

Metamorfismo

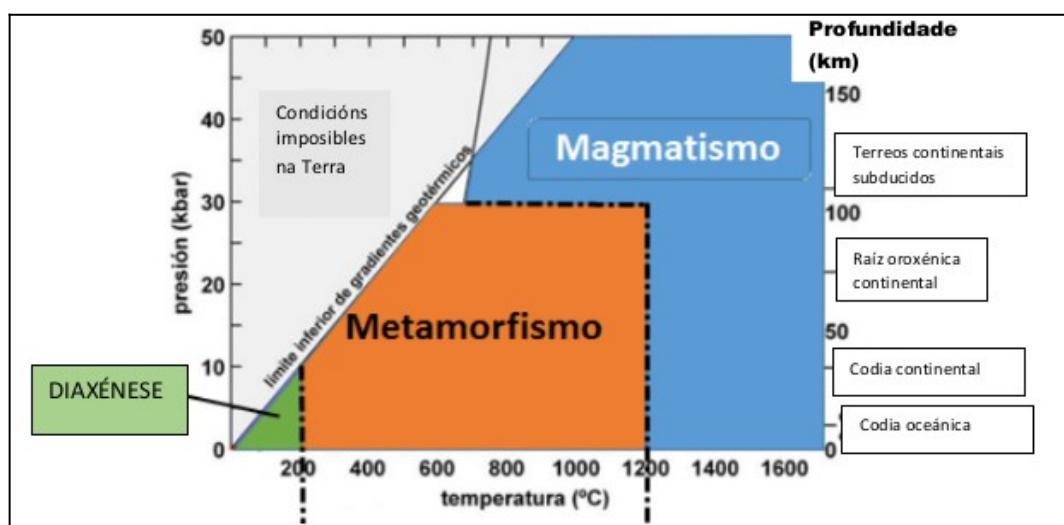
1. O metamorfismo:

O metamorfismo é o conxunto de reaccións en estado sólido que afectan a unha rocha sometida a unhas condicións de presión e temperatura diferente ás da súa orixe. Cando o cambio ten lugar nas condicións de composición (entrada de fluídos), recibe o nome de **metasomatismo**.

Os **procesos metamórficos** ocorren en estado **sólido**, sen que exista fusión dos minerais, proceso propio de **magmatismo**, que se da por riba dos 500-700°C. A baixas temperaturas e presións establecen a fronteira entre o metamorfismo e a **diaxénese**, (proceso de formación de rochas sedimentarias).

Considerase que comeza o metamorfismo cando aparecen unha **serie de minerais** que non se forman nos ambientes sedimentarios.

Gráfica 1. Representación dos límites de temperatura e presión nos que mostran os diferentes procesos de formación das rochas.



2. Factores do metamorfismo:

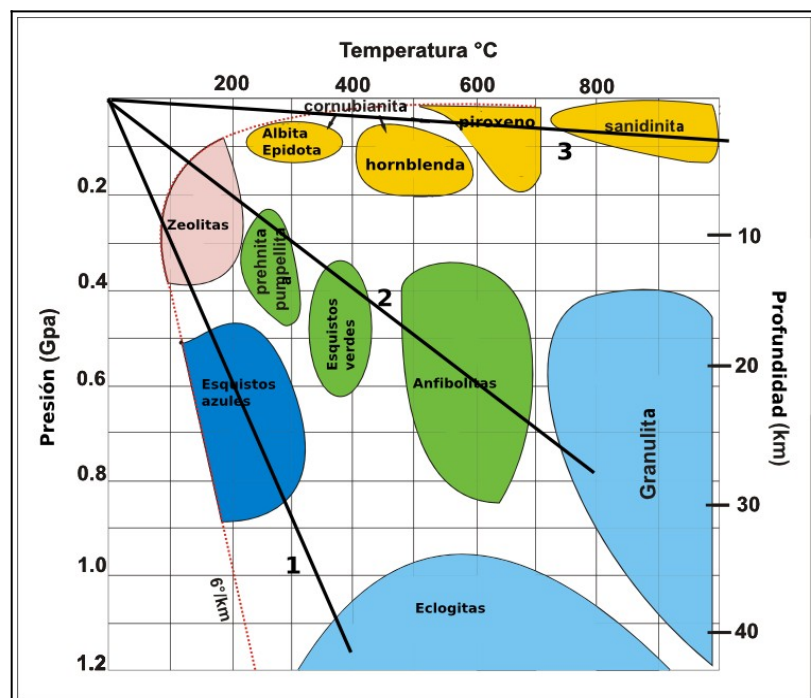
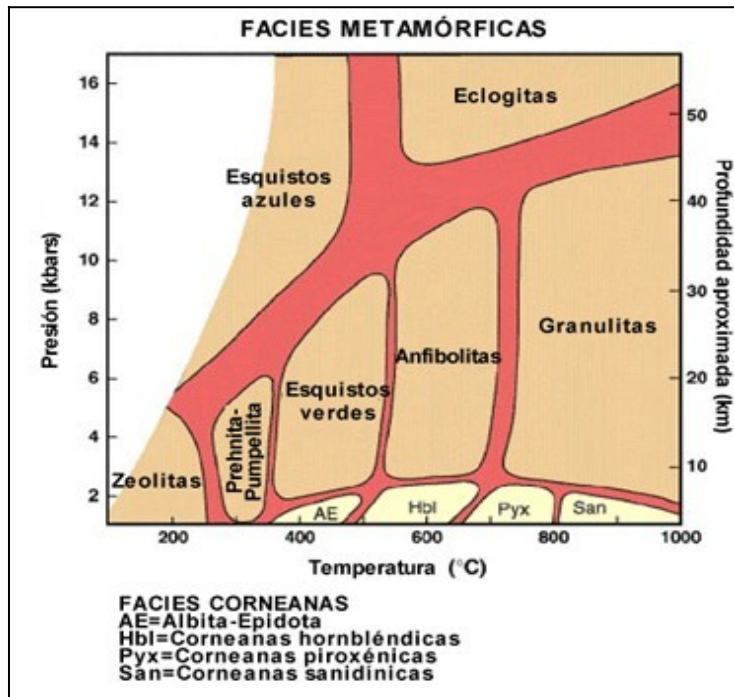
- **Aumento da temperatura:** O aumento da temperatura pode romper os enlaces entre os átomos que constitúen as redes cristalinas e aumenta a enerxía dos mesmos. Isto pode causar a formación de novas estruturas cristalinas.
- **Incremento da presión:** O aumento da presión pode cambiar as estrutura cristalinas, a orientación e a disposición dos mesmos.
- **Presenza de fluídos:** En rochas sometidas a altas presións, os fluídos presentes circulan polos espazos intergranulares. Os ións disoltos nestes fluídos poden reaccionar coas estruturas cristalinas dos minerais modificándoas quimicamente.

3. Facies metamórficas

Unha facies metamórfica é un **conxunto de rocas metamórficas caracterizadas por unha asociación de minerais formados baixo as mesmas condicións de presión e temperatura**. As facies noméanse utilizando o mineral ou a rocha máis característica.

O coñecemento dos intervalos de presión e temperatura nos que se producen as transformacións metamórficas permitiu establecer as facies metamórficas.

Gráficas 2 e 3. Facies metamórficas definidas polos intervalos de presión e temperatura. Nas gráficas tamén se mostran as profundidades as que se acadan ditas condicións.



4. Rexións con ambiente metamórfico:

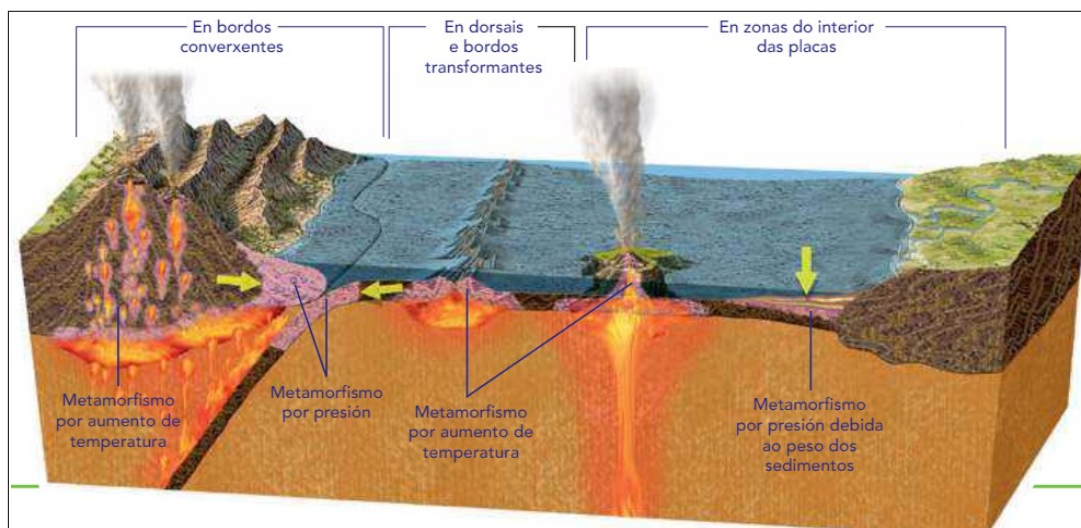


Fig. 1. Ambientes metamórficos.

a) **Límites de bordos converxentes:** O choque entre as placas producen **altas presións**. Por outra banda, o ascenso dos magmas que se forman na placa que subduce aumentan a temperatura.

b) Nas **dorsais** a temperatura aumenta polo **ascenso de magmas**.

c) Nos **bordos transformantes**, o roce das placas causan aumento de presión e de temperatura.

d) Zonas do **interior das placas** atópanse dúas zonas principais. Unhas asociadas aos **puntos quentes (aumento de temperatura)** e as outras nas zonas onde se acumulan moitos sedimentos (grandes cuncas sedimentarias), o que causa un aumento da presión dos materiais inferiores.

5. Efectos do metamorfismo:

En xeral, podemos clasificar os efectos do metamorfismo en dous grandes tipos:

a) **variacións na textura ou estrutura das rochas** ou

b) **variacións na composición mineralóxica**, que implican pequenos cambios na composición química global da rocha. De xeito xeral, podemos afirmar, que nas condicións nas que sucede o metamorfismo, (cambios na presión e temperatura), desaparecen algúns minerais inestables na nova situación e fórmanse novos minerais máis estables.

5.a) Cambios na textura:

- Cambios na **disposición dos minerais** debido a presións diferenciais que actúan nunha dirección provocando a rotación dos grans que se dispoñen perpendiculares a dita dirección.

- **Aumento da cohesión entre os grans e a perda de auga dos poros**. Debido xeralmente ao efecto do peso dos materiais supracacentes (presión litostática).

5.b) Cambios na mineraloxía:

- **Recristalización** por substitución dos cristais de pequeno tamaño por un mosaico de cristais máis grandes. A **blastese ou aumento do tamaño dos cristais da rocha orixinal** dáse en procesos metamórficos de baixa intensidade. En sedimentos de gran fino, como as arxilas, a calor fai que os grans se unan e formen outros de maior tamaño.

- **Polimorfismo ou cambios isoquímicos.** Baixo condicións metamórficas intensas con cambio importante das condicións termodinámicas, os minerais modifican as súas **estruturas cristalinas** orixinando novas disposicións e polo tanto, **minerais diferentes**.

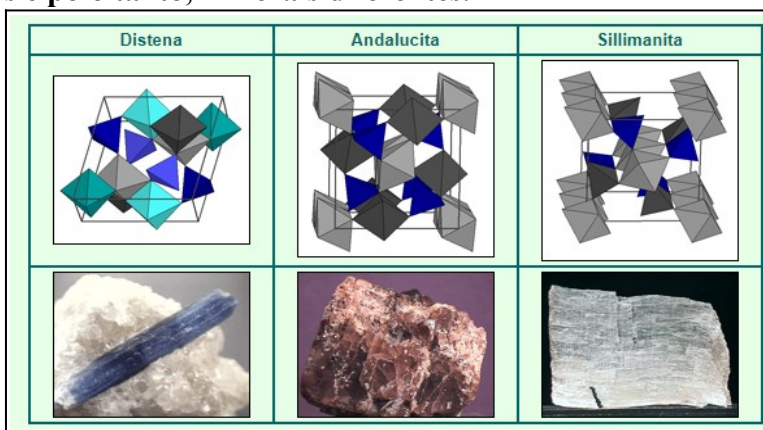
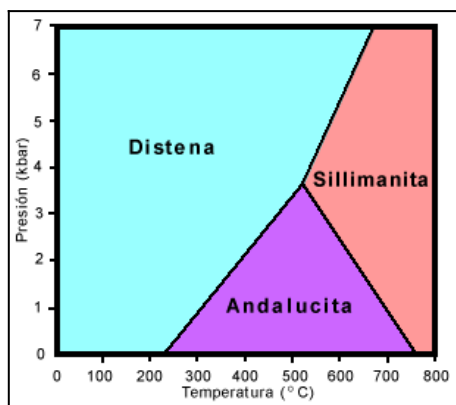


Fig. 2. Os **polimorfos** son a Andalusita, a Sillimanita e a Distena (ou cianita) coa composición Al_2SiO_5 . Dependendo das condicións de temperatura e presión formarase un mineral ou outro.

- **Formación de novos minerais debido a cambios químicos** producidos polos **flúidos circulantes** que aportan novos ións. Os ións dos flúidos que están en contacto coas estruturas cristalinas, en certas condicións como altas presións, poden disolverse facilmente e migrar cara os espazos porosos situados entre grans dos minerais. Nestes poros a presión é menor, e dito ións poden precipitar.

5.c) Cambios na estrutura:

A estrutura fai referencia a **ordenación dos cristais dentro da rocha**. As estruturas máis características do metamorfismo son a **foliada** (os cristais aparecen formando láminas) e **granoblástica**.

Na **estrutura laminar** dáse en rochas sometidas a gran presión. Nestas condicións, os cristais oríentanse e produces unha blastese (aumento do seu tamaño) na que os cristais que se forman desenvolven un **hábito planar (en forma de láminas)**. A estrutura laminada que se forma recibe o nome de **foliación**.

En función da **intensidade do metamorfismo**, a foliación que aparece nunha rocha pode ter varios graos, distinguíndose as que seguen:

a) Louseña: definida pola cristalización orientada de minerais **planares moi pequenos**, non visibles a simple vista (micas). Propia de condicións de baixo grao metamórfico (baixa P e T). Típica das lousas e filitas (nestas últimas é máis marcada).

b) Xistosidade: se aumenta o grao metamórfico (medio-alto), os **minerais planares aumentan o seu tamaño e son visibles a simple vista**. A esta estrutura foliada, ademais das micas, tamén contribúen os cristais de seixo e feldespato que se aplanaron pola deformación. Exemplos de rochas con esta estrutura son os xistos.

c) Gneísica (bandedo gneísico): Durante o metamorfismo de **grao alto** as **migracións iónicas** poden ser o suficientemente grandes como para causar, ademais da orientación dos minerais de hábito planar, **unha segregación en capas ou bandas de minerais claros** (seixo e feldespatos) e escuros (biotita). Propia dos gneis.

Ás veces, entre as bandas alternas de cores dispóñense **cristais de maior tamaño** que o resto, denominados glándulas. Un exemplo moi coñecido é o **gneis ollo de sapo**, frecuente en Galicia.

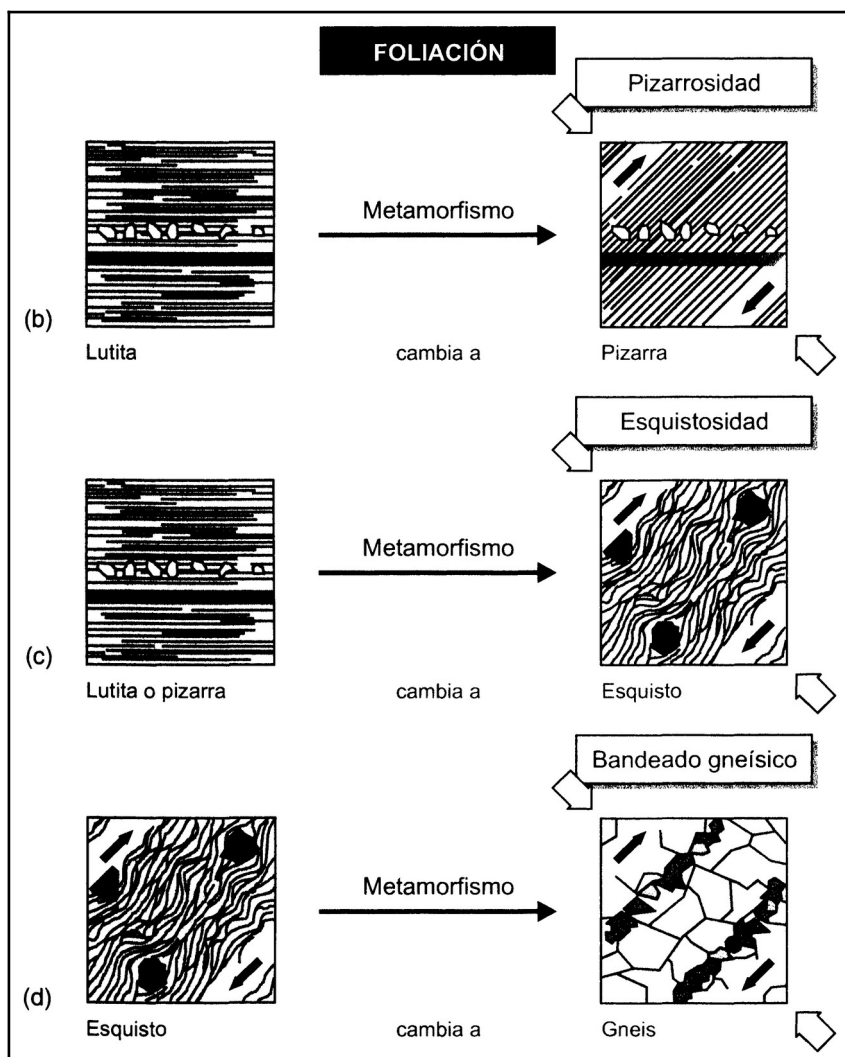


Fig.3 : Cambios na foliación das rochas metamórficas. A primeira rocha da imaxe, a lutita é unha rocha sedimentaria de gran moi fino.

d) Migmatítica (bandeado migmatítico): En situacións de metamorfismo de alto grado moi próximos ao **magmatismo**, fórmanse **bandas moi marcadas** de minerais claros e escuros coa aparición de micropregos entre os planos de xistosidade. Propia das migmatitas.

5. Tipos de metamorfismo:

Baseándonos no factor predominante podemos falar de:

1. Metamorfismo de contacto.

O factor principal é o aumento de temperatura e dáse nas rochas próximas as zonas de **ascenso de magmas**. Fórmanse as **aureolas de metamorfismo**, nas que as rochas sometidas a maiores temperaturas aparecen máis alteradas.

2. Metamorfismo rexional.

Neste caso, **tanto a temperatura como a presión son factores importantes** e actúan durante períodos longos. Está asociado a límites de placas como as zonas de subdución ou en oróxenos de colisión. A súa intensidade é moi variable e poden predominar as altas presións (metamorfismo rexional de alta presión) ou os dous factores nas zonas de subdución (metamorfismo rexional dinamotérmico)

3. Metamorfismo dinámico:

O factor dominante é a **presión** e está asociado as **fallas**. A rocha pode chegar a triturarse formando a chamada milonita.

4. Metamorfismo de enterramento:

O factor máis importante é a **presión exercida polos sedimentos acumulados nas grandes cuncas de sedimentación**. Se os materiais se enterran (subsidencia) tamén se produce un aumento da temperatura. Nestes ambientes fórmanse rochas laminadas como a lousa e os xistos.

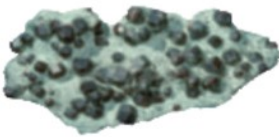
5. Metasomatismo:

Está asociado a presenza de **flúidos quentes** que reaccionan cos minerais existentes. Un exemplo é a substitución do calcio polo magnesio nas rochas calcarias para formar dolomias.

Tipos de metamorfismo	Regional de alta presión	Dinámico	Térmico o de contacto	Metasomatismo	Regional dinamotérmico
					
Zona	Prismas de acreción	Fallas de gran tamaño	Proximidades de una cámara magmática	Proximidades de una cámara magmática	Extensas áreas en bordes destructivos
Proceso	Fuerte compresión de materiales	Trituración de las rocas	Fuerte calentamiento de las rocas	Mineralizaciones por fluidos emitidos por el magma	Incremento de presión y temperatura
Estructura resultante	Foliación apretada (esquistosidad)	Estructura granoblástica caótica	Estructura granoblástica fina	Mineralizaciones caóticas invadiendo la roca	Foliación
Roca	Esquistos	Milonita o brecha de falla	Corneana o cornubianita	Skarn	Pizarras, esquistos, gneises

6. Rochas metamórficas máis importantes:

Dun xeito sinxelo, podemos clasificar as rochas metamórficas en dous grandes grupos: rochas con foliación e con estrutura granoblástica.

Rocas con foliación			
Metamorfismo suave de una roca arcillosa Pizarra. Color generalmente opaco, azul oscuro o negro. Foliación en láminas finas y paralelas que son fácilmente separables. 	Metamorfismo más intenso de una roca arenosa y arcillosa Esquisto micáceo. Brillo intenso y color variable. Foliación ondulada e irregular. Se aprecian pequeños granos de cuarzo. 	Esquisto con granates. Se aprecian granates (esquisto granatífero) u otros minerales, como estaurolita o andalucita. 	Metamorfismo aún más intenso de una roca arenosa y arcillosa Gneis. Colores claros y oscuros formando bandas. Foliación gruesa e irregular. Se ven cristales grandes de feldespato. 

Rocas con estructura granoblástica			
Metamorfismo de arenisca rica en cuarzo Cuarcita. Color variable, a menudo rojizo. Muy dura (raya el acero) y muy tenaz. No reacciona con el HCl. 	Metamorfismo de caliza Mármol. Color variable, aspecto similar a la cuarcita, pero no raya el acero y sí produce reacción con el HCl. 	Metamorfismo de contacto de roca rica en cuarzo Corneana. Color gris o verdoso. Aspecto liso o moteado. Con cristales de andalucita u otros minerales. 	Metamorfismo dinámico producido en un plano de falla Brecha de falla. Aspecto irregular. Formada por clastos o fragmentos angulosos de diferentes tamaños. 