



ROCAS METAMÓRFICAS

Lic. Héctor R. Fraga, Ing. Marcelo H. Polare
y Lic. Mariela Antola

2017

Departamento de Ciencias Geológicas "Prof. Dra. Pierina Pasotti"
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario

ROCAS METAMÓRFICAS

1. Características Generales

El metamorfismo involucra a un conjunto de procesos que dan origen a un reajuste mineralógico y estructural de rocas pre - existentes (ígneas, sedimentarias y/o metamórficas) a las condiciones físico - químicas reinantes a profundidades, que en general, superan los 10 km., y que son diferentes de las condiciones originales bajo las cuales se formaron las rocas. Es decir, que se forman asociaciones minerales estables a las nuevas condiciones existentes, denominadas **rocas metamórficas**.

Las rocas metamórficas han permanecido esencialmente sólidas durante todos los procesos de formación y reconstitución química, a los que deben su mineralogía y estructuras actuales.

Algunas reacciones químicas y mecánicas desarrolladas han tenido lugar, no obstante, con la intervención de fluidos contenidos en poros o fracturas de las rocas, pero la cantidad total de éstos representa solo una pequeña fracción en relación a la masa total.

2. Agentes del metamorfismo

- Temperatura: muchas rocas metamórficas son el resultado de la temperatura, acompañado esto, frecuentemente, por cambios en otros agentes. La elevación de la temperatura puede ser ocasionada por la inyección de magma (metamorfismo de contacto o térmico), o por un emplazamiento profundo en una zona de subducción entre placas tectónicas (metamorfismo de soterramiento), o por un aumento en la velocidad del flujo calórico. El rango de temperatura en el metamorfismo varía de 250 a 750°C. Recordar el concepto de gradiente geotérmico, que dice que la temperatura aumenta 1°C cada 33m de profundidad, o sea, aproximadamente 3°C cada 100 m.
- Presión: como consecuencia del aumento de la profundidad de soterramiento de una roca se produce un aumento de la presión ejercida por la carga suprayacente, la que se denomina **presión de carga**. El aumento de la presión de carga es de 250 a 300 bars por km. de profundidad dependiendo de la densidad media de las rocas. En general se admite que esta presión es de tipo hidrostática, es decir, en todas direcciones, por ello también se denomina como **presión litostática**. Este tipo de presión, en general, no supera los 10.000 bars.

Las rocas sólo se deforman continuamente y plásticamente cuando están sometidas a diferencias tensionales de suficiente magnitud. Entonces, una deformación permanente (por ejemplo

un pliegue) nos da la prueba que dichas rocas han estado sometidas a un estado tensional no litostático, donde las tres componentes principales de la tensión no son iguales y ésta es denominada **presión stress o dirigida**.

La magnitud de estas tensiones se ha determinado en forma experimental, alcanzando valores de 2.300 a 3.000 bars. Pero se debe tener presente que a medida que aumenta la temperatura las rocas se deforman con mayor facilidad. Entonces, al entrar en juego esta otra variable, los valores de presión disminuirán. En general, se puede despreciar los efectos de la presión stress cuando se trate de un metamorfismo profundo, pero sí tendrá suma importancia en metamorfismos relativamente someros.

- Fluidos: actúan como catalizadores de las reacciones en sólido de las rocas. Es un control importante pues son químicamente activos y unidos a otros agentes tienden a establecer el equilibrio químico en los procesos de recristalización que dan lugar al metamorfismo. Entre los fluidos más habituales que aparecen se encuentran el agua, dióxido de carbono, boro y cloro.
- Tiempo: los procesos metamórficos, en general, se producen en un tiempo geológico del orden de la centena de millones de años (metamorfismo regional), con valores de 200 a 800 millones de años. En otros casos, pero en mucha menor medida, son procesos muy rápidos, casi instantáneos, como en el metamorfismo dinámico.

3. Tipos de metamorfismo

Las rocas metamórficas se presentan en unos pocos ambientes geológicos y los tipos de metamorfismo pueden ser definidos en términos de criterios de campo y de asociaciones mineralógicas, sin tener en cuenta las causas y las condiciones de los fenómenos que todavía son imperfectamente conocidos.

Sobre esta base podemos reunir a los diferentes tipos de metamorfismo en dos grandes grupos:

- 1) Metamorfismo local: está restringido a áreas no muy extensas.
 - a) Metamorfismo de contacto o térmico: se presenta en zonas limitadas (aureolas) adyacentes a masas de rocas ígneas plutónicas. Las aureolas metamórficas o de contacto se pueden extender desde centímetros hasta centenares de metros. El agente determinante de este tipo de metamorfismo es la temperatura.

b) Metamorfismo dinámico o cataclástico: se localiza en zonas de intensa dislocación como ser zonas de falla y zonas con intenso plegamiento. Su principal control es la presión stress.

2) Metamorfismo regional: abarca grandes áreas.

a) Metamorfismo dinamo térmico: se desarrolla en áreas de cientos o miles de km² con variaciones importantes tanto de la presión de carga (litostática) como de la temperatura. Se ubica en las raíces de los plegamientos y en los escudos continentales precámbricos.

b) Metamorfismo de soterramiento: a diferencia del anterior, la temperatura permanece relativamente constante, entre 400 y 600°C, produciéndose solo importantes variaciones en los valores de la presión de carga, asociado a las zonas de subducción entre placas tectónicas.

El concepto de **series o secuencias metamórficas** implica una secuencia de rocas que se inicia con una roca no metamórfica (ígneas o sedimentaria) que se ve afectada por los agentes metamórficos (presión, temperatura, soluciones y tiempo geológico) para dar como productos finales rocas metamórficas estables en las nuevas condiciones de presión y temperatura reinante.

Se pueden diferenciar cuatro series metamórficas:

- Serie pelítica o arcillosa
 - ~ Roca preexistente: arcilla o lutita (sedimentaria)
 - ~ Roca metamórfica: filita → esquistos → gneis

- Serie básica
 - ~ Roca preexistente: gabro o basalto (ígneas)
 - ~ Roca metamórfica: anfibolita

- Serie silícica
 - ~ Roca preexistente: arenisca silícica (sedimentaria)
 - ~ Roca metamórfica: cuarcita

- Serie calcárea
 - ~ Roca preexistente: calcáreo (sedimentarias)
 - ~ Roca metamórfica: mármol y cipollin

Niggli (1924) reconoce tres zonas de la corteza terrestre en donde se forman las rocas metamórficas. Estas se basan en la profundidad del metamorfismo y la composición química de los minerales constituyentes:

- a) Epizona o zona superior: se caracteriza por sus condiciones de esfuerzo cortante intenso (presión stress) y baja temperatura, en general, menor a 300°C. Presión litostática de poca importancia. Un mineral típico de esta zona es el talco. Rocas: talco, esquistos y filitas.
- b) Mesozona o zona intermedia: se define como un ambiente en el cual la presión stress y la temperatura son mayores que en la zona anterior (temperatura entre 300 y 500°C). Comienza a tener mayor influencia la presión litostática. Aparecen las micas (biotita y muscovita). Roca: micaesquistos.
- c) Catazona o zona inferior: se caracteriza por sus elevadas temperaturas (500 a 700°C) y las presiones son de tipo litostática. Aparece la ortosa y los anfíboles. Las rocas características de esta zona son las anfibolitas y los gneises.

Como se puede observar, en realidad las tres zonas no se definen tanto por la profundidad sino por las condiciones de presión y temperatura. A pesar de las objeciones que se hacen respecto de la vaguedad de los límites y de las características, el concepto de las zonas metamórficas ha continuado en uso general.

La intensidad del metamorfismo depende del vigor con que actúan los agentes metamórficos (presión y temperatura, especialmente); es así que es frecuente hablar de un metamorfismo débil, medio o alto, donde en el primer caso las transformaciones entre la roca no metamórfica y la metamórfica que se origina son poco perceptibles, ejemplo Pelita → Filita.

En el otro extremo, alto grado, muy diferentes la roca preexistente y la metamórfica, ejemplo: gneis, y de medio, los esquistos, son los ejemplos típicos en la serie pelítica o arcillosa.

A continuación definiremos algunos términos de uso habitual en el campo de las rocas metamórficas:

- Esquistosidad: se refiere a la orientación paralela a subparalela de minerales esencialmente planares como las micas.
- Foliación o bandeo: es la alternancia entre capas claras y oscuras de diferentes minerales. Las capas oscuras pueden estar formadas por minerales prismáticos o laminares. Ejemplo: gneis.
- Lenticidad: formación de planos debido a la disposición paralela de minerales de forma lenticular. Ejemplo: gneis de ojos.

Por último, mencionaremos dos características generales de las rocas metamórficas que nos permitirán reconocerlas en la práctica, tanto en el campo como en muestras de mano:

- 1) *las rocas metamórficas presentan ordenamiento* para diferenciarlas de las ígneas.
- 2) *las rocas metamórficas presentan un brillo diferencial entre sus caras* siempre en muestras "frescas", es decir no alteradas. Esto último nos permite diferenciarlas de las sedimentarias, que pueden presentar ordenamiento, pero no presentan brillo o es homogéneo en todas sus caras.