



## Geodinámica interna: Magmatismo y metamorfismo

### Biología y Geología

1.º Bachillerato

Contenidos

### Geodinámica interna Magmatismo y metamorfismo

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap0-intro/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap0-intro/index.html)

#### *Introducción al tema*

Imagen de colada de lava de Vintei en [Wikipedia](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater_lava_flow_off_Hawaii.jpg) <[https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater\\_lava\\_flow\\_off\\_Hawaii.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater_lava_flow_off_Hawaii.jpg)> . Licencia [Dominio público](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico) <[https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)>

# 1. Magmatismo

---

## ¿Sabes qué es el magma?

---

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-0-a1-magma/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-0-a1-magma/index.html)

### *Magma*

Imagen de volcán de Matthew Landry en [Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Arenallong.jpg) <<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Arenallong.jpg>> . Licencia [CC BY-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/es/) <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/es/>>

[https://www.youtube.com/embed/KGmLMbw\\_1CE](https://www.youtube.com/embed/KGmLMbw_1CE)

### *Vídeo de colada de lava*

Vídeo de sypheningpratt alojado en [Youtube](https://www.youtube.com/watch?v=KGmLMbw_1CE) <[https://www.youtube.com/watch?v=KGmLMbw\\_1CE](https://www.youtube.com/watch?v=KGmLMbw_1CE)>

---

El magma se origina por fusión de rocas del interior terrestre (corteza y manto superior). Dado que estas rocas están formadas mayoritariamente por silicatos, el **magma** se define como un fundido silicatado con una importante fase gaseosa en disolución y cristales en suspensión (corresponden con aquellos minerales no fundidos).

Cuando el magma alcanza la superficie expulsa su fase gaseosa disuelta y pasa a llamarse lava. Sólo un 35% del magma que se produce en el interior alcanza la superficie terrestre originando erupciones volcánicas.

## 1.1 ¿Cómo se forman los magmas?

---

### ¿Cómo se produce la fusión de un magma?

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-1-a1-fusion/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-1-a1-fusion/index.html)

#### *Magma*

Imagen de lava de Hawaii Volcano Observatory (DAS) en [Wikipedia](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Pahoehoe_toe.jpg) <[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Pahoehoe\\_toe.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Pahoehoe_toe.jpg)> . Licencia [Dominio público](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico) <[https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)>

---

La formación de un magma depende de dos factores físicos que condicionan la fusión: **presión y temperatura**.

Para formar magmas es necesario aumentar la temperatura, o bien, descender la presión. Para ello, el valor de temperatura debe de oscilar entre 500 y 1000 °C. La temperatura en la corteza está dentro de este intervalo (500 a 700 °C), no obstante, al profundizar no sólo aumenta la temperatura sino también la presión, ésto hace aumentar el punto de fusión de las rocas siendo más difícil el proceso de fusión.

A pesar de ello, la formación de magmas es un proceso bastante normal. La explicación hay que buscarla en la **presencia de agua**. El agua presente en la corteza terrestre, rebaja considerablemente el punto de fusión de las rocas; su presencia, aunque sea en poca cantidad, hace disminuir la temperatura de fusión de los minerales.

### Investiga en detalle el proceso de fusión

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-1-a2-fusion-parcial/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-1-a2-fusion-parcial/index.html)

#### *Fusión de un magma*

Imágenes de elaboración propia

Imagen de colada de lava de Vinteí en [Wikipedia](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater_lava_flow_off_Hawaii.jpg) <[https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater\\_lava\\_flow\\_off\\_Hawaii.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Underwater_lava_flow_off_Hawaii.jpg)> . Licencia [Dominio público](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico) <[https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)>

---

Un magma se genera por la fusión total o parcial de rocas de la corteza interior y/o del manto superior. En ocasiones los materiales de estas zonas se encuentra en condiciones cercanas al punto de fusión, siendo lo más probable que sólo una pequeña fracción del material se encuentre fundido y que la mayor parte de las rocas se encuentren en estado sólido. A este fenómeno se denomina **fusión parcial**.

## Curiosidad

---

Se ha estimado que la Tierra produce **17 Km<sup>3</sup>** de magma al año. Si toda esa actividad magmática se manifestara sobre los continentes en forma de volcanes, la contaminación volcánica sería tan intensa que la atmósfera sería irrespirable y muy parecida a la atmósfera del planeta Venus.

---

## 1.2 Evolución magmática

---

### ¿Sabes dónde se forman las rocas magmáticas??

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-2-a1-evolucion/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-2-a1-evolucion/index.html)

#### *Evolución magmática*

Imagen de volcán de G.E. Ulrich en [Wikipedia <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu\\_oo.jpg>](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu_oo.jpg) . Licencia [Dominio público <https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico>](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)

---

Los magmas debido a su fluidez y al peso de los materiales superiores tienden a ascender. No todo el magma alcanza la superficie, generalmente se concentran a una cierta profundidad (1-5 km) en grandes "bolsas" denominadas **cámaras magmáticas**.

Durante su ascenso a superficie pasa por distintas etapas, agrupadas en tres grandes fases:

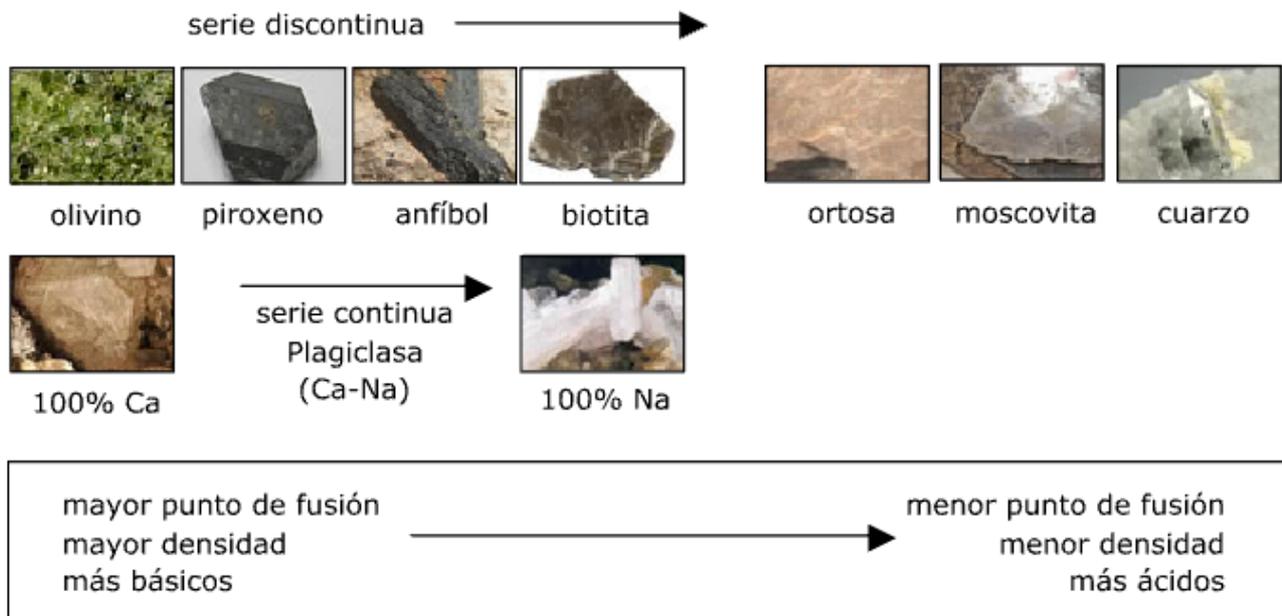
- 1- **Ortomagmática** (transcurre principalmente en la cámara magmática y da lugar a **rocas plutónicas**)
- 2- **Neumatolítica-hidrotermal** (cerca de superficie, origina **rocas filonianas**)
- 3- **Volcánica** (sobre superficie, da lugar a las **rocas volcánicas**).

Durante la fase **Ortomagmática (1)** el magma experimenta una serie de procesos que cambian su composición. Por ello, a partir de un magma primario se pueden obtener distintos tipos (magmas derivados). Para entender estos procesos es importante conocer cómo ocurre la cristalización de minerales a partir del fundido.

### Averigua cómo se produce la cristalización de un magma

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-2-a2-series/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-2-a2-series/index.html)



### Serie continua y discontinua

Imagen de roca magmática de Zureks en [Wikipedia <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Igneous\\_rock\\_Santoroni\\_Greece.jpg>](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Igneous_rock_Santoroni_Greece.jpg) . Licencia CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/>>

Resto de imágenes de elaboración propia  
Imagen inferior de serie de elaboración propia

Los cambios de composición de un magma se producen por los siguientes procesos: diferenciación magmática, asimilación magmática y mezcla de magmas.

La **diferenciación magmática** se produce cuando un magma asciende a la superficie y se enfría progresivamente. A lo largo de este enfriamiento se produce la cristalización de minerales a partir del fundido. Primero cristalizan los de mayor punto de fusión (más densos y básicos) y, por último, los de menor (menos densos y más ácidos). Si por efectos de la gravedad estos minerales se separan del fundido hacen variar la composición del magma. Generalmente, durante su evolución el magma se va haciendo más ácido ya que los primeros minerales en cristalizar son los más básicos (olivino, piroxeno y plagioclasa cálcica).

Cuando un magma asciende se encuentra rocas de composición diferente a la suya. Entre estas rocas y el magma se producen reacciones que provocan la incorporación de material desde la roca al magma, es lo que se conoce como **asimilación magmática**.

La **mezcla de magmas** se produce cuando un magma se mezcla con otro originando un magma de composición diferente.

Como ya hemos visto, a medida que el magma va cristalizando, va cambiando su composición. En el líquido residual se van concentrando los elementos volátiles, éstos causan un aumento de presión que provoca la penetración de líquidos y gases a través de fisuras en la roca encajante. Esta fase (**neumatolítica-hidrotermal -2-**) da lugar a los yacimientos filonianos con cristalización de minerales de bajo punto de fusión, a veces de gran interés económico (por ejemplo, cinabrio).

Finalmente, si el magma alcanza la superficie se inicia la fase **volcánica (3)** con expulsión de lava al exterior.

## Para saber más

---

La incorporación de nuevos materiales al magma (asimilación magmática) puede producirse de varias formas:

- Por **fusión de los minerales de la roca** encajante que pasan a formar parte del fundido cambiando su composición.
- Por **reacciones entre el magma y la roca** encajante que producen entre ambos transformaciones minerales por intercambio de iones.
- Por **inclusión en el magma de fragmentos de roca** en los que los minerales se conservan sin transformarse. Estos fragmentos de roca o **xenolitos** pueden reconocerse posteriormente en la roca magmática.



Xenolito <<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:XenolithSierra.JPG>> , imagen de dominio público <[http://en.wikipedia.org/wiki/es:Dominio\\_p%C3%BAblico](http://en.wikipedia.org/wiki/es:Dominio_p%C3%BAblico)> , autor: Wilson

---

## 1.3 Tipos de rocas magmáticas

---

### Investiga la textura de las rocas magmáticas

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-3-a1-intro-textura/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-3-a1-intro-textura/index.html)

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-3-a2-textura/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-3-a2-textura/index.html)

#### *Textura de rocas magmáticas*

Imágenes de elaboración propia

Imagen de volcán de G.E. Ulrich en [Wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu_oo.jpg) <[https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu\\_oo.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu_oo.jpg)> . Licencia [Dominio público](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico) <[https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)>

---

Las rocas ígneas resultan del enfriamiento y solidificación de un magma.

Tal como hemos visto, la composición de un magma cambia con el tiempo (por ejemplo, durante su evolución suele hacerse más ácido). Por tanto, un mismo magma puede originar diferentes tipos de rocas ígneas según el momento en que éstas se formen.

Para clasificar las rocas ígneas se utilizan dos criterios: textura y composición mineralógica.

#### A) Textura

Atendiendo al primer distinguimos dos grandes grupos de rocas: plutónicas y volcánicas.

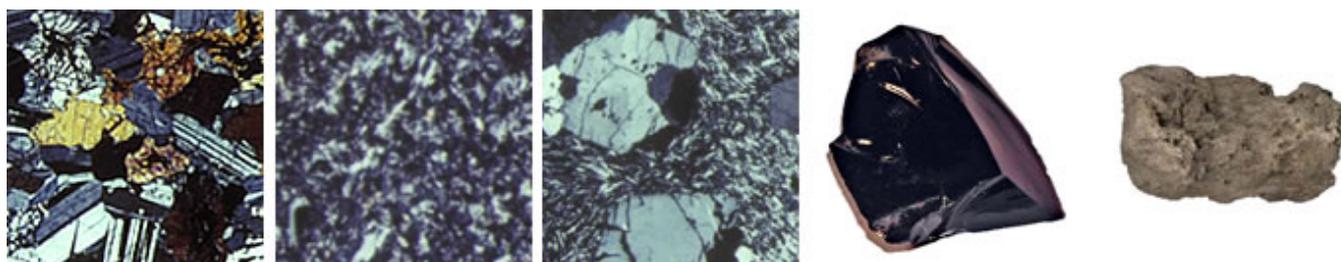
La textura de una roca se define como la relación geométrica de los elementos que la forman. Hace referencia al tamaño y forma de los minerales.

En el caso de las rocas ígneas, como ya has investigado, el tamaño de los minerales depende de la velocidad de enfriamiento. Si es lento crecen pocos minerales pero de tamaño medio-grande. Si el enfriamiento es rápido crecerán muchos minerales pero con tamaños pequeños. Incluso, pueden no llegar a cristalizar, obteniéndose una pasta amorfa (textura vítrea)

Como resultado de estos procesos podemos obtener distintos tipos de textura:

- Textura **cristalina**: Todos los minerales tienen un tamaño medio-grande y son visibles a simple vista. Debido al tamaño de los minerales estas rocas suelen tener un aspecto brillante. Es el caso de las rocas plutónicas (enfriamiento lento en profundidad)

- Textura **microcristalina**: Todos los minerales tienen un tamaño pequeño no siendo visibles a simple vista, sólo al microscopio. Es el caso de las rocas volcánicas (enfriamiento rápido)
- Textura **porfídica**: Entramado de minerales pequeños con minerales grandes dispersos. Característica de roca volcánicas.
- Textura **vítrea**. Formada por una pasta homogénea amorfa. Característicos de roca volcánicas tales como la Obsidiana y la Pumita o Piedra Pómez, fácilmente reconocibles por el aspecto de vidrio oscuro de la primera y los numerosos poros creados por la desgasificación de la segunda.



Textura cristalina, microcristalina, porfídica, vítrea (Obsidiana y Piedra Pómez).

Fuente bajo licencia Creative Commons y dominio público, [Isla de las Ciencias <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material082/index.html>](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material082/index.html) , ISFTIC, [<http://bancoimagenes.isftic.mepsyd.es/>](http://bancoimagenes.isftic.mepsyd.es/) Dominio Público [<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ObsidianOregon.jpg>](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ObsidianOregon.jpg)

## B) Composición y principales rocas ígneas

Desde el punto de vista composicional distinguimos cuatro: ácidas, intermedias, básicas y ultrabásicas.

La composición química determina el tipo de minerales que nos podemos encontrar:

- Así en las rocas plutónicas ácidas (**granitos**) y en rocas volcánicas ácidas (**riolitas**), destaca la presencia de cuarzo, mica y feldespato sódico-potásico.
- En rocas plutónicas intermedias (**dioritas**) y sus correspondientes volcánicas (**andesitas**) destaca su alto contenido en plagioclasas de términos intermedios (Na-Ca) y la presencia de anfíboles..
- En rocas básicas plutónicas (**gabros**) y volcánicas (**basaltos**), destaca la ausencia de cuarzo y la presencia de plagioclasas cálcicas así como piroxenos y anfíboles.
- En rocas ultrabásicas plutónicas (**peridotitas**) destaca el alto contenido en olivino. Son muy escasos sin embargo los correspondientes términos volcánicos.

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-3-a3-rocas/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-3-a3-rocas/index.html)

### *Tipos de rocas magmáticas*

Imagen de atmósfera de Banco recursos de [INTEF <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/>](http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/) . Licencia [CC BY-SA 2.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/es/>](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/es/)

Para terminar con este repaso a las rocas magmáticas, sólo queda referirnos a las rocas filonianas, de las cuales las más importantes son las **Pegmatitas**. Son rocas de textura similar a la de las rocas plutónicas, pero con cristales muy grandes, (desde centímetros y varios metros). A veces presentan minerales muy apreciados, como topacios o berilos.



Imagen. Fuente **ISFTIC** <<http://bancoimagenes.isftic.mepsyd.es/>> bajo licencia Creative Commons.

## Curiosidad

---

EL 95% de las rocas de la corteza son ígneas, aunque en la superficie aparecen en una proporción mucho menor debido a que quedan cubiertas por la delgada capa que forman las rocas sedimentarias y metamórficas.

---

## Para saber más

---

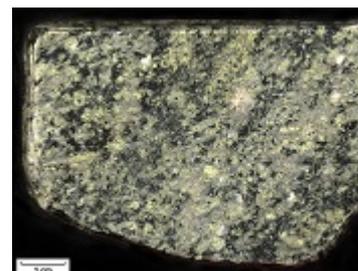
Si deseas tener una visión más clara de todas las rocas magmáticas, te recomendamos que visites esta página, donde encontrarás información sobre su composición e imágenes al microscopio de las diferentes familias. Para acceder al web pulsa sobre la imagen.



<<http://edafologia.ugr.es/rocas/gabro.htm>>

Imagen en Wikimedia de

Amcyrus2012 <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gabro\\_sample.JPG?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gabro_sample.JPG?uselang=es)> bajo CC <<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>>



<<http://edafologia.ugr.es/rocas/diorita.htm>>

Imagen en Wikimedia de

USGS <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kuartzo\\_diorita.jpg?uselang=de](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kuartzo_diorita.jpg?uselang=de)> de dominio público <[http://es.wikipedia.org/wiki/dominio\\_p%C3%BAblico:uselang=es](http://es.wikipedia.org/wiki/dominio_p%C3%BAblico:uselang=es)>



<http://edafologia.ugr.es/rocas/basalto.htm> <<http://edafologia.ugr.es/rocas/andesita.ht>

Imagen en Wikimedia de

B. Murch <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museo\\_de\\_La\\_Plata\\_-\\_Basalto\\_escori%C3%A1ceo.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museo_de_La_Plata_-_Basalto_escori%C3%A1ceo.jpg?uselang=es)> bajo CC  
<<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.es>>

Imagen en Wikimedia de

B. Murch <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museo\\_de\\_La\\_Plata\\_-\\_Andesita.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museo_de_La_Plata_-_Andesita.jpg?uselang=es)> bajo CC  
<<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.es>>



## 1.4 Magmas y tectónica de placas

---

La formación de un magma, está directamente relacionada con la tectónica global de placas. Como ya hemos visto en otros temas de esta unidad los magmas se originan en los bordes de las placas (dorsales, rift continentales, zonas de subducción) o en zonas de interior de las placas cuando ascienden penachos de lava desde zonas profundas del manto (puntos calientes).

En cada uno de ellos la composición del magma y el tipo de rocas que se originan son diferentes y característicos de cada zona. En la medida en que el magma se forme en capas más profundas su composición será más básica (las rocas del manto son más básicas que las de la corteza).

### Actividad

---

El animación inferior representa distintas situaciones tectónicas en las que se producen magmas. Analiza en cada caso cuál es el origen del fundido. Ten presente que a medida que profundizamos las capas son más básicas (por ejemplo, el manto es más básico que la corteza). Contesta después el cuestionario inferior.

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-4-a1-zonas-fusion/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-4-a1-zonas-fusion/index.html)

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap1-4-a2-zonas-fusion-test/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap1-4-a2-zonas-fusion-test/index.html)

*Situaciones tectónicas asociadas a magmas*

Imagen de elaboración propia

---

El magmatismo en los **bordes divergentes** (dorsal y rift continental) se explica por la descompresión del material del manto que asciende. Las numerosas fracturas de estas zonas lo facilitan. La composición del magma será de carácter básico, al solidificar formará basaltos en superficie y gabros en zonas internas.

En los **bordes convergentes** hay una gran actividad magmática debido al aumento de temperatura que sufren los materiales que subducen al profundizar en la Tierra (fusion de corteza oceánica) y al aporte de agua arrastrada desde la superficie. Los magmas asimilan también rocas encajantes, especialmente en bordes continentales, que le dan un carácter más ácido y viscoso. Se forman gran variedad de rocas, pero sobre todo destacan los granitos en profundidad.

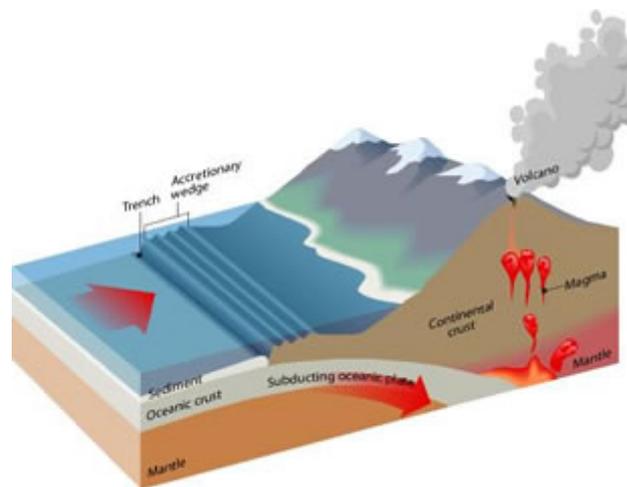
En los **bordes pasivos**, no hay magmatismo relevante.

Por último, en ciertas zonas de la Tierra alejadas de los límites de placas asciende energía térmica desde las capas bajas del manto. Son los denominados **puntos calientes**. En ellos esta energía es capaz de fundir parcialmente la base litosférica y producir magma de tipo básico-ultrabásico.

## Caso de estudio

---

La siguiente imagen se corresponde con un límite convergente océano-continente. Una de las consecuencias de la subducción en estas zonas es la creación de volcanes sobre el continente



*(Imagen bajo licencia Creative Commons)*

**¿Porqué crees que se forman magmas en estas zonas?.**

Las rocas de la corteza que subduce con los sedimentos arrastrados en el proceso se hunden en el manto que está más caliente, además, la placa arrastra agua que hace descender el punto de fusión con lo que las rocas se funden y ascienden a la superficie.

---

## 1.5 Clasificación y tipo de magmas

---

Para clasificar los magmas se emplean diferentes criterios, siendo el más habitual el que los diferencia según su origen en:

- **Magmas primarios.** Son los magmas formados directamente por fusión de las rocas de la corteza o del manto.
- **Magmas derivados.** Son los que resultan de la evolución (cambios) de los magmas primarios.

En este [enlace](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/984/html/11_clasificacin_y_tipo) <[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/984/html/11\\_clasificacin\\_y\\_tipo](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/984/html/11_clasificacin_y_tipo)> podrás ampliar la información.



## 2. Metamorfismo

---

### ¿Se pueden transformar las rocas?

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-0-a1-intro-metamorfismo/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-0-a1-intro-metamorfismo/index.html)

#### *Metamorfismo*

Imagen de estratos de Banco de imágenes geológicas en [Flickr](#)

[https://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5023167979/in/set-72157625031722988/](https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5023167979/in/set-72157625031722988/) . Licencia [CC BY-NC-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/es/)

Imagen de rocas metamórficas de Banco de imágenes geológicas en [Flickr](#)

[https://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5008969959/in/set-72157624874227117/](https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5008969959/in/set-72157624874227117/) . Licencia [CC BY-NC-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/es/)

Dibujo de estratos de elaboración propia

---

El metamorfismo es el conjunto de transformaciones que tienen lugar en estado sólido sobre una roca preexistente cuando es sometida a condiciones de presión y temperatura distintas de las que reinaban durante su génesis.

El metamorfismo puede afectar a todo tipo de rocas: sedimentarias, ígneas o incluso metamórficas (basta variar de nuevo las condiciones de presión y temperatura).

### Pregunta Verdadero-Falso

---

Indica si es cierta la siguiente afirmación.

Dos rocas idénticas sometidas a las mismas condiciones de presión y temperatura originan rocas diferentes debido a que el proceso depende del lugar y de la época en la que se ha producido la transformación.

Verdadero     Falso

**Falso**

El proceso metamórfico es independiente del tiempo y del espacio. Rocas con la misma constitución sometidas a las mismas condiciones originan la misma roca metamórfica.

---

## 2.1 Factores del metamorfismo

---

### ¿Sabes dónde se forman rocas metamórficas?

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-1-a1-ambito-intro/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-1-a1-ambito-intro/index.html)

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-1-a2-ambito/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-1-a2-ambito/index.html)

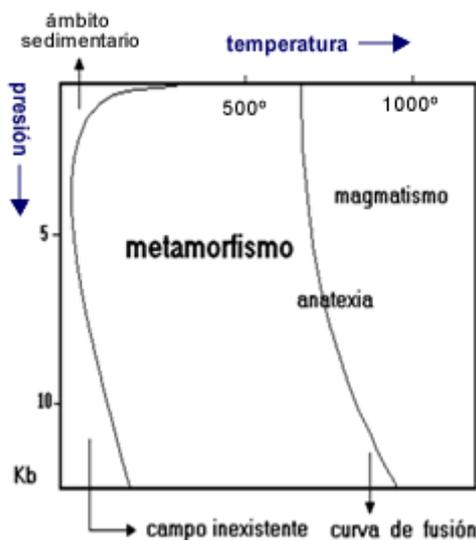
#### *Campo de actuación del metamorfismo*

Animación, dibujos e imágenes de rocas de elaboración propia

Imagen de volcán de Alpsdake en [Wikipedia](https://et.wikipedia.org/wiki/File:FujiSunriseKawaguchiko2025WP.jpg) <<https://et.wikipedia.org/wiki/File:FujiSunriseKawaguchiko2025WP.jpg>> . Licencia **Dominio público** <[https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio\\_p%C3%BAblico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_p%C3%BAblico)>

---

El campo de actuación del metamorfismo es muy amplio. Es necesario establecer unos límites que diferencien los procesos metamórficos de los sedimentarios y magmáticos.



#### *Campo de actuación del metamorfismo*

Gráfica de elaboración propia

Desde que un sedimento se deposita comienza a experimentar modificaciones, no obstante, no se considera que se originan cambios “apreciables” hasta alcanzar los 300°C (límite inferior). El límite superior del metamorfismo está determinado por el punto de fusión de los minerales. A partir de ese momento entramos en el campo de actuación del magmatismo. No obstante, este límite es difuso, existiendo un campo de actuación conjunta que se conoce como **anatexia** (existe fusión parcial).

Como ya has visto, los principales factores que determinan el metamorfismo son la **presión** y **temperatura**. Estas variaciones pueden ser positivas (aumentando) o negativas

(disminuyendo). En ambos casos se produce metamorfismo, denominado prógrado o retrógrado respectivamente.

**El aumento de temperatura se debe:**

a) Al gradiente geotérmico (a mayor profundidad mayor temperatura). Los sedimentos, inicialmente depositados en la cuenca sedimentaria, pueden sufrir un hundimiento (subsistencia) debido al peso de nuevos materiales. Como consecuencia sufren un aumento de temperatura a medida que ocupan posiciones más profundas.

b) Calor liberado por cuerpos cercanos más calientes, caso de una intrusión magmática.

**El aumento de presión se debe:**

a) Al confinamiento. El peso de los materiales superiores origina una presión uniforme (presión litostática).

b) A fuerzas unidireccionales, como las que se ponen en juego durante el plegamiento.

## Destacado

---

El **metamorfismo** depende fundamentalmente de la **presión** y de la **temperatura**.

---

## 2.2. Procesos metamórficos

---

### Investiga cómo cambia el aspecto de las rocas

---

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-2-a1-textura-test/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-2-a1-textura-test/index.html)

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-2-a2-textura/index.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-2-a2-textura/index.html)

#### *Textura de rocas metamórficas*

Animación, dibujos e imágenes de rocas de elaboración propia

Imagen de pizarras de Banco de imágenes geológicas en [Flickr](#)

<[https://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5000775686/in/set-72157624979775716](https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5000775686/in/set-72157624979775716)> . Licencia [CC BY-NC-SA 2.0](#)

<<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/es/>>

---

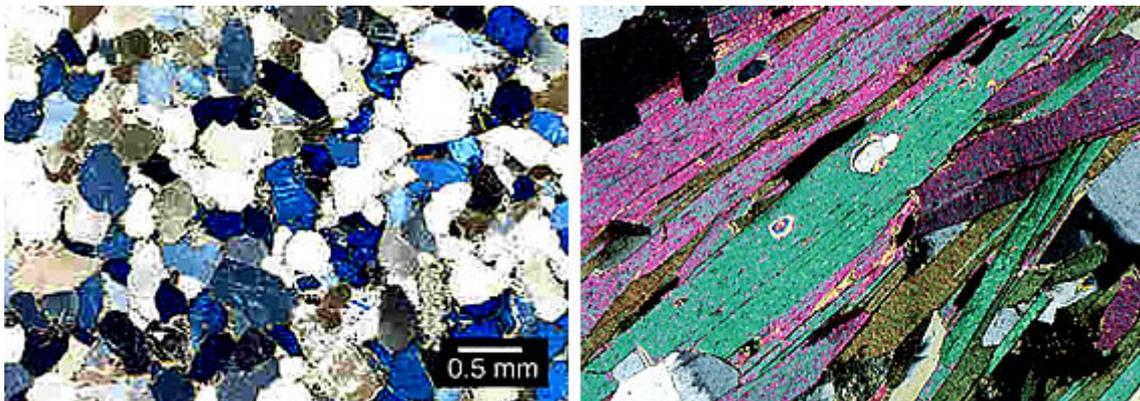
Al variar las condiciones de presión y temperatura se originan también variaciones texturales y mineralógicas.

#### a) Variaciones Texturales

Las variaciones de presión y temperatura producen variaciones en el tamaño de los cristales y en su disposición espacial.

El **aumento de temperatura** produce generalmente **granoblastos** (cristales de mayor tamaño por reorganización de cristales previos más pequeños) proceso conocido por recristalización.

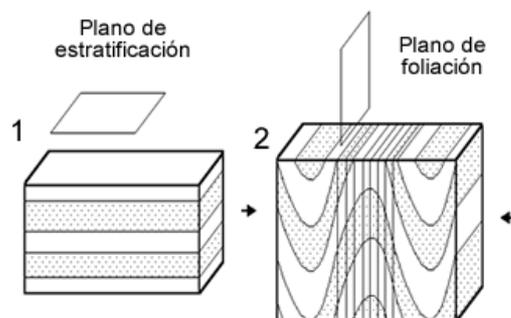
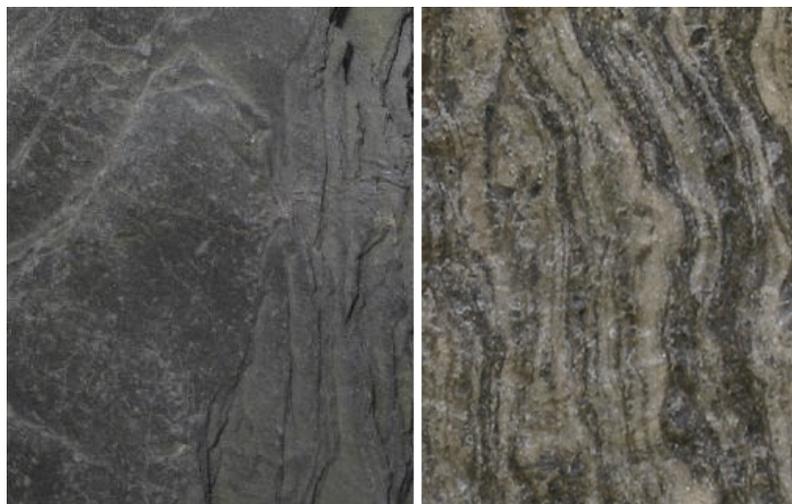
Por ejemplo, en la serie pelítica (serie metamórfica que parte de la arcilla) encontramos tamaños mayores de grano al aumentar el grado metamórfico (temperatura), así un Gneis presenta cristales más grandes que un Esquistos y éste que una Pizarra.



Ejemplos de textura granoblástica y esquistosa (vistas al microscopio petrográfico).

Fuente UGR bajo licencia Creative Commons.

La **presión dirigida** produce la orientación de los minerales planares (micas) en una dirección perpendicular al máximo esfuerzo, produciéndose una orientación preferente de los granos individuales. Esta textura, donde los granos pueden ser pequeños (pizarra) o grandes (esquisto), se denomina **foliación** (o pizarrosidad) en el primer caso, o **esquistosidad**, en el segundo, y da lugar a rocas con disposición laminar (pizarras, esquistos, etc). En una etapa más avanzada los minerales laminares pueden agruparse formando rocas bandeadas.



*Foliación y esquistosidad*  
Imagen de elaboración propia

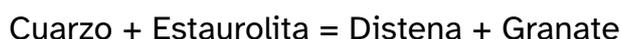
## b) Variaciones Mineralógicas

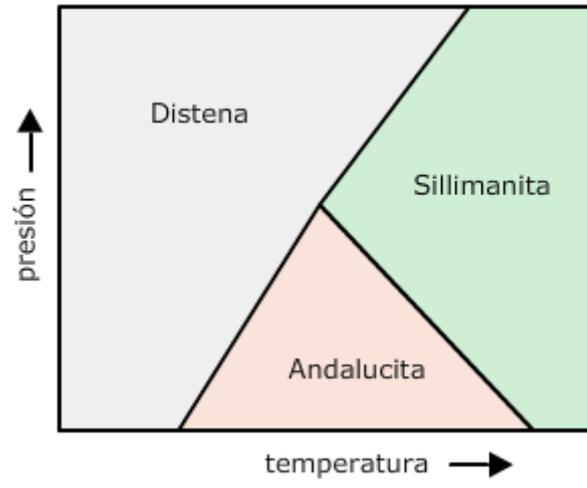
Cada mineral tiene un rango de estabilidad, si se supera (al variar la presión y temperatura) pasa a ser inestable y se transforma. De esta manera aparecen en la roca nuevos minerales.

Los nuevos minerales pueden originarse:

- Por **procesos polimórficos**. El mineral no cambia la composición química, sólo la estructura (por ejemplo, transformación de andalucita en distena por aumento de presión; *Andalucita-Distena-Sillimanita tienen la misma composición: silicato de aluminio*)

- Por **reacción entre minerales** existentes para dar lugar a nuevos compuestos. Por ejemplo, por aumento de presión se produce la reacción:





*Diagrama de estabilidad mineral presión-temperatura*  
Imagen de elaboración propia

## 2.3. Tipos de metamorfismo

---

### Investigación

---

[https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap2-3-tipos-metamorfismo/index.html](https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap2-3-tipos-metamorfismo/index.html)

#### *Tipos de metamorfismo*

Dibujos de elaboración propia

Imagen de paisaje rocoso de Banco de imágenes geológicas en Flickr

[https://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5000168861/in/set-72157624979775716](https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5000168861/in/set-72157624979775716) . Licencia **CC BY-NC-SA 2.0**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/es/>

Dibujo de falla de RobinL en Wikipedia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:FailleNorm.png> . Licencia **CC BY-NC-SA 2.0**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/es/>

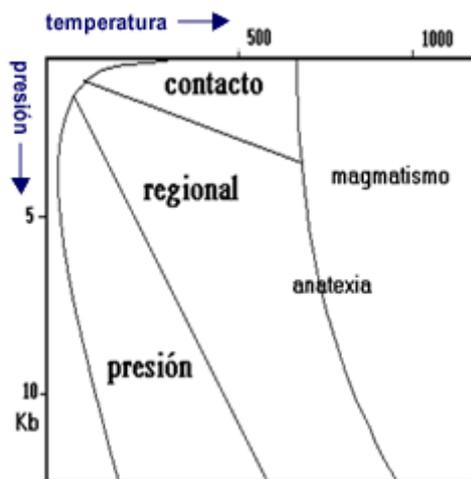
---

Desde un punto de vista termodinámico distinguimos tres tipos principales de metamorfismo según predomine la temperatura, la presión o ambos.

**Metamorfismo dinámico**, dinamometamorfismo o de presión. Predomina presión dirigida sobre temperatura.

**Metamorfismo de contacto** o térmico. Predomina temperatura sobre presión.

**Metamorfismo regional**. Producido por un aumento combinado de presión y temperatura



#### *Tipos de metamorfismo*

Imagen de elaboración propia

<http://www.youtube.com/embed/WPm8vkNwCDg?rel=0>

Para saber más

---

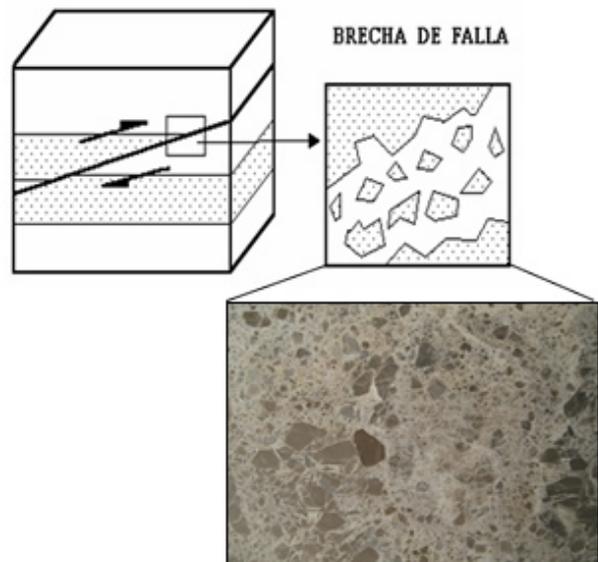
## **Metasomatismo**

Las soluciones termales (neumatolíticas o hidrotermales) que circulan por el interior terrestre son capaces de generar un tipo especial de metamorfismo denominado metasomatismo. El avance del agua a través de la roca provoca un depósito de elementos químicos que están disueltos en el fluido. Existe un intercambio de elementos químicos entre el fluido y la roca

Los cambios metasomáticos suelen producirse por la combinación del agua con minerales de la roca para formar nuevos minerales hidratados. Uno de los más característicos es la serpentinita (silicato de Mg hidratado) que puede formarse por alteración de olivino. La roca resultante se llama serpentinita.

---

## 2.3.1. Dinamometamorfismo



Imágenes bajo licencia de Creative Commons <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.es>> . Falla <<http://www.flickr.com/photos/earthwatcher/3975640358/>> , autor:Earthwatcher. Roca brecha de falla <[http://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5000792336/in/set-72157624979871550/](http://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5000792336/in/set-72157624979871550/)> , autor:Igancio Benvenut <[http://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/](http://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/)> .

El factor predominante es la presión. Este tipo de metamorfismo se produce en la zona alrededor del plano de falla, ya que en ese lugar las rocas están sometidas a grandes presiones. Éstas suelen aparecer trituradas por la fricción provocada por el movimiento de los bloques. El proceso de trituración se denomina **cataclasis** o **brechificación**. La roca que se genera se denomina **brecha de falla**.

Si el proceso es muy intenso se produce la pulverización de la roca (sus partículas son muy finas) y se origina una **milonita**.

## 2.3.2. Metamorfismo de contacto



Imágenes de rocas (Mármol <<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:MarbleUSGOV.jpg>> y Cuarcita <[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Quartzite\\_2.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Quartzite_2.jpg)> ) de dominio público <[http://es.wikipedia.org/wiki/Contenido\\_libre](http://es.wikipedia.org/wiki/Contenido_libre)>

Se produce en zonas en la que un material, generalmente magmático, entra en contacto con rocas encajantes frías. Esta diferencia de temperatura origina un flujo de calor hacia la roca encajante aumentando su temperatura, pero sin variar su presión.

El volumen de roca afectado por este metamorfismo forma una **aureola de contacto** que se dispone rodeando a la masa caliente. El espesor de estas aureolas varía desde unas decenas de kilómetros, en el caso de una gran intrusión plutónica, hasta algunos metros como en los casos de diques ó coladas volcánicas.

En la zona de contacto los efectos del metamorfismo son muy notables y fácilmente apreciables, efectos que sin embargo se van haciendo cada vez más difusos a medida que nos alejamos del contacto. Es por ello que la aureola se encuentra generalmente zonada apareciendo las rocas de mayor grado metamórfico (mayor temperatura) más próximas al contacto y las de menor grado más alejadas.

Distinguimos distintos tipos de rocas de metamorfismo de contacto en función de la roca inicial. Todas ellas son cristalinas y sin foliación ni esquistosidad ya que no están sometidas a presiones dirigidas.

- Rocas arcillosas, dan lugar a las rocas **Corneanas**.
- Areniscas, que dan lugar a las **Cuarcitas**.
- Calizas, que dan lugar a los **Mármoles**.

### 2.3.3. Metamorfismo regional

---

El metamorfismo regional se desarrolla de forma progresiva, desde las zonas superficiales de la corteza terrestre hasta las más profundas, a medida que aumenta gradualmente la temperatura y la presión a la que están sometidas las rocas.

Por ser un proceso gradual la clasificación de este metamorfismo se hace mediante grados (grado muy bajo, bajo, medio y alto), cada uno de ellos se caracteriza por la presencia de determinados minerales (**minerales índice**)

Dependiendo del tipo de roca inicial y el grado metamórfico distinguimos distintos tipos de rocas (series metamórficas).

Por ejemplo, partiendo de una arcilla encontramos las siguientes rocas (de menor a mayor grado metamórfico):



Pizarra <[http://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/5000174399/in/set-72157624979775716](http://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5000174399/in/set-72157624979775716)> -izquierda- (bajo licencia Creative Commons <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.es>> , autor: Igancio Benvenut) <[http://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/](http://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/)>

Esquisto <<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:SchistUSGOV.jpg>> -derecha- (imagen de dominio público <[http://en.wikipedia.org/wiki/public\\_domain](http://en.wikipedia.org/wiki/public_domain)> , autor: Saperaud)

**Pizarra.** Su principal característica es la pizarrosidad: un tipo de foliación definida por la cristalización orientada de minerales planares muy pequeños (fundamentalmente micas), que no son visibles a simple vista. La pizarrosidad es una característica típica del metamorfismo de bajo grado (baja presión y temperatura).

**Esquistos.** Cuando el proceso se encuentra más avanzado (mayor presión y temperatura) las laminas de mica son ya visibles a simple vista y la foliación se hace más patente (esquistosidad). El tránsito de pizarra a esquisto es insensible y con frecuencia es difícil de marcar un límite preciso entre ambas rocas.



Gneis <<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Gneiss.jpg>> -izquierda- (bajo licencia Creative Commons <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>> , autor: Siim)

Migmatita <[http://it.wikipedia.org/wiki/File:Migmatite,\\_Veporske\\_vrchy.JPG](http://it.wikipedia.org/wiki/File:Migmatite,_Veporske_vrchy.JPG)> -derecha- (bajo licencia Creative Commons <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.it>> , autor: Pelex <<http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Pelex>> )

**Gneis.** En una fase más avanzada del metamorfismo desaparece la mica y se origina ortosa (más grande) dando lugar a una roca denominada Gneis. Al ser los minerales más grandes la esquistosidad es menos patente.

**Migmatitas.** Son rocas mixtas entre metamórficas y magmáticas ya que han sufrido fusión parcial (anatexia). Están formadas por bandas claras, correspondientes a minerales ácidos más claros y de menor punto de fusión, y bandas oscuras que concentran a los minerales básicos que se “resistieron” al proceso de fusión parcial.

## Para saber más

---

Un caso extremo de metamorfismo regional es la **anatexia** que conduce a la fusión total o parcial de las rocas como consecuencia de unas condiciones de presión y temperatura muy altas que originan magmas.

Cuando la fusión ha sido total, el enfriamiento de los magmas genera rocas graníticas denominadas granitos de anatexia, muy parecidos a los generados por los magmas ígneos. Si la fusión es parcial, las rocas resultantes presentan un carácter mixto y se denominan migmatitas. Por una parte tienen un origen magmático, resultante del enfriamiento del fundido parcial, y por otra parte no han perdido totalmente su carácter metamórfico. Como consecuencia de este hecho presentan un bandeo clarooscuro característico.



imagen de [migmatita <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Migmatite\\_2005.jpg>](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Migmatite_2005.jpg) bajo licencia [Creative Commons <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es) , autor: Siim

---

## Curiosidad

---

Si en vez de partir de arcillas lo hacemos de rocas ígneas básicas se obtiene rocas parecidas a los esquistos pero de color verdoso (esquistos verdes). El esquisto verde se ha usado desde la antigüedad. En Egipto se usaba para hacer amuletos, los más antiguos que se conocen están hechos de este material y tienen formas de animales o cosas parecidas. En el yacimiento de la Sierra de Atapuerca en Burgos, se han encontrado herramientas de esquisto cuarcítico.



Imagen en [wikimedia commons](http://commons.wikimedia.org/) bajo licencia [Creative Commons <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es)

---

## 2.4. Metamorfismo y tectónica

---

Como ya hemos visto, existe metamorfismo asociado a fallas y bolsas de magma (dinamometamorfismo y metamorfismo de contacto, respectivamente). Ambos procesos (deformación cortical y magmatismo) están a su vez relacionados directamente con la tectónica de placas.

El metamorfismo regional se produce en zonas profundas de la corteza continental donde existe altas presiones y temperaturas. Es especialmente intenso en zonas orogénicas donde el espesor de la corteza es mayor.

El metamorfismo de alta presión y baja temperatura puede afectar también a zonas extensas, como en la zona de contacto entre dos placas en la zona de subducción (fosa oceánica), donde existe un gran rozamiento y escasa profundidad. La presión se genera por la convergencia de las placas, lo que provoca que las rocas se vean sometidas a intensas deformaciones y desorganización de su estructura original. La baja temperatura se debe a que la corteza oceánica que subduce se encuentra a escasa profundidad.

El metamorfismo regional de alta temperatura y baja o media presión está asociado al plano de Benioff, donde, aunque el rozamiento es mucho menor, la temperatura es alta debido al gradiente geotérmico. Se producen transformaciones mineralógicas.

Cuando la temperatura se eleva considerablemente, las rocas sufren fusiones parciales que dan lugar a la formación de migmatitas, que son rocas metamórficas de alto grado.

## 3. Autoevaluaciones

---

### Magmatismo

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap-eva-mod\\_test1/contenido.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap-eva-mod_test1/contenido.html)

### Metamorfismo

[https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1\\_U2\\_T4/ap-eva-mod\\_test2/contenido.html](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/3b69b68a-52c7-4a3a-9576-dfe2b6e484db/1/BG1.zip/BG1/BG1_U2_T4/ap-eva-mod_test2/contenido.html)

# Resumen

---

## Importante

---

El **magma** se define como un fundido silicatado con una importante fase gaseosa en disolución y cristales en suspensión.

La formación de un magma depende de dos factores físicos que condicionan la fusión: **presión y temperatura**.

Para clasificar las rocas ígneas se utilizan dos criterios: **textura** y **composición mineralógica**.

Atendiendo al primer distinguimos dos grandes grupos de rocas: **plutónicas** y **volcánicas**.

Desde el punto de vista composicional distinguimos cuatro: **ácidas**, **intermedias**, **básicas** y **ultrabásica**.

La formación de un magma, está directamente relacionada con la **tectónica global de placas**.

Los magmas se **clasifican** según diferentes criterios.

Existen diferentes tipos de **riesgos geológicos** asociados al vulcanismo y la sismicidad.

---

## Importante

---

El **metamorfismo** es el conjunto de transformaciones que tienen lugar en estado sólido sobre una roca preexistente cuando es sometida a condiciones de presión y temperatura distintas de las que reinaban durante su génesis.

Existen tres grandes tipos de metamorfismo: **dinamometamorfismo**, **metamorfismo de contacto** y **metamorfismo regional**.

---

## Importante

---

Existe **metamorfismo asociado** a fallas y bolsas de magma (dinamometamorfismo y metamorfismo de contacto, respectivamente). Ambos procesos (deformación cortical y magmatismo) están a su vez relacionados directamente con la tectónica de placas.

---

# Imprimible

---

Descarga aquí la versión **imprimible** de este tema.

 BG1\_U2\_T4\_Imprimible.pdf



# Aviso Legal

---

<https://www.juntadeandalucia.es/educacion/permanente/materiales/index.php?aviso#space>