

Tesi sul progetto “Gemme e pietre ornamentali” per Alternanza Scuola-Lavoro.

Università degli Studi di Pavia: Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente.

Tutor interno dell’Università: Professoressa Franca Piera Caucia.

Tutor scolastico: Professoressa Sara Focchi.

Sommario

Introduzione alla gemmologia	2
La genesi dei minerali	3
Panoramica sul mondo minerale	4
Storia delle gemme e del loro studio.....	5
Storia dei minerali di sintesi e utilizzo.....	6
Metodologie di sintesi.....	7
Inclusioni.....	8

Introduzione alla gemmologia

Le gemme sono minerali o paragenesi.

I minerali sono caratterizzati da una precisa stechiometria.

Presentano una struttura cristallina, ordinata e periodica, definita anche struttura intima.

Si presentano sempre allo stato solido, ad eccezione del mercurio nativo.

Un minerale può essere costituito da

- un solo elemento chimico, come il diamante (C)
- da uno o più elementi legati assieme in un composto chimico semplice, come il quarzo (SiO_2)
- da molecole di formula complessa, spesso comprensiva di molecole di acqua di cristallizzazione

Il termine minerale implica non soltanto la composizione chimica, ma anche la struttura cristallina del materiale.

Si definisce paragenesi l'associazione di minerali formati nello stesso processo genetico di una roccia magmatica, ogni roccia avrà quindi una sua paragenesi caratteristica e per questo non esprimibile attraverso una formula chimica.

Per essere considerati “qualità gemma”, minerali e/o paragenesi devono presentare alcune caratteristiche precise, quali rarità, durezza, bellezza (colore, trasparenza, lucentezza, effetti ottici).



La genesi dei minerali

Le singolarità dei processi genetici naturali trovano la loro espressione nella paragenesi interna dei minerali ospite, offrendo la possibilità di chiarire la storia della loro formazione e quindi di riconoscere così più generazioni di minerali.

Le diverse rocce e le diverse fasi di crescita producono infatti minerali tipici ma diversi. Le gemme di genesi pegmatitica, idrotermale o metamorfica contengono inclusioni caratterizzanti e diverse.

I solidi geometrici formati dai minerali cristallizzati sono infatti morfologicamente diversi fra di loro, perché sono diversi anche i composti che li hanno generati.

I solidi risultanti rispecchiano perciò l'intimo disegno strutturale che lega fra loro gli atomi del minerale.

Non è solo la composizione chimica, ma anche le condizioni ambientali del mezzo in cui si forma il cristallo che ne condizionano le caratteristiche.

Un esempio sono i due polimorfi del carbonio, diamante e grafite, difatti il carbonio secondo l'ambiente di cristallizzazione genera due differenti tipi di costruzione cristallina.



Panoramica sul mondo minerale

La classificazione dei minerali si basa sulla loro composizione chimica e struttura atomica.

Si distinguono 9 classi naturali.

- I. Elementi nativi
Con il termine elemento nativo si indica un minerale che contiene una sostanza semplice pura, cioè una sostanza chimica costituita da atomi appartenenti ad un solo elemento chimico e non combinati con atomi di altri elementi.
(Es. diamante)
- II. Solfuri
Sono i composti metallo-zolfo
(Es. pirite)
- III. Alogenuri
Sono i composti formati dall'unione degli alogeni (Cl, F, Br, I) con i metalli.
(Es. fluorite)
- IV. Ossidi e idrossidi
Di questa classe sono minerali qualità gemma quelli della famiglia del corindone, la cui durezza seconda solo a quella del diamante e l'indice di rifrazione alto li rendono molto apprezzati.
- V. Carbonati
(Es. rodocrosite / malachite)
- VI. Solfati
(Es. celestina)
- VII. Fosfati
(Es. triplite)
- VIII. Silicati
Sono i componenti più importanti delle rocce, è la classe più ricca di specie e una delle meglio conosciute.
(Es. quarzo / tormalina / berillo)
- IX. Sostanze organiche
Questa classe comprende le sostanze minerali derivate da organismi vissuti in epoche geologiche passate.
(Es. ambra / legno silicizzato)

Storia delle gemme e del loro studio

Il primo utilizzo dei minerali nella storia è connesso all'arte, poiché alcuni pigmenti naturali, costituiti dal colore rosso dell'ematite e dal nero dell'ossido di manganese, venivano utilizzati dagli uomini primitivi per dipingere le pareti delle grotte dove vivevano.

L'uomo primitivo trasformava inoltre i minerali in utensili e li usava come merce di scambio.

Nell'età dei metalli furono poi lavorati per ricavarne ferro, rame, piombo, stagno, oro e argento.

Gli egizi utilizzavano i minerali colorati ridotti in polvere per dipingere le pareti delle tombe, per truccare gli occhi e per realizzare gioielli.

Prime speculazioni, studi e teorie di mineralogia furono scritte nell'antica Babilonia, nel mondo antico Greco-Romano, nella Cina antica e medievale, e annotate nei "prana" di testi sanscriti dell'antica India.

I primi studi scientifici sistematici di minerali e rocce furono sviluppati solo nell'Europa post-rinascimentale.

Nel XV secolo l'Italia vide la ripresa della lavorazione delle gemme e fu Vincenzo Peruzzi a perfezionare il taglio del diamante a 57 faccette, detto a "brillante".

All'inizio del XVI secolo, gli scritti dello scienziato tedesco Georg Bauer, firmatosi Georgius Agricola (1494-1555) nel suo *'Bermannus, sive de re metallica dialogus'* (1530), sono considerati essere gli scritti fondanti della mineralogia nel senso moderno del loro studio.

Per il suo lavoro, Agricola è stato fatto conoscere ai posteri come il Padre della Mineralogia.



Lo studio credibile della mineralogia fu fondato sulle basi della cristallografia e sullo studio microscopico di sezioni di rocce con l'invenzione del microscopio nel XVII secolo.

L'opera *'Gemmarum et Lapidum Historia di Anselmus de Boodt'* (1550-1632) di Bruges è ampiamente riconosciuta dalla comunità scientifica come la prima opera definitiva di mineralogia moderna.

Nel 1784 un abate francese vedendo cadere un cubo di pirite e disgregarsi in tanti cubetti formulò la teoria secondo la quale le molecole dei cristalli sarebbero piccolissimi poliedri a contatto.

In seguito un fisico francese affermò che le molecole dei cristalli sono disposte in modo da costituire dei reticoli cristallini con maglie di varie forme e dimensioni che sono caratteristiche di ogni singola specie di minerale. Egli chiamò le maglie "celle elementari".

Nel 1912 quest'ultima ipotesi fu verificata grazie all'utilizzo dei raggi X per lo studio dei cristalli.

Storia dei minerali di sintesi e utilizzo

Cristalli sintetici di minerali sono stati fabbricati a partire dalla fine del 1800, la ricerca e la conseguente produzione è stata spesso incentivata da necessità tecnologiche per le loro caratteristiche come la durezza, per utilizzarli in applicazioni industriali piuttosto che per l'uso nel settore della gioielleria.

Il primo sistema che ha avuto successo è stato il metodo Verneuil per la produzione di rubino sintetico monocristallino, adatto anche ad essere sfaccettato come gemma.

I cristalli sintetici oggi sono utilizzati nei settori più avanzati delle tecnologie industriali come nelle comunicazioni, nella tecnologia laser, nella microelettronica, nella lavorazione dei metalli ed anche come abrasivi.

- ✓ I solfati sono stati utilizzati per produrre polvere da sparo, ma oggi vengono maggiormente utilizzati per produrre fuochi d'artificio, batterie e fiammiferi.
- ✓ Talco, caolino, sabbie, bentonite sono alcuni dei minerali più utilizzati per la realizzazione delle auto, tra cui le gomme, le parti in plastica e in vetro.
- ✓ Il feldspato e il quarzo, insieme alle sabbie, sono i principali protagonisti nella realizzazione di vetro di tutti i tipi (cavo, piano, illuminotecnico) e di materiali ceramici (sanitari, piastrelle, smalti)
- ✓ Quarzo, bentonite, caolino, talco sono solo alcuni dei minerali utilizzati nell'industria cartaria e delle vernici.
- ✓ Alcuni minerali possono sostituire l'utilizzo di sostanze chimiche in determinate applicazioni, ad esempio, la bentonite svolge un importante contributo nel trattamento e filtraggio delle acque, mentre il talco è presente in agricoltura come insetticida naturale.
- ✓ Lo zinco viene sempre più utilizzato nelle tecnologie di nuova generazione per i sistemi di accumulo di energia da fonti rinnovabili



- Sonda a contatto cinematica, prevede un corpo sonda e una serie di moduli stilo rimovibili. Viene utilizzato in ambito industriale per misure di precisione. La sfera di rubino sintetico, posta alla sommità dello stilo, garantisce il contatto con una superficie rigida e indeformabile.

Metodologie di sintesi

Una gemma sintetica presenta uguale stechiometria e struttura cristallina del suo corrispondente naturale.

I metodi oggi comunemente usati per la sintesi o l'accrescimento di cristalli sono:

HT/HP (high temperature / high pressure)

Consiste nell'utilizzo simultaneo di alte temperature e pressioni.

Un metodo di questo tipo è utilizzato per la produzione del diamante sintetico.

L'accrescimento da un materiale fuso di composizione uguale a quello del minerale desiderato.

Un simile risultato può essere ottenuto in tre modi:

- **Metodo Verneuil**

Si porta a fusione della polvere di ossido di alluminio purissimo addizionato di appropriati ossidi metallici che conferiscono la colorazione voluta.

Il lento raffreddamento della massa fusa porterà alla formazione di masse cristalline.

- **Metodo Czochralski**

Un germe cristallino viene delicatamente immerso in un materiale fuso della stessa composizione ottenendo la formazione di masse cristalline.

- **Metodo di fusione con fondente**

Alcune gemme sintetiche (smeraldo, rubino, zaffiro, alessandrite e spinello) possono essere create attraverso un processo di crescita in un fondente.

Il fondente è un materiale solido che quando viene riscaldato e fuso porta in soluzione altri materiali che possono essere delle gemme naturali stesse in frammenti, oppure gemme di scarsa qualità.

Quando la massa fusa viene raffreddata il materiale introdotto nel fondente si separa per scarsa solubilità cristallizzando e gradualmente si accresce formando dei monocristalli che spesso sono migliorati nel colore e nelle dimensioni.

La formazione del cristallo può richiedere fino a un anno e l'attrezzatura è molto costosa, ma i risultati, soprattutto quando si tratta degli smeraldi, compensano il tempo e lo sforzo economico.

Metodo idrotermale

Simula il processo idrotermale di magmi naturali che per lento raffreddamento cristallizzano.

Oggi non è ancora possibile creare gemme che siano perfettamente uguali a quelle naturali.

Una gemma sintetica infatti presenta difetti del tutto diversi dalle impurezze che caratterizzano i minerali naturali.

Questo è dunque l'unico modo che oggi consente la distinzione tra naturale e sintetico.

Inclusioni

Per inclusione si intende qualsiasi irregolarità ottica riscontrabile in una gemma. Qualsiasi materiale estraneo inglobato durante il processo di crescita e di formazione dà luogo ad una inclusione.

Possono essere:

- **Inclusioni naturali**

- cristalli
- inclusioni aghiformi
- “impronte digitali” (minute inclusioni liquide con simile disposizione)
- inclusioni liquide
- bande di accrescimento rettilinee

- **Inclusioni sintetiche**

1. fusione alla fiamma (corindone)
 - bolle di gas (singole o a nuvola)
 - strie (rubino) o bande (zaffiro) di colore curvilinee
2. fusione con fondente (corindone e smeraldo)
 - “impronte digitali”, o a effetto “ragnatela”
 - particelle di platino triangolari o esagonali
 - inclusioni a velo contorto
 - piani accrescimento paralleli equidistanti, effetto “a veneziana”
3. metodo idrotermale (quarzo e smeraldo)
 - inclusioni “a testa di chiodo” nella stessa direzione (cristalli di fenacite)
 - cristalli seme
 - inclusioni bifase velate

- **Bio-inclusioni**

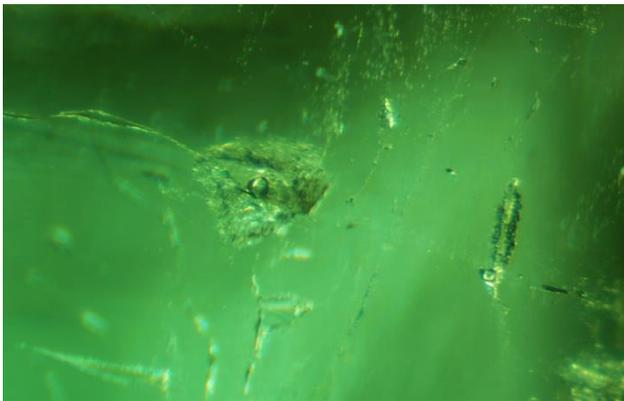
Tra le inclusioni di tipo naturale possiamo ritrovare il caso specifico di alcuni generi di ambra. L'ambra è la resina emessa dalle conifere che con il tempo si fossilizza e in alcuni casi si solidifica conservando resti vegetali, fungini o animali tra cui artropodi e, più raramente, vertebrati.

E' traslucida, di un colore che può variare dal giallo al rossiccio al bruno fino ad arrivare al verde.

L'indurimento della resina e la sua trasformazione in ambra (amberizzazione) è un particolare processo di fossilizzazione che permette così di studiare nel dettaglio le caratteristiche anatomiche degli organismi preservati.

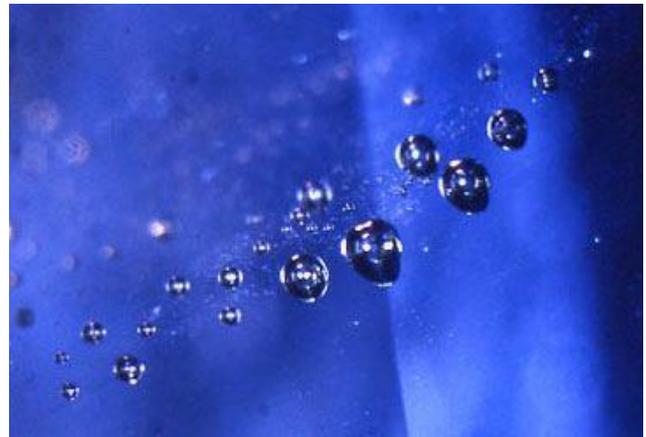
Le fossilizzazioni in ambra hanno permesso agli studiosi di conoscere le caratteristiche di insetti ed altri piccoli animali vissuti nel passato geologico, fornendo dati importanti per la comprensione dell'evoluzione biologica.

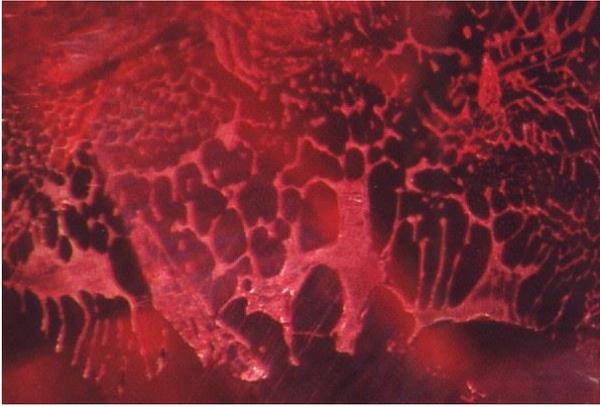
Naturali inclusioni cristalline in un corindone varietà zaffiro.



Naturali inclusioni bifase in un berillo varietà smeraldo.

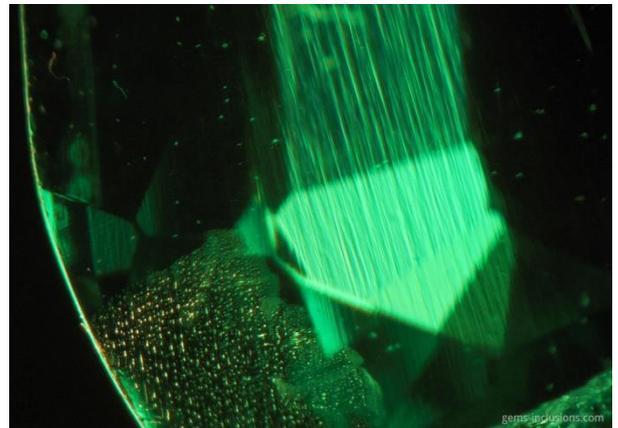
Inclusioni gassose ottenute tramite il processo di sintesi di Verneuil in un corindone varietà zaffiro.





Inclusioni liquide del fondente utilizzato per la fusione di un corindone varietà rubino.

Inclusioni a struttura irregolare e inclusioni di liquido a velo in un berillo sintetico qualità smeraldo.



Naturali bio-inclusioni dell'ambra, artropodi preservati durante il processo di fossilizzazione della resina.