

# CHE COSA SONO I MINERALI: CLASSIFICAZIONE CHIMICA

(Alessandro Lenzi: [alisanta@interfree.it](mailto:alisanta@interfree.it))

### Premessa

Siete appassionati di mineralogia ma avete poca dimestichezza con le proprietà dei minerali? Le meravigliose forme e colori dei vostri campioni lasciano posto allo sgomento quando vi scontrate con termini come “formula chimica”, “struttura cristallina”, “raggruppamento chimico” etc.? Se così è, allora seguitemi in questa breve e semplice introduzione al mondo della mineralogia: scopriremo insieme i segreti e le arcane alchimie che generano il meraviglioso mondo dei minerali.

### Introduzione

Da un punto di vista scientifico i minerali sono quei corpi naturali caratterizzati da una composizione chimica omogenea e da proprietà fisiche specifiche. Essi, sotto forma di miscela o di aggregati cristallini costituiscono le formazioni solide che formano la crosta terrestre: le rocce. Spesso, siamo portati ad indicare come minerali quei begli aggregati di cristalli che si possono osservare in musei e mostre ed a non riconoscere la natura “minerale” di un pezzo di roccia solo perché non presenta quella ricchezza di forme e grandezza dei cristalli che siamo abituati a vedere. In realtà, in moltissime rocce, se osservate in sezioni sottili ed al microscopio, si possono riconoscere dei cristalli, ognuno

caratterizzato da un proprio colore, forma e proprietà chimico-fisiche; tutto ciò a conferma del fatto che esse sono costituite da minerali. Come si vedrà in seguito, un minerale è caratterizzato da una composizione chimica e da una struttura cristallina, cioè esso è costituito da una ben precisa combinazione di uno o più elementi chimici e possiede delle specifiche regole di organizzazione di questi nello spazio.

Detto ciò possiamo intanto assumere per certo questo concetto sintetico: i minerali compongono le rocce, le rocce costituiscono la crosta terrestre e la crosta è infine la parte solida del globo terrestre. Al riguardo di quest’ultima aggiungiamo che essa è coperta dai mari e la sua superficie esposta all’atmosfera è tradizionalmente e un po’ poeticamente nota come terraferma. In una visione pratica e semplificata potremmo considerare la crosta terrestre come la buccia della terra. Sotto di essa masse di rocce fuse in lento e continuo moto costituiscono il mantello ed ancora più internamente il nucleo terrestre.

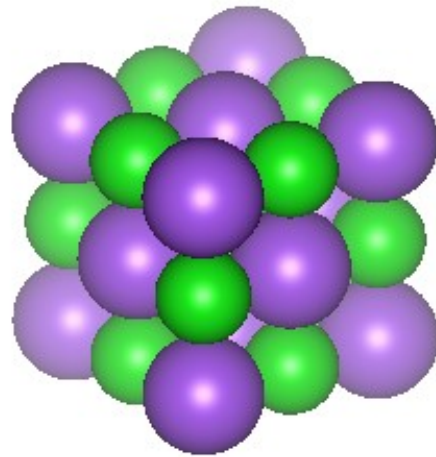
### Classificazione dei minerali

Uno degli aspetti più caratteristici della Natura è la sua varietà. Un animale, un vegetale, una roccia sono molto diversi tra loro, eppure investigando la loro natura si

osserva che sia la “ricetta” con cui vengono messi assieme che gli “ingredienti” (ciò di cui sono composti) sono molto semplici. Una pianta ed un animale infatti, sono entrambi costituiti da cellule, sia pure con struttura diversa, ma la loro composizione chimica è simile: zuccheri, amminoacidi, acidi nucleici. Volendo trovare una parentela tra un minerale ed un essere vivente bisogna accontentarsi di un raffronto meno dettagliato e più microscopico: essi hanno origine da un numero limitato di costituenti, di “mattoni”: gli Elementi chimici.

Confrontando un pezzo di legno o lo zucchero che troviamo in cucina si trova che essi contengono gli elementi Carbonio (C) Idrogeno (H) ed Ossigeno (O); questi due ultimi sono costituenti dell’acqua la cui composizione è indicata con  $H_2O$ . Carbonio ed Ossigeno sono presenti anche nel minerale Calcite ed Aragonite la cui composizione è rappresentata dal simbolo  $CaCO_3$  ( per ogni atomo di Calcio (Ca) si ha un atomo di Carbonio (C) e tre di Ossigeno (O)). Quindi più elementi chimici possono combinarsi a formare le sostanze che conosciamo. E’ evidente che per un minerale, così come per altri corpi naturali, bisognerà indicare quanti e quali elementi lo compongono: tutto ciò viene indicato come la “composizione chimica”.

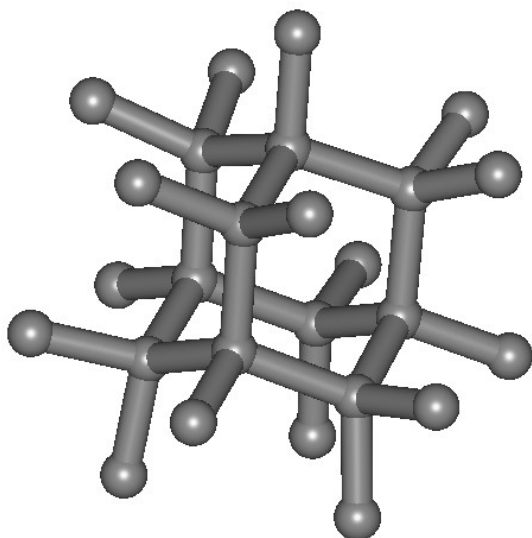
Andiamo avanti affrontando una piccola complicazione; abbiamo appena visto che esistono minerali che hanno la stessa composizione ma sono diversi: Calcite e Aragonite. La composizione chimica ( $CaCO_3$ ) dunque, da sola, non è sufficiente per distinguere i minerali. Questo è dovuto



**Fig. 1:** *reticolo del cloruro di Sodio (NaCl), il comune sale da cucina noto col nome mineralogico di Halite o salgemma.*

al fatto che come nell’esempio scelto di Calcite ed Aragonite i due minerali hanno una diversa struttura cristallina, è diverso cioè l’insieme di regole con cui gli atomi che li costituiscono sono collocati nello spazio. In questo caso, quando le strutture cristalline sono diverse ma, la formula chimica coincide, i minerali sono detti eteromorfi. E’ quindi chiaro che per un minerale è necessario indicare insieme alla formula chimica, la struttura cristallina. Gli atomi, nel cristallo, sono disposti in modo regolare e periodico come si può vedere in figura 1 per il Cloruro di Sodio (NaCl), il comune sale da cucina che costituisce il minerale Halite conosciuto anche come Salgemma.

Allo stesso modo con cui la formula chimica di un minerale indica la regola con cui si combinano tra di loro gli atomi che lo costituiscono così, la classe cristallina a cui appartiene indica la regola con cui questi stessi atomi sono disposti nello spazio. Riassumendo, ogni minerale viene

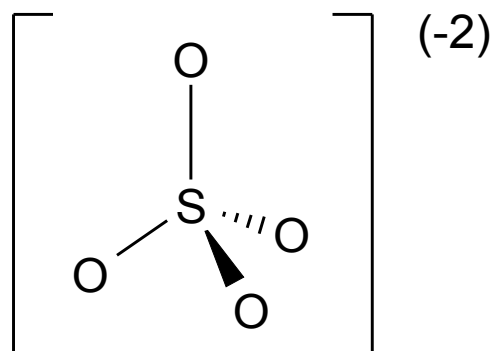


**Fig.2:** *Struttura del diamante - ogni atomo di carbonio è legato ad altri 4 atomi tra i primi vicini in una struttura altamente compatta e con legami distribuiti sull'intero reticolo che determina le grandi proprietà di durezza di questo materiale*

classificato in base ad una classe chimica ed una classe cristallina a cui appartiene, specificando per esso, alcune proprietà come densità e durezza che comunque in linea di principio sarebbero deducibili dalla sole caratteristiche chimiche e cristallografiche. In questo numero affronteremo la classificazione chimica dei minerali lasciando ad una prossima pubblicazione la trattazione della complessa classificazione strutturale dei minerali

### Classificazione Chimica

In natura esistono 90 elementi chimici (numero atomico 1-92), più qualche decina di elementi artificiali, detti transuranici (nella serie di numeri atomici sono esclusi Tecnezio e Promezio di numero atomico 43 e 61 rispettivamente, che sono artificiali). Essi hanno la tendenza a combinarsi tra loro per formare aggregati stabili che prendono il nome di molecole, se composti di un numero



**Fig.3:** *Struttura dello ione solfato - ogni atomo di Zolfo è legato ad altri 4 atomi di Ossigeno. Le regole di completamento della configurazione elettronica rendono questo aggregato elettricamente carico per due cariche negative. Le strutture spaziali in cui sarà presente lo ione solfato dovranno permettere di neutralizzare queste due cariche grazie alla presenza di cationi metallici (cariche positive)*

limitato di atomi o reticoli se composti di un numero elevatissimo di atomi. Per esempio gli atomi di Carbonio possono combinarsi in strutture planari esagonali come si può vedere in figura 4 dando origine alla Grafite, oppure, possono legarsi in una struttura tridimensionale rigida come nel diamante. Tutti e due non sono altro che Carbonio: però che differenza!

Si possono avere anche dei legami tra atomi diversi come tra un atomo di Zolfo e quattro di Ossigeno:  $\text{SO}_4^{2-}$ . L'aggregato riportato in figura 3 è stabile se possiede 2 cariche negative e prende il nome di ione solfato.

La possibilità di formare aggregati elettricamente carichi è importante da un punto di vista mineralogico: infatti cariche positive e negative tendono a disporsi nello spazio per avere la massima interazione elettrostatica formando i Sali. Il Cloruro di Sodio già visto in figura (1) è un sale in cui gli atomi di Sodio portano una carica positiva (cationi) e gli atomi di Cloro possiedono una carica negativa (anioni). Gli

atomi dei due elementi sono disposti nello spazio in un reticolo a simmetria cubica. Continuando con gli esempi, lo ione solfato, che ha due cariche negative può legarsi con 2 cariche positive portate da ioni come  $\text{Ba}^{++}$  (Bario)  $\text{Ca}^{++}$  (Calcio) o da 2 ioni  $\text{Na}^+$  (Sodio). Infatti esistono minerali di formula:

$\text{BaSO}_4$  (Solfato di Bario) : **Barite**

$\text{CaSO}_4$  (Solfato di Calcio) : **Anidrite**

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Solfato di Sodio) : **Thenardite**

I minerali dell'esempio precedente, contenendo lo ione Solfato, prendono il nome di Solfati.

La sostituzione dello ione  $\text{SO}_4^-$  con  $\text{CO}_3^-$  (ione Carbonato) porta ad un'altra classe di composti, i Carbonati, esempi dei quali sono i seguenti minerali:

$\text{BaCO}_3$  Carbonato di Bario : **Witherite**

$\text{CaCO}_3$  Carbonato di Calcio : **Calcite**

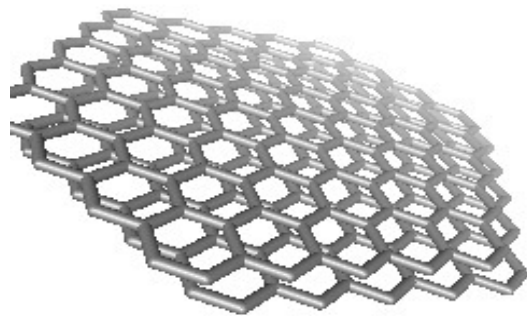
$\text{CaCO}_3$  Carbonato di Calcio : **Aragonite**

$\text{ZnCO}_3$  Carbonato di Zinco : **Smithsonite**

Prendendo spunto dagli esempi precedenti il gioco sembrerebbe semplice; in base all'aggregazione di più atomi o più "frammenti" si possono ottenere tutte le varie classi cristalline. In realtà questo è vero in apparenza, perché ogni elemento chimico possiede una regola di combinazione che è chiamata numero di ossidazione secondo la quale di tutte le combinazioni possibili di uno o più atomi fra loro, ne possono esistere solo quelle in cui la somma dei numeri di ossidazione è nulla o pari alla carica posseduta dallo ione. Inoltre i legami

chimici che si instaurano tra gli atomi non sono esclusivamente di tipo ionico ma avvengono per interazione di elettroni tra atomi diversi e prendono il nome di legami covalenti. A questi si aggiungono altri tipi di interazione interatomica che arricchiscono ulteriormente la tipologia di composti ottenibili rendendo necessario classificare i minerali con criteri in generale più complessi rispetto alla combinazione di cationi e raggruppamenti anionici come negli esempi precedenti.

Nella storia della mineralogia è divenuto necessario procedere ad una classificazione dei minerali in base alla loro composizione chimica e a criteri di appartenenza a classi chimiche indipendenti. Esistono due scuole principali relativamente all'adozione di una



**Fig.4:** *reticolo di grafite. Gli atomi di carbonio sono organizzati in strutture planari sovrapposte in cui ogni atomo è legato ai primi 3 vicini formando una struttura a nido d'ape. Gli strati atomici sovrapposti sono uniti da legami deboli ed originano la facile sfaldabilità della grafite.*

classificazione sistematica dei minerali, la scuola americana e la scuola europea. La scuola americana vede in J.D. Dana il fondatore e maggior rappresentante; il primo

lavoro di J.D. Dana risale al 1837: "System of Mineralogy" a cui seguirono altre 4 edizioni, II (1844), III (1850), IV (1854) e V (1868). La sesta edizione fu riedita e rivista da Edward S. Dana e pubblicata nel 1892. Successivamente si sono avute altre edizioni sino alla attuale ottava edizione intitolata "Dana's System of Mineralogy".

La seconda scuola di mineralogia sistematica è quella europea creata da H. Strunz. In questa trattazione trascureremo completamente la classificazione Dana che comunque utilizza criteri del tutto simili alla classificazione europea, approfondendo il sistema Strunz. La classificazione sistematica secondo Strunz (Mineralogische Tabellen, 1941) rivista da A.S. Povarennykh (1966) e proseguita con varie edizioni sino alla attuale (per una rassegna sulla varie classificazioni invitiamo a visitare il sito [www.dst.unipi.it/ima/commissi/CCM2.html](http://www.dst.unipi.it/ima/commissi/CCM2.html)) prevede di suddividere le varie specie minerali in 9 classi chimiche:

- Classe I : Elementi nativi
- Classe II : Solfuri e Solfosali
- Classe III : Alogenuri
- Classe IV : Ossidi e Idrossidi
- Classe V : Carbonati, Nitrati, Borati
- Classe VI : Solfati, Cromati, Molibdati, Wolframati
- Classe VII : Fosfati, Arseniati, Vanadati
- Classe VIII : Silicati
- Classe IX : Sostanze di natura organica

Per ogni classe verranno di seguito riportate le principali caratteristiche ed i minerali tipici.

### **I: Classe degli Elementi nativi:**

E' costituita da quei minerali composti di un solo elemento chimico. Il Carbonio nelle sue forme: Diamante, Grafite e Carbone è un esempio di Elemento Nativo. Il Carbone in particolare contiene prevalentemente Carbonio amorfo. Sono pure elementi nativi minerali come il Rame, l'Oro il Solfo etc. Una nota su quest'ultimo minerale: l'elemento chimico si chiama Zolfo con la "Z" mentre il minerale si chiama Solfo con la "S"! , anche se, è ormai in uso chiamare entrambi Zolfo.

### **II: Classe dei Solfuri e Solfosali:**

E' costituita da quei sali contenenti lo ione Solfuro  $S^{2-}$  e disolfuro  $S_2^{2-}$  associati a varie specie cationiche quali  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^+$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Pb^{++}$ . Sono esempi di Solfuri i seguenti minerali:

Pirite e Marcasite ( $FeS_2 \Rightarrow$  gruppo  $S^{2-}$ ).

Calcopirite ( $CuFeS_2$  disolfuro di Rame e Ferro).

Galena ( $PbS$  solfuro di Piombo).

Blenda o Sfalerite ( $ZnS$  solfuro di Zinco).

Prendono il nome di Solfosali quei composti di Zolfo e metalli contenenti specie cosiddette semimetalliche come Arsenico (As) Antimonio (Sb) Bismuto (Bi) ed anche Ferro (Fe) Nichel (Ni) e Cobalto (Co). Sono esempi di Solfosali i seguenti minerali:

Proustite ( $Ag_3AsS_3$  solfoarseniuro di Argento).

Boulangerite ( $Pb_5Sb_4S_{11}$  solfoantimoniuro di Piombo).

Bournonite ( $\text{PbCuSbS}_3$  solfoantimoniuro di Rame e Piombo).

Fanno inoltre parte della seconda classe chimica i sali di Selenio e Tellurio (Selenuri, Tellururi).

### III : Classe degli Alogenuri:

Fanno parte di questa classe i sali degli Elementi chimici come Cloro (Cl), Fluoro (F), Iodio (I) che hanno spiccata tendenza a formare cariche negative  $\text{I}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ . Sono esempi di Alogenuri i seguenti Minerali:

Halite (noto anche come Salgemma) ( $\text{NaCl}$  cloruro di Sodio)

Fluorite ( $\text{CaF}_2$  fluoruro di Calcio)

Criolite ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  fluoruro di Alluminio e Sodio)

Silvite ( $\text{KCl}$  cloruro di Potassio)

### IV: Classe degli Ossidi ed Idrossidi

Appartengono a questa classe i minerali composti da uno o più elementi chimici

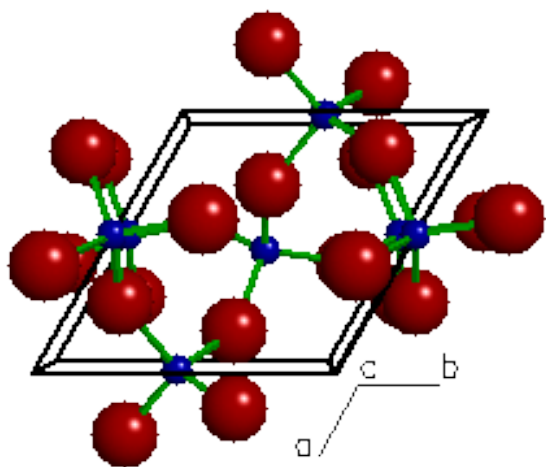


Fig.5: reticolo del Quarzo

combinati con l'ossigeno ( $\text{O}^-$ ) o con lo ione Idrossido ( $\text{OH}^-$ ).

Sono esempi di idrossidi i seguenti minerali:

Ematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ossido ferrico o sesquiossido di Ferro)

Corindone ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  ossido di Alluminio)

Cassiterite ( $\text{SnO}_2$  ossido di Stagno)

Rutilo ( $\text{TiO}_2$  ossido di Titanio)

Quarzo ( $\text{SiO}_2$  ossido di Silicio)

Quest'ultimo minerale non contiene lo ione  $\text{O}^-$  ma è costituito da un reticolo di unità Si e O legate da legami detti covalenti come rappresentato in figura. 5

Sono esempi di Idrossidi i minerali:

Brucite ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$  idrossido di Magnesio)

Goethite ( $\text{FeOOH}$  idrossiossido di Ferro)

Limonite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ossido idrato di Ferro)

Bauxite ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ossido idrato di Alluminio)

### V: Classe dei Carbonati, Nitrati, Borati

Sono questi, dei Sali in cui è presente lo ione  $\text{CO}_3^-$  (Carbonato),  $\text{NO}_3^-$  (Nitrato) o i vari ioni complessi Borato ( $\text{H}_4\text{B}_4\text{O}_9^-$ ,  $\text{H}_6\text{B}_5\text{O}_{12}^-$  etc.) Sono Carbonati i seguenti minerali:

Calcite ( $\text{CaCO}_3$  carbonato di Calcio)

Aragonite ( $\text{CaCO}_3$  carbonato di Calcio)

Cerussite ( $\text{PbCO}_3$  carbonato di Piombo)

Stronzianite ( $\text{SrCO}_3$  carbonato di Stronzio)

Dolomite ( $\text{MgCO}_3$  carbonato di Magnesio)

Rodocrosite ( $\text{MnCO}_3$  carbonato di Manganese)

Azzurrite ( $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$  diidrossidicarbonato di Rame)

Malachite  $(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3)$  diidrossi-carbonato di Rame)

Sono esempi di Nitrati e Borati i seguenti minerali:

Colemanite  $(\text{Ca}(\text{H}_3\text{B}_3\text{O}_7)\cdot\text{H}_2\text{O})$

Ulexite  $(\text{NaCa}(\text{H}_6\text{B}_5\text{O}_{12})\cdot\text{H}_2\text{O})$

## VI: Classe dei Solfati, Cromati, Molibdati, Wolframati

Appartengono a questa classe i sali in cui è presente lo ione Solfato ( $\text{SO}_4^-$ ), Cromato ( $\text{CrO}_4^-$ ), Molibdato ( $\text{MoO}_4^-$ ), Tungstato o Wolframato ( $\text{WO}_4^-$ ). Di seguito sono riportati alcuni esempi di minerali che appartengono a questa classe:

Anidride  $\text{CaSO}_4$  solfato di Calcio

Gesso  $\text{CaSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  solfato idrato di Calcio

Barite  $\text{BaSO}_4$  solfato di Bario

Celestina  $\text{SrSO}_4$  solfato di Stronzio

Anglesite  $\text{PbSO}_4$  solfato di Piombo

Crocoite  $\text{PbCrO}_4$  cromato di Piombo

Scheelite  $\text{CaWO}_4$  tungstato di Calcio

Wulfenite  $\text{PbMoO}_4$  molibdato di Piombo

## VII: Classe dei Fosfati, Arseniati, Vanadati

Sono Fosfati i sali contenenti lo ione  $\text{PO}_4^{3-}$ , mentre Arseniati e Vanadati contengono rispettivamente gli ioni  $\text{AsO}_4^{3-}$  e  $\text{VO}_4^{3-}$ . Esistono numerosi minerali appartenenti a questa classe alcuni dei quali sono riportati di seguito:

Apatite  $\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl},\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ :

alogeno-idrossi-fosfato di Calcio

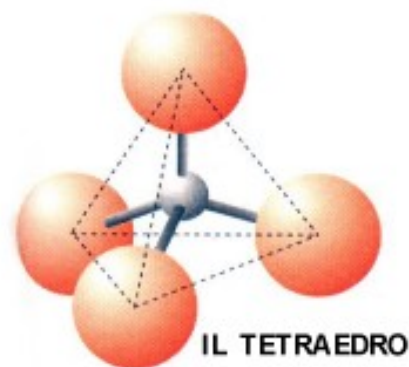


Fig. 6: ione ortosilicato presente nei Nesosilicati

Piomorfite  $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_4$ : clorofosfato di Piombo

Vivianite  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ : fosfato idrato ferrico

Wavellite  $\text{Al}_3(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_2\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ : idrossi fosfato idrato di Alluminio

Turchese  $\text{CuAl}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ : idrossi fosfato idrato di Rame e Alluminio

Adamite  $\text{Zn}_2(\text{OH})\text{AsO}_4$ : idrossi arseniato di Zinco

Mimetite  $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{AsO}_4)_3$ : cloro arseniato di Piombo

Eritrite  $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ : arseniato idrato di Cobalto

Vanadinite  $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{VO}_4)_3$ : cloro vanadato di Piombo

Carnotite  $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ : vanadato idrato di Uranile e Potassio

## VIII: Classe dei Silicati

Questa classe di composti merita una menzione particolare in quanto comprende minerali contenenti atomi metallici sotto forma di ioni positivi come  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{+++}$  etc. legati a ioni negativi in cui sono presenti atomi di Ossigeno e uno o più atomi di Silicio (Si).

Il Silicio legato all'Ossigeno può dare origine a varie tipologie di ione silicato in quanto il termine fondamentale ortosilicato ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) ha la capacità di legarsi con altri raggruppamenti silicato e dare origine, con un meccanismo che prende il nome formale di condensazione, a raggruppamenti più complessi che si differenziano sia per il numero di atomi Silicio sia per la natura geometrica dell'aggregato. E' quindi necessario suddividere la classe dei Silicati in sottoclassi [Machatschki-Bragg ~ 1930; Zoltai (1960 e successivi); Liebau (1985 e successivi)], distinte in base alla struttura tridimensionale dello ione Silicato di cui sono composti. Poiché si hanno comunque numerose varietà di minerali appartenenti ad una sottoclasse, questi vengono ulteriormente suddivisi per composizione chimica. Di seguito sarà data una rassegna sintetica di tali classi sottoclassi e famiglie con una breve descrizione delle loro caratteristiche.

**Nesosilicati:** (dal greco *nēsos*, isola) utilizzando un solo atomo di Silicio si ottiene come aggregato stabile, lo ione ortosilicato  $\text{SiO}_4^{4-}$  (**Fig. 6**). Esso ha struttura tetraedrica e dà nome alla classe dei Nesosilicati. Nei Nesosilicati una famiglia estremamente rappresentativa è costituita dai Granati di formula generale  $\text{M}^{\text{II}}_3\text{M}^{\text{III}}_2(\text{SiO}_4)_3$  la cui ricchezza di varietà e colori è spesso uno degli elementi di massima ambizione per i collezionisti. Appartengono ai Nesosilicati altri membri 'illustri' della sottoclasse quali:

Topazio  $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$

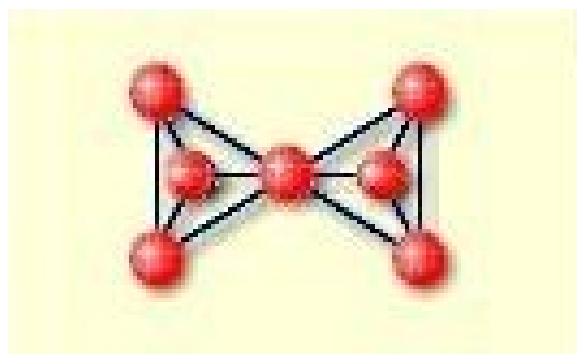
Titanite  $\text{CaTiSiO}_5$

Zircone  $\text{ZrSiO}_4$

Cianite  $\text{Al}_2\text{OSiO}_4$

Staurolite  $(\text{Fe},\text{Mg},\text{Zn})_2\text{Al}_9(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ .

**Sorosilicati:** (dal gr. *sōrōs*, gruppo) accomunando un atomo di Ossigeno 2 gruppi  $\text{SiO}_4^{4-}$  si ottiene lo ione  $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$  i cui composti costituiscono la sottoclasse dei Sorosilicati. Una famiglia chimica dei Sorosilicati è costituita dagli Epidoti tra i quali contiamo:



**Fig. 7:** *struttura dei Sorosilicati*

Zoisite  $\text{CaAl}_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$

Clinozoisite  $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$

Allanite  $(\text{Ca},\text{Fe})_2(\text{AlOH})(\text{Al},\text{Ce},\text{Fe})_2(\text{SiO}_4)_3$

Epidoto  $\text{Ca}_2(\text{Fe},\text{Al})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$

Altri minerali appartenenti ai Sorosilicati sono:

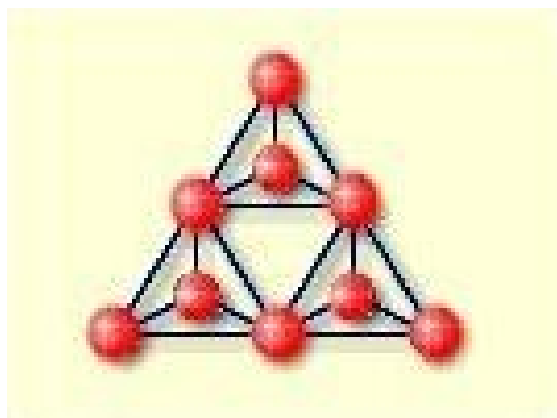
Ilvaite  $\text{CaFe}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$

Emimorfite  $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})$

Vesuvianite  $\text{Ca}_{10}\text{Mg}_2\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$ .

**Ciclosilicati:** (dal greco *κύκλος* cerchio) quando i gruppi  $\text{SiO}_4^{4-}$  sono condensati in forma ciclica si hanno i Ciclosilicati. Il numero di atomi di Silicio nell'aggregato può variare tra 3,4,6 fino a 9; gli atomi di Ossigeno condivisi tra i tetraedri adiacenti





**Fig. 8:** *struttura dei Ciclosilicati*

sono 2. La formula, nel caso di 3, 4 o 6 anelli risulta  $\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$ ,  $\text{Si}_4\text{O}_{12}^{8-}$ ,  $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$ , rispettivamente. Tra i Ciclosilicati si annoverano numerosi minerali che spesso hanno grande valenza estetica e che per rarità, bellezza e durezza sono utilizzati per ricavare gemme. Tra questi citiamo il Berillo  $[\text{Al}_2\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$  presente in natura in colorazioni varie tra cui Acquamarina (celesti verde mare), Smeraldo (verde), Morganite (rosa) ed Eliodoro (gialla). Altra pietra utilizzata in gemmologia è la Tormalina di formula generale  $[\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}_6(\text{OH})_4(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  presente in natura in varie colorazioni e combinazioni di colore tra le quali Schorlite (nera), Elbaite (rosa) Rubellite (rossa) e Tormalina verde.

Altri minerali nei Ciclosilicati sono:

Dioptasio:  $\text{Cu}_6\text{Si}_6\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Benitoite:  $\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$

Axinite:  $\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Al}_2\text{BO}_3(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{12}$

**Inosilicati:** (dal greco *is*, *inòs*, fibra) derivano dalla condensazione di unità  $\text{SiO}_4^{4-}$  in forma di singole o doppie catene. Nel caso che le molecole siano costituite da catene lineari semplici di tetraedri, abbiamo i Pirosseni,

densi e spesso scuri se contenenti Fe e Mg.

Tra i Pirosseni ricordiamo:

Diopside:  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$

Hedenbergite:  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$

Augite:  $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}, \text{Ti})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$

Fassaite:  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$

Diallagio:  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})\text{SiO}_6$

Se invece le catene lineari sono doppie, o chiuse, abbiamo gli Anfiboli, con composizione variabile e una colorazione che va dal verde al marrone al blu. Tra gli Anfiboli contiamo:

Orneblenda:  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$

Tremolite:  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Actinolite:  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Arfwedsonite:  $\text{Na}_3(\text{Fe}, \text{Mg})_4\text{FeSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Glaucofane:  $\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Nefrite (varietà di actinolite)

Cummingtonite:  $(\text{Mg}, \text{Fe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Antofillite:  $(\text{Mg}, \text{Fe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Pargasite:

$\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Richterite:  $\text{Na}[\text{NaCa}]\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Crocidolite:  $\text{Na}_2\text{Fe}_3\text{Fe}_2(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

(Amianto azzurro)

Sono ancora Inosilicati:

Okenite:  $\text{Ca}_{10}\text{Si}_{18}\text{O}_{46} \cdot 18(\text{H}_2\text{O})$

Rodonite:  $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})\text{SiO}_3$  minerale tipico del metamorfismo di carbonati di manganese impuri di silice e la wollastonite  $\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$

**Fillosilicati:** dal greco  $\phi\upsilon\lambda\lambda\omicron\nu$ =foglia, sono costituiti da strutture planari in cui le unità  $\text{SiO}_4^{4-}$  sono condensate in modo che ogni silicio condivida 3 atomi di ossigeno lasciando un ossigeno 'apicale' disponibile per un legame ionico con un catione.

La struttura generata è costituita da ‘fogli’ di tetraedri  $\text{SiO}_4^{4-}$ . I minerali originati formano aggregati cristallini facilmente sfaldabili secondo le direzioni del piano dei tetraedri silicato.

Minerali tipici della sottoclasse sono:

Prehnite:  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Apofillite:  $\text{KCa}_4[\text{F}(\text{Si}_4\text{O}_{10})_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Talco:  $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

Tra i Fillosilicati si distinguono famiglie chimiche tra le quali le miche:

Muscovite:  $\text{KAl}_2[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Fuchsite:  $\text{K}(\text{Al},\text{Cr})_2[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Alurgite:  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Mn})\text{Al}[(\text{OH},\text{F})_2(\text{Al},\text{Mn},\text{Si})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

Flogopite:  $\text{KMg}_3[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Biotite:  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_3[(\text{OH},\text{F})_2(\text{Al},\text{Fe}^{3+})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

Lepidolite:  $\text{KLi}_2\text{Al}[(\text{OH},\text{F})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Zinwaldite:  $\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

**Tectosilicati:** (dal greco  $\tau\epsilon\kappa\tau\omicron\nu\epsilon\iota\alpha$ , architettura alludendo alla struttura tridimensionale complessa dei Tectosilicati) sono costituiti da aggregati di ione silicato legati tra loro a formare strutture con sviluppo nelle tre dimensioni.

La sottoclasse dei Tectosilicati annovera alcune tra le specie mineralogiche più ambite dai collezionisti e più spettacolari come ricchezza di forme, colori e maestosità delle cristallizzazioni.

Anche i Tectosilicati sono suddivisi in famiglie chimiche tra le quali annoveriamo i Feldspati, Plagioclasì e Feldspatoidi. Queste tre famiglie si distinguono per composizione chimica e per la capacità di formare miscele solide.

Nei Feldspati si distinguono termini puri come il K-Feldspato ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) rappresentati da Sanidino, Ortoclasioe, Microclino e differenziati strutturalmente per formazione a temperatura decrescente sino a termini puramente sodici come l’Albite ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ).

I Plagioclasì risultano formalmente costituiti da miscele solide a contenuto variabile Albite ed Anortite ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ). I Feldspatoidi sono anch’essi alluminio silicati di Sodio Potassio e Calcio ma caratterizzati da un contenuto inferiore di silice rispetto ai

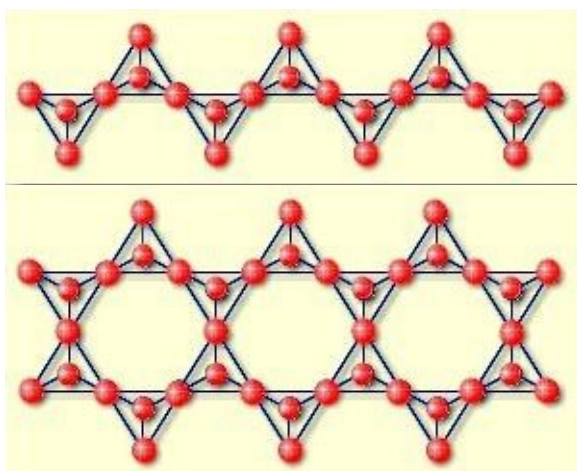


Fig. 9: struttura degli Inosilicati. Sono raffigurate catene singole (sopra) e catene doppie (sotto)

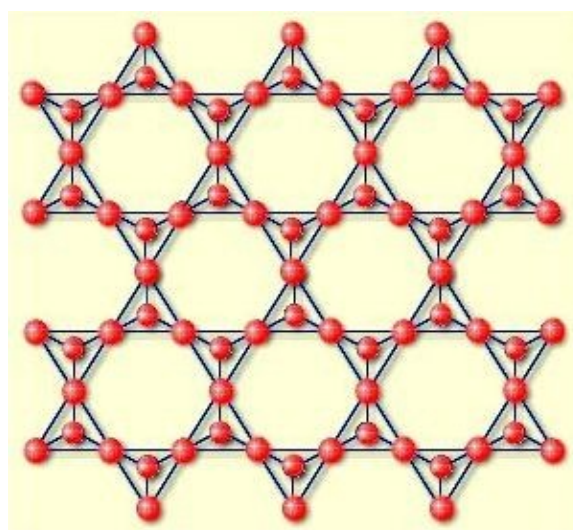
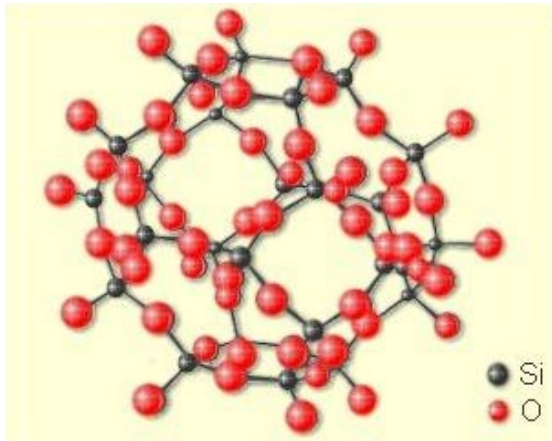


Fig. 10: struttura del Fillosilicato

Feldspati ed ai Plagioclasì. Termini

rappresentativi sono: Leucite ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ), Nefelina ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) e Analcime ( $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

Una menzione a parte meritano le Zeoliti, scoperte per la prima volta nel 1756 dal barone A.F. Cronstedt, che derivano il loro



**Fig. 11:** *struttura dei Tectosilicati*

nome dal greco ζειν, zein “bollire” e λιθος, lithos “pietra” che letteralmente significa pietra bollente alludendo alla proprietà di questi minerali di rigonfiare ed emettere vapore d’acqua quando vengono scaldati.

Le Zeoliti hanno assunto notevole importanza dalla scoperta del giacimento di Poonah nella provincia indiana del Deccan presso Bombay dal quale derivano gli esemplari tra i più spettacolari e ricchi di forme mai reperiti, tra cui ricordiamo:

Laumontite ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )

Stilbite ( $\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ )

Natrolite ( $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Scolecite ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )

Heulandite ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

### IX: Classe delle Sostanze Organiche

E’ l’ultima classe che raccoglie quei minerali di natura organica spesso caratterizzati anche da assenza di ordine spaziale microscopico e detti quindi amorfi. Tra tutti merita senz’altro menzione l’Ambra che in realtà è una resina fossile ed è nota come pietra decorativa e pietra da taglio.

### CONCLUSIONI

In questa prima introduzione alla mineralogia ci siamo dedicati alla classificazione chimica dei minerali avendo come scopo almeno di rendere chiara la ragione per la quale i minerali si differenziano in “gruppi naturali” che abbiamo definito come classi chimiche. Nel proseguo della trattazione che sarà contenuta nel prossimo numero dell’*informatore* tratteremo un tema ben più complesso e difficile da affrontare ma non per questo da tenere fuori dai nostri interessi: la struttura cristallina dei minerali.