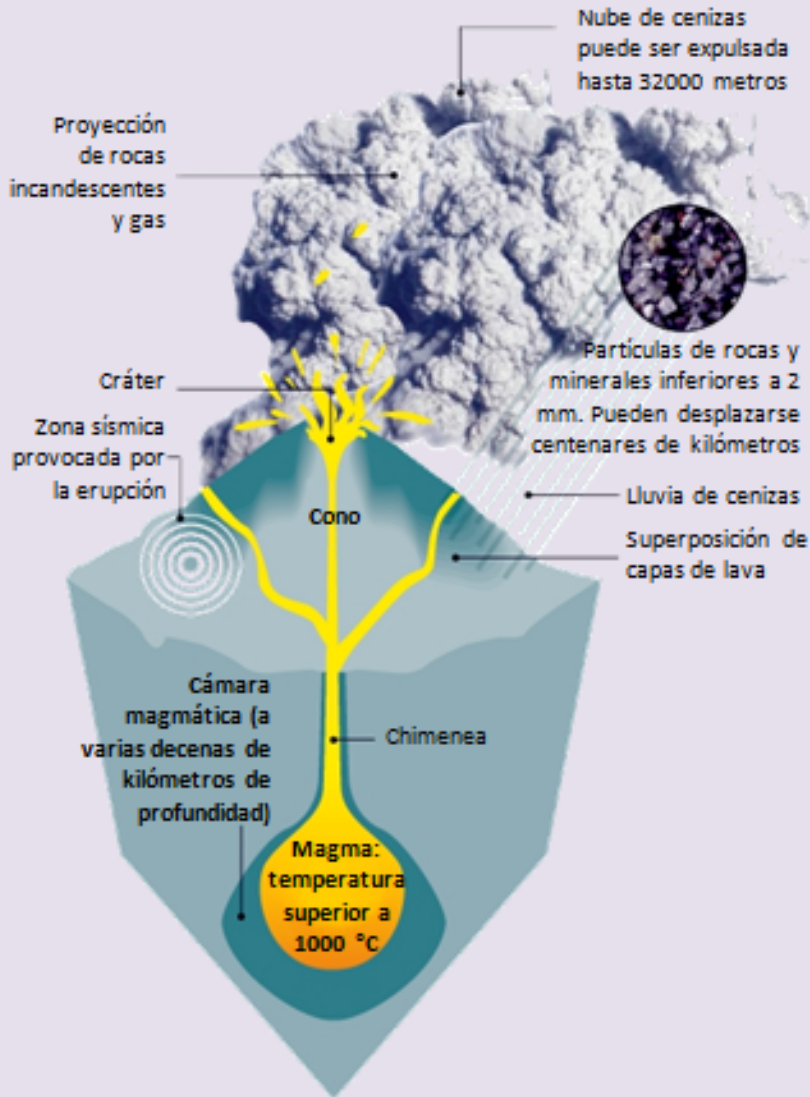


MODELO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN VOLCÁN

(la escala vertical se ha exagerado)

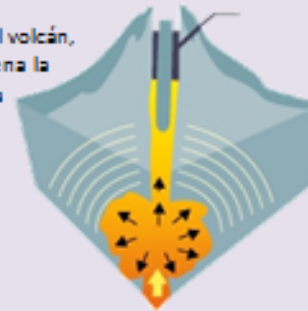
1. Cámara magmática
2. Lecho o sustrato de apoyo
3. Chimenea
4. Base
5. Depósito de lava
6. Fisura
7. Capas de ceniza emitida por el volcán
8. Flanco o Cono volcánico
9. Capas de lava emitidas o solidificadas
10. Garganta
11. Cono secundario o parásito
12. Flujo de lava (colada)
13. Ventiladero o boca del volcán
14. Cráter
15. Columna eruptiva o nubes de cenizas.

ETAPAS DE UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA



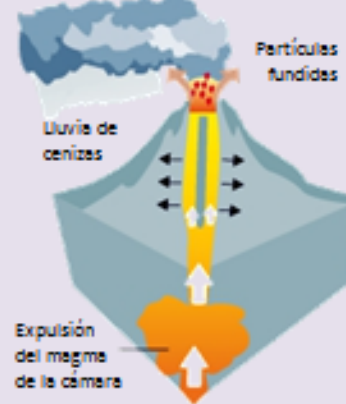
1. PREPARACIÓN

En las profundidades del volcán, un magma rico en gas llena la cámara magmática. En la superficie, se producen numerosos sismos



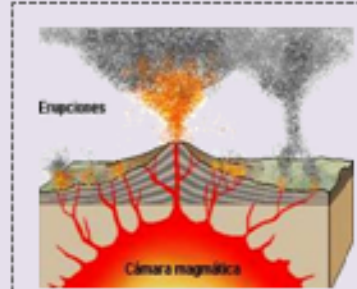
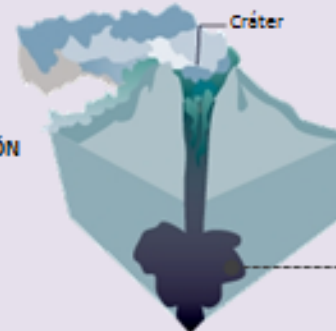
2. EXPLOSIÓN

Liberado el gas, el magma asciende de manera violenta por la chimenea. El volcán proyecta partículas en fusión que provocan una lluvia de cenizas. La presión dilata la chimenea.



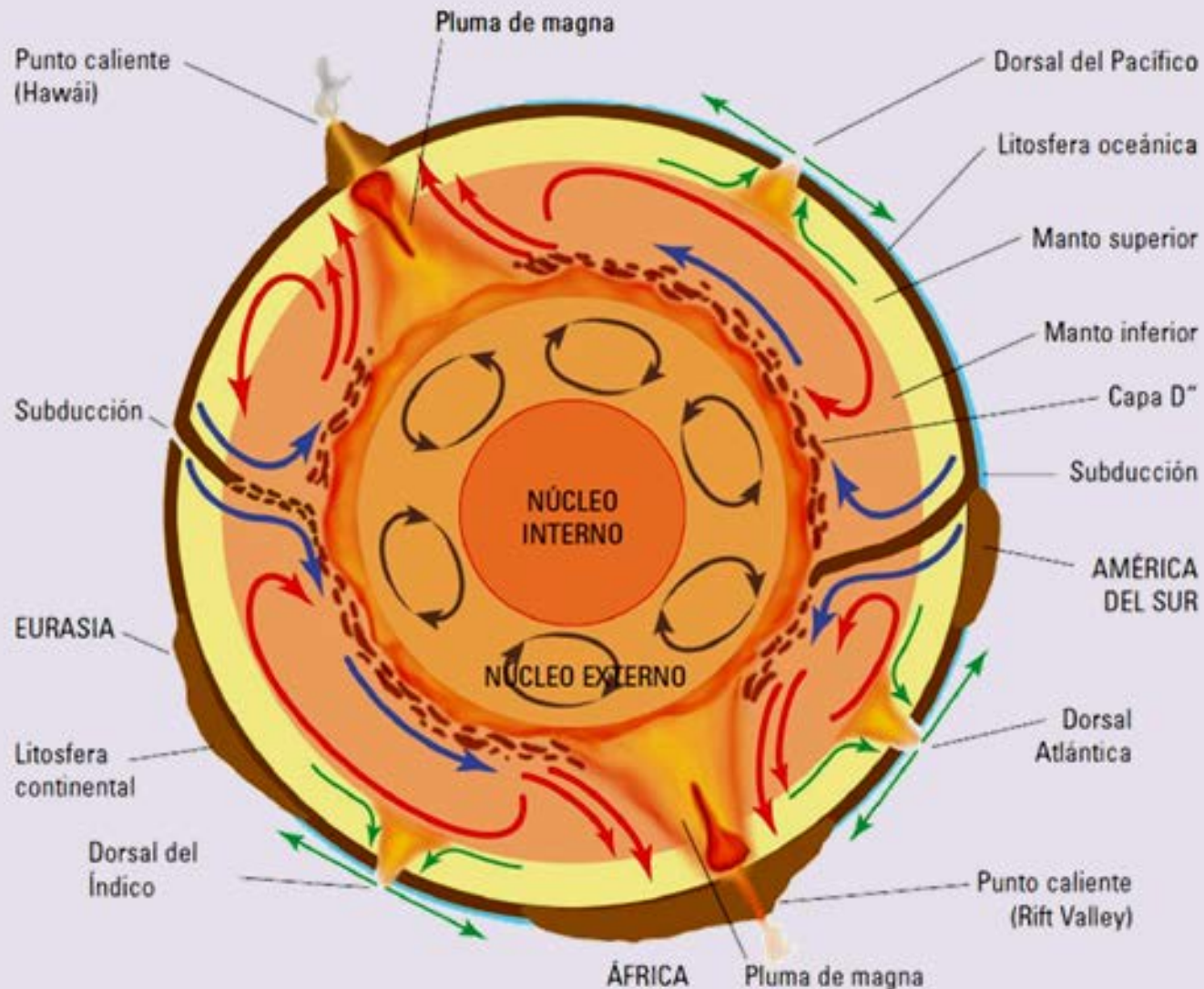
3. FIN DE LA ERUPCIÓN

Se vacía la cámara magmática.



4. DERRUMBES
Derrumbe de las paredes de la chimenea, fragilizadas por los movimientos sísmicos de la fase explosiva dando lugar a la formación de una caldera.

VULCANISMO Y GEODINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA



VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Grietas (Rift)

Las placas continentales se separan provocando el hundimiento de la Corteza

Formación de montañas

Las placas continentales chocan creando pliegues y depósitos en forma de cordilleras

Expansión del lecho marino

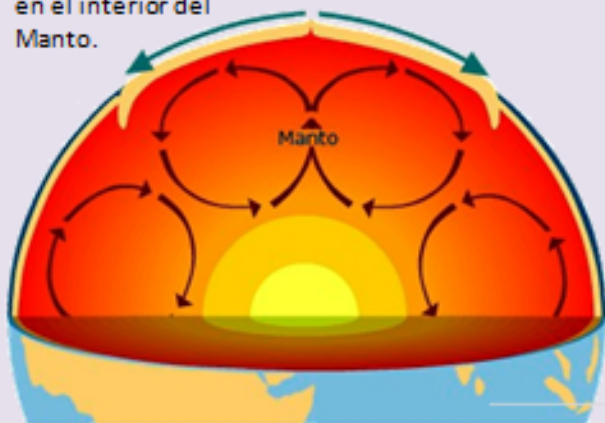
Magma basáltico sube para formar un nuevo lecho marino a lo largo de una falla. La dorsal submarina resultante, que se expande debido al aporte de lava que la empuja, es fuente de constante actividad sísmica

Falla normal

Islas volcánicas

La expansión del lecho marino es más delgada que la de las placas continentales pero puede quebrar la superficie marina formando islas volcánicas.

Corrientes de convección del Manto
el movimiento de las placas tectónicas esta generado por lentas corrientes de calor en el interior del Manto.



Subducción

El lecho marino es forzado debajo de la corteza continental y al interior del magma, que lo consume y recicla.

Corrientes de convección del Manto

Falla transformante de desgarre, fricción o cizalla

Epicentro del sismo

Manto parcialmente fundido

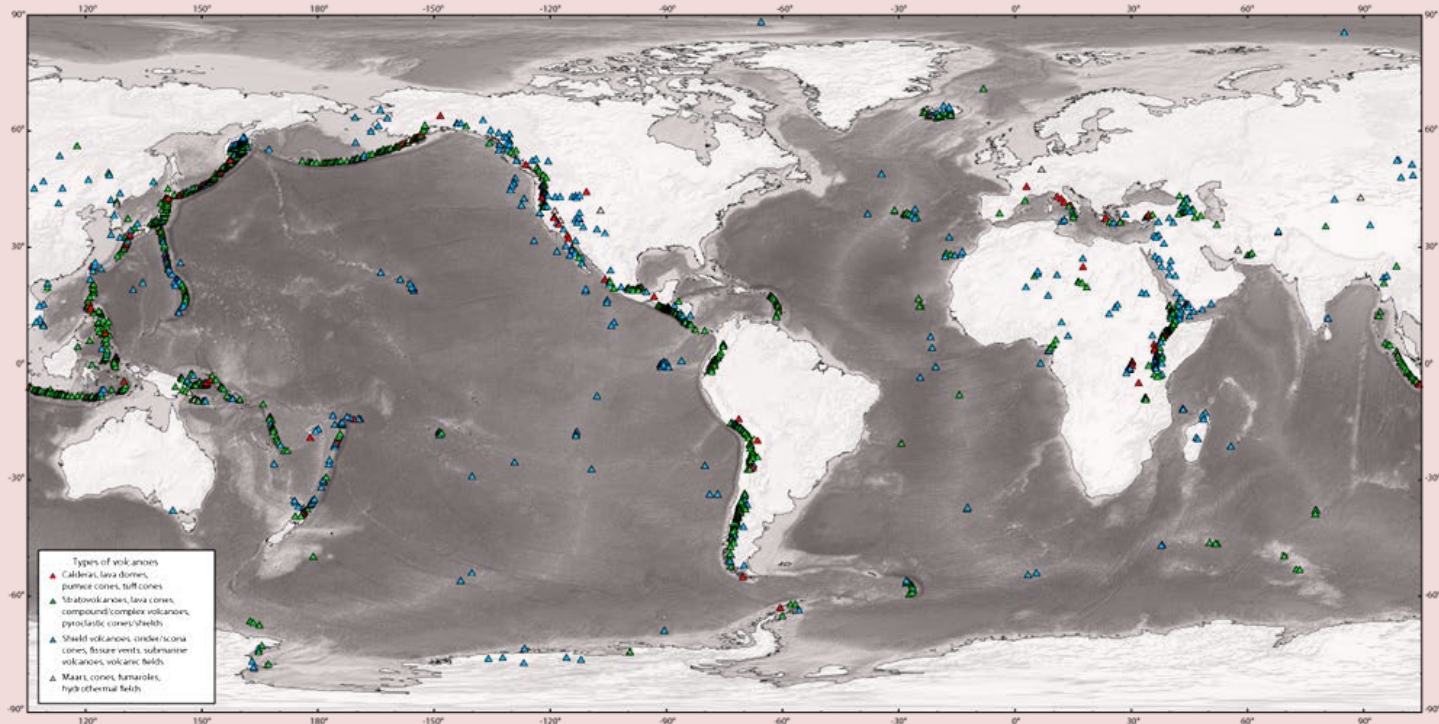
VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Distribución geográfica de la actividad volcánica

La distribución de volcanes en la superficie terrestre no es aleatoria:

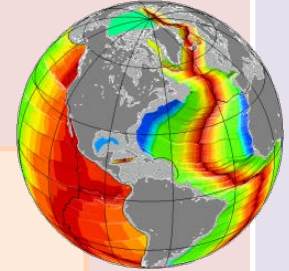
Los activos o geológicamente recientes, ocupan zonas bien definidas:

- Zonas interplacas (cercano a bordes de placas litosféricas)
- Zonas intraplacas (en el interior de una placa)



VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Distribución geográfica de la actividad volcánica



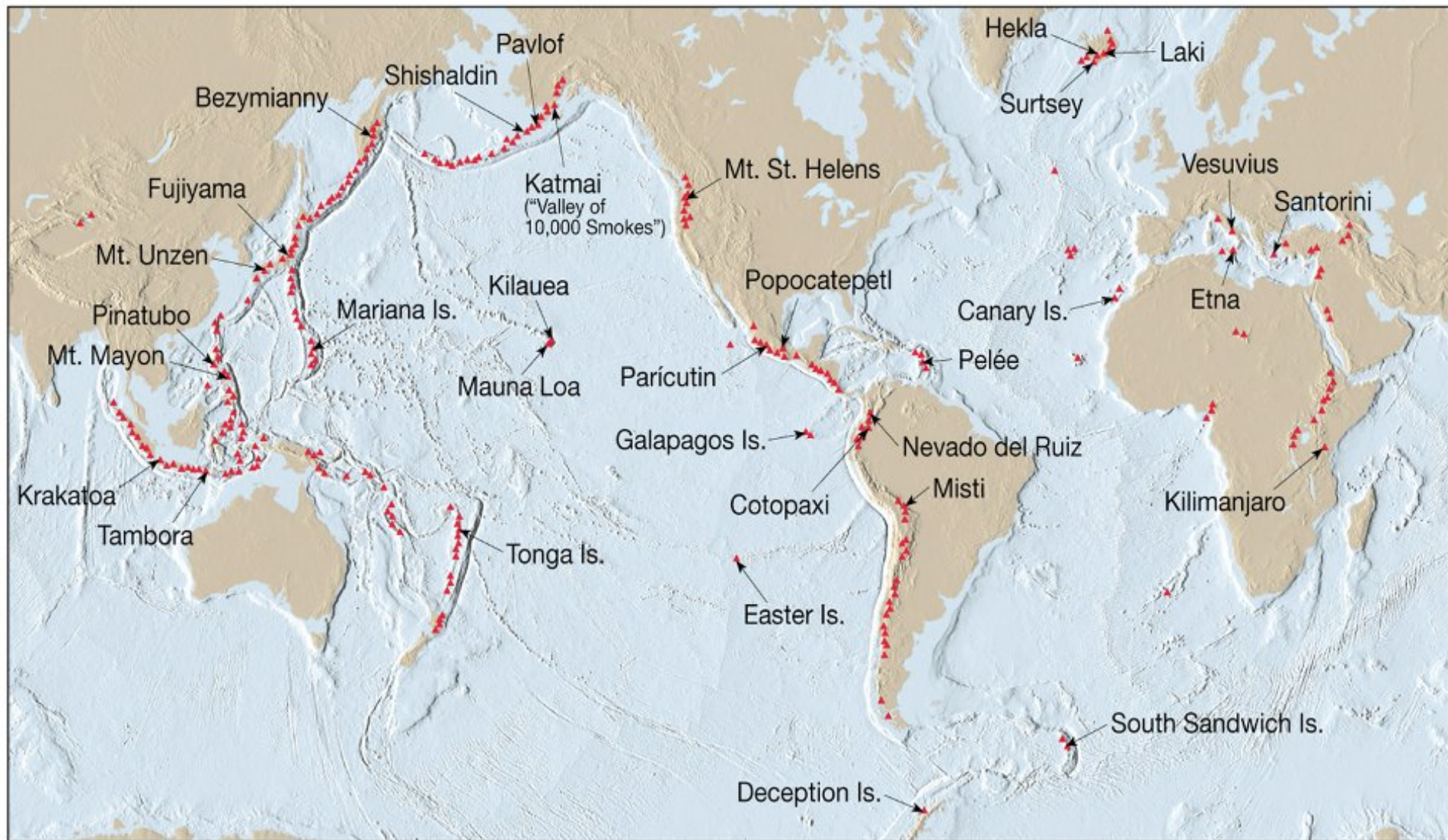
El tipo de erupción varía según la localización de los volcanes en las placas litosféricas

- **Vulcanismo interplaca (cercano a bordes de placa)**
 - Bordes convergentes o destructivos (compresión)
 - Bordes divergentes o constructivos (extensión)

- **Vulcanismo intraplacas (en el interior de una placa)**



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

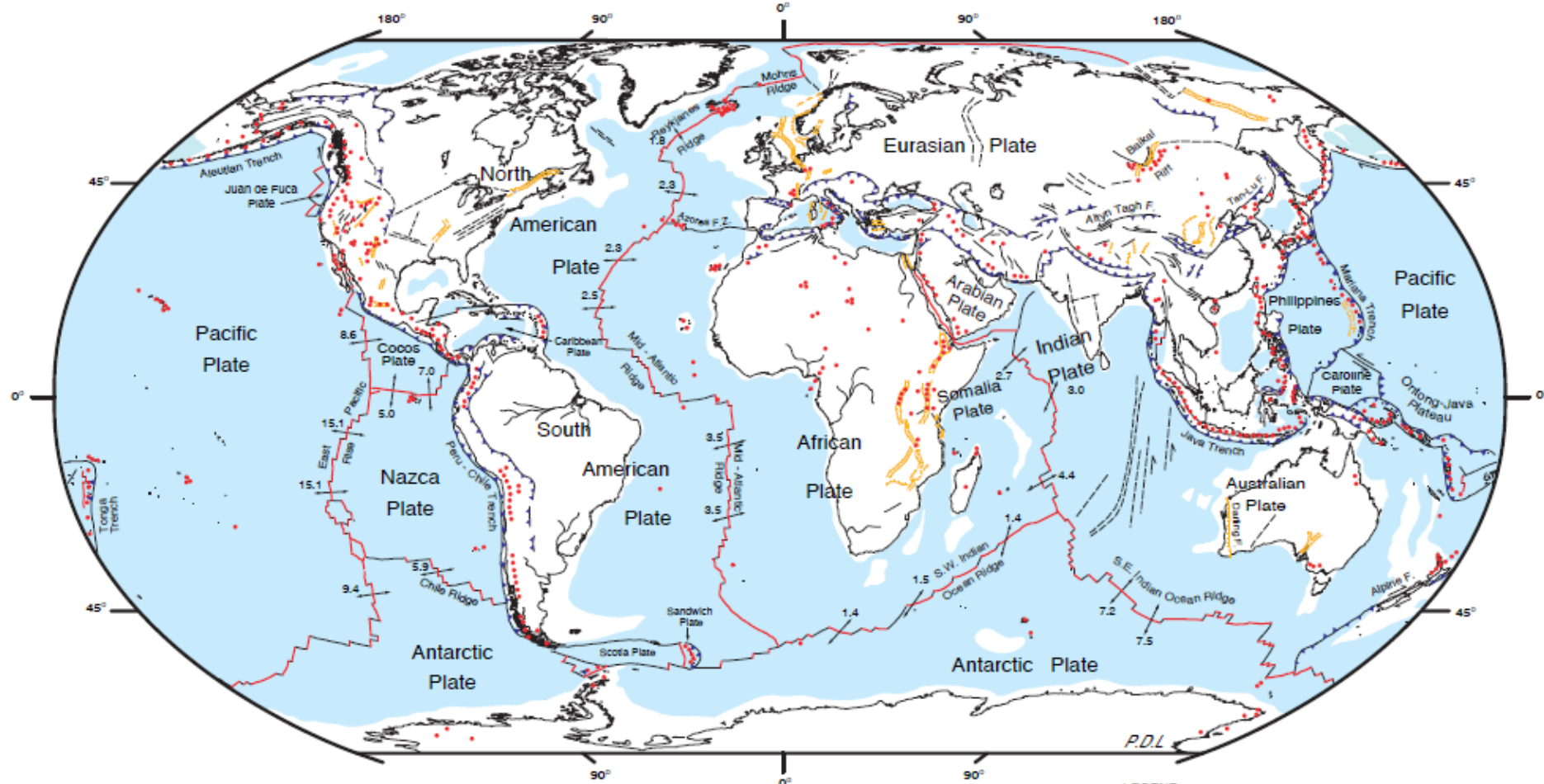
VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Distribución geográfica de la actividad volcánica

VULCANISMO INTERPLACA (cercano a bordes de placa)

– **Bordes convergentes (compresión):** Vulcanismo orogénico
Asociado a cordilleras continentales y trincheras submarinas

- Fusión de la placa litosférica que subduce a profundidades comprendidas entre 100-150 km profundidad :
 - La alta temperatura presente en el proceso conduce a la deshidratación de la Corteza en subducción
 - El agua resultante, muy mineralizada, provoca fusiones parciales en zonas del Manto y de la Corteza por donde asciende el magma.
- Predominio de magmas andesíticos: resultan lavas neutras a ácidas. Son viscosas, de erupción violenta, con explosiones y abundantes piroclastos.
- Se ubican en las Costas del mar Caribe, Mediterráneo y Océano Pacífico en donde se encuentran la mayor concentración mundial de volcanes explosivos.



GLOBAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH
 Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years
DTAM - 1



NASA/Goddard space flight center
 Greenbelt, Maryland 20771

Robinson Projection
 [Blue box] Mainly oceanic crust
 [White box] Mainly continental crust
 October 2002

- LEGEND**
- Actively-spreading ridges and transform faults
 - total spreading rate, cm/year
 - Major active fault or fault zone; dashed where nature, location, or activity uncertain
 - Normal fault or rift; hachures on downthrown side
 - Reverse fault (overthrust, subduction zones); generalized; bars on upthrown side
 - volcanic centers active within the last one million years; generalized. Minor basaltic centers and seamounts omitted.

VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Distribución geográfica de la actividad volcánica

VULCANISMO INTERPLACA (cercano a bordes de placa)

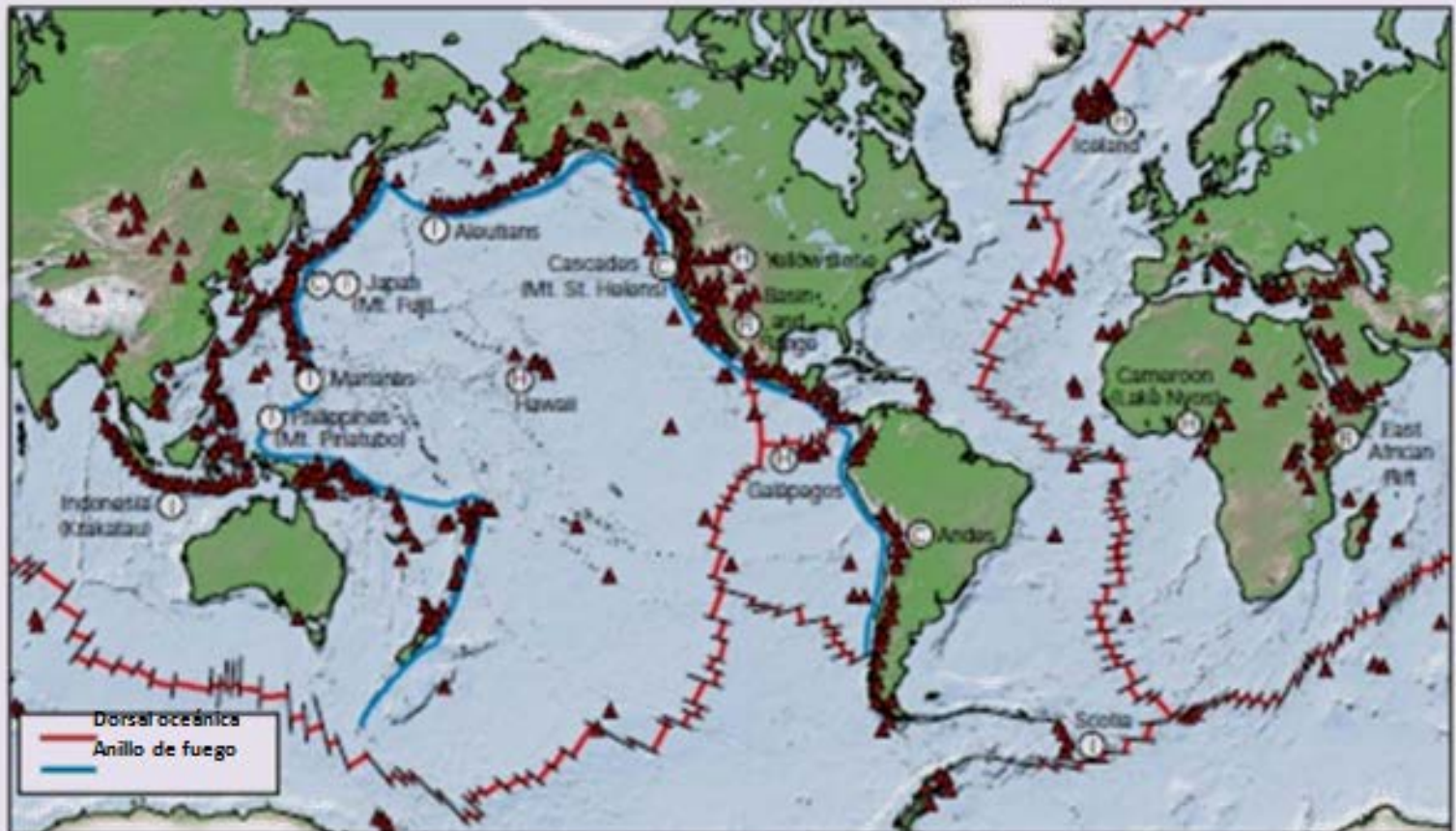
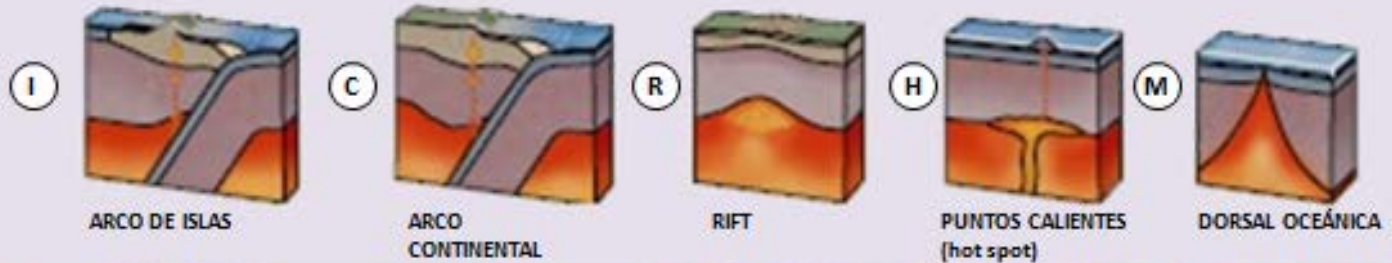
- **Bordes divergentes (extensión):** Vulcanismo de lavas basálticas (fluidas) y ausencia de piroclastos.

Asociado a dorsales oceánicas (Islandia, Azores) o rift continental (África oriental).

– Predominio de magmas basálticos: Resultan lavas básicas. Son poco viscosas y sin piroclastos.

La fusión parcial del Manto genera la separación de las placas litosféricas, lo cual reduce la presión sobre las rocas subyacentes, dando lugar fallas por donde se produce el afloramiento de grandes cantidades de magma basáltico sobre la corteza terrestre.

VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS



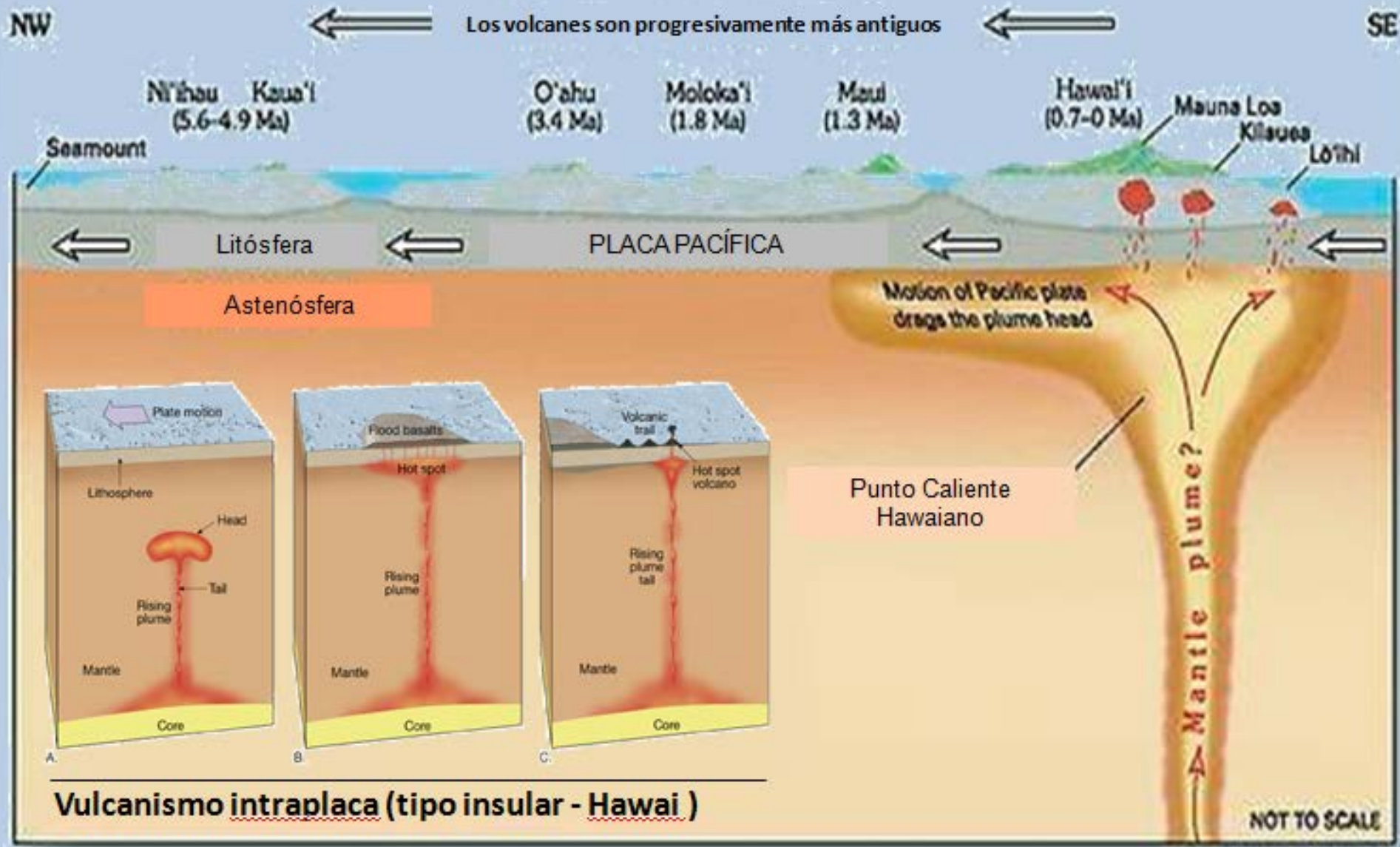
VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Distribución geográfica de la actividad volcánica

VULCANISMO INTRAPLACA (en el interior de placas litosféricas)

Vulcanismo de lavas basálticas. Asociado a relieves muy variados, tanto en los fondos oceánicos (islas, guyots y llanuras abisales) como en los continentes (volcanes en escudo y mesetas basálticas).

- Tanto insular (Hawai o las Canarias) como continental (continente africano: Yellowstone; continente africano: Tibesti, Camerún).
- En el interior de una placa tectónica.
 - Asociado a plumas mantélicas (calor y material desde el manto) y puntos calientes:
 - Zonas profundas del Manto a mayor temperatura que su entorno dan lugar a flujos de calor que ascienden desde el Núcleo como penachos o plumas de material caliente.
 - Los magmas basálticos se pueden inyectar en la astenosfera o abrirse paso hasta el exterior (más fácilmente si se encuentran bajo una placa oceánica, más delgada).



Vulcanismo intraplaca (tipo insular - Hawai)

VULCANISMO

Clasificación de volcanes

Los volcanes se pueden clasificar según el tipo de material eruptivo, de emplazamiento tectónico, tamaño, localización geográfica, actividad, morfología (estructura). Sin embargo es más correcto hablar de clasificación de las erupciones volcánicas pues un mismo volcán puede combinar diferentes estructuras y presentar cambios en la modalidad de erupción. Lo que debe comprenderse es que el tipo de erupción de un volcán, así como su explosividad y cantidad de productos volátiles que arroja, están relacionados con el ambiente tectónico que lo origina y condicionado por factores relacionados con el tipo de magma original: La temperatura, composición, viscosidad y elementos disueltos.

Si bien los Volcanes son clasificados según distintos criterios, los más comunes son por su morfología y por su Erupción.

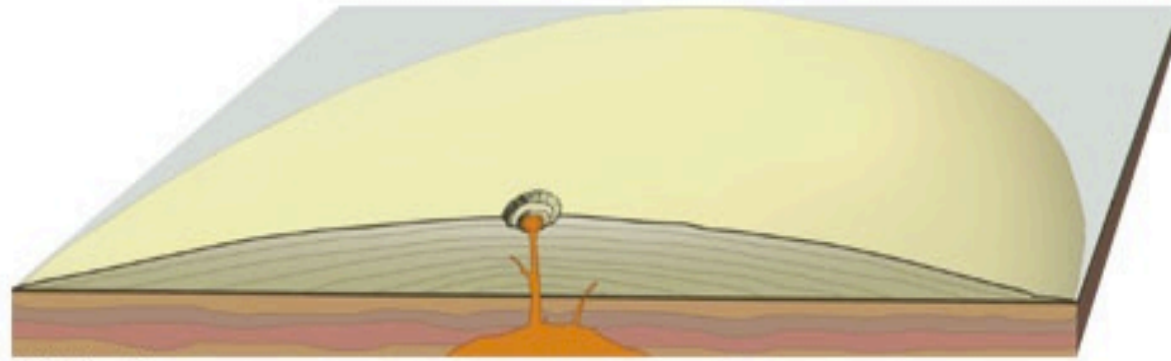
Según el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), en función de su estructura o morfología, los volcanes se clasifican en: volcanes de fisura, volcanes en escudo o domos basálticos, conos de ceniza, los volcanes compuestos o estratovolcanes, domos volcánicos y calderas.

Types of Volcanoes

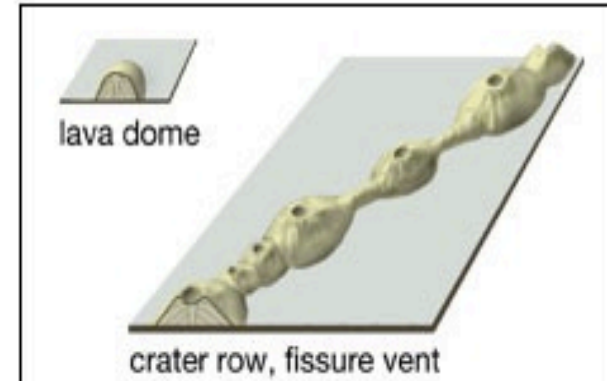
	Volcano Type	Characteristics	Examples	Simplified Diagram
Increasing Violence Increasing Viscosity 	Flood or Plateau Basalt	Very liquid lava; flows very widespread; emitted from fractures	Columbia River Plateau	
	Shield Volcano	Liquid lava emitted from a central vent; large; sometimes has a collapse caldera	Larch Mountain, Mount Sylvania, Highland Butte, Hawaiian volcanoes	
	Cinder Cone	Explosive liquid lava; small; emitted from a central vent; if continued long enough, may build up a shield volcano	Mount Tabor, Mount Zion, Chamberlain Hill, Pilot Butte, Lava Butte, Craters of the Moon	
	Composite or Stratovolcano	More viscous lavas, much explosive (pyroclastic) debris; large, emitted from a central vent	Mount Baker, Mount Rainier, Mount St. Helens, Mount Hood, Mount Shasta	
	Volcanic Dome	Very viscous lava; relatively small; can be explosive; commonly occurs adjacent to craters of composite volcanoes	Novarupta, Mount St. Helens Lava Dome, Mount Lassen, Shastina, Mono Craters	
	Caldera	Very large composite volcano collapsed after an explosive period; frequently associated with plug domes	Crater Lake, Newberry, Kilauea, Long Valley, Medicine Lake, Yellowstone	



Topinka, USGSICVD, 1997, Modified from: Allen, 1975, *Volcanoes of the Portland Area, Oregon, Ore-Bin*, v.37, no.9

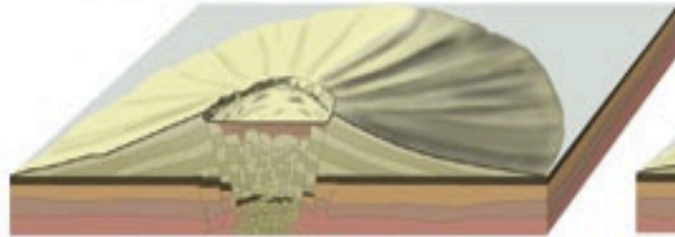


shield volcano

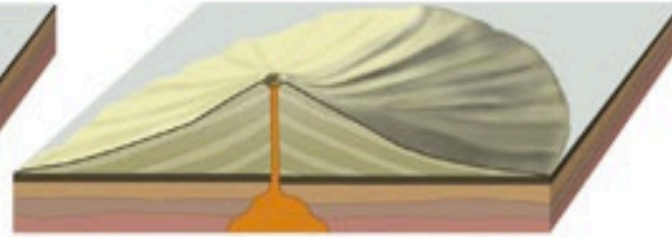


lava dome

crater row, fissure vent



caldera



stratovolcano



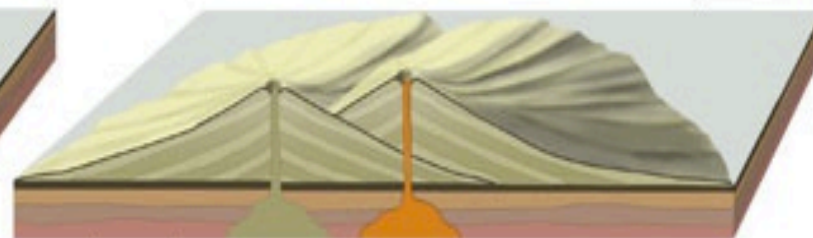
pyroclastic cone
(cinder, scoria,
pumice)



tuff cone



somma volcano



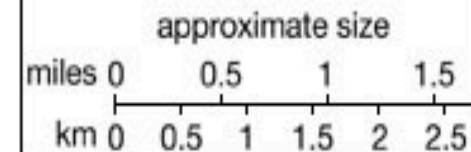
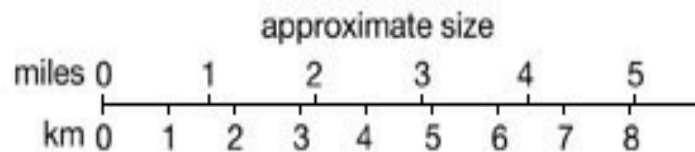
complex volcano



tuff ring

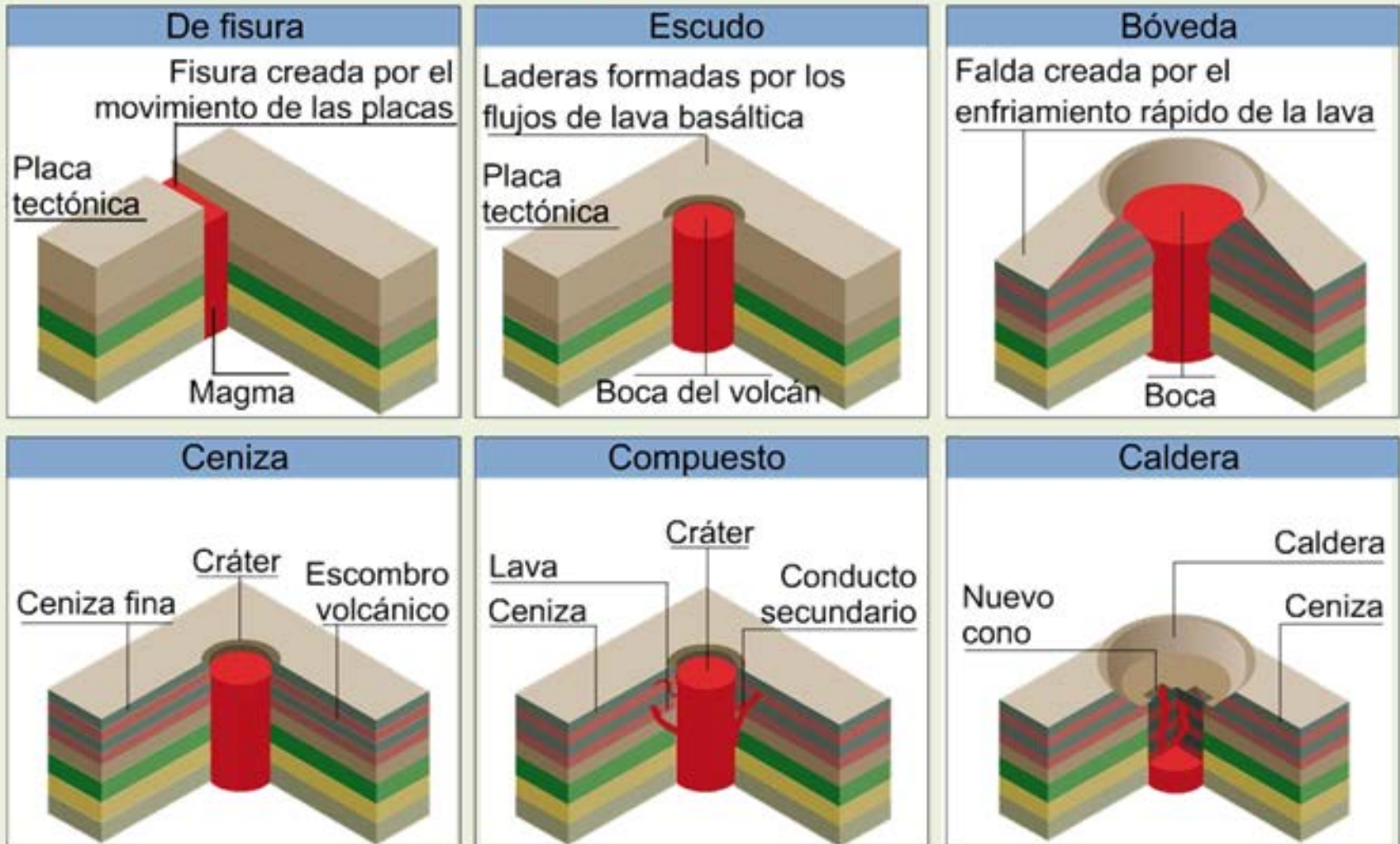


maar



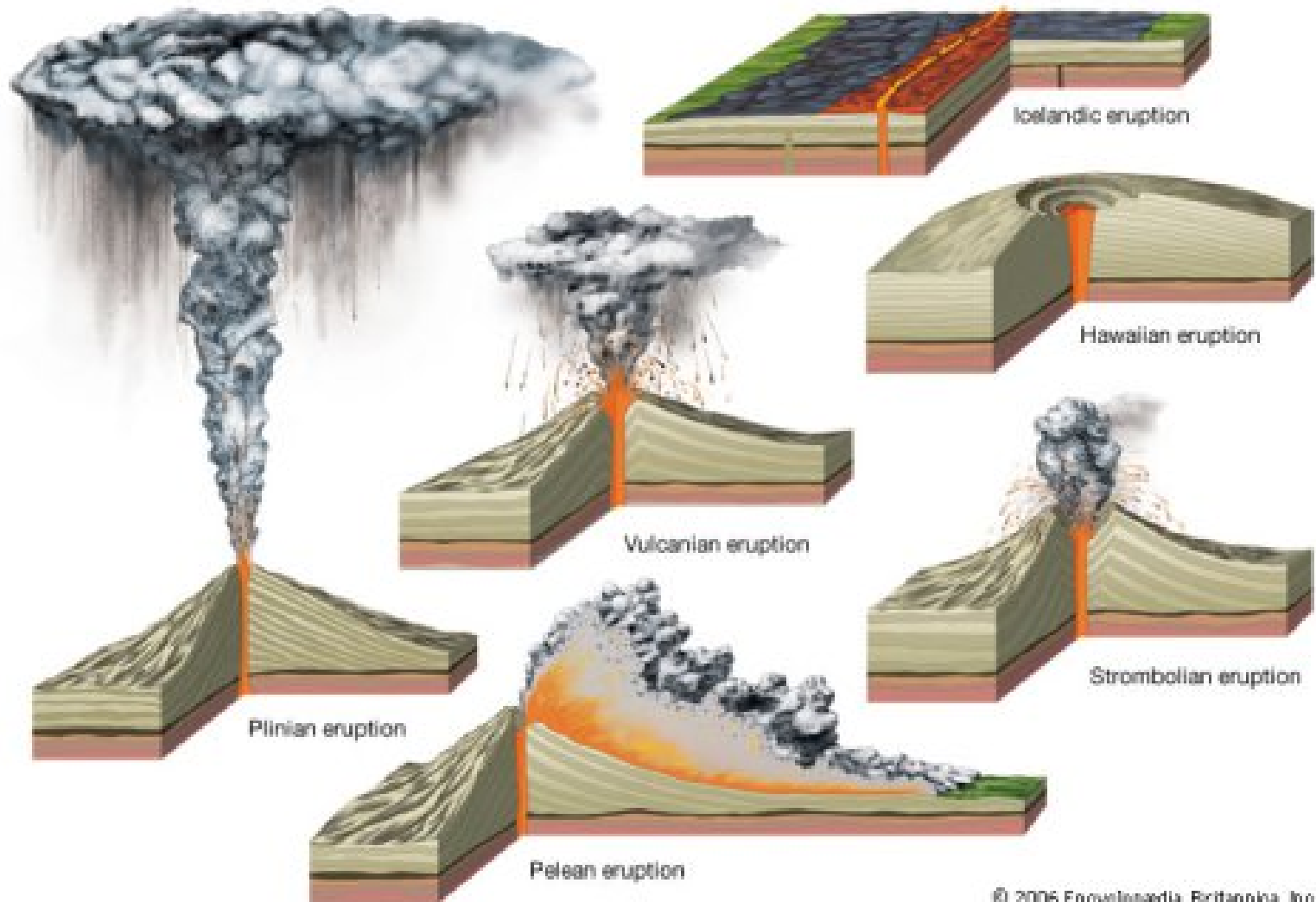
VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Tipos de volcanes en función de la estructura resultante



VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas



© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Erupción ISLANDICA

- ✓ Coladas con escaso gas y muy viscosas, generando gruesas acumulaciones lávicas que solidifican inmediatamente al contacto con el hielo.
- ✓ Génesis de escorias y cenizas.



LAKI (Islandia) Erupción fisural de 1783

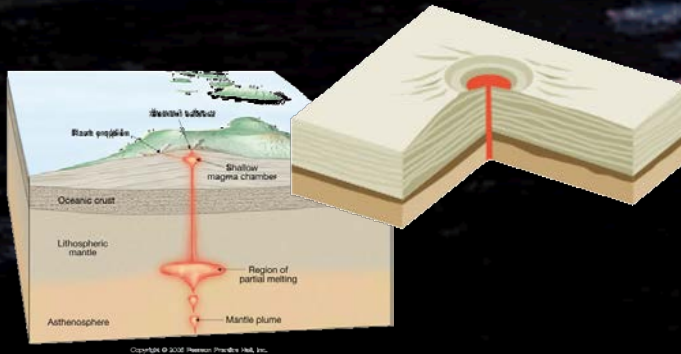
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=737019953003187&set=pcb.737020723003110&type=1&theater>

VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Erupción HAWAIANA

- ✓ Lava fluida, que forma coladas de gran longitud, en las que los gases se liberan suavemente.
- ✓ En el cráter se constituyen lagos de lava incandescente, con pequeñas explosiones esporádicas y surtidores de lava.
- ✓ Construyen grandes escudos o domos lávicos.

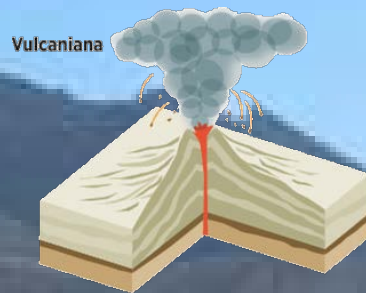


VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Erupción VULCANIANA

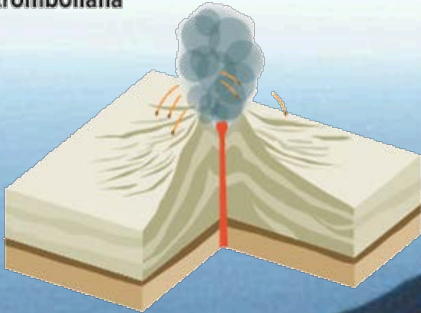
- ✓ Alternancia de periodos de relajación con periodos de actividad.
- ✓ Emisión de magmas ácidos y viscosos en forma de lavas poco fluidas, que se solidifican rápidamente.
- ✓ Los gases se desprenden en explosiones moderadas o violentas: el taponamiento del cráter conduce a la destrucción del cono, con formas derivadas de la acumulación de cenizas y brechas, con roturas por emisiones de lavas.
- ✓ Generan conos de cenizas que se alternan con la explosión de cráteres y emisiones esporádicas de coladas basálticas y andesíticas.
- ✓ Grandes volúmenes de piroclastos y nubes ardientes.
- ✓ Ejemplos el Vulcano (Lípari, Sicilia) y el Etna, también en Sicilia.



VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Estromboliana



Erupción ESTROMBOLIANA

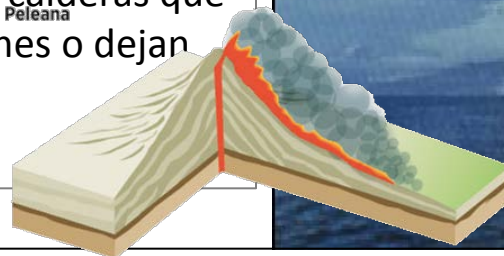
- ✓ Toma su nombre del Stromboli (islas Lípári, Sicilia).
- ✓ Los gases escapan en explosiones esporádicas, de moderada intensidad, proyectando piroclastos, que alternan con coladas lávicas de moderada viscosidad, parcialmente ácida o básica, con flujos gruesos y poco extensos.
- ✓ Genera conos de cenizas intercalados con coladas de lava que fluyen de las bocas volcánicas.

VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Erupción PELEANA

- ✓ Violentas explosiones que emiten porciones de lava, rocas volcánicas que armaban el cono e incluso del sustrato.
- ✓ Causa: abundancia de gases o contacto entre el magma y niveles freáticos que dan lugar a la inmediata conversión en vapor.
- ✓ Emisión de lavas ácidas y viscosas, con coladas ocasionales cortas y gruesas, que se solidifican en la boca impidiendo la salida de gases.
- ✓ Explosividad violenta:
 - Emisión de nubes ardientes y flujos piroclásticos.
 - Destrucción de los conos existentes, con grandes cataclismos (hundimiento que crean calderas que pueden hacer desaparecer los volcanes o dejan exiguos restos. (Monte Pelee en 1902 en Martinica)



VULCANISMO

Clasificación de erupciones volcánicas

Erupción PLINIANA

- ✓ Muy Violentas explosiones de gas y cenizas.
- ✓ Causa: abundancia de gases o contacto entre el magma y niveles freáticos que dan lugar a la inmediata conversión en vapor. Magmas ácidos.
- ✓ Emisión de grandes cantidades de gas y cenizas.
- ✓ Explosividad muy violenta:
 - Emisión de nubes ardientes a mucha altura (más de 25 km) y flujos piroclásticos cuando se produce el colapso de la columna de gas.
 - Destrucción de los conos existentes, con hundimiento de la cámara magmática que puede crear una caldera.



VULCANISMO Y TECTÓNICA DE PLACAS

Tipos de volcanes en función de su explosividad

Causa: Características del magma original

- Contenido en gases (la expansión de los gases implica un mayor potencial explosivo)
- Viscosidad
- Composición y temperatura

Magmas fluidos

El gas escapa de modo continuo cuando comienza a decrecer la presión, lo que da lugar a una menor expansión y emisión paulatina de gases que originan coladas lávicas.

Magmas viscosos

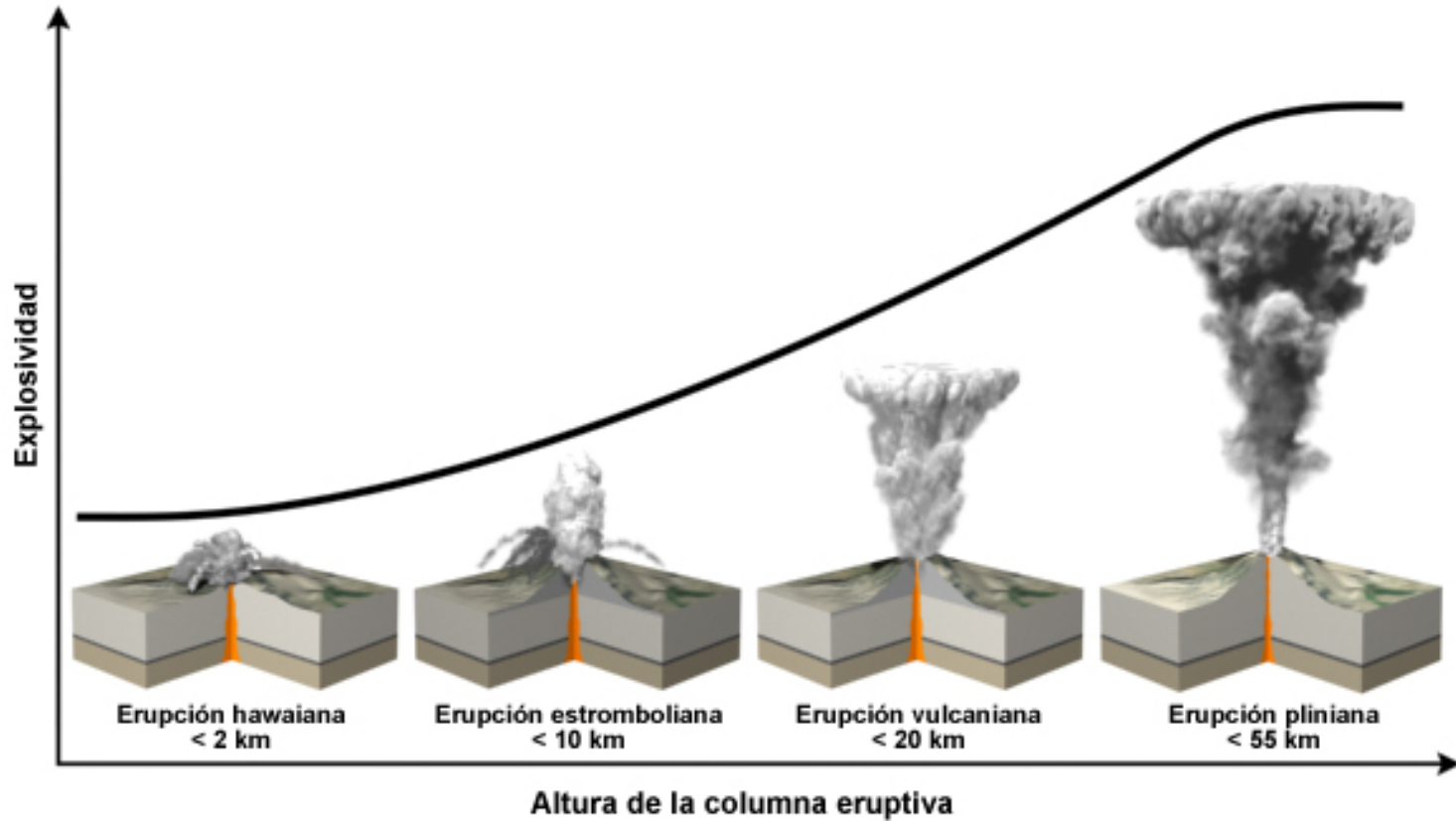
La retención de gases determina el aumento de la presión interna que da lugar a la expansión instantánea con gran explosividad generando la emisión de fragmentos lávicos o piroclastos.

Las mayores explosiones conocidas resultan de:

- **Cuando el magma es viscoso y muy rico en volátiles**, es decir, la concentración gaseosas que llegan a ocupar el 75/80 % del volumen
- **Cuando el magma interacciona con un acuífero o con el agua del mar**, lo que genera la evaporación de grandes cantidades de vapor de agua y en consecuencia el aumento de la presión de los gases.

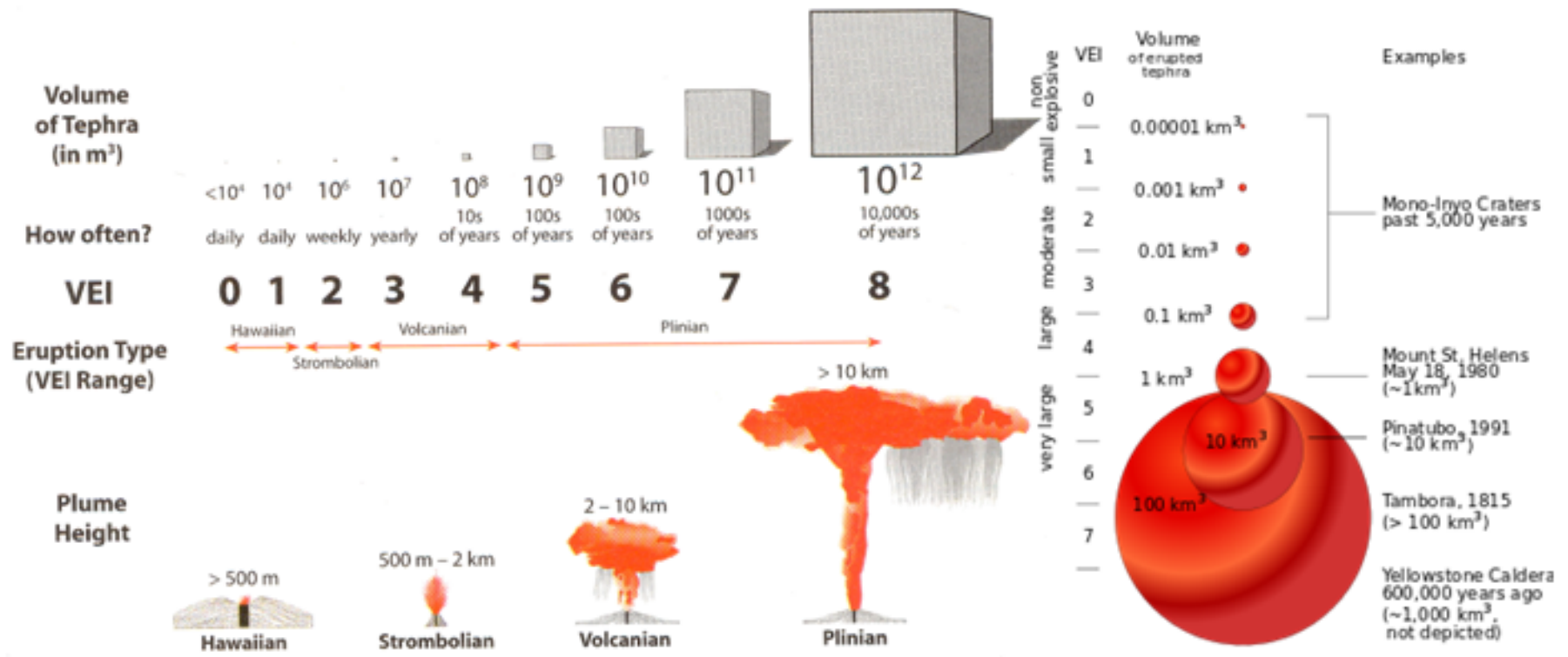
Los tipos de erupciones condicionan el tamaño, la forma y los materiales que expulsan los volcanes.

Explosividad relativa y altura de la erupción resultante



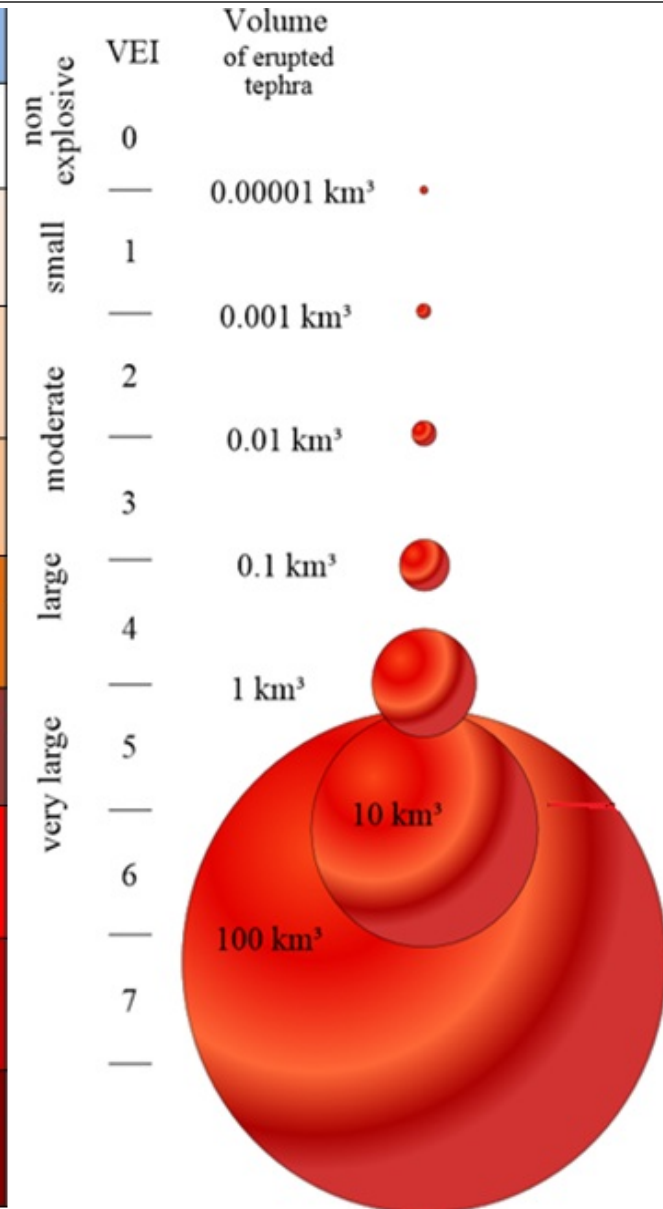
©The COMET Program / USGS

El Índice de Erupciones Volcánicas (VEI) fue elaborado por Chris Newhall del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y Steve Self en la Universidad de Hawái en 1982 con objeto de medir las explosiones eruptivas de los volcanes.



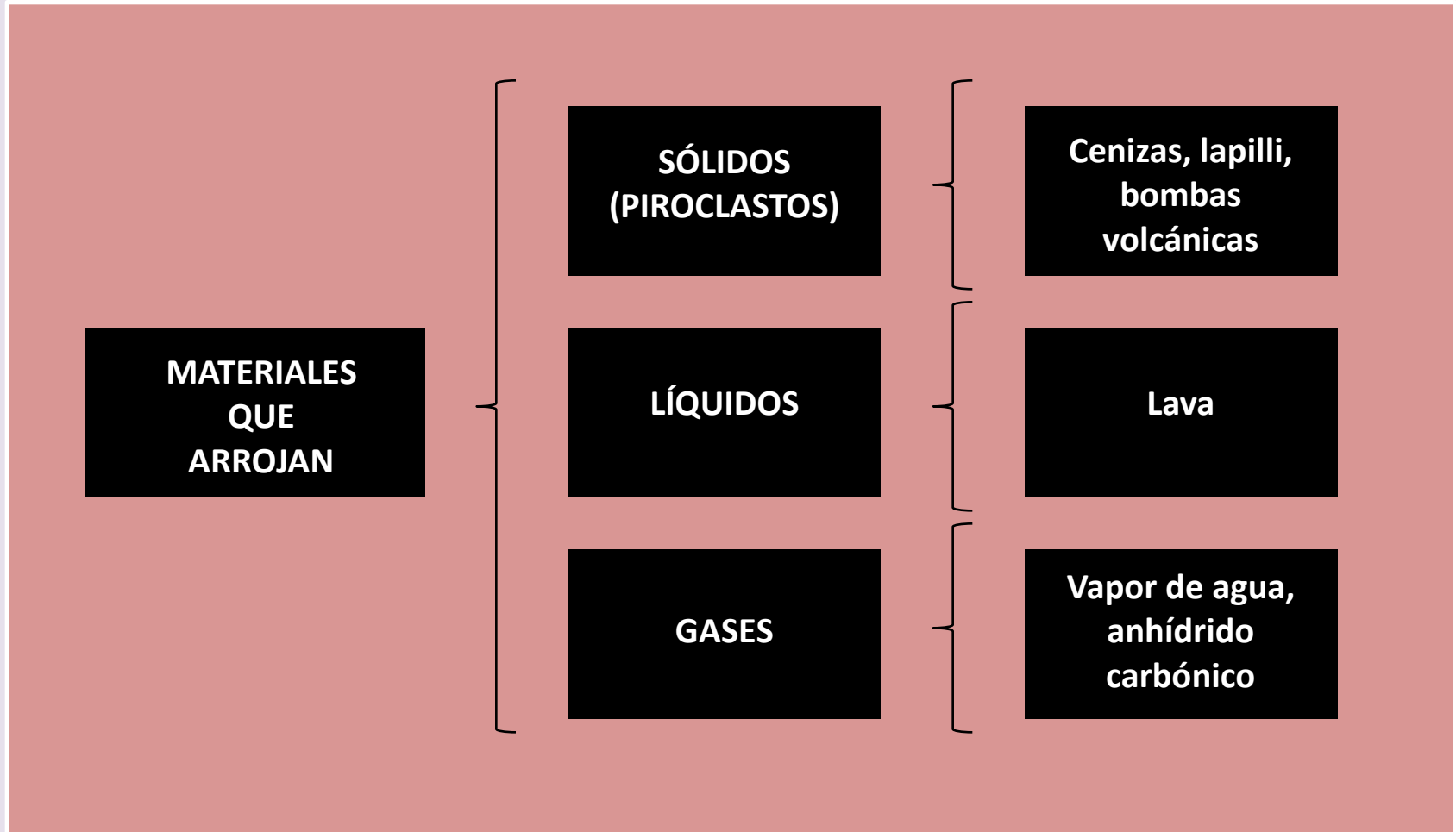
IEV	Volumen material arrojado	Clasificación	Description	Altura columna eruptiva	Frecuencia	Ejemplo	Incidencias en los últimos 10.000 años
0	< 10,000 m ³	Erupción hawaiana	no-explosiva	< 100 m	Constante	Mauna Loa	muchas
1	> 10,000 m ³	Erupción stromboliana	ligera	100-1000 m	Diaria	Stromboli	muchas
2	> 1,000,000 m ³	Erupción vulcaniana/stromboliana	explosiva	1-5 km	Semanal	Galeras (1993)	3477*
3	> 10,000,000 m ³	Erupción vulcaniana (sub-pliniana)	violenta	3-15 km	Anual	Nevado del Ruiz (1985) Cordón Caulle (1921)	868
4	> 0.1 km ³	Vulcaniana (sub-pliniana)/pliniana	cataclísmica	10-25 km	? 10 yrs	Eyjafjallajökull (2010)	421
5	> 1 km ³	Pliniana	paroxística	> 25 km	? 50 yrs	Monte Santa Helena (1980)	166
6	> 10 km ³	Pliniana/Ultra-Pliniana (Krakatoana)	colosal	> 25 km	? 100 yrs	Vesubio (79) Krakatoa (1883) Laki (1783)	51
7	> 100 km ³	Ultra-Pliniana (Krakatoana)	super-colosal	> 25 km	? 1000 yrs	Tambora (1815) Maipo (500.000 a. C.)	5 (se sospechan 2 más)
8	> 1,000 km ³	Ultra-Pliniana (Krakatoana)	mega-colosal	> 25 km	? 10,000 yrs	Taupo (hace 26,500 años) Toba (69.000 a. C.)	0

VEI	Ejecta volume	Classification	Description	Plume	Frequency	Tropospheric injection	Stratospheric injection	Examples
0	< 10,000 m ³	Hawaiian	effusive	< 100 m	constant	negligible	none	Kilauea, Piton de la Fournaise
1	> 10,000 m ³	Hawaiian / Strombolian	gentle	100–1000 m	daily	minor	none	Stromboli, Nyiragongo (2002)
2	> 1,000,000 m ³	Strombolian / Vulcanian	explosive	1–5 km	weekly	moderate	none	Galeras (1993), Mount Sinabung (2010)
3	> 10,000,000 m ³	Vulcanian / Peléan	severe	3–15 km	few months	substantial	possible	Nevado del Ruiz (1985), Soufrière Hills (1995)
4	> 0.1 km ³	Peléan / Plinian	cataclysmic	10–25 km	≥ 1 yr	substantial	definite	Mount Pelée (1902), Eyjafjallajökull (2010)
5	> 1 km ³	Plinian	paroxysmal	20–35 km	≥ 10 yrs	substantial	significant	Mount Vesuvius (79 CE), Mount St. Helens (1980)
6	> 10 km ³	Plinian / Ultra-Plinian	colossal	> 30 km	≥ 100 yrs	substantial	substantial	Krakatoa (1883), Mount Pinatubo (1991)
7	> 100 km ³	Ultra-Plinian	super-colossal	> 40 km	≥ 1,000 yrs	substantial	substantial	Thera (Minoan Eruption, c. 1600 BCE), Tambora (1815)
8	> 1,000 km ³	Supervolcanic	mega-colossal	> 50 km	≥ 10,000 yrs	substantial	substantial	Yellowstone (640,000 BP), Toba (74,000 BP)



VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica



VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica



FLUJOS DE LAVA

VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica




FLUJOS DE LAVA

VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica

FLUJOS DE PIROCLASTICOS



Flujo Piroclástico descendiendo por las laderas del
Volcán Merapi en Indonesia
http://www.mundohistoria.org/temas_foro/historia-la-ciencia-tecnologia/los-flujos-piroclasticos-la-mayor-amenaza-volcanica

VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica



FLUJOS DE PIROCLASTICOS

Erupción de volcán Sinabung en Indonesia
<https://ciemdg.wordpress.com/2014/02/01/onc-personas-mueren-tras-erupcion-de-volcan-sinabung-en-indonesia/>

VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica



FLUJOS DE PIROCLASTICOS (cenizas de caída libre)

VULCANISMO

Productos de la actividad volcánica



FLUJOS DE PIROCLASTICOS

Herculano

<http://turismouniversal.com/herculano-una-de-las-ciudades-perdidas-mas-bellas-del-mundo-aventura-viajes-y-turismo-en-italia.html>

Bibliografía Consultada

1. **Adams, Simon, Lambert, David (2006).** “*Earth Science: An Illustrated Guide to Science*”. The Franklin Institute. Chelsea House. New York. USA. 209 pp.
2. **Allaby, Michael (2008).** “*A Dictionary of Earth Science*”. Third Edition. Oxford Edition. New York. 663 pp.
3. **Britannica Illustrated Science Library (2008).** “*Volcanoes and Earthquakes*”. Encyclopædia Britannica, Inc. London. 56 pp.
4. **Derruau, M. (1991).** “*Geomorfología*”. Ariel. Barcelona. Pág. 499.
5. **Huggett, R. J. (2008).** “*Fundamentals of Geomorphology*”. Second Edition. Routledge Fundamentals of Physical Geography. Routledge. Taylor & Francis Group. Oxon - New York. 483 pp.
6. **IBGE (2010).** “*Manual técnico de Geomorfología*” Manuais Técnicos em Geociências. Numero 5. 2º edicao. Ministerio de Planejamento, Orcamento e Gestao. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio Janeiro, 175 pp.
7. **Kirsten von Elverfeldt (2012).** “*System Theory in Geomorphology. Challenges, Epistimological, Consequences and practical implications*” Springer Science + Business Media Dordrecht. Viena, pp. 147.
8. **Krista West ().** “*Layers of the Earth*”. in The restless Earth. The Franklin Institute. Chelsea House. New York. USA. 104 pp.
9. **Marshak, S. (2013).** “*Essentials of Geology*” Fourth Edition. University of Illinois. W.W.Norton & Company, Inc. 650 pp.
10. **McGraw-Hill (2003).** “*Dictionary of Earth Science*”. Second Edition. McGraw-Hill. New York. 479 pp.
11. **Menzies, M. A.; Klemperer, S.; Ebinger, C.; Baker, J. (2002).** “*Volcanic Fifted Margins*” *Spacial Paper 362*. The Geological Society of America. USA. 231 pp.
12. **Monroe, J.S. & Wicander, R. (2006).** “*The changieng Earth. Exploring Geology and Evolution*”. Fourt Edition. Brooks/Cole. Cengage Learning. Belmont. 770 pp.
13. **Parfitt, E. A., Wilson L. (2008)** “*Fundamentals Physical of Volcanology*”. Blackwell Science Ltd. Oxford. UK. 256 pp.
14. **Prager, Ellen (2009).** “*Earthquakes and volcanoes*”. in The restless Earth. The Franklin Institute. Chelsea House. New York. USA. 121 pp.
15. **Subodh Mahanti (2008).** “*The violent Earth, Earthquakes, Volcanoes and Tsunamis*”. Vigyan Prasar. New Delhi. 65 pp.
16. **Strahler, A. (1995).** “*Geografía Física*”. Omega. Barcelona. Pág. 550
17. **Tarback, E. y Lutgens, F. (2005).** “*Ciencias de la Tierra. Introducción a la geología física*”. 8º Edición. Pearson Educación S.A. Madrid. pp. 736.

Web consultadas

1. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=77364>
2. <http://www.iugs.org/>
3. <http://langolodellageologia.blogspot.it/2012/02/how-does-bgs-classify-landslides.html>
4. <https://www.facebook.com/groups/gemorfolgiaparatodos/>
5. <http://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Planetary.Geology.html>
6. <http://www.asagai.org.ar/>
7. <http://www.cenapred.gob.mx/es/Instrumentacion/InstVolcanica/MVolcan/QVolcan/>
8. http://www.ign.gob.ar/descargas/geografia/volcanes_activos.pdf
9. <http://www.sernageomin.cl/volcanes.php>
10. <http://www.ngenespanol.com/articulos/770431/pais-170-volcanes/>
11. <http://geology.com/news/>
12. <https://www.facebook.com/vulcanologia.esia>
13. <https://www.facebook.com/Geoscience.Union?ref=profile>
14. <http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/Volcanoes/Index.html>
15. <http://volcanoes.usgs.gov/>
16. <https://www.facebook.com/servidorGeologicoCR?ref=profile>
17. <http://www.insivumeh.gob.gt/index.html>
18. <http://www.soest.hawaii.edu/GG/hcv.html>
19. <http://www.elsevier.com/locate/jnlNr>
20. <http://www.elsevier.com/locate/jnlNr>