

TEMA 5.
METAMORFISMO. LAS ROCAS METAMÓRFICAS MÁS IMPORTANTES

1. INTRODUCCIÓN

2. METAMORFISMO

2.1. LÍMITES DEL METAMORFISMO

2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL METAMORFISMO

2.3. TEXTURA Y ESTRUCTURA DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS

2.4. PROCESOS METAMÓRFICOS

2.5. TIPOS DE METAMORFISMO

A) En función de la termodinámica

B) En función de la tectónica de placas

2.6. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS CLASIFICACIONES O TIPOS DE METAMORFISMO REGIONAL

3. ROCAS METAMÓRFICAS MÁS IMPORTANTES

3.1. COMPOSICION DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS

3.2. ROCAS CATACLÁSTICAS: BRECHAS Y MILONITAS.

3.3. ROCAS DE METAMORFISMO TÉRMICO: CORNUBIANITAS.

3.4. ROCAS DE METAMORFISMO REGIONAL: FILITAS, ESQUISTOS, GNEISES, MÁRMOLES, ANFIBOLITAS, SERPENTINITAS.

4. CONCLUSIONES

Bibliografía y webgrafía:

- Anguita y Moreno. *Procesos geológicos internos*. Rueda.
- Cabrera, A. et al.: *Biología, Geología y Ciencias Ambientales*. Oxford University Press. Madrid.
- Corretgé, L. G., & Suárez, O. *Petrografía de Rocas Ígneas y Metamórficas*. Editorial Paraninfo.
- Ercilla, M. *Petrología de Rocas Ígneas y Metamórficas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Rioja.
- García Castellanos, D. *Geodinámica interna*. Universidad de Barcelona.
- Gallegos, J.A.: *Claves litológicas*. Serv. Publ. Univ. Granada. Granada.
- Gallegos, J.A., Roca, A. y Vera, J.A.: *Geología*. Edelvives. Zaragoza.
- Meléndez Fuster. *Geología*. Paraninfo
- Otero, M.A. et al.: *Geología. Proyecto Teseo*. Laberinto. Madrid.
- Rei, M. et al.: *Biología, Geología y Ciencias Ambientales*. McGraw Hill. Madrid.
- Turner, F. y Verhoogen, J.: *Petrología ígnea y metamórfica*. Omega. Barcelona.
- Winkler, F.: *Petrología metamórfica*. Blume. Madrid.
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME) *Rocas metamórficas*
https://www.igme.es/patrimonio/rocas_metamorficas.html
- Geología Total. *Rocas metamórficas, características y clasificación*
<https://www.geologiatotal.com/rocas-metamorficas/>

1. INTRODUCCIÓN

Sin llegar a la fusión que la convierta en magma, cualquier roca puede verse sometida a nuevas condiciones de presión y temperatura, es decir, a un nuevo ambiente que provocará cambios mineralógicos y estructurales en ella. Entonces, ¿a qué nos enfrentamos, a una metamorfosis o al metamorfismo?

El término griego "metamorfosis" indica cambios que ocurren en un ser a lo largo de su desarrollo o evolución; por lo tanto, se podría aplicar perfectamente a los cambios que ocurren en una roca a largo de su historia. No obstante, como el término ya fue utilizado

2. METAMORFISMO

Llamamos metamorfismo al conjunto de procesos, tanto físicos como químicos, en estado sólido, que tienen lugar en una roca preexistente o protolito, como consecuencia de un aumento de temperatura y/o presión, debidos a los agentes geológicos internos, y que dan lugar a una serie de cambios texturales y mineralógicos en dicha roca. Las rocas resultantes de estos procesos de transformación se llaman rocas metamórficas. "La metamorfosis de las rocas puede ser vista como una respuesta de los minerales a los cambios de temperatura y presión." — Pentti Eskola (1939).

Los procesos metamórficos

2.1. LÍMITES DEL METAMORFISMO

El límite de los procesos metamórficos con los de diagénesis y magmatismo no se puede definir perfectamente, reflejándose en los minerales o asociaciones de ellos que van surgiendo como respuesta a las nuevas condiciones ambientales.

a) **Límite Diagénesis-Metamorfismo:** La diagénesis es el conjunto de procesos que sufren los sedimentos hasta convertirse en rocas sedimentarias. Los procesos diagenéticos suelen estar condicionados por la presión de los materiales suprayacentes y por el gradiente geotérmico (que aumenta con el enterramiento), por lo que se puede pasar de manera ininterrumpida a condiciones típicamente metamórficas.

Hay dos criterios que definen el límite diagénesis-metamorfismo:

(o 5 Kb si no interviene significativamente la temperatura). Algunos autores han propuesto el término de "anquimetamorfismo" para las situaciones que se dan entre 200 °C y 3 Kb y 250 °C y 5 Kb.

b) Límite Metamorfismo-Magmatismo:

De acuerdo con los datos de laboratorio, en materiales ricos en sílice esta fusión comienza alrededor de los 650 °C si la roca está saturada de agua o a 900 °C en sistemas anhidros; en materiales pobres en sílice las temperaturas son más altas, 1200 °C y 1300 °C respectivamente; estos valores se entienden para presiones bajas (2-3 Kb generalmente), porque a presiones mayores aumentan progresivamente.

2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL METAMORFISMO

Como hemos señalado con anterioridad, el metamorfismo ocurre cuando cambian las condiciones de presión y temperatura a las que se formó una roca, por lo que los minerales existentes dejan de ser estables y cambian. Los agentes implicados en el metamorfismo son:

○

○

○

○

○

○

○

○

○

○

- En los ambientes metamórficos los fluidos reaccionan con los minerales de la roca acelerando las reacciones químicas debido a que los átomos e iones pueden moverse más fácilmente disueltos en estos. La acción de los fluidos puede ser:

- Pasiva: favorece el transporte de iones y átomos.
- Activa: cierto tipo de fluidos (hidrotermales) pueden aportar iones procedentes de otras zonas.

2.3. TEXTURA Y ESTRUCTURA DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS:

1) TEXTURA:



- Granoblástica: Presenta granos de dimensiones y forma parecidas con tendencia al empaquetamiento hexagonal. Ej.: cuarcitas y mármoles.
- Lepidoblástica: Presenta abundantes cristales de hábito laminar con orientación paralela a modo de escamas. Ej.: esquistos micáceos.
- Nematoblástica: Cristales alargados (aciculares o filiformes) con orientación paralela. Ej.: anfibolitas.
- Porfidoblástica: Presenta algunos cristales grandes, llamados porfidoblastos, rodeados de una matriz de cristales pequeños de otros minerales. Ej.: granates en los esquistos, gneis ocelar.
- Helicítica: Porfidoblastos con inclusiones dispuestas en espiral; se interpreta como consecuencia de rotación del porfidoblasto mientras va creciendo.
- Cataclásticas: Estas texturas se desarrollan cuando los procesos metamórficos que dominan no son los de crecimiento mineral o blastesis. Si tenemos fragmentos englobados en una matriz de materiales más finos hablamos de textura brechoidal. La textura milonítica se caracteriza porque la roca contiene granos muy finos cementados por una matriz también muy fina. La textura ultramilonítica se da cuando la matriz es tan fina que puede llegar a inyectarse en grietas y venas. Si los fragmentos tienen forma de elipsoide hablamos de textura focoidal. Si el calor es lo suficientemente intenso hablamos de texturas vitrificadas.

2) ESTRUCTURA:

Si consideramos la geometría de las rocas metamórficas a escala macroscópica podemos considerar varios tipos de estructuras:

- [Redacted]
- [Redacted]
 - [Redacted]
 - [Redacted]
 - [Redacted]
 - [Redacted]
- [Redacted]

- De intersección: por la intersección de dos familias de superficies, por ejemplo, dos esquistosidades.
- De alargamiento: dirección de alargamiento máximo de la roca y de los objetos que contiene.
- Lineaciones minerales: debida a la orientación de minerales alargados.
- Lineaciones de microplegamiento o crenulación: alineación de las charnelas de los micropliegues que puedan presentar las rocas.

2.4. PROCESOS METAMÓRFICOS:

1. **Brechificación:** [REDACTED]
2. **Reorientación de minerales:** [REDACTED]
3. **Deshidratación:** [REDACTED]
4. **Descarbonatación:** [REDACTED]
5. **Recristalización:** [REDACTED]
6. **Transformaciones mineralógicas o blastesis:** [REDACTED]
7. **Metasomatismo:** [REDACTED]

2.5. TIPOS DE METAMORFISMO:

Desde un punto de vista tradicional el criterio para establecer tipos de metamorfismo es termodinámico, basado en las condiciones de presión y temperatura. Más recientemente, a partir de la nueva percepción de la dinámica terrestre en la Tectónica global, también es posible distinguir tipos de metamorfismo de acuerdo con sus relaciones con la tectónica de placas. Se ofrecen ambos puntos de vista a continuación.

A) En función de la termodinámica:

1. [REDACTED]
2. [REDACTED]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Todas las rocas del metamorfismo regional presentan una esquistosidad bien desarrollada. Cuando aumenta el grado de metamorfismo y la blastesis es mayor, la esquistosidad se transforma en foliación. Este tipo de metamorfismo está íntimamente ligado con las zonas de subducción de la tectónica de placas. Suele enmascarar o superponerse a otros tipos de metamorfismo. Los tipos de metamorfismo regional más comunes son los siguientes, aunque existen muchas posibilidades intermedias entre ellos:

[Redacted text block]

B) En función de la tectónica de placas:

Los procesos metamórficos están ligados a la dinámica interna de la Tierra, por lo que se pueden explicar como un hecho más de la Tectónica de Placas. Se distinguen cinco situaciones básicas en la corteza con unas características metamórficas propias: metamorfismo en fallas transformantes, en zonas de intraplaca, de dorsal oceánica, en los bordes de placa destructivos y en las zonas de colisión continental.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

2.6. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS CLASIFICACIONES O TIPOS DE METAMORFISMO REGIONAL

Como hemos comentado, dentro de los límites establecidos para el metamorfismo hay una amplia variedad de combinaciones de presión y temperatura. Al estudiar las rocas metamórficas surge la necesidad de establecer una calificación de la intensidad de los procesos metamórficos, aplicada fundamentalmente al tipo de metamorfismo regional.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

3. ROCAS METAMÓRFICAS MÁS IMPORTANTES

"Las rocas metamórficas son una ventana al pasado profundo de la Tierra, revelando los procesos tectónicos y termales que las formaron." — Arthur Holmes (1944)

3.1. COMPOSICION DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS

Mediante el estudio de las rocas metamórficas se puede conocer en muchos casos la naturaleza del proceso metamórfico y la magnitud de las variables que han intervenido. Se ha establecido una clasificación en cuatro series de rocas, de cuyo metamorfismo provienen las rocas metamórficas:

- Rocas metamórficas de contacto: Se forman en la aureola de contacto de una intrusión ígnea, donde el calor es el principal agente metamórfico. Ejemplos: cuarcita, hornblenda, diagenita.
- Rocas metamórficas de tipo regional: Se forman a grandes profundidades y bajo condiciones de alta presión y temperatura. Ejemplos: gneis, micaesquistos, talcoesquistos.
- Rocas metamórficas de tipo de alta presión: Se forman a grandes profundidades y bajo condiciones de alta presión y temperatura. Ejemplos: eclogitas, coesita, stishovita.
- Rocas metamórficas de tipo de alta temperatura: Se forman a grandes profundidades y bajo condiciones de alta temperatura y alta presión. Ejemplos: granatitas, cordieritas, sillimanita.

3.2. ROCAS CATACLÁSTICAS: BRECHAS Y MILONITAS

Las rocas cataclásticas o cataclastitas tienen una composición variable según el tipo de roca original, y dicha composición no cambia prácticamente nada. Sus granos pueden ser clastos (restos fracturados) o blastos

- Brechas: Rocas cataclásticas formadas por fragmentos de rocas originales cementados por un material de relleno.
- Milonitas: Rocas cataclásticas formadas por fragmentos de rocas originales muy finamente fragmentados y cementados por un material de relleno.

3.3. ROCAS DE METAMORFISMO TÉRMICO: CORNUBIANITAS

Son las rocas procedentes de la aureola de contacto metamórfica que se genera alrededor de un cuerpo magmático. Una zonación típica desde el interior hacia el exterior de una aureola es la secuencia siguiente:

- Cuarzo: Presente en la zona más interna de la aureola.
- Hornblenda: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Mica: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Talco: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Epidota: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Granatita: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Cordierita: Presente en la zona más externa de la aureola.
- Sillimanita: Presente en la zona más externa de la aureola.

3.4. ROCAS DE METAMORFISMO REGIONAL

- Gneis: Rocas metamórficas de tipo regional formadas por fragmentos de rocas originales muy finamente fragmentados y cementados por un material de relleno.
- Micaesquistos: Rocas metamórficas de tipo regional formadas por fragmentos de rocas originales muy finamente fragmentados y cementados por un material de relleno.
- Talcoesquistos: Rocas metamórficas de tipo regional formadas por fragmentos de rocas originales muy finamente fragmentados y cementados por un material de relleno.

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

Tabla resumen de rocas originadas por metamorfismo regional según su roca original:

Roca original (protolito)	Tipo de metamorfismo	Roca metamórfica originada
Sedimentarias: arcilla	Regional de grado bajo	Pizarras
	Regional de grado algo más intenso que el anterior	Esquistos
	Regional de grado alto	Gneises
Rocas ígneas básicas	Regional de grado medio-alto	Anfibolitas
	Regional de grado alto	Eclogitas
	Regional de grado alto	Granulitas
Sedimentarias: areniscas	De contacto o regional	Cuarcitas
Sedimentarias: calizas y dolomías	De contacto o regional	Mármoles

4. CONCLUSIONES

En el desarrollo del tema cuyos contenidos encajan con las competencias y saberes básicos de las materias de biología y geología de 1º de ESO, con biología, geología y ciencias ambientales de 1º de bachillerato y geología y ciencias ambientales en 2º de bachillerato, se ha ofrecido una visión general del metamorfismo y de las principales rocas metamórficas. En el desarrollo del tema he pretendido destacar la relevancia de la investigación científica para el avance del conocimiento de nuestro planeta. Citando a Edwin Powell Hubble, “equipado con sus cinco sentidos, el hombre explora el universo que lo rodea y a sus aventuras las llama ciencia”.