

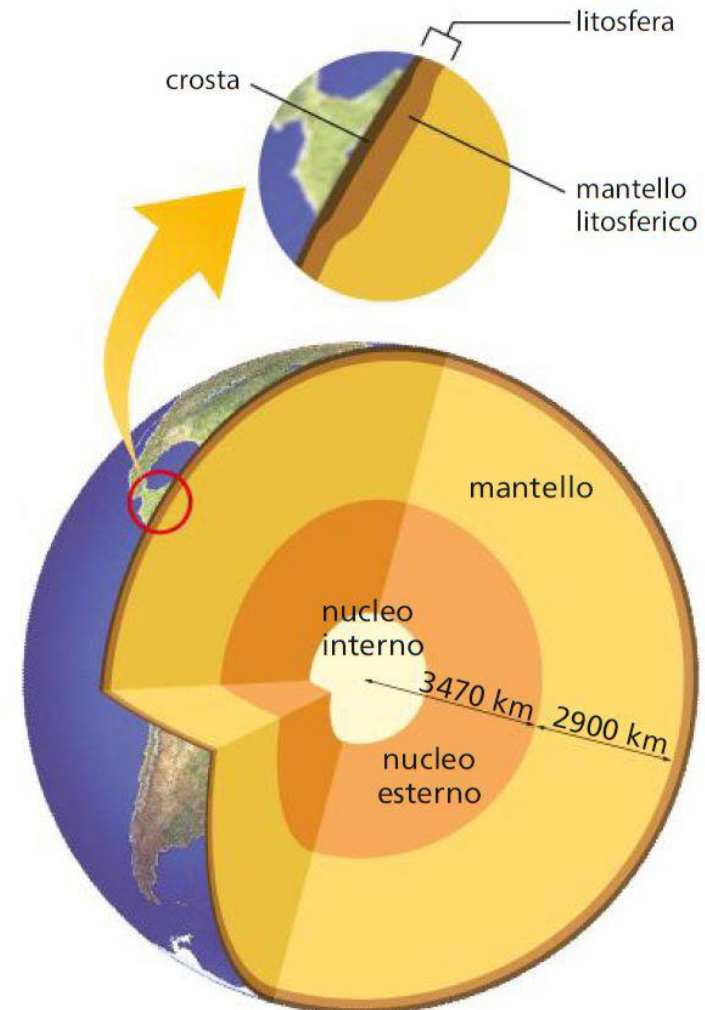
# LA CROSTA TERRESTRE

## I MINERALI



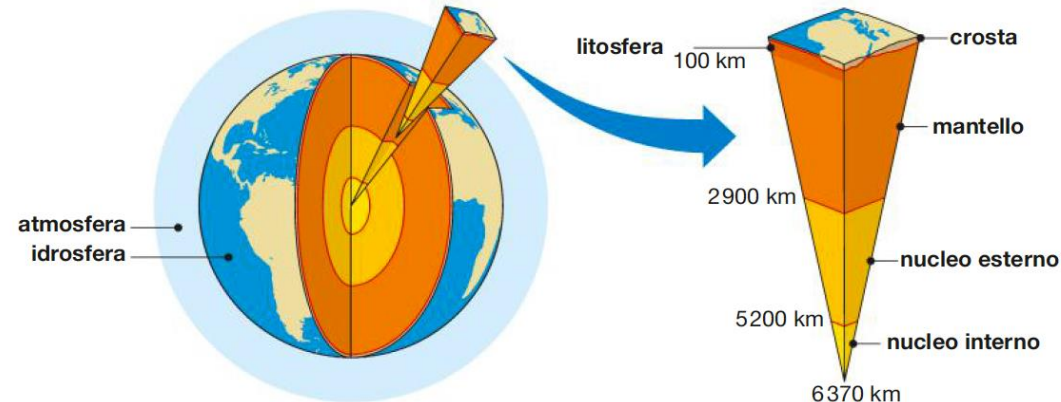
# LA STRUTTURA DELLA TERRA

- La Terra è costituita da tre gusci concentrici:
  - ✓ **Crosta:** strato molto sottile, formata da silicio, ossigeno, pochi metalli
  - ✓ **Mantello:** prevalentemente solido, con maggior percentuale di metalli come ferro e magnesio e minor quantità di silicio e ossigeno
  - ✓ **Nucleo:** suddiviso in una parte più esterna e una più interna, formato in prevalenza da metalli



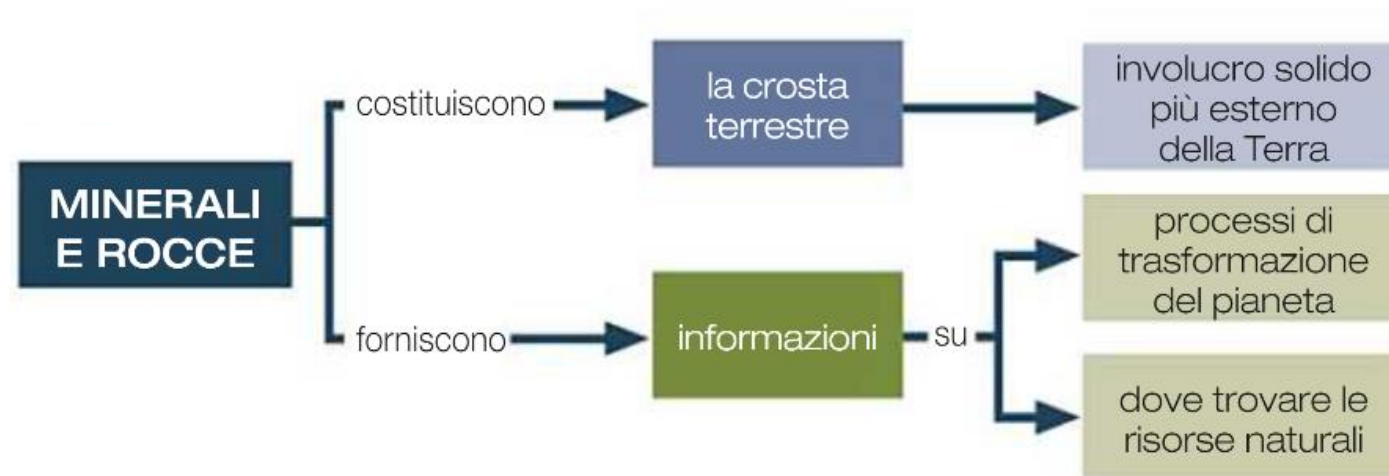
# I COSTITUENTI DELLA CROSTA TERRESTRE

- La crosta e la parte più esterna del mantello costituiscono la **litosfera**
- La **litosfera** è l'unica parte della Terra che può essere studiata direttamente ed è formata da corpi solidi, le **rocce**, cioè aggregati di **minerali**
- Si trasforma continuamente per effetto di:
  - ✓ **Processi endogeni** (terremoti, eruzioni vulcaniche)
  - ✓ **Processi esogeni** (scambi tra atmosfera, idrosfera, biosfera e litosfera)



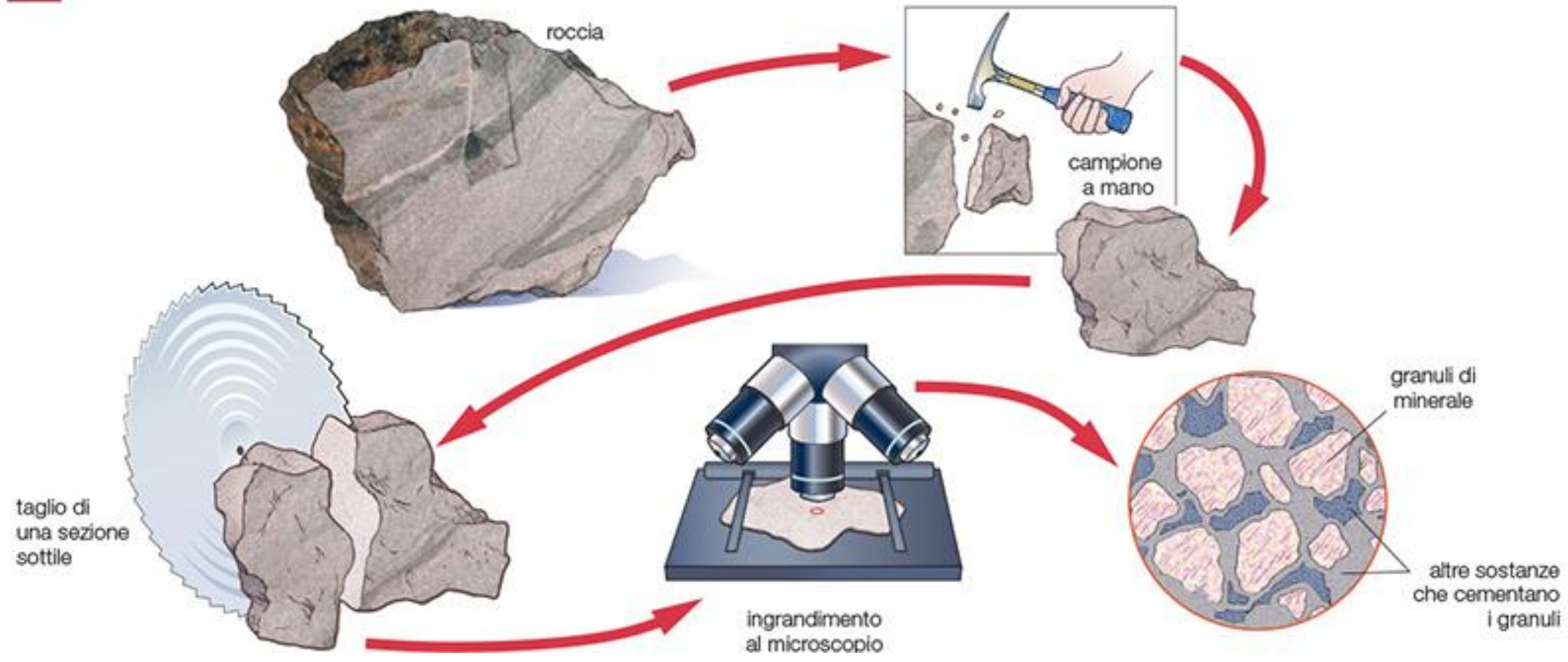
# I COSTITUENTI DELLA CROSTA TERRESTRE

- I **minerali** sono i costituenti fondamentali delle rocce e possono essere considerati come dei veri e propri «mattoni» che edificano il pianeta
- Le **rocce** sono invece le strutture che prendono origine dai minerali e che costituiscono la crosta terrestre. Lo studio delle rocce fornisce informazioni sui processi chimici, fisici e biologici che caratterizzano gli ambienti e sui processi di trasformazione degli ambienti da cui si sono originate



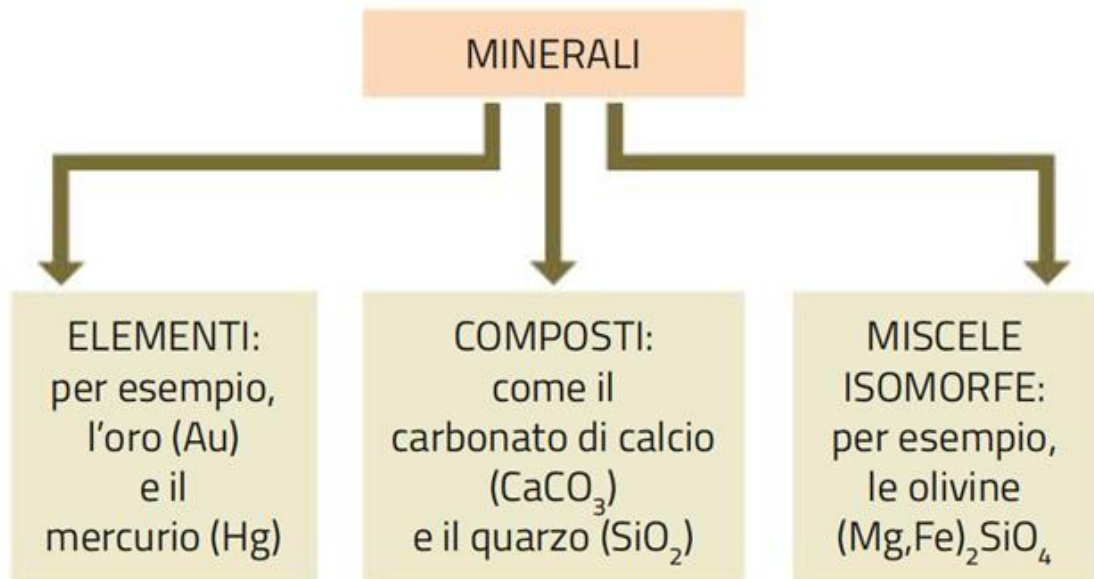
# I COSTITUENTI DELLA CROSTA TERRESTRE

1



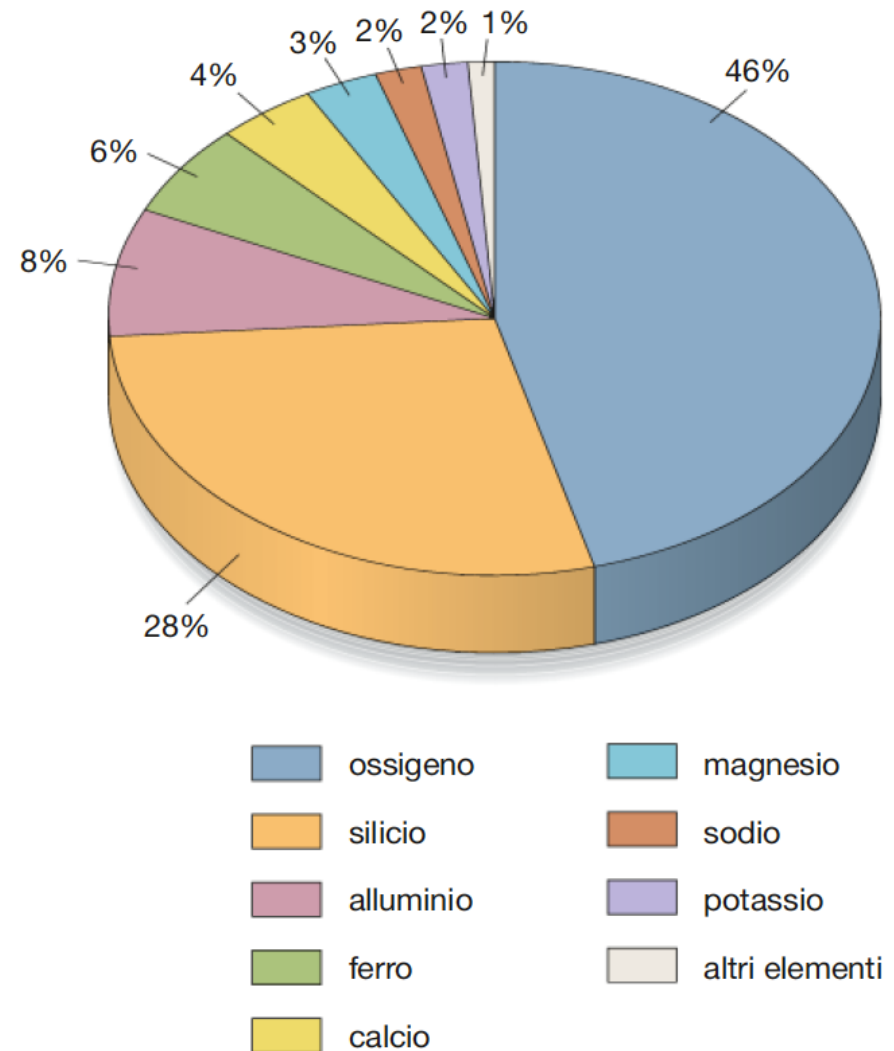
# I MINERALI

- Un **minerale** è una sostanza solida naturale avente una composizione chimica ben definita e una disposizione ordinata e regolare degli atomi
- Alcuni minerali sono elementi puri, altri sono composti, più raramente sono miscele isomorfe, cioè soluzioni solide di sostanze formate da ioni di carica e dimensioni simili che formano un materiale con struttura e proprietà omogenee
- Ogni minerale si distingue dagli altri per formula mineralogica e proprietà fisiche e chimiche caratteristiche



# LA COMPOSIZIONE CHIMICA DEI MINERALI

- Oltre il 98% della crosta terrestre è formato da soli 8 elementi
- Ossigeno e silicio sono presenti in quantità maggiori e, da soli, costituiscono circa il 74% della crosta terrestre



# LA STRUTTURA DEI MINERALI

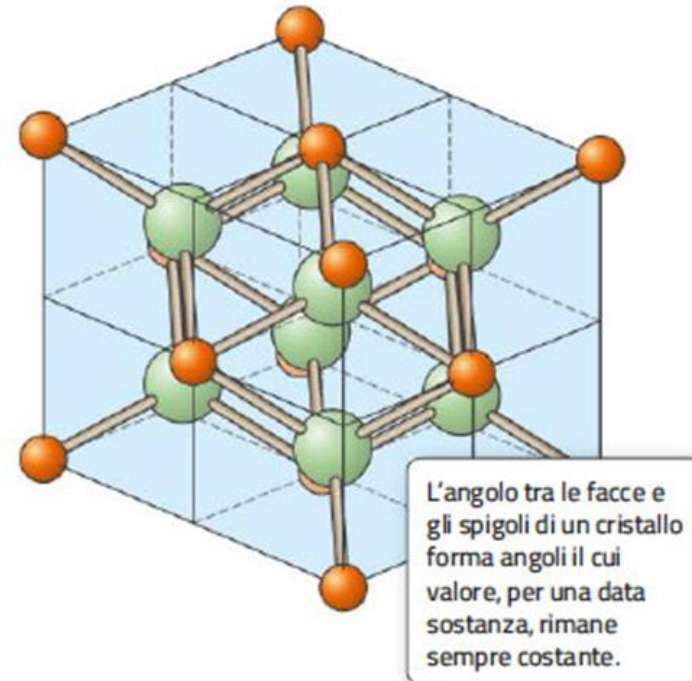
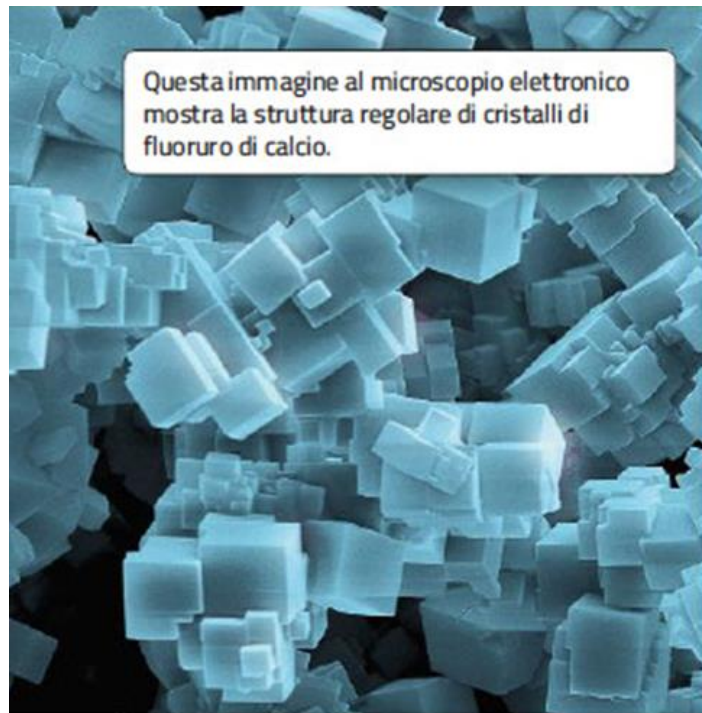
- Quasi tutti i minerali si presentano come **solidi cristallini**, con struttura interna ordinata, rappresentata mediante un **reticolo cristallino**, e forma esterna poliedrica
- Raramente si osservano minerali allo **stato amorfo**, detti anche **vetri**, con struttura interna disordinata e assenza di una forma esterna geometrica e specifica
- Talvolta la stessa sostanza può dare origine a minerali cristallini o amorfi, a seconda delle condizioni in cui si è solidificata





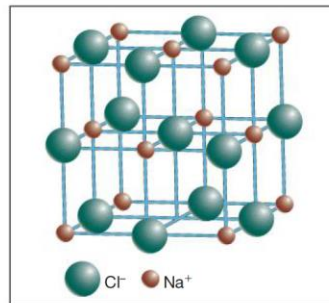
# LA STRUTTURA CRISTALLINA DEI MINERALI

- Un **crystallo** è un corpo solido, delimitato esternamente da varie facce. Le facce di un crystallo si intersecano lungo linee, dette spigoli, formando angoli sempre costanti per la stessa sostanza

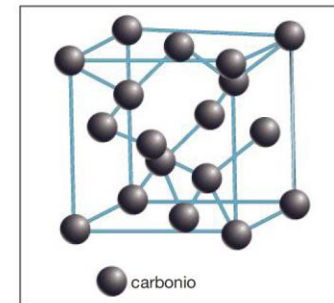


# LA STRUTTURA CRISTALLINA DEI MINERALI

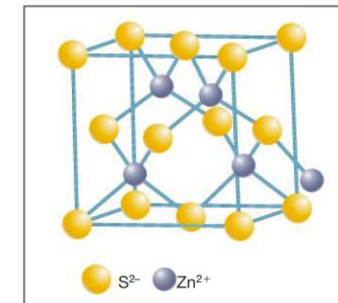
- Le posizioni di atomi, ioni, molecole in un cristallo si rappresentano con una serie di punti che definiscono una figura geometrica tridimensionale detta **reticolo cristallino**
- I **macrocristalli** si formano quando il tempo impiegato per la cristallizzazione è lungo e le condizioni stabili, in caso contrario si hanno dei **microcristalli**
- Nel reticolo cristallino si può identificare un'unità interna tridimensionale, detta **cella elementare**, che contiene un numero preciso di particelle e si ripete sempre uguale nelle tre dimensioni dello spazio
- Le celle elementari variano in base a natura geometria dei legami chimici e tipo e dimensioni delle particelle



**A** Reticolo cristallino del salgemma. (NaCl)



**B** Reticolo cristallino del diamante (C).

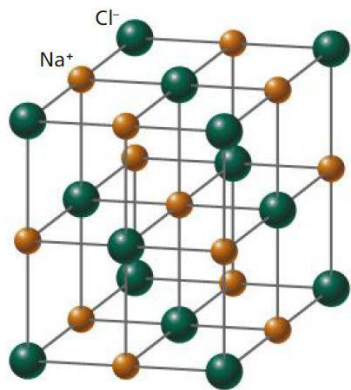


**C** Reticolo cristallino della sfalerite (ZnS).



# LA STRUTTURA CRISTALLINA DEI MINERALI

- La natura delle particelle, il modo in cui sono disposte nel reticolo cristallino e le condizioni in cui si è originato un minerale determinano la forma con cui si accrescono i suoi cristalli
- La forma esterna del minerale è detta **abito cristallino**
- Ogni minerale può presentare uno o più abiti cristallini caratteristici



cella elementare



abito cristallino



**A** Fluorite, abito cubico.



**B** Fluorite, abito ottaedrico.



**C** Fluorite, abito rombododecaedrico.

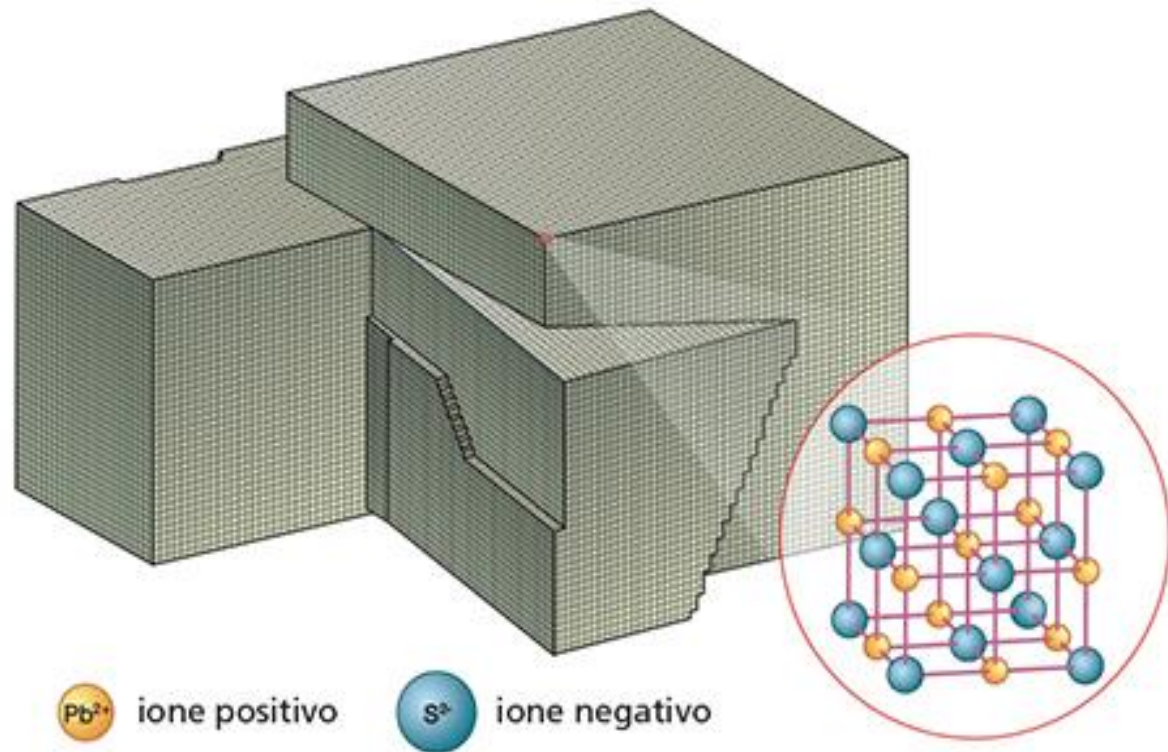


# LA STRUTTURA CRISTALLINA DEI MINERALI

6A



6B



- Cristalli di *galena* (solfuro di piombo): (A) Tipico abito cristallino (B) Schema del reticolo cristallino



# LA STRUTTURA CRISTALLINA DEI MINERALI

- Se un minerale può crescere senza incontrare ostacoli, può determinare la comparsa di forme regolari con dimensioni talvolta notevoli; se invece il minerale cresce in poco spazio, determinerà la comparsa di aggregati più compatti

- Nelle cavità carsiche a volte si trovano cristalli di dimensioni gigantesche



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- Le proprietà fisiche dei minerali sono:
  - ✓ durezza
  - ✓ sfaldatura
  - ✓ lucentezza
  - ✓ colore
  - ✓ densità
  - ✓ peso specifico
  - ✓ proprietà magnetiche



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- La **durezza** di un minerale è la misura della sua capacità di resistere alle scalfitture e alle abrasioni e dipende dalla forza dei legami reticolari
- La durezza si stima con la **scala di Mohs**, che comprende 10 gradi che corrispondono a 10 minerali di riferimento. Ogni minerale scalfisce quello che lo precede nella scala ed è scalfito da quello che lo segue

La scala di Mohs.

1. talco 2. gesso	teneri: si rigano con un'unghia
3. calcite 4. fluorite 5. apatite	semiduri: si rigano con una punta d'acciaio
6. ortoclasio 7. quarzo 8. topazio 9. corindone 10. diamante	duri: non si rigano con una punta d'acciaio







# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- La **lucentezza** è una proprietà che indica la capacità di un minerale di riflettere la luce
- Si può distinguere una **lucentezza metallica**, tipica di minerali metallici (oro, argento, rame, ecc.), solfuri (pirite, galena ecc.) e ossidi (ematite), e una **lucentezza non metallica** tipica dei corpi trasparenti o traslucidi
- Quando la luce attraversa il minerale ed è possibile osservare nitidamente quello che c'è dietro, il minerale è trasparente. Al contrario quando la luce attraversa il minerale, ma il suo grado di trasparenza permette solo di percepire la forma di un oggetto posto dietro, ma non di distinguerne i contorni, si definisce traslucido



(A) Lucentezza metallica del minerale pirite



(B) Lucentezza non metallica (di tipo vitreo) in una varietà di quarzo



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- Si possono distinguere diversi tipi di lucentezza non metallica:
  - ✓ **Adamantina:** molto viva, caratteristica del diamante
  - ✓ **Vitrea:** la più comune nei minerali (quarzo, corindone)
  - ✓ **Sericea:** tipica di minerali fibrosi
  - ✓ **Grassa:** la superficie appare 'unta' (talco)
  - ✓ **Madreperlacea:** caratteristica dei minerali costituiti da strati sottili iridescenti, per la presenza di irregolarità sulla superficie del cristallo (es. miche)
  - ✓ **Resinosa:** caratteristica di un minerale con aspetto simile alla resina (zolfo)
  - ✓ **Terrosa:** non si ha riflessione a causa della rugosità della superficie o perché si tratta di un aggregato di microcristalli (es. argille e bauxite)



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- Il **colore** dei minerali è dovuto ad un assorbimento preferenziale di varie lunghezze d'onda fra le innumerevoli che compongono lo spettro della luce bianca
- Il colore dei minerali in molti casi è determinato dal tipo di atomi o ioni che li compongono e dalla loro distribuzione nel reticolo cristallino durante il raffreddamento; in altri è dovuto a impurità che si insinuano nel reticolo o ai difetti del reticolo stesso che generano effetti cromatici per effetto della rifrazione interna della luce



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- I minerali **idiocromatici** sono minerali che presentano sempre lo stesso colore (malachite, azzurrite, cinabro ecc.)
- I minerali **allocromatici** sono minerali che presentano colori diversi a seconda delle impurità chimiche presenti nel reticolo o per dei difetti del reticolo stesso (quarzo, fluorite, tormalina ecc.)



# PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI

- La **densità** ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) è una caratteristica dei minerali che dipende dall'addensamento degli atomi nel reticolo ma anche dalla pressione
- Il **peso specifico** è il rapporto fra il peso di un minerale ed il peso di un egual volume di acqua distillata, è una grandezza adimensionale
- Le **proprietà magnetiche** sono legate alla capacità di alcuni minerali di attrarre materiali ferrosi



# COME SI FORMANO I MINERALI

- I minerali possono formarsi per:
  - ✓ **Cristallizzazione:** per raffreddamento di una massa fusa di magma o lava (in profondità o in superficie)
  - ✓ **Precipitazione:** da soluzioni acquose calde in via di raffreddamento. I sali minerali sciolti nell'acqua del mare o di un lago raggiungono la saturazione e precipitano, cioè solidificano in forma di cristalli



# COME SI FORMANO I MINERALI

- ✓ **Sublimazione:** di vapori caldi. Ad esempio, le esalazioni vulcaniche possono determinare la formazione di cristalli su superfici vicine alla zona di fuoriuscita dei vapori



- ✓ **Evaporazione:** di soluzioni acquose, soprattutto marine





# COME SI FORMANO I MINERALI

- ✓ **Attività biologica:** che porta alla costruzione di gusci o apparati scheletrici
- ✓ **Trasformazioni allo stato solido:** minerali già formati possono trasformarsi in minerali diversi, restando allo stato solido. Le trasformazioni possono avvenire sulla superficie terrestre o in profondità in seguito a variazioni di temperatura e pressione



# CLASSIFICARE I MINERALI

- Il criterio di classificazione dei minerali prende in considerazione sia la struttura del reticolo cristallino (che dà origine all'abito cristallino) che la composizione chimica
- Uno schema semplificato permette di distribuire i minerali in 8 classi
- La prima classe comprende gli elementi nativi che formano cristalli con un solo tipo di elemento, le altre invece sono composte da ossidi e sali caratterizzati dalla presenza di un determinato anione

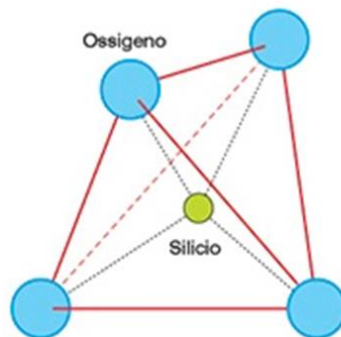
Classe	Ioni prodotti	Esempio
Elementi nativi	Nessuno	carbonio, C; oro, Au
Solfuri e composti simili	ione solfuro: $S^{2-}$ e anioni simili	pirite, $FeS_2$
Alogeni	$Cl^-$ , $F^-$ , $Br^-$ , $I^-$	salgemma, NaCl
Ossidi e idrossidi	$O^{2-}$ $OH^-$	ematite, $Fe_2O_3$ brucite, $Mg(OH)_2$
Carbonati e composti simili	$CO_3^{2-}$	calcite, $CaCO_3$
Solfati e composti simili	$SO_4^{2-}$ e anioni simili	barite, $BaSO_4$
Fosfati e composti simili	$PO_4^{3-}$ e anioni simili	apatite, $Ca_5F(PO_4)_3$
Silicati	$SiO_4^{4-}$	pirosseni, $MgSiO_3$



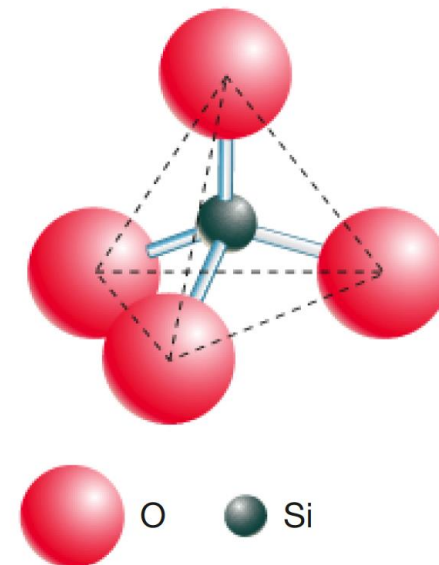
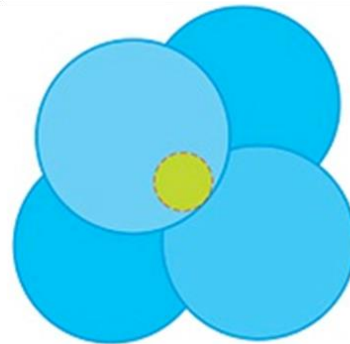
# I MINERALI SILICATICI

- I minerali più diffusi sono i **silicati** che sono composti da atomi di silicio, ossigeno e uno o più ioni metallici
- Gli atomi di silicio e ossigeno sono uniti a formare il **gruppo silicatico** ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) con geometria tetraedrica in cui un atomo di silicio centrale è unito a quattro atomi di ossigeno ai vertici
- I tetraedri possono rimanere unità singole o legarsi ad altri per formare strutture complesse

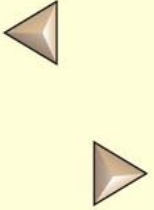

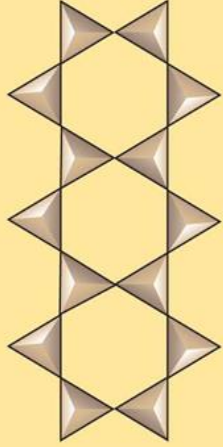
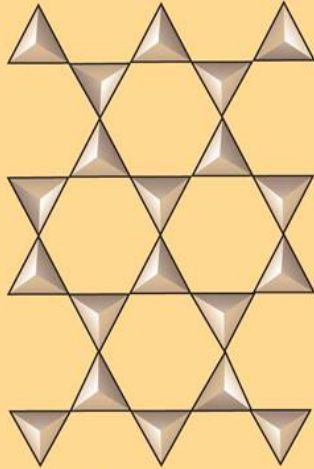
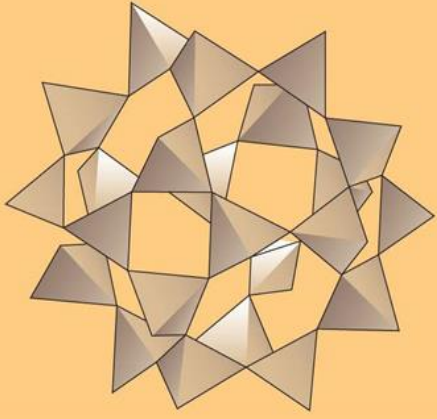

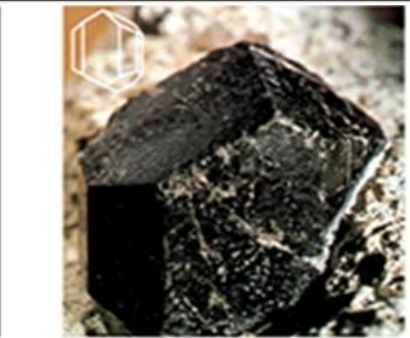
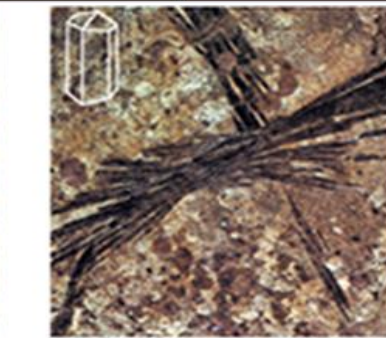

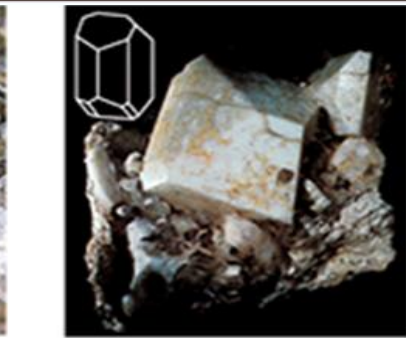
10A



10B



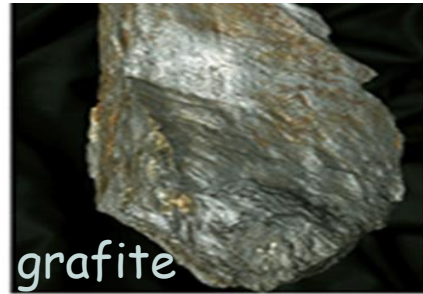
# I MINERALI SILICATICI

nesosilicati	inosilicati		fillosilicati	tettosilicati
tetraedri separati	catena singola indefinita	catena doppia indefinita	strato indefinito	intelaiatura tridimensionale
 <p data-bbox="275 939 486 972">olivina, granato</p>	<p data-bbox="529 439 657 468">tetraedro</p>  <p data-bbox="598 939 726 972">pirosseni</p>	 <p data-bbox="924 939 1026 972">anfibioli</p>	 <p data-bbox="1337 939 1503 972">miche, talco</p>	 <p data-bbox="1821 939 2051 972">quarzo, feldspati</p>
 <p data-bbox="356 1342 445 1370">olivina</p>	 <p data-bbox="726 1342 866 1370">pirosseno</p>	 <p data-bbox="1146 1342 1261 1370">anfibolo</p>	 <p data-bbox="1528 1342 1668 1370">muscovite</p>	 <p data-bbox="1936 1342 2076 1370">feldspato</p>



# I MINERALI NON SILICATICI

- **Elementi nativi:** formano minerali costituiti da un singolo elemento chimico che può trovarsi allo stato puro (es. metalli come oro, platino, argento, rame o non metalli come il carbonio del diamante e della grafite). Spesso gli elementi nativi si presentano in forme di ammassi granulari o filamentosi



- **Solfuri:** sono minerali che contengono zolfo combinato con uno o più metalli (es. pirite/solfuro di ferro, argentite/solfuro d'argento, galena/solfuro di piombo)



# I MINERALI NON SILICATICI

- **Alogeni o alogenuri:** sono minerali costituiti da uno o più elementi combinati con un alogeno (cloro, fluoro, bromo, iodio)

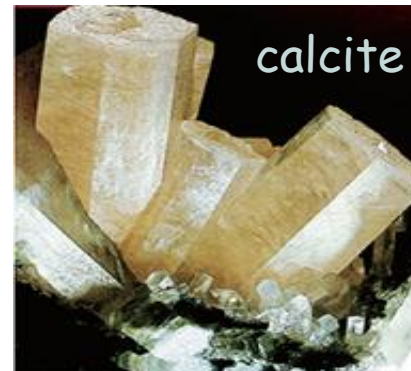


- **Ossidi:** sono minerali costituiti da elementi combinati con l'ossigeno (es. ematite  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , corindone  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )



# I MINERALI NON SILICATICI

- **Carbonati:** sono minerali costituiti da ossigeno e carbonio combinati con uno o più elementi; in genere sono ioni positivi combinati con uno ione carbonato  $\text{CO}_3^{2-}$  (es. calcite/carbonato di calcio)

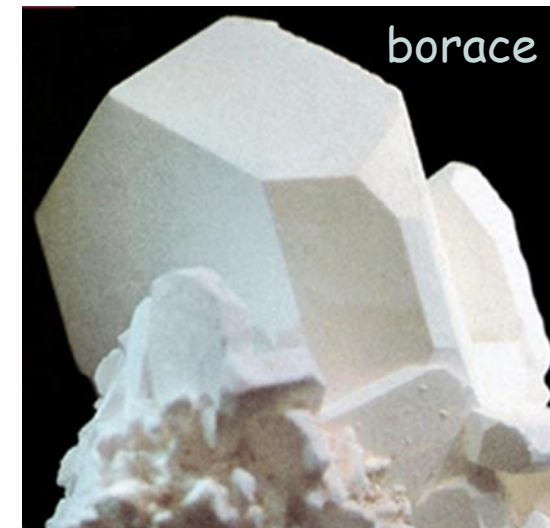
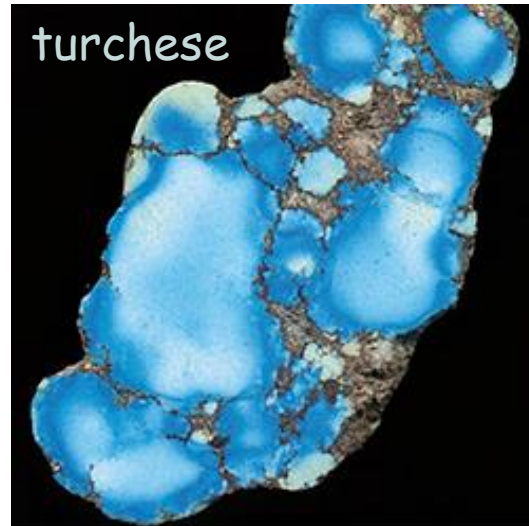


- **Solfati:** sono minerali costituiti da ossigeno e zolfo combinati con uno o più metalli; lo zolfo è presente sotto forma di ione solfato  $\text{SO}_4^{2-}$



# I MINERALI NON SILICATICI

- **Fosfati e composti simili (borati):** i **fosfati** contengono uno ione fosfato (combinazione di fosforo e ossigeno) legato ad uno o più elementi metallici (es. apatite/fosfato di calcio, turchese/fosfato di rame e alluminio). I **borati** contengono uno ione borato (combinazione di boro e ossigeno) legato ad uno o più ioni positivi (es. borace/borato di sodio)





# I MINERALI



# I MINERALI

