

AIO



Roberto Marrone

**Componenti organici e inorganici  
in uso nell'opera d'arte**

La pietra, la ceramica, il metallo, il legno, la carta  
I pigmenti ed elementi di fotografia applicata all'opera d'arte



Copyright © MMXVI  
Aracne editrice int.le S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Quarto Negroni, 15  
00040 Ariccia (RM)  
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-9197-5

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: marzo 2016

*A mia moglie Adriana*



# Indice

<i>Prefazione</i>	7
Capitolo 1. La pietra	9
Capitolo 2. La ceramica nell'arte	67
Capitolo 3. Il metallo e le sue leghe	83
Capitolo 4. Il legno nell'arte	103
Capitolo 5. Deterioramento della carta	131
Capitolo 6. Luce-colore e pigmenti	141
<i>Bibliografia</i>	193





# Prefazione

*Dipingo con i colori  
gli attimi di vita.  
Tristezza cresciuta nel tempo.*  
R. MARRONE

Questo manuale si basa sull'esperienza acquisita durante gli studi nel campo della storia dell'arte e del deterioramento bio-fisico-chimico che i materiali subiscono nel tempo. *Componenti organici e inorganici in uso nell'opera d'arte* è rivolto agli studenti della scuola secondaria di secondo grado dei Licei Artistici e Classici ad indirizzo Beni Culturali, e agli studenti dei corsi di laurea triennale in Conservazione dei Beni Culturali. Il volume è comunque indirizzato a coloro che si interessano al degrado dei manufatti d'arte.

Si è adottato un linguaggio semplice, limitando l'uso di formule, tipico di un linguaggio scientifico specialistico, affinché coloro che per la prima volta studiano i materiali usati nell'opera d'arte non debbano affrontare un lavoro mnemonico, ma una lettura che inviti a conoscere una serie di informazioni sui materiali utilizzati dagli artisti come espressione della capacità umana. Nel testo, si parla infatti dei principali materiali usati dagli artisti, come il marmo, il bronzo, il legno, la carta e i pigmenti, facendo riferimenti alle caratteristiche fisiche e chimiche e al degrado dei manufatti dovuto agli inquinanti biotici e abiotici. Nel manuale è presente una iconografia che facilita la comprensione del testo e cenni di diagnostica per immagini.



## Capitolo 1

# La pietra

### 1.1. Richiami introduttivi sulla composizione della materia

Osservando la natura che ci circonda, siamo colpiti da innumerevoli oggetti inanimati e da splendide forme animate, come un cane, un cavallo, un albero, un fiore, una scultura di marmo di Michelangelo, oppure da una delle forme liquide come il mare, i laghi, i fiumi. Esse ci appaiono tutte diverse sia sotto l'aspetto morfologico, sia sotto quello cromatico, e per la loro differenziata organizzazione. Una cosa è però comune a tutte queste forme; la loro massa, che occupa uno spazio, ovvero un volume, il che ci suggerisce che tutto quello che ci circonda è fatto di materia.

Com'è noto la chimica è una branca delle scienze naturali che si occupa di studiare le proprietà della materia.

Ricordiamo qui che per conoscere la composizione chimica della materia e la differenza della costituzione delle masse differenti, come l'albero, il mare, etc., dobbiamo interrogare i metodi dell'analisi chimica, che attraverso metodi specifici di indagine può giungere a identificare i "mattoni" che costituiscono la materia di cui tutto l'universo è fatto; ovvero gli atomi.

L'atomo invece lo possiamo definire come una particella elementare che è alla base della costituzione della materia. Tutti gli atomi devono avere una natura elettrica, e pertanto sono, a loro volta, formati da tre particelle fondamentali, di cui due presentano carica elettrica opposta, ed una è priva di carica. Tali particelle sono: il Protone, il Neutrone, e l'Elettrone, e tutte e tre possiedono caratteristiche che le differenziano l'una dall'altra.

Il Protone possiede una carica positiva ed una massa (in grammi) di  $1,672 \cdot 10^{-24}$ ; la carica positiva ha un valore di  $+1,67 \cdot 10^{-19}$  Coulomb; ed il Neutrone non presenta cariche elettriche, ma una massa in grammi pari a  $1,675 \cdot 10^{-24}$ ; questa particella è definita, pertanto neutra.

Ricordiamo pure che l'insieme dei neutroni e dei protoni forma la parte centrale dell'atomo, definita nucleo; i neutroni e i protoni, pur avendo una

massa quasi uguale, si differenziano per la presenza delle cariche elettriche che nel protone sono positive. L'elettrone presenta invece una carica elettrica negativa di  $-1,67 \cdot 10^{-19}$  Coulomb, ed una massa in grammi pari a  $9,110 \cdot 10^{-28}$ .

Gli elettroni si muovono rapidamente intorno al nucleo su delle orbite dislocate ad una distanza relativamente enorme.

L'atomo poi presenta alcune proprietà fondamentali, quali: quella che in condizioni normali il numero degli elettroni deve essere sempre uguale al numero dei protoni; ed in tali condizione l'atomo risulta elettricamente neutro, cioè né positivo né negativo.

Un'altra proprietà fondamentale dell'atomo è che gli atomi non sono tutti uguali come grandezza, ma vi sono atomi piccoli, come quello dell'idrogeno e del litio, ed atomi grandi come quello del piombo etc.; ciò dipende dal numero dei protoni presenti nel nucleo.

## 1.2. Materiali lapidei

### *I minerali*

I minerali presentano proprietà fisiche ben determinate, come l'isotropia, che caratterizza quei minerali nei quali l'indice di rifrazione, la conducibilità termica e la conducibilità elettrica sono uguali in tutte le direzioni.

Sono isotropi quei minerali che presentano uno stato amorfo, ossia privo di forma cristallina. I minerali anisotropi sono invece quelli che presentano differenti proprietà fisiche nelle diverse direzioni.

Possiamo considerare il concetto di isotropia e di anisotropia con i due seguenti esempi:

Consideriamo il primo esempio, ossia quello dell'isotropia: riscaldando una sfera di vetro amorfo, si osserva che la sfera si trasforma in una sfera di maggiori dimensioni pur conservando la forma sferica. Questo esperimento ci suggerisce che la dilatazione è uguale in tutte le direzioni.

Ora consideriamo il caso dell'anisotropia: riscaldando una sfera ricavata da un cristallo di quarzo, si osserva che la sfera si dilata in misura diversa nelle diverse direzioni, assumendo una forma ovoidale.

Lo studio sui minerali ci porta a considerare che questi sono dei solidi ionici, ossia solidi che tendono a formare ioni positivi o ioni negativi, e che in ogni minerale si associano elementi con cariche diverse.

Nella maggior parte dei composti che formano la terra solida, l'ossigeno si comporta come ione negativo, mentre gli elementi come il potassio, il sodio, il calcio, il ferro, il silicio, il magnesio e l'alluminio, si comportano

come ioni positivi. E ciò può spiegare come la crosta terrestre pur costituita da molti elementi chimici, per il 98% è costituita da soli otto elementi presenti in percentuali differenziate come riportato in (Fig. 1)

Inoltre le dimensioni dello ione ossigeno negativo è maggiore dei rispettivi elementi citati nella (Fig. 2) che segue.

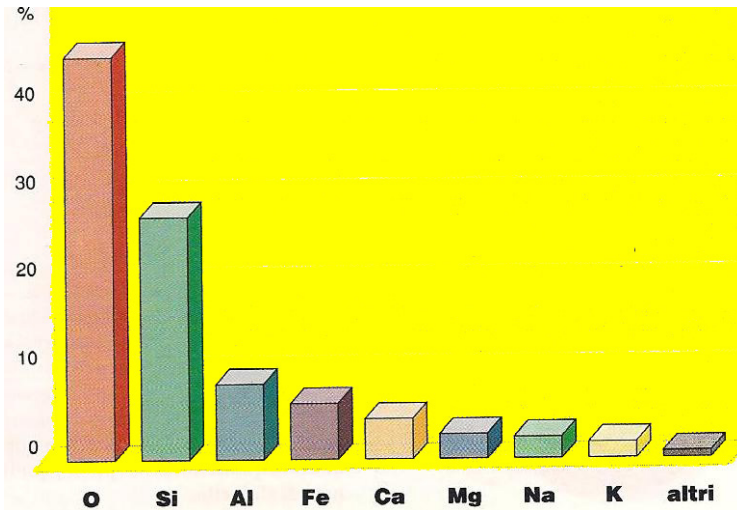


Fig. 1. Gli elementi chimici più presenti nella crosta terrestre.

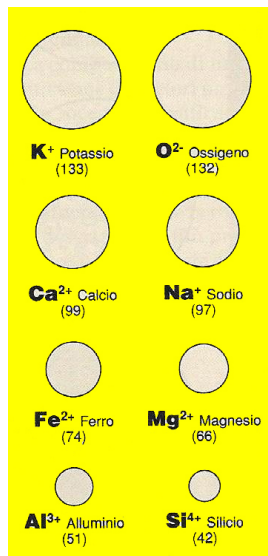


Fig 2. Gli ioni più comuni nei minerali.

Nella classificazione dei minerali lo ione negativo predomina; per esempio nel caso dell'ossigeno, che si combina con gli ioni positivi, i minerali che si ottengono sono detti ossidi.

In altri casi l'ossigeno si combina con il silicio formando uno ione poliatomico con carica complessiva negativa, comportandosi come uno ione negativo.

Gli ioni poliatomici più importanti sono, ad esempio, lo ione silicato  $\text{SiO}_4^{-4}$ , lo ione carbonato  $\text{CO}_3^{-2}$ , lo ione solfato  $\text{SO}_4^{-2}$ .

I minerali che contengono questi ioni poliatomici sono chiamati: silicati, carbonati, solfati.

I silicati sono i componenti principali della crosta terrestre, e sono caratterizzati dalla complessità delle strutture di unione dei tetraedri  $\text{SiO}_4$  in molti modi, nonché dalla possibilità di sostituire ioni  $\text{Si}^{4+}$  con ioni simili  $\text{Al}^{3+}$ . La struttura dei diversi modi dipende come il singolo tetraedro configurato in (Fig. 3), si leghi con gli altri tetraedri formando così silicati a tetraedri singoli, come il caso dell'olivina, o a tetraedri a catena singola, o a catena doppia o a struttura a piani e/o a struttura tridimensionale (Fig. 4).

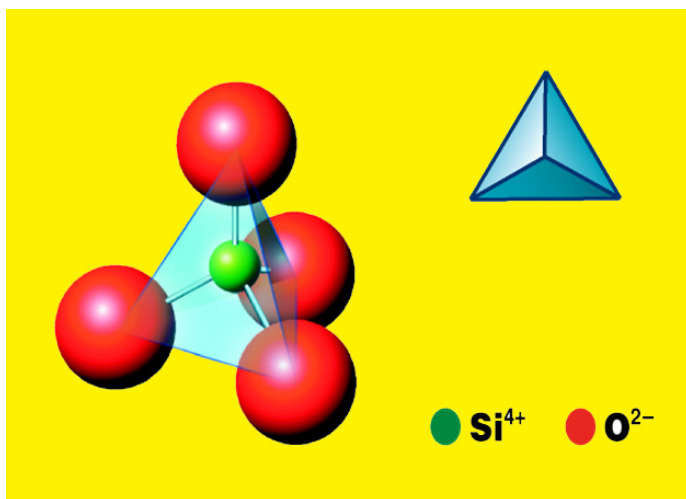


Fig. 3. Nella figura lo ione negativo di questi minerali è lo ione silicato  $\text{SiO}_4^{-4}$ , uno ione poliatomico formato da un atomo di silicio è legato a quattro atomi di ossigeno.

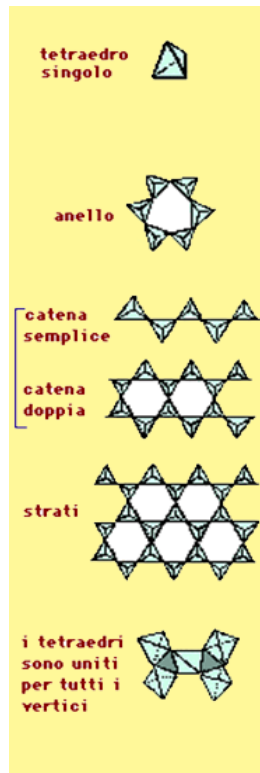


Fig. 4. La figura presenta i vari aspetti della struttura del silicato.

I minerali presentano generalmente delle forme geometriche poliedriche regolari, cioè come un solido geometrico con facce, spigoli e vertici, forma detta abito cristallino, e tali configurazioni vanno dalla semplice forma a cubo a quelle piramidali triangolari o esagonali; queste forme si originano nella fase di cristallizzazione del minerale, ossia quando questa fase si forma liberamente in un mezzo gassoso o liquido, ossia dove le facce del minerale sono libere di formarsi senza incontrare ostacoli.

La struttura interna di un cristallo è caratterizzata da una disposizione degli atomi nello spazio tale che una stessa configurazione si ripeta a intervalli regolari nelle tre dimensioni: tale struttura prende il nome di reticolo cristallino.

La verifica sperimentale della struttura cristallina del minerale e dalla struttura a livello atomico, si ebbe nel primo decennio del secolo scorso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nel 1912 il fisico tedesco Max von Laue sottopose un cristallo di solfato di rame ai raggi X.

con la scoperta della diffrazione dei raggi X, importante diagnostica generale.

Consideriamo la struttura di un cristallo di salgemma (il nostro sale da cucina  $\text{NaCl}$ ). (Fig. 5); esso può essere considerato come una struttura formata da grandi sfere anioniche di cloro, tra le quali si inseriscono delle sfere più piccole cationiche di sodio in modo che le cariche negative del cloro e quelle positive del sodio si annullino.

Questa organizzazione permette di individuare la cella elementare che ha la forma cubica.

Questa cella nello spazio determina il reticolo cristallino, ai cui vertici si trovano gli elementi che costituiscono il minerale.

Il principio della diffrazione dei raggi X è il seguente:

Osservando la (Fig. 6), notiamo che vi è una sorgente di raggi X, un cristallo da esaminare, ed una lastra fotografica.

Il fascio dei raggi X parte dalla sorgente con raggi paralleli, poi passa attraverso il campione ove avviene la diffrazione, ossia dove le radiazioni vengono deviate in varie direzioni in modo da produrre sulla lastra fotografica una figura formata da piccole macchie.

Tutti i cristalli che si trovano in natura possiedono una struttura reticolare che dipende dalla forma della cella elementare, grazie alla possibilità di essere evidenziata dai raggi X.

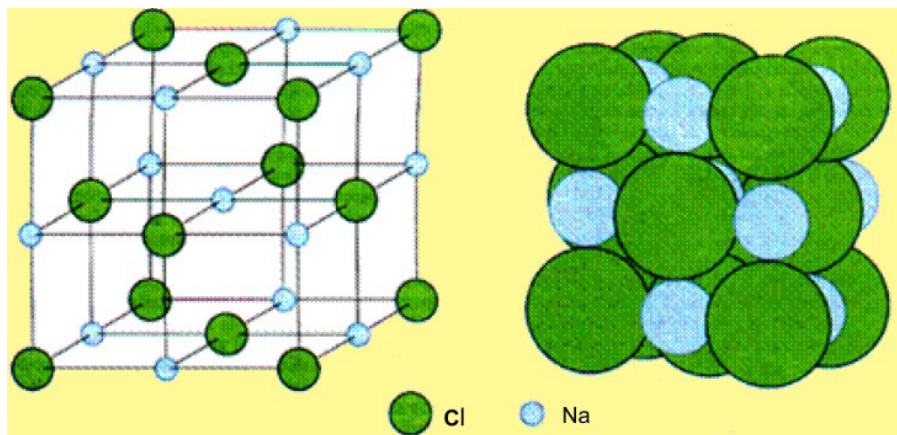


Fig 5. struttura cristallina cubica del Salgemma.



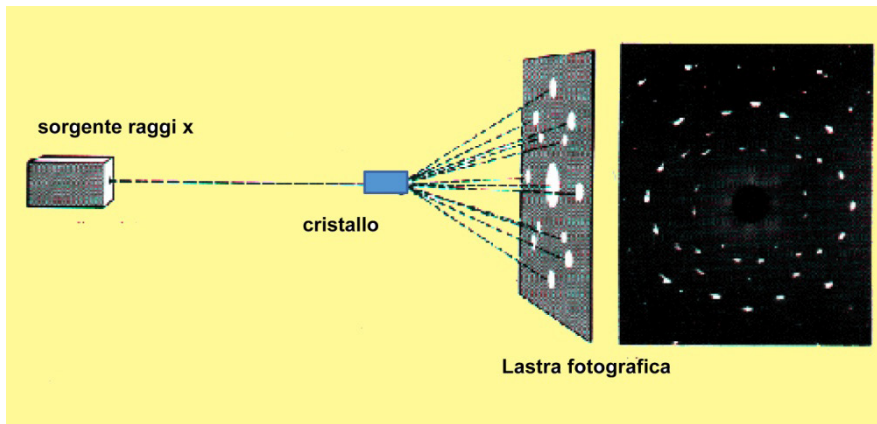


Fig. 6. Diffrazione ai raggi X di un cristallo.

### 1.3. Le rocce

Le rocce presenti in natura derivano da processi petrogenetici che possono essere suddivisi in: processo magmatico, processo sedimentario, processo metamorfico.

Tutte le rocce sono costituite da un aggregato naturale di uno o più minerali che, in gran massa costituiscono parte della crosta terrestre.

Possiamo, invece definire il minerale quel corpo inorganico che forma parte delle rocce e che nell'insieme costituiscono la crosta terrestre.

Le rocce vere e proprie sono in sostanza dei sistemi di aggregazione di uno o più minerali che costituiscono parte integrante della crosta terrestre. Quindi le rocce possono essere formate unicamente o in prevalenza da una sola specie di minerale, come per esempio il calcare, che è costituito da calcite. Questo tipo di roccia è detta semplice, mentre composta è invece una roccia formata da due o più specie di minerali, come per esempio il granito che è formato quasi sempre da quarzo, da mica e da feldspato.

La struttura di una roccia dipende dalla forma e dalle dimensioni dei minerali che compongono la roccia; essa può essere cristallina, vetrosa, clastica.

La tessitura di una roccia, invece, dipende dallo stato di coesione e di continuità dei minerali che la compongono per cui la roccia può essere massiccia o scistosa o compatta o sferoidale.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Una roccia è detta massiccia quando i minerali sono mescolati senza una direzione

Tutte le rocce che affiorano sulla crosta terrestre, in base alla loro genesi (Fig. 7) si possono classificare in tre processi chimico-fisici fondamentali; ovvero in:

- Rocce magmatiche** o ignee per cristallizzazione da un fuso magmatico;
- Rocce sedimentarie** per precipitazione da una soluzione;
- Rocce metamorfiche** per ricristallizzazione allo stato solido.

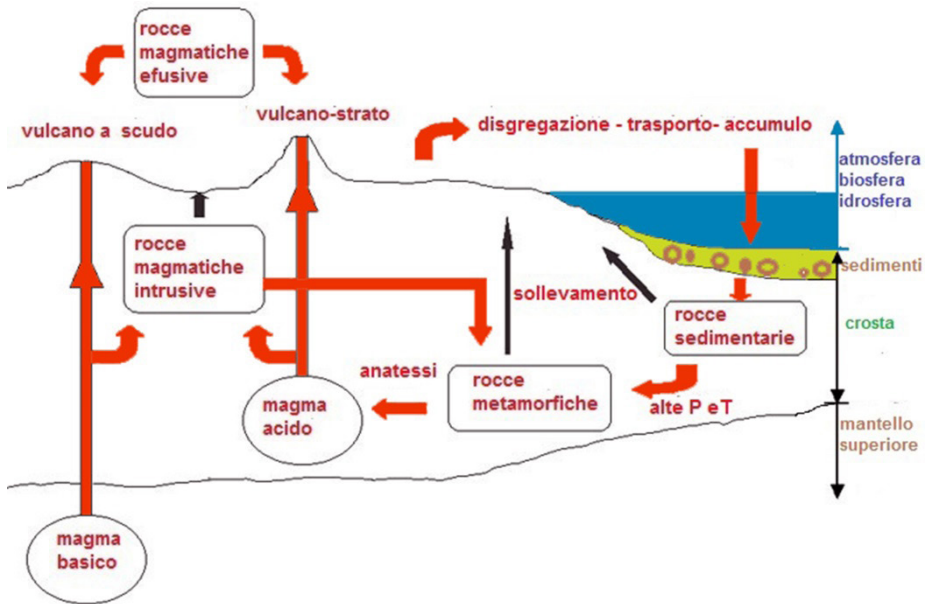


Fig. 7. Ciclo geochimico delle rocce.

Le **rocce magmatiche** possono essere classificate in relazione al fatto che derivino da un magma che si è raffreddato e consolidato con un processo lento e graduale nell'interno della terra, processo che porta alla formazione di strutture cristalline ben definite, chiamate rocce intrusive o plutoniche<sup>3</sup>. Le rocce magmatiche intrusive presentano cristalli visibili a

prevalente, scistosa quando i minerali sono distribuiti nella roccia secondo piani paralleli, sferoidale, quando i minerali si dispongono a strati concentrici, compatta, quando i minerali si trovano nella roccia addensati fra loro.

<sup>3</sup> Le rocce intrusive, sono dette plutoniche se cristallizzano a grande profondità della crosta terrestre, filoniane se cristallizzano ad una profondità intermedia tra la profondità nella quale sono presenti le rocce plutoniche e la superficie vulcanica terrestre.

occhio nudo è sono definite a struttura macrocristallina, come ad esempio il granito (Fig. 8)

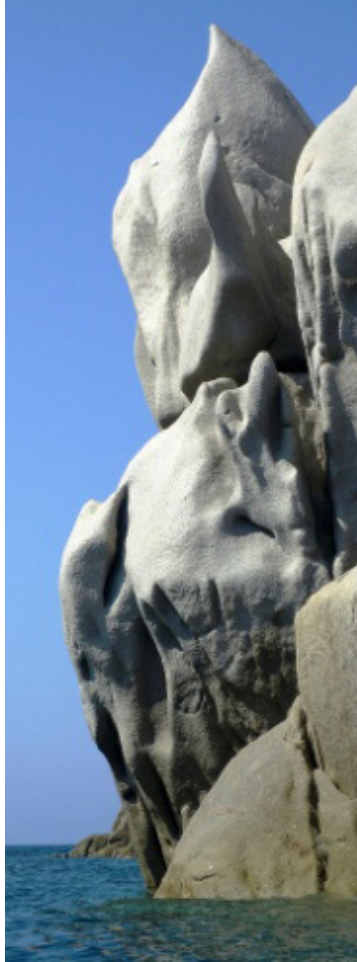


Fig. 8. Capo d'Orso, Sardegna. Scultura della natura in granito.

I graniti sono le più diffuse tra tutte le rocce intrusive. In essi le masse fuse consolidano lentamente dando origine ad ammassi di rocce durissime che prendono il nome di batoliti.

Oltre al granito, altre rocce intrusive da ricordare, sono: la diorite, ed il gabbro, rocce usate a scopo ornamentale in quanto di notevole durezza (Fig. 9).