

# 5

## Rocce magmatiche o ignee

Le rocce **magmatiche**, note anche col nome di *igneo* o *eruttive*, derivano da un magma, cioè da una roccia fusa.

La temperatura, all'interno della Terra, cresce fino a oltre 4000 °C, un valore che sarebbe sufficiente a far fondere tutte le rocce che conosciamo. La pressione, però, cresce anch'essa all'aumentare della profondità e, facendo innalzare il punto di fusione, impedisce il passaggio allo stato liquido. La Terra quindi è sostanzialmente solida fino a circa 3000 km di profondità, dove inizia il nucleo esterno, che si comporta come un liquido.

Lo studio di alcuni minerali ha dimostrato che le lave risalgono da profondità comprese entro i primi 100 km e che alcuni tipi di lava risalgono anche da zone tra i 100 e i 250 km: si devono verificare particolari condizioni che determinano la fusione, almeno parziale, di rocce del mantello e della crosta che normalmente sono molto calde, ma solide.

### 5.1 Rocce magmatiche intrusive ed effusive

Un **magma** è un materiale fuso che si forma per cause diverse all'interno della crosta o della parte alta del sottostante mantello, a profondità variabili (in gran parte dei casi, come sopra ricordato, tra i 15 e i 100 km). Tali masse fuse, di dimensioni anche enormi, sono miscele complesse di silicati ad alta temperatura, ricche di gas in esse disiolti.

Se, dopo la sua formazione, il magma subisce un raffreddamento, inizia un processo di cristallizzazione: dal fuso si separano via via, secondo il loro punto di fusione, vari tipi di minerali, dalla cui aggregazione finale risulterà formata una nuova roccia.

Le **rocce magmatiche** vengono suddivise in due gruppi.

- Le **rocce intrusive** (o **plutoniche**), si originano da magmi che solidificano in profondità, circondati da altre rocce; esse si formano quando vi è l'impossibilità, per la massa fusa, di giungere in superficie.
- Le **rocce effusive** si originano, invece, quando la massa magmatica, spinta dalla pressione dei gas in essa disiolti, trova una via di risalita, sfruttando fratture nella crosta o contribuendo a crearne di nuove, e giunge così a traboccare in superficie, dove solidifica all'aria libera.

Le rocce intrusive e le rocce effusive presentano caratteristiche abbastanza diverse, anche se con una semplice osservazione a livello macroscopico non è sempre facile distinguere. La soluzione del problema è stata fornita dalla Petrografia, che ha messo in luce come avviene il passaggio dal materiale fuso a una roccia solida.

Nel caso delle **rocce intrusive**, poiché il magma si trova fermo entro la crosta, circondato da altre rocce che fanno da isolante termico, il raffreddamento avviene in tempi molto lunghi. In tali condizioni, tutto il fuso arriva a cristallizzare e la roccia che



Figura 22

**Campione di granito, una tipica roccia intrusiva, segato e lucidato.** I granuli grigi, traslucidi, sono di quarzo, i grossi cristalli rosa sono di ortoclasio, quelli bianchi di plagioclasio e quelli nerastri (opachi) di mica e di anfibolo. [Dipart. Scienze della Terra, Università «Sapienza», Roma]

ne deriva è interamente formata da cristalli di grandi dimensioni, in genere visibili ad occhio nudo.

Le rocce intrusive presentano una **struttura granulare olocristallina**, come quella dei graniti (→ Figura 22). Le masse fuse di tipo granitico, generate a qualche decina di chilometri di profondità, danno origine ad ammassi di rocce durissime, i **batoliti**, lunghi anche migliaia di chilometri e larghi centinaia di chilometri. Questi ammassi possono arrivare alla superficie terrestre grazie alla combinazione dei movimenti della crosta e della lenta demolizione delle rocce sovrastanti, che vengono asportate dagli agenti esogeni (→ Figura 23).



**Mantello** Uno degli involucri concentrici della struttura interna della Terra. È situato sotto la crosta e al di sopra del nucleo, e ha uno spessore di circa 2900 km.

Figura 23

**Questi rilievi (Yosemite National Park) sono una piccola parte del gigantesco batolite di granito che costituisce quasi per intero la Sierra Nevada, in California.** Dopo la sua messa in posto (fra i 100 e gli 80 milioni di anni fa), il batolite si sollevò lentamente; in milioni di anni l'erosione ha smantellato le rocce che lo coprivano. Il rilievo sulla destra è l'*Half Dome* («mezza cupola»); la metà cupola «mancante» è franata dopo il ritiro di un ghiacciaio che colmava la valle. [P. Langereis/Shutterstock]

Nel caso delle **rocce effusive**, invece, il magma risale fino in superficie, dove trabocca come lava. In tal caso la temperatura passa rapidamente da circa 1000 °C a quella ambiente e la pressione scende in brevissimo tempo da valori di diverse migliaia di atmosfere a quelli ordinari. In questo modo gas e vapori si disperdono nell'aria e la massa fluida viene allora chiamata **lava**. Solo una piccola parte della massa magmatica originaria, finché è ancora in profondità o mentre sta risalendo, si trasforma in cristalli di dimensioni apprezzabili. Il resto consolida invece quando arriva in superficie e lo fa così rapidamente che i cristalli non hanno tempo di accrescendersi. Si forma così un mosaico di cristalli minuscoli, visibili solo al microscopio (→ **Figura 24**), oppure una massa omogenea almeno in parte vettrosa, poiché gli atomi e i gruppi di atomi non hanno avuto tempo di organizzarsi in reticolii cristallini (→ **Figura 25**); il *vetro*, infatti, è una sostanza *amorfa*, cioè non cristallizzata, che si forma per rapido raffreddamento di un fuso silicatico.

Le rocce effusive presentano **struttura porfirica** (dal nome di una delle più tipiche rocce effusive, il *porfido*), in cui alcuni cristalli della grandezza di almeno qualche millimetro, detti *fenocristalli*, si presentano in una *pasta di fondo*, formata di cristalli piccolissimi o in parte amorfa (→ **Figura 26**). In casi particolari, tutta la massa è vettrosa: sono le *ossidiane* o «vetri vulcanici» (rivedi la figura 25).



Figura 24

**Il basalto è una roccia magmatica effusiva di tipo cristallino.** È composto prevalentemente da plagioclasio, feldspato e pirosseno, i cui cristalli sono riconoscibili soltanto al microscopio. [agefotostock/Alamy/IPA]

## 5.2 Classificazione dei magmi

I magmi (e le lave che ne derivano) possono avere composizioni chimiche diverse, per cui la cristallizzazione può portare a rocce che differiscono tra loro per i tipi di minerali in esse aggregati.

La distinzione tra i vari tipi di magmi si basa sul loro contenuto in silice. La silice è il composto chimico  $\text{SiO}_2$  e può cristallizzare come *silice libera* formando il minerale *quarzo*. La *silice combinata* indica invece, nelle analisi chimiche dei minerali silicatici, la quantità totale di silicio e di ossigeno che, legati in tetraedri, si combinano con altri elementi.

Su tale base, i magmi si dividono in:

- *magmi acidi* o *zialici* (ricchi in silice);
  - *magmi neutri* o *intermedi*;
  - *magmi basici* o *femici*;
  - *magmi ultrabasici* (poverissimi in silice). Si faccia attenzione al significato specifico che viene dato, in questo contesto, ai termini *acido* e *basico* (cioè: ricco o povero in silice), diverso da quello usuale quando ci si riferisce a reazioni chimiche.
- I **magmi acidi**, ricchi in Si (silicio) e Al (alluminio), danno origine a rocce con densità intorno a 2,7 g/cm<sup>3</sup>, povere di silicati, ricche di alluminosilicati e di una certa quantità di silice libera ( $\text{SiO}_2$ ), che solidifica in granuli di quarzo. In totale, la silice arriva a oltre il 65% in peso. Tali rocce sono dette **acide** o **zialiche** (dalle iniziali di silicio e alluminio).



Figura 25

**L'ossidiana è una roccia magmatica effusiva di tipo amorfico.** È una sostanza «vettrosa» di colore nero, verde o rosso, nella quale gli atomi non si dispongono ordinatamente in reticolii cristallini. [mahirart/Shutterstock]

• I **magmi neutri** hanno una composizione intermedia (dal 52 al 65% in peso di silice) e danno origine a rocce **neutre**: la loro densità è superiore a quella delle rocce acide e mostrano un rapporto equilibrato fra alluminosilicati e silicati.

• I **magmi basici** hanno una quantità bassa di silice (inferiore al 52%) ma sono relativamente ricchi in Fe (ferro), Mg (magnesio) e Ca (calcio). Essi danno origine a rocce in genere scure (dal verde al grigio scuro e al nero), con densità prossima a 3 g/cm<sup>3</sup>, ricche di silicati e prive di silice libera. Tali rocce sono dette **basiche** o **femiche** (dalle iniziali di ferro e magnesio).

• Nei **magmi ultrabasici** la percentuale di silice è inferiore al 45% in peso. Le rocce cui danno origine sono dette **ultrabasiche** o **ultrafemiche**: sono tutte di colore molto scuro, hanno densità elevata (3 g/cm<sup>3</sup> o superiore) e sono formate essenzialmente da silicati di Fe e Mg.

A parità di altre condizioni (temperatura, pressione), i magmi acidi sono molto più viscosi di quelli basici (cioè presentano una maggiore resistenza allo scorrimento). A titolo di esempio, le lave riolitiche hanno una viscosità 10 000 volte maggiore di quella delle lave basaltiche. Anche i minerali ricchi in Si e Al sono detti *zialici*; quelli ricchi di Fe, Mg e Ca sono detti *femici*. La → **Tabella 4** elenca i minerali che con la loro abbondanza o scarsità (o assenza) caratterizzano i vari tipi di rocce magmatiche.

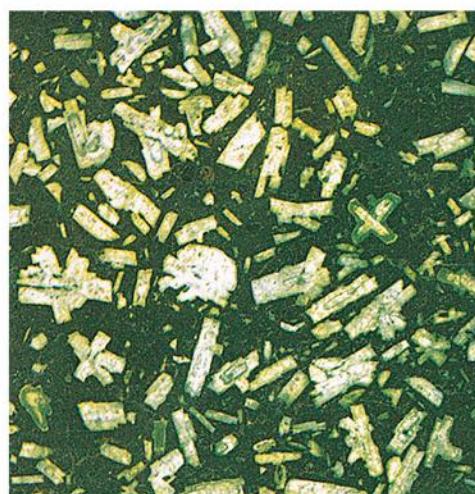


Figura 26

**Il «porfido verde di Grecia», o serpentino.**

Questa pietra ornamentale è un'andesite, con fenocristalli di plagioclasio bianco-verdastro (formatisi mentre il magma stava risalendo) immersi in una pasta di fondo verde cupo (formatasi dopo l'effusione in superficie). [Dipart. Scienze della Terra, Università «Sapienza», Roma]