

UNIDADE 3. OS PROCESOS XEOLÓXICOS INTERNOS. O MAGMATISMO.

1. OS PROCESOS XEOLÓXICOS.

Podemos distinguir dous tipos de procesos xeolóxicos: os externos e os internos

- **Procesos xeolóxicos externos:** causados pola enerxía solar, xa que os seus principais axentes son a auga e o vento. Tamén intervén a gravidade.

Producen a destrución dos relevos.

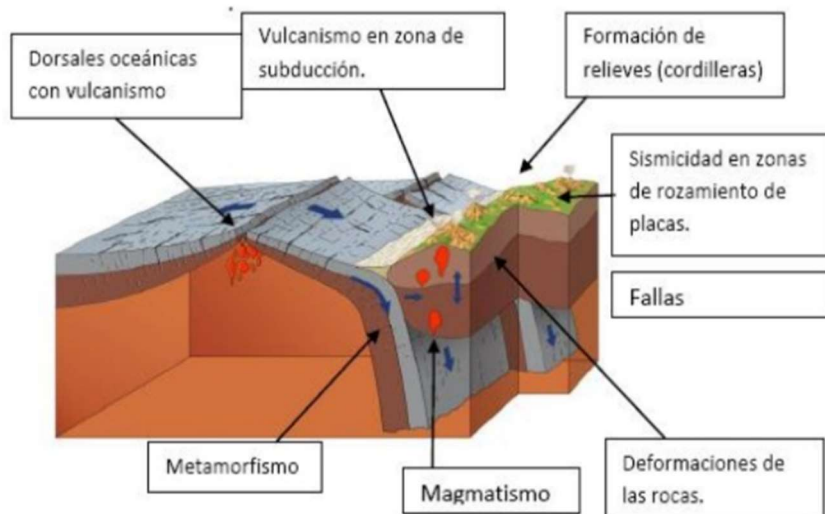
Distínguense 4 tipos: meteorización, erosión, transporte e sedimentación.

- **Procesos xeolóxicos internos:** causados pola calor do interior terrestre, directamente ou a través do movemento e interacción das placas litosféricas.

Producen novos relevos (volcáns, cordilleiras, dorsais, fosas, etc. e fenómenos de superficie como o vulcanismo e a sismicidade).

Segundo como afectan ás rochas poden ser de tres tipos:

- **Magmatismo:** consiste na fusión das rochas producindo o magma, que contén cristais e gases disolutos.
- **Metamorfismo:** proceso que orixina cambios nas rochas que están expostas a elevadas presións e temperaturas, sen chegar a fundilas
- **Esforzos tectónicos:** as rochas vense sometidas a forzas compresivas ou distensivas e experimentan deformacións como pregamentos e fallas.



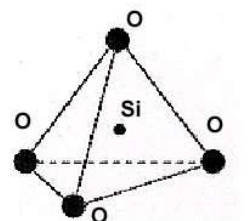
2. MAGMATISMO E TECTÓNICA DE PLACAS.

2.1. DEFINICIÓN DE MAGMA E COMPOSICIÓN.

O manto é en parte sólido (rocha) e en parte líquido (magma). A presión da litosfera mantén adheridos estas dúas fases, agás onde a presión é menor, como nas dorsais oceánicas. Alí, o manto pódese dilatar e subir, escapando o magma fluído entre a rocha sólida.

Un magma é unha rocha fundida que inclúe unha proporción variable de gases disolutos e entre un 35 e un 70% de sílice, SiO_4 .

As rochas magmáticas están compostos principalmente por silicatos, que son os minerais máis abundantes da Terra. Estes minerais teñen como estrutura básica un tetraedro formado por un átomo de silicio e 4 átomos de osíxeno. Dependendo da forma na que se unen entre si (tetraedros solitarios, cadeas,



planos, redes tridimensionais) e de como se coordinen con outros elementos, fórmanse os distintos tipos de silicatos.

No interior do magma podemos atopar tres fases:

- **Fracción líquida:** fracción maioritaria, composta principalmente por silicatos fundidos.
- **Fracción gasosa:** gases disolutos como vapor de auga e CO_2 .
- **Fracción sólida** composta por:
 - Fragmentos da rocha encaixante.
 - Restos sen fundir da rocha que orixinou o magma.
 - Minerais que se comezan a formar.

2.2. FACTORES QUE DETERMINAN A FORMACIÓN DUN MAGMA.

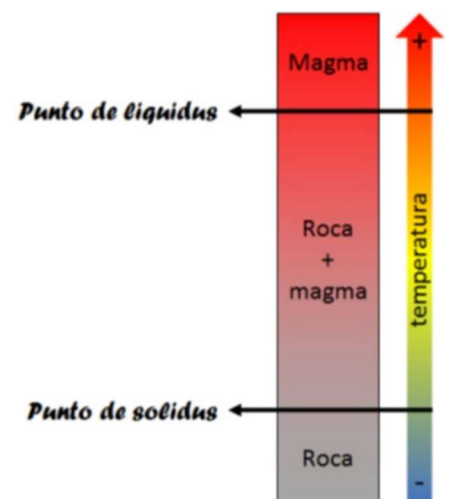
A formación dun magma mediante a fusión dunha rocha sólida está determinado por catro factores:

- **Composición da rocha.** As rochas están compostas por diferentes minerais, cada un cun punto de fusión diferente. Canto menor é o punto de fusión antes se funde o mineral. Sen embargo, aínda que un mineral teña un punto de fusión, este pode baixar cando se atopa xunto con outros minerais na mesma rocha → Efecto de mestura eutéctica: conxunto de dúas ou máis substancias, cun punto de inicio da fusión máis baixo ca o de cada compoñente por separado.
- **A temperatura.** Cando aumenta a temperatura debido ao ascenso dun penacho térmico ou ao rozamento entre dúas placas litosféricas, as rochas poden comezar a fundirse.
- **A presión.** No interior terrestre as rochas poden estar a temperaturas moi altas e permanecer sólidas se a presión á que están sometidas é moi alta. Isto débese a que a presión mantén comprimidos entre si aos compoñentes que forman aos minerais, impedindo o seu movemento, que sería o que permitiría a fusión da rocha. Cando as rochas sometidas a altas temperaturas, se ven sometidas a unha perda de presión, poden iniciar rapidamente a súa fusión.
- **A presenza de auga.** A gran presión e temperatura, as moléculas de auga están ionizadas dando lugar a OH^- e H^+ . Estes ión desestabilizan os enlaces químicos dos compoñentes minerais, facilitando a ruptura cristalina e en consecuencia, a fusión.

2.3. MAGMA E FUSIÓN PARCIAL.

Debido a que as rochas están compostas por unha mestura de minerais, non teñen un único punto de fusión, senón un intervalo (dende a temperatura á que comeza a fusión ata a temperatura á que toda a rocha pasou a estado líquido)

- **Punto de solidus:** temperatura á que comeza a fusión.
- **Punto de liquidus:** temperatura á que a fusión é completa.

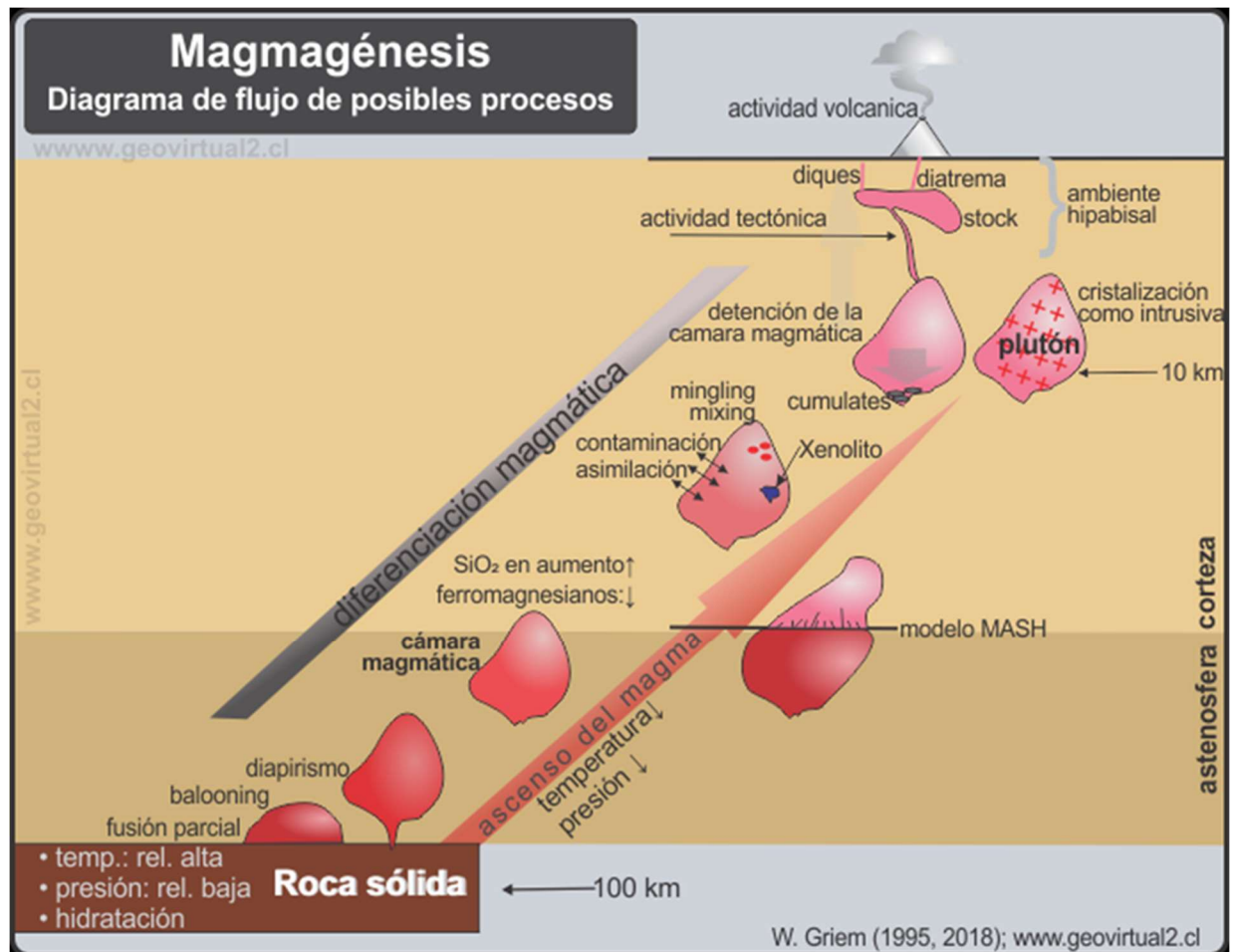


As dúas serán máis baixas se a rocha contén moito cuarzo e feldespato, se a presión é pequena e se a cantidade de auga é grande.

Por debaixo do punto de solidus a rocha é completamente sólida, e por riba do punto de liquidus está fundida na súa totalidade, formando un magma sen sólidos. Se a temperatura se atopa entre os dous, a rocha encóntrase en estado de fusión parcial, formando unha mestura de rocha fundida e rocha sólida.

2.4. FORMACIÓN DE MAGMAS.

2.4.1. COMO SE FORMA UN MAGMA?



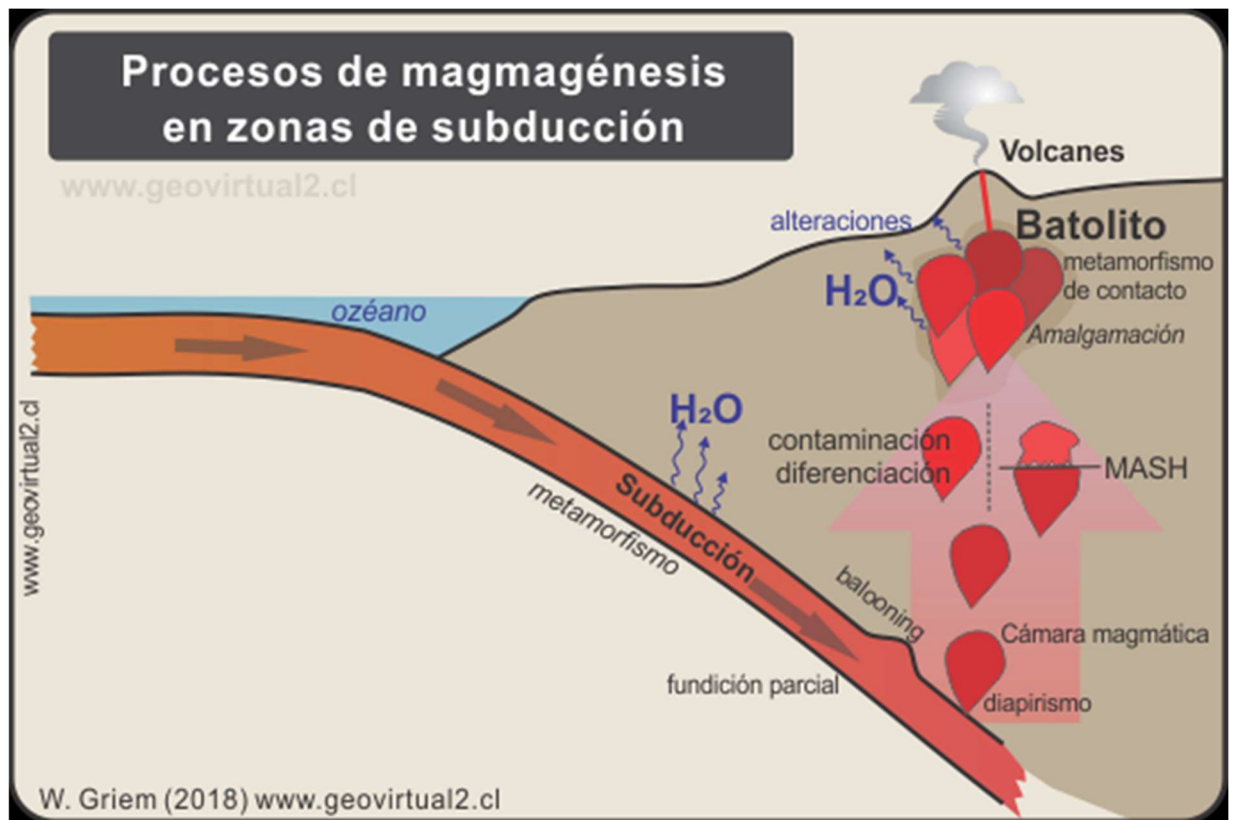
O magma orixínase en forma de gotas dispersas no seo da rocha sólida. Cando a proporción de líquido chega ao 10%, estas gotas reúnen-se formando outras maiores que tenden a ascender debido á súa menor densidade, ata que atopan rochas da súa mesma densidade. Esta rocha que aloxa ao magma denomínase rocha encaixante. Finalmente formase un gran volume de magma por acumulación, que compón unha cámara magmática.

Se o aporte de magma continúa, a cámara sofre sobrepresión e parte do magma tratará de saír mediante erupcións volcánicas, dando lugar ás rochas volcánicas.

Se o aporte de magma se detén, o magma consolidarase na cámara magmática, dando lugar ás rochas plutónicas.

Se na zona interveñen forzas tectónicas que produzan fallas ou a presión da cámara logra romper a rocha que rodea ao magma provocando fisuras, o magma pode ascender e solidificar nestas; así, se forman as rochas filonianas.

2.4.2. COMO SE FORMA UN MAGMA NAS ZONAS DE SUBDUCCIÓN?



No plano de Benioff prodúcese a fusión parcial das rochas da placa oceánica. Nesta zona:

- A temperatura é alta.
- A presión (en comparación ca exercida polo manto) é relativamente baixa, o que fai que diminúa a temperatura de fusión.
- O contido en auga da codia que subduce é alto, o que tamén fai baixar a temperatura de fusión.

Como a temperatura de fusión e a densidade son máis baixas, o magma ascendente pode chegar facilmente a zonas de pouca profundidade ou á superficie terrestre antes de solidificarse.

2.5. TIPOS DE MAGMAS.

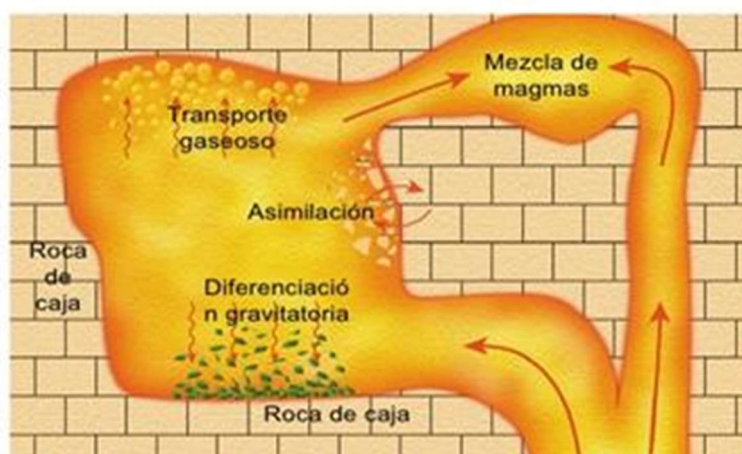
Segundo o seu contido en sílice distínguense tres tipos de magmas primarios (magma formado a partir da fusión, parcial ou total, dunha rocha inicialmente sólida).

	BASÁLTICO OU BÁSICO	ANDESÍTICO OU INTERMEDIO	GRANÍTICO OU ÁCIDO
ORIXE	Fusión parcial das rochas do manto.	Fusión parcial da placa oceánica que subduce.	Fusión parcial da codia continental profunda.
FLUIDEZ	Moi fluídos.	Algo viscosos.	Viscosos.
CONTIDO EN SÍLICE	45 – 52%	52 – 65%	> 65%
Tª DE FORMACIÓN	1200 °C	900 – 1200°C	< 900°C
ONDE SE PRODUCE?	Nas dorsais oceánicas (ao fracturarse a codia, o manto descomprímese e ascende o magma)	Zonas de subdución baixo a litosfera oceánica (por rozamento das placas, ↑Tª e hidratación do manto).	Zonas de colisión entre dúas placas continentais (por rozamento, ↑Tª e ↑p).
	Os penachos térmicos do manto producen tamén este tipo de magmas.	Zonas de subdución baixo a litosfera continental (por rozamento, ↑Tª).	

2.6. EVOLUCIÓN MAGMÁTICA.

Desde a súa formación ata a súa localización definitiva, un magma adoita experimentar cambios na súa composición, debido a diferentes procesos; orixinando magmas secundarios.

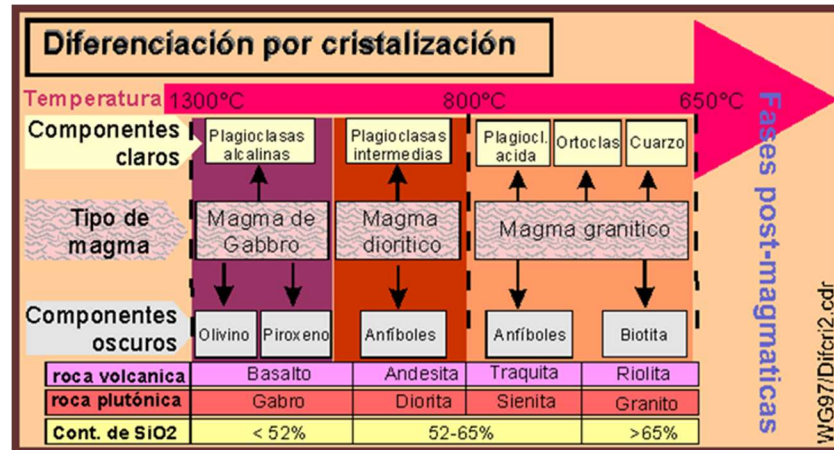
Hai tres procesos implicados na evolución magmática:



- **Diferenciación magmática.**

A medida que un magma ascende atravesando a codia, a súa temperatura descende e os minerais cun punto de fusión máis alto cristalizan separándose do magma, o que enriquece o líquido residual en minerais facilmente fusibles, como o cuarzo e a ortosa.

Por exemplo: nun magma inicial básico os primeiros minerais en cristalizar serían as plaxioclasas alcalinas e o olivino, a uns 1300°C aproximadamente. Os cristais formados caerán ao fondo da cámara magmática e o magma pasará a ter un contido porcentual maior de sílice. A medida que a temperatura baixe formaranse minerais cun punto de cristalización cada vez menor e un maior contido en sílice.



Tamén se pode producir diferenciación magmática polo escape de gases e líquidos a alta presión e temperatura que poden transportar óxidos metálicos cara a rocha encaixante, cambiando a composición do magma.

- **Mestura.**

Cando chega un magma primario a unha cámara magmática xa ocupada aumenta a presión na mesma. Terá lugar unha erupción que romperá a cámara producindo a mestura dos magmas.

- **Asimilación magmática.**

O magma ascende fracturando a rocha encaixante, da que se desprenden fragmentos que poden ser disolutos (asimilados) polo magma, cambiando a súa composición.

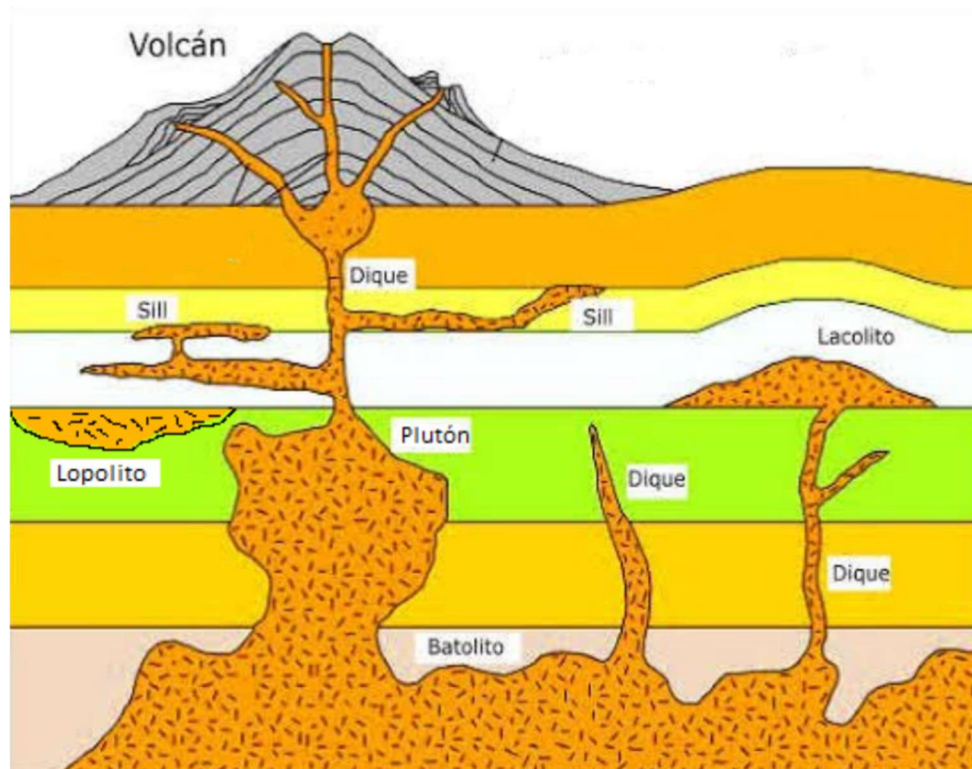
3. ESTRUTURAS MAGMÁTICAS.

3.1. ESTRUTURAS EN PROFUNDIDADE.

Cando o magma se consolida no interior da codia da lugar a rochas plutónicas ou filonianas que poden formar diferentes estruturas en profundidade:

- **Plutón:** masa ovoide ou en forma de cúpula ou fungo, que adoita estar enraizada nun batólito. Ten unhas decenas de quilómetros cadrados de sección.
- **Batólito:** masa de rocha magmática de forma ovoide, cunha sección de centos ou miles de quilómetros cadrados.
- **Lacólito:** estrutura en forma de cúpula, duns poucos quilómetros cadrados, coa base plana paralela aos planos de estratificación. É o resultado da inxección do magma entre dúas capas horizontais.
- **Lopólito:** estrutura moi similar ao lacólito, pero ten o teito plano paralelo aos planos de estratificación e a base curvada en forma de cunca.

- **Sill:** estrutura tabular, semellante a un dique, pero que se intrúe paralelamente aos planos de estratificación.
- **Dique:** estrutura tabular, de pequeno grosor, que corta estruturas xa existentes. Prodúcese pola intrusión do magma a favor de planos de rotura (fractura).



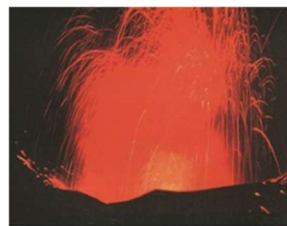
3.2. ESTRUTURAS EN SUPERFICIE.

Se o magma atopa fracturas que faciliten a súa chegada a superficie, ten lugar a actividade volcánica, que produce estruturas volcánicas ou extrusivas e os produtos volcánicos relacionados:

- **Coadas de lava:** masas de rocha fundida que se estenderon sobre a superficie. Poden formar corpos extensos, se a lava se derramou como un manto líquido, ou corpos alargados, se a lava formou ríos.
- **Coadas de piroclastos:** materiais de diversos tamaños expulsados durante a actividade volcánica e acumulados nos arredores do cono volcánico.

Podemos distinguir:

- **Bombas volcánicas:** pedras ardentes ou bloques de gran tamaño.
- **Lapilli:** do tamaño de grava.
- **Cinzas:** do tamaño de area ou partículas finas.



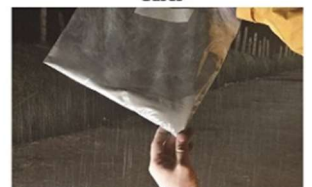
Lava



Gases



Bombas



Cinza

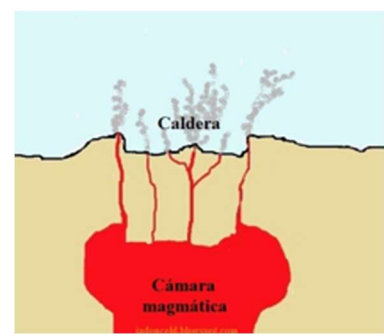
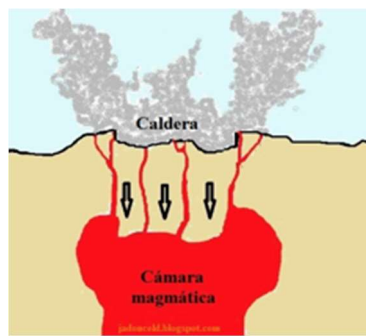
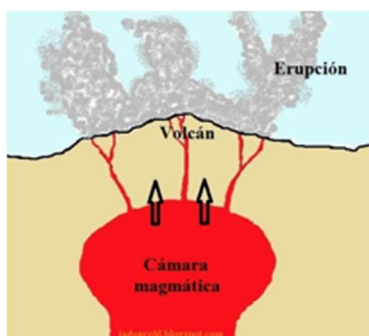


Lapilli

- **Cono ou edificio volcánico:** relevo formado pola acumulación de materiais que saen polo cráter.
- **Gases:** vapor de auga e compostos axofrados.
- **Cheminea:** conduto polo que o magma chega ata a superficie. Adoita quedar recheo de lava e, se a erosión desmonta o cono volcánico que a rodea, pode quedar como un relevo illado chamado pitón.



- **Caldeira:** depresión máis ou menos circular, formada xeralmente por afundimento ou colapso dun cono volcánico, ou por unha forte explosión.



3.2.1. TIPOS DE ACTIVIDADE VOLCÁNICA.

A actividade volcánica que se produce cando o magma chega ara a superficie pode ser de diferentes tipos dependendo de diversos factores:

- **A composición do magma.** Canto máis contido en sílice teña un magma, maior será a súa viscosidade e, polo tanto, menos fluído.
- **A temperatura do magma.** Igual que ocorre co mel, o magma é máis fluído canto maior é a súa temperatura.
- **A cantidade de gases disolutos.** Tenden a incrementar a fluidez do magma. A medida que se achega ao cráter e a presión sobre a columna de magma é menor, os gases tenden a escapar, producindo a desgasificación do magma.
- **O lugar onde se produce a erupción.** A actividade volcánica submarina como a que se produce nas dorsais oceánicas, caracterízase porque a presión hidrostática da auga impide a desgasificación do magma. Isto fai que o magma incandescente, en contacto ca auga, se

consolide rapidamente e forme corpos ovoides, as lavas almofadadas. Pola contra, na actividade subaérea, o magma desgasifícase formando lava.

TIPOS DE ACTIVIDADE VOLCÁNICA SUBAÉREA:

- **Actividade hawaiana** → Kilauea (Hawaii)



- O magma atópase a gran temperatura e moi fluído, magmas basálticos.
- A desgasificación prodúcese cun burbulla que apenas chapuza. A lava é moi fluída e flúe a gran velocidade, producindo coadas de lava.
- O edificio volcánico que se orixina é moito máis extenso ca alto → volcán en escudo.
- Típico de puntos quentes.

- **Actividade fisural** → Bardarbunga (Islandia)



- Semellante á hawaiana, con magmas a gran temperatura e con coadas de lava moi fluída.
- En vez de producirse en cráteres puntuais, fórmase ao longo de fisuras, polo que o volume de lava emitido é maior, e esténdese recubriendo áreas moi extensas.
- Típico das dorsais

- **Actividade estromboliana** → Stromboli (Italia)



- A desgasificación do magma de temperaturas máis baixas e de maior viscosidade é violenta e provoca explosións.

- Lánzanse ao aire salpicaduras de lava que forman surtidores e fragmentos de rocha ou piroclastos.
- O edificio volcánico recibe o nome de estratovolcán, e está formado pola acumulación de piroclastos, entre os que se intercalan as coadas de lava.
- Típico das zonas de subdución?
- **Actividade pliniana ou peleana** → Volcán de Fuego (Guatemala)



- O magma de baixa temperatura é moi viscoso e sae en estado case sólido, como unha cúpula de rocha incandescente.
- O escape dos gases a gran presión arrastra porcións de magma e de rocha moi pulverizados, formando unha columna eruptiva que con frecuencia chega ata a estratosfera.
- O seu derrubamento ou colapso produce unha nube incandescente de gases e piroclastos, unha nube ardente.

4. RISCOS XEOLÓXICOS: VULCANISMO.

Denomínase risco xeolóxico a todo proceso ou suceso xeolóxico que debido á súa localización, severidade e frecuencia, supoña unha ameaza potencial para a poboación.

Podemos distinguir os seguintes riscos xeolóxicos asociados ao vulcanismo.

- **Coadas de lava.** As coadas de lava son moi destrutivas sobre as infraestruturas e as propiedades, pero poucas veces producen vítimas.



- **Explosións, nubes ardentes e fluxos piroclásticos.** As explosións producen ondas expansivas moi destrutivas, que poden ser mortais para as persoas próximas ao lugar. As nubes ardentes son un dos fenómenos máis perigosos da actividade volcánica, xa que avanzan con gran rapidez a favor da pendente debido á súa densidade moito maior ca do aire. Cando van cargadas de piroclastos finos en suspensión, chámanse fluxos piroclásticos, e á súa violencia e altísima temperatura (superior aos 300°C) engádese a súa capacidade de depositar un gran grosor de materiais incandescentes.
- **Proxección de piroclastos.** A chuvia de materiais sólidos é moi destrutiva sobre as construcións, que normalmente se afunden baixo o peso destes materiais acumulados nos tellados.



<https://www.nytimes.com/es/2018/05/30/espanol/pompeya-vesubio-hombre-piedra.html>

- **Emanacións tóxicas.** Os volcáns expulsan diversos gases velenosos, como o monóxido de carbono e os óxidos de xofre, e outros asfixiantes, como o dióxido de carbono.
- **Lahares.** Son avalanchas de auga, barro e rochas producidas por unha erupción que desbordou un lago situado no cráter ou fundiu un glaciar que ocupaba a cima do volcán. Son extremadamente perigosos.



- **Colapsos gravitacionais.** Prodúcese cando unha estrutura inestable se desfai. Pode ser unha parte do edificio volcánico, como sucedeu durante a erupción do volcán St. Helens (EUA) en 1980, ou unha extensión maior ca a ocupada polo volcán ao baleirarse a cámara magmática situada baixo el, como ocorreu na illa Krakatoa en 1883. Son fenómenos moi destrutivos e perigosos que ocasionan grandes danos.



5. ROCHAS MAGMÁTICAS

Segundo a profundidade e a forma de localización, as rochas magmáticas clasifícanse en:

- **Rochas plutónicas:** orixinadas por consolidación lenta, en profundidade, dunha masa de magma. Caracterízanse por estar formadas por un mosaico de cristais. As rochas fórmanse por un arrefriamento lento do magma, o que permite que se formen grandes cristais de minerais.
- **Rochas subvolcánicas ou filonianas:** fórmanse a unha profundidade menor, a partir de masas de magma que se introducen en fendas, fallas ou planos de estratificación, ou ben que impregnan a porosidade dunha rocha preexistente.
- **Rochas volcánicas:** prodúcese a partir dos materiais expulsados ao exterior durante unha erupción volcánica. Adoitan ter unha matriz homoxénea, sen cristais diferenciábeis, na que, ás veces, poden verse algúns cristais irregulares e diminutos. Os cristais destas rochas son pequeno debido ao arrefriamento rápido do magma.