

# 4

## Els materials terrestres I: Els minerals

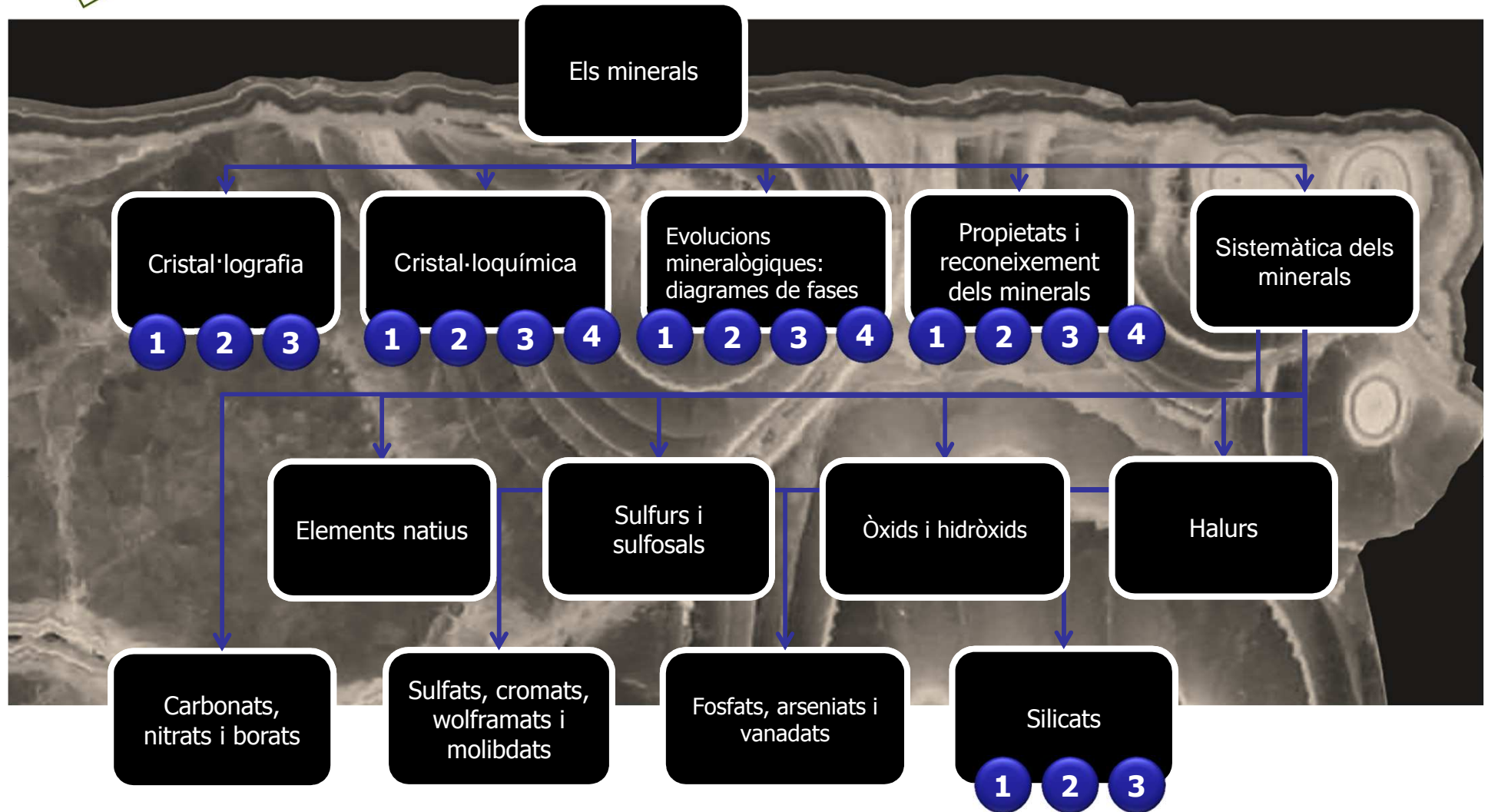


- ▶ ESQUEMA
- ▶ TREBALL PRÀCTIC
- ▶ RECURSOS





## Esquema de continguts



### Recursos per a l'explicació de la unitat

Què és un mineral?

Cristal·lografia: el sistema cúbic

Cristal·lografia: xarxes de Bravais

Sistemes cristal·lins

Enllaç iònic

Dimensions dels ions

Els edificis covalents

Enllaços i propietats dels minerals

Diagrama de fases de l'aigua

Diagrama de fases del carboni

Andalusita-distena-sil·limanita

Sèries isomorfes de les plagiòclasis

Minerals

L'escala de Mohs

Propietats mecàniques

Propietats cristal·logràfiques

Elements nadius

Sulfurs

Òxids

Halurs

Carbonats

Sulfats i wolframats

Fosfats

Els silicats: tetràedre de sílice

Els silicats: estructura

Els silicats

Enllaços d'interès





## Què és un mineral?



Cristalls de fluorita



Òpal



Quars.



Granit.



Biotita.

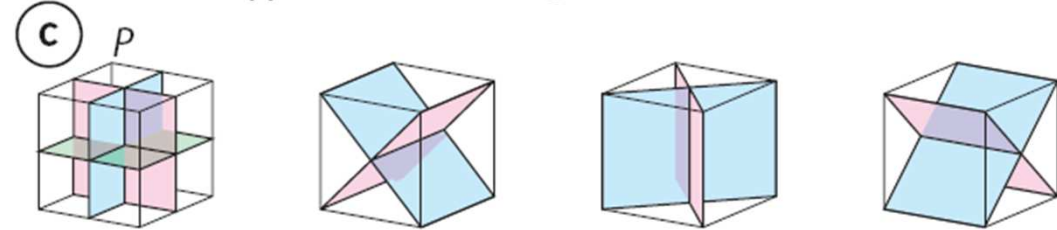
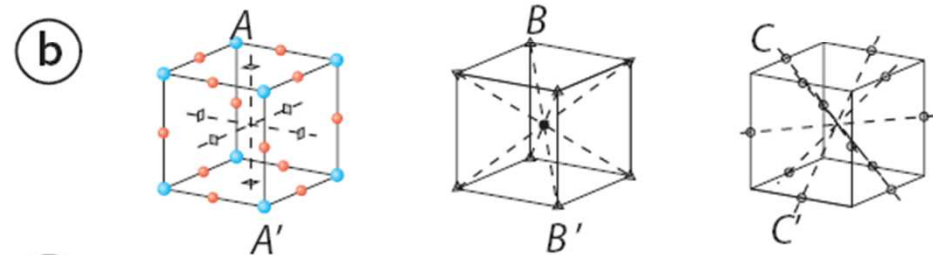
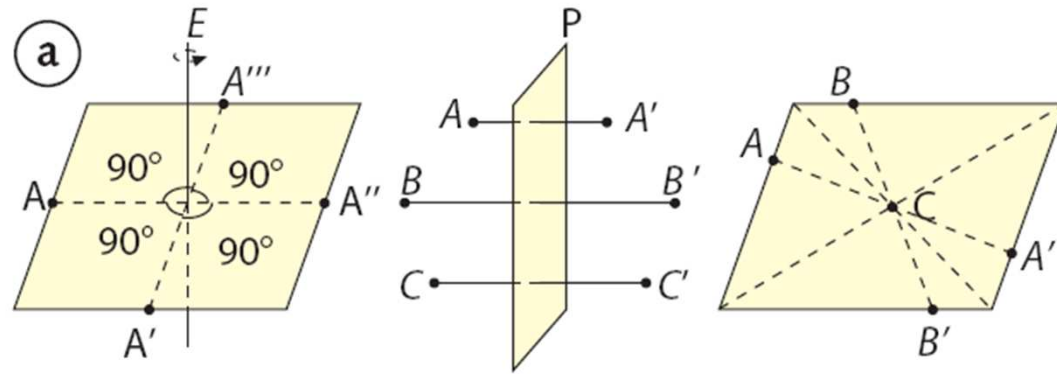




# Cristal·lografia: el sistema cúbic

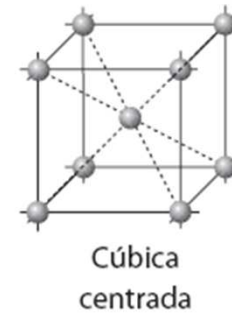
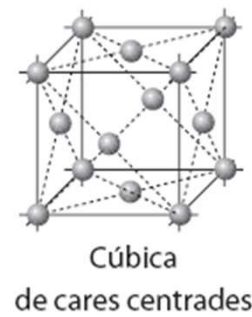
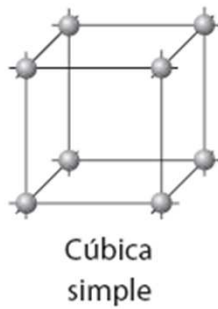
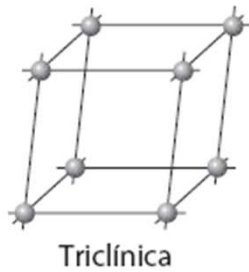
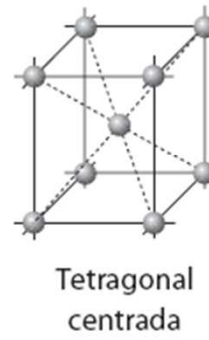
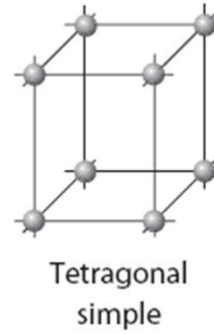
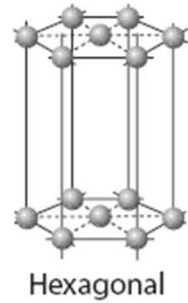
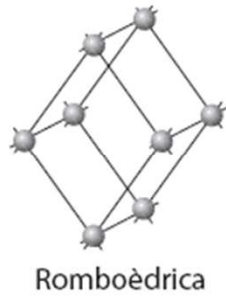
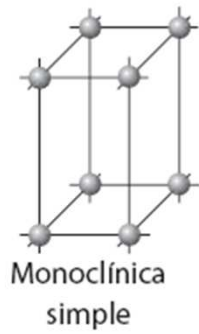
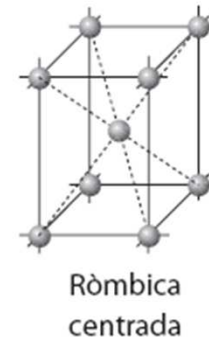
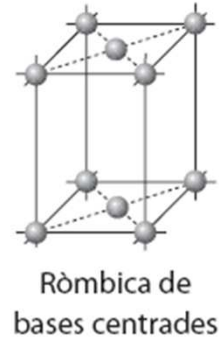
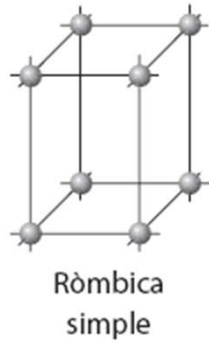
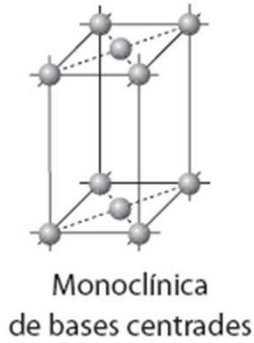


Cristalls de pirita.





## Cristal·lografia: xarxes de Bravais





## Sistemes cristal·lins

Sistema	Eix de simetria	Nombre de xarxes de Bravais	Constants cristal·logràfiques
Triclínic		1	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
Monoclínic	1 eix binari	2	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
Ròmbic	3 eixos binaris	4	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Romboèdric	1 eix ternari	1	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
Hexagonal	1 eix quaternari	1	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ, 60^\circ$
Tetragonal	1 eix quaternari	2	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Cúbic	4 eixos ternaris	3	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

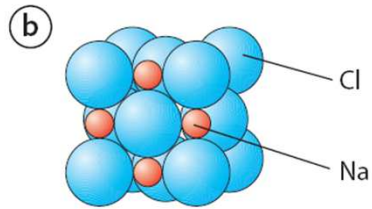
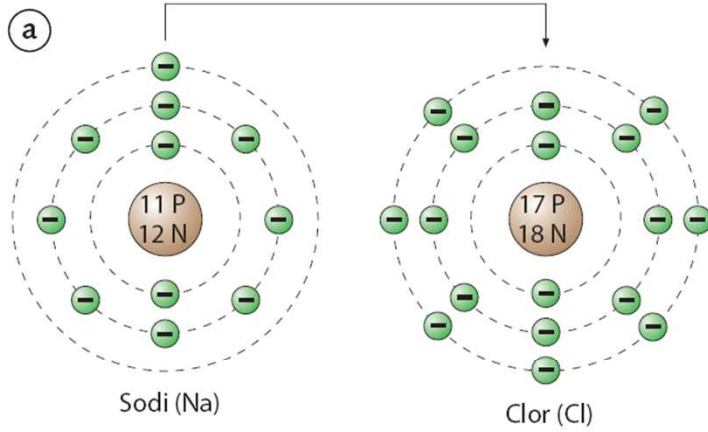
Sistemes cristal·lins amb els eixos i angles cristal·logràfics.



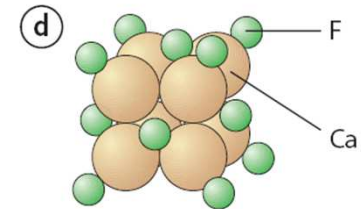
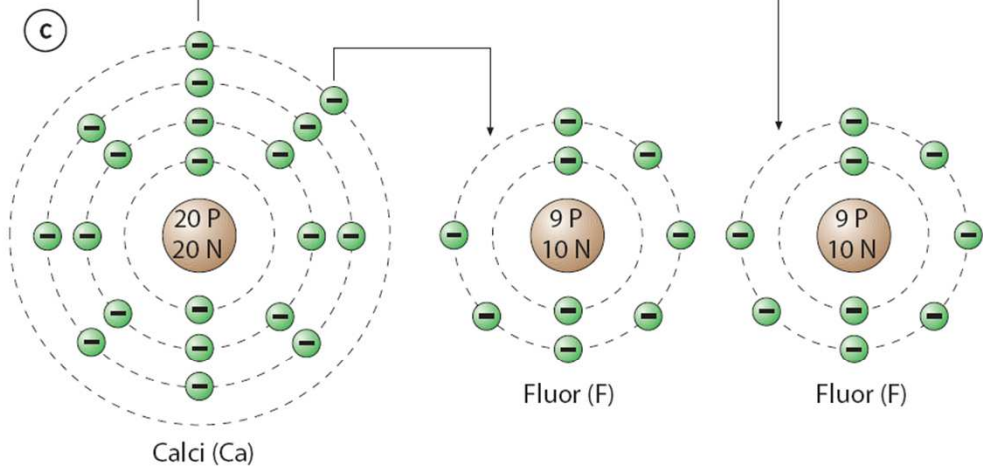


# Enllaç iònic

Halita



Fluorita







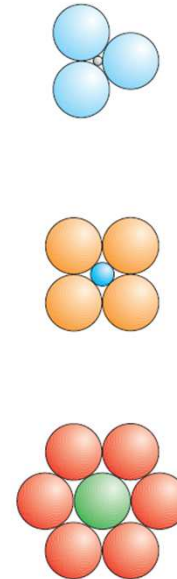
## Dimensions dels ions

a)

Dimensions dels ions	Ions	Radi en Å
	Oxigen (O)	1,40
	Potassi (K)	1,42
	Calci (Ca)	0,99
	Sodi (Na)	0,97
	Ferro (II) (Fe)	0,74
	Magnesi (Mg)	0,66
	Alumini (Al)	0,49
	Silici (Si)	0,40

a) Dimensions dels ions dels elements més abundants (un àngstrom, Å, equival a  $10^{-10}$  metres).

b)



b) Diagrama que il·lustra que les dimensions relatives dels ions influeixen en l'ordenació tridimensional que adopten.

c)

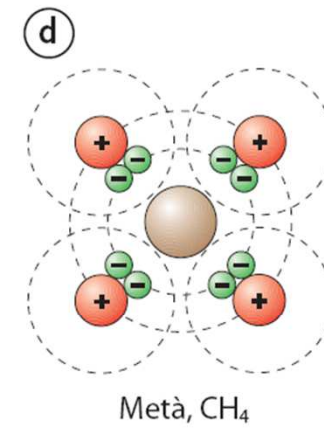
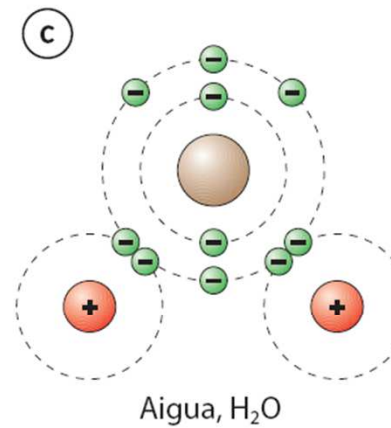
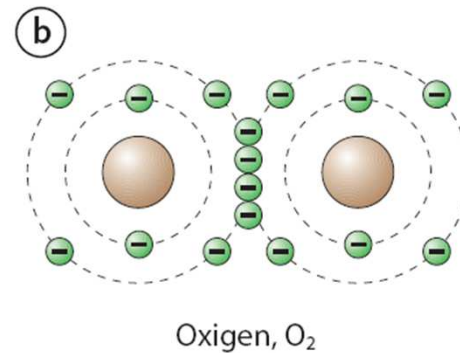
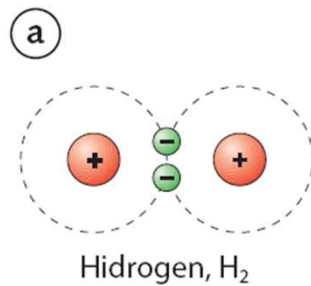
Políedre	Coordinació de l'ió	Relació dels radis iònics
Tetraèdre	IV	0,225
Octàedre	VI	0,414
Cub	VIII	0,732
Cubooctàedre	XII	1,0

c) Políedres de coordinació que s'observen amb més freqüència en els minerals.

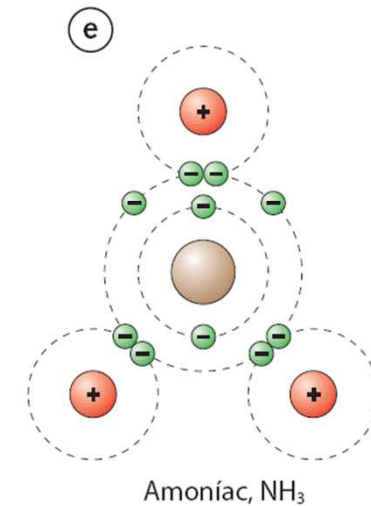




## Els edificis covalents



- a) i b) Dos àtoms d'hidrogen (a) i dos d'oxigen (b) s'uneixen per formar una molècula d'hidrogen i una d'oxigen.
- c) Dos àtoms d'hidrogen i una d'oxigen s'uneixen per formar una molècula d'aigua.
- d) Tres àtoms d'hidrogen i un de nitrogen formen una molècula d'amoníac.
- e) Quatre àtoms d'hidrogen i un de carboni formen una molècula de metà.





## Tipus d'enllaç i propietats dels minerals

Edifici i força d'enllaç	Naturalesa	Duresa	Propietats elèctriques i solubilitat (en aigua i àcids dèbils)	Propietats estructurals	Propietats tèrmiques	Mineral (exemple)
Iònic - Fort	Atracció electroestàtica entre ions de càrregues oposades	De moderada a alta	Aïllants mitjans - Alta	Enllaç no dirigit, coordinació elevada entre els ions, estructura densa	Temperatura de fusió força alta. En estat fos: ions	Calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) Halita ( $\text{NaCl}$ )
Covalent - Molt fort	Es comparteixen parells d'electrons	Alta	Aïllants - Molt baixa	Enllaç dirigit, coordinació dèbil, estructura poc densa	Temperatura de fusió elevada. En estat fos: molècules	Diamant (C) Esfalerita ( $\text{ZnS}$ )
Mixt, iònic i covalent - Molt fort		De moderada a alta	Aïllants - Baixa		Temperatura de fusió elevada	Olivina ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) Moscovita ( $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )
Metàlic - Variable	Es comparteixen electrons lliures	Baixa	Conductors - Molt baixa	Enllaç no dirigit, coordinació molt elevada, estructura molt densa	Temperatura de fusió variable	Or (Au) Coure (Cu)
Molecular - Molt dèbil	Forces electroestàtiques als dipols	Molt baixa	Aïllants - Baixa	Semblants a les de l'enllaç metàl·lic	Temperatura de fusió baixa	Sofre (S)





## Diagrama de fases de l'aigua (H<sub>2</sub>O)

A	$1+F=1+2$	$F=2$	Bivariant
B	$2+F=1+2$	$F=1$	Monovariant
C	$3+F=1+2$	$F=0$	Invariant

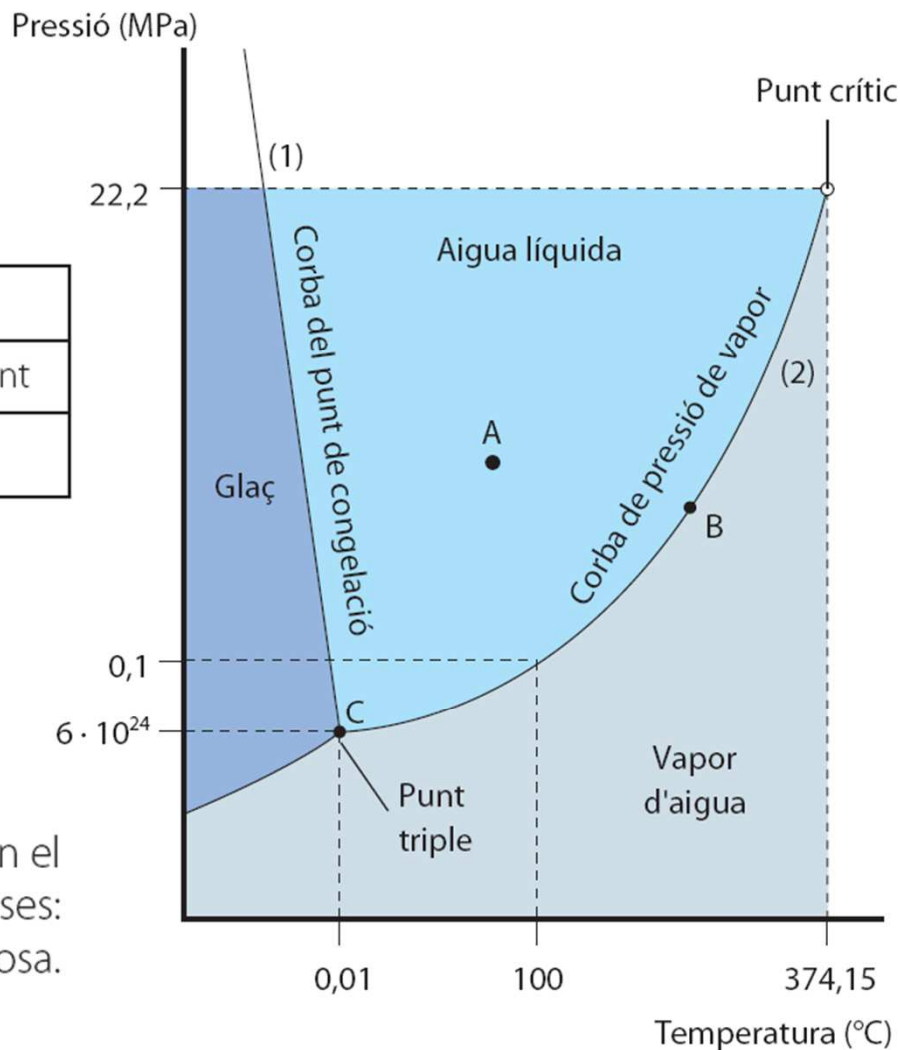
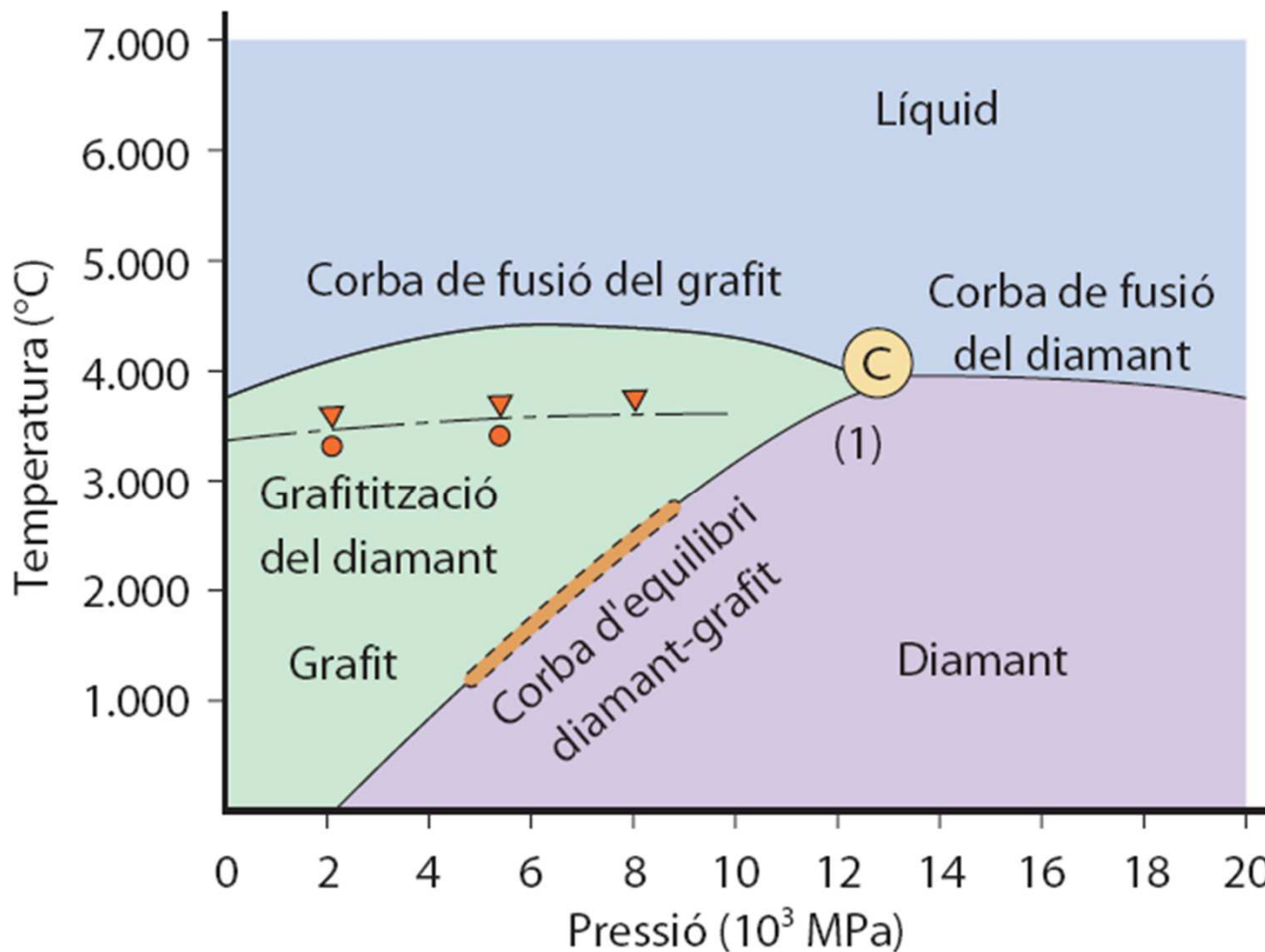


Diagrama de fases de l'aigua (H<sub>2</sub>O). En el punt triple C coexisteixen les tres fases: sòlida, líquida i gasosa.





## Diagrama de fases, en condicions anhidres, del carboni

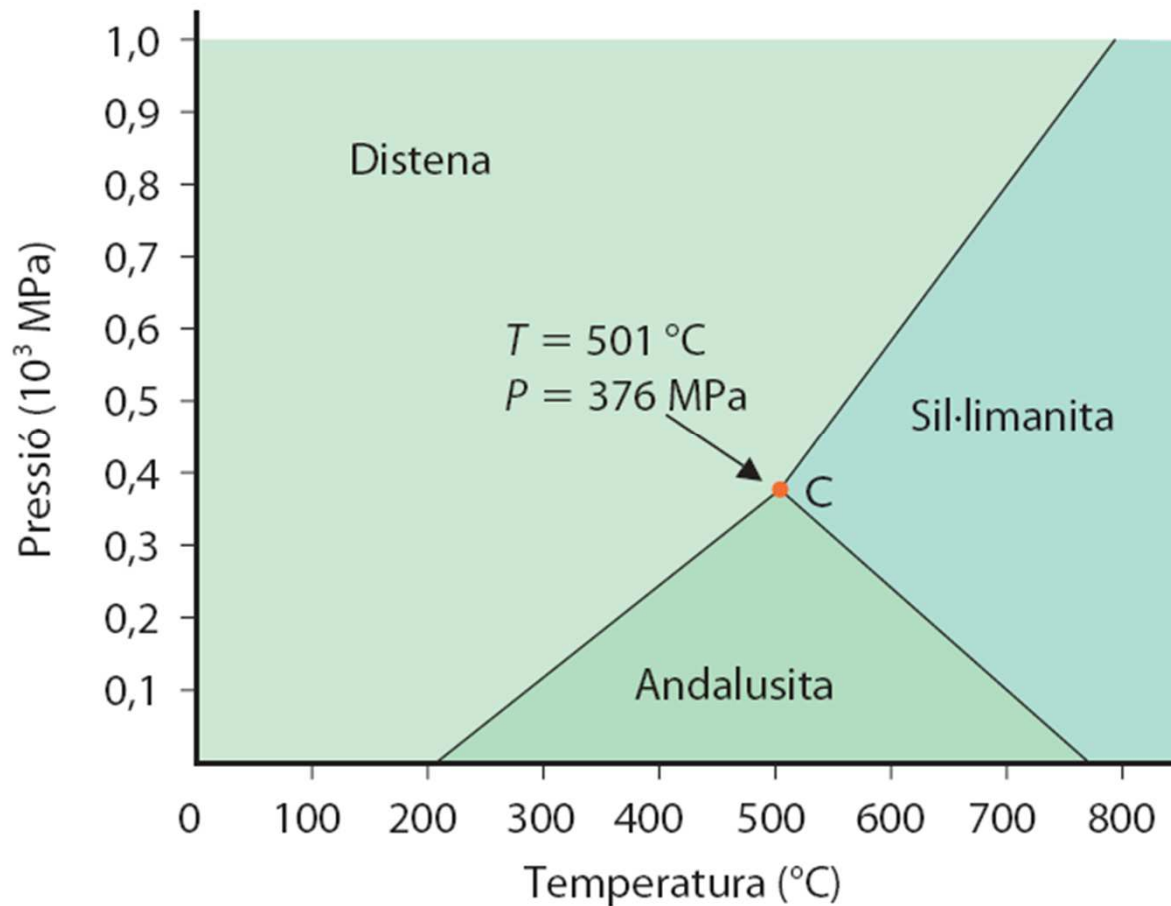


El punt C és el punt triple, únic punt on les tres fases poden coexistir.





Diagrama de fases, en condicions anhidres, del sistema andalusita-distena-sil·limanita

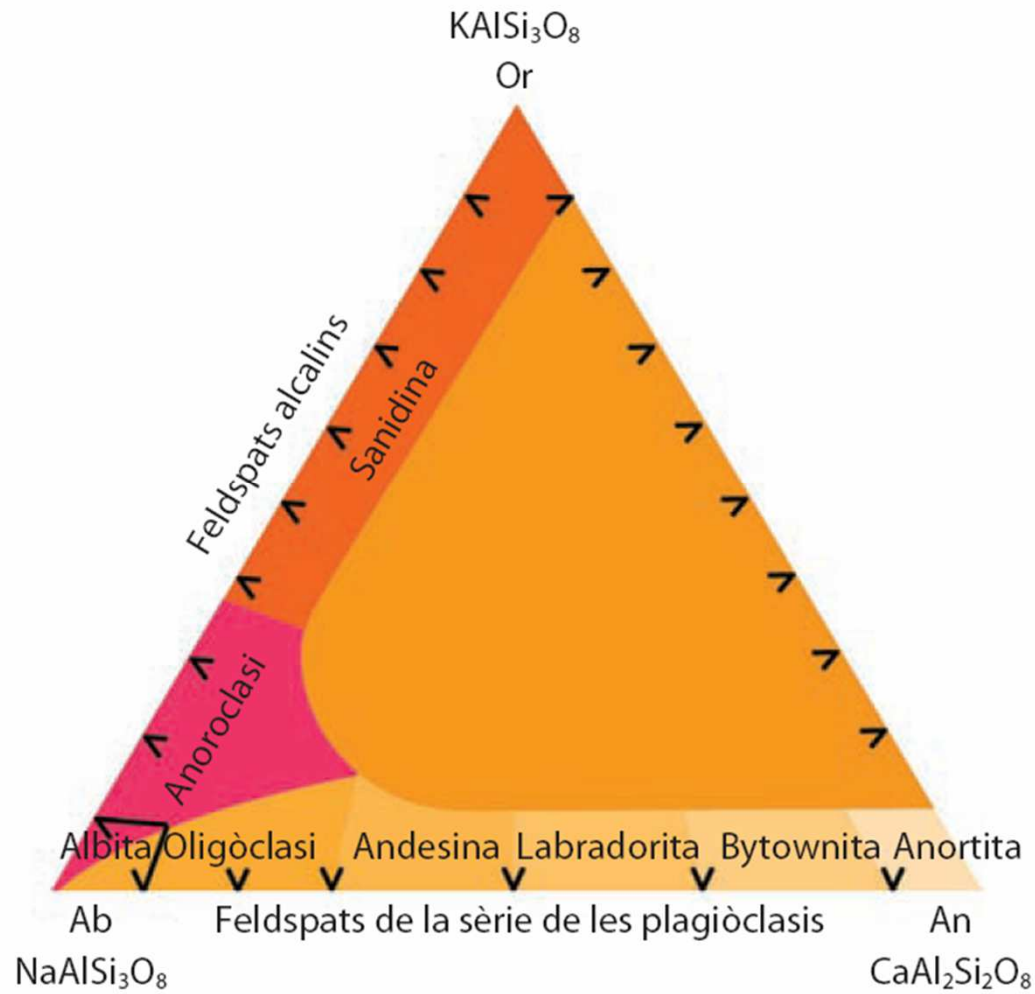


El punt C és el punt triple, únic punt on les tres fases poden coexistir.





## Sèries isomorfes de les plagiòclasis d'alta temperatura





# Minerals



quars



mica



cromita



galena



talc



guix





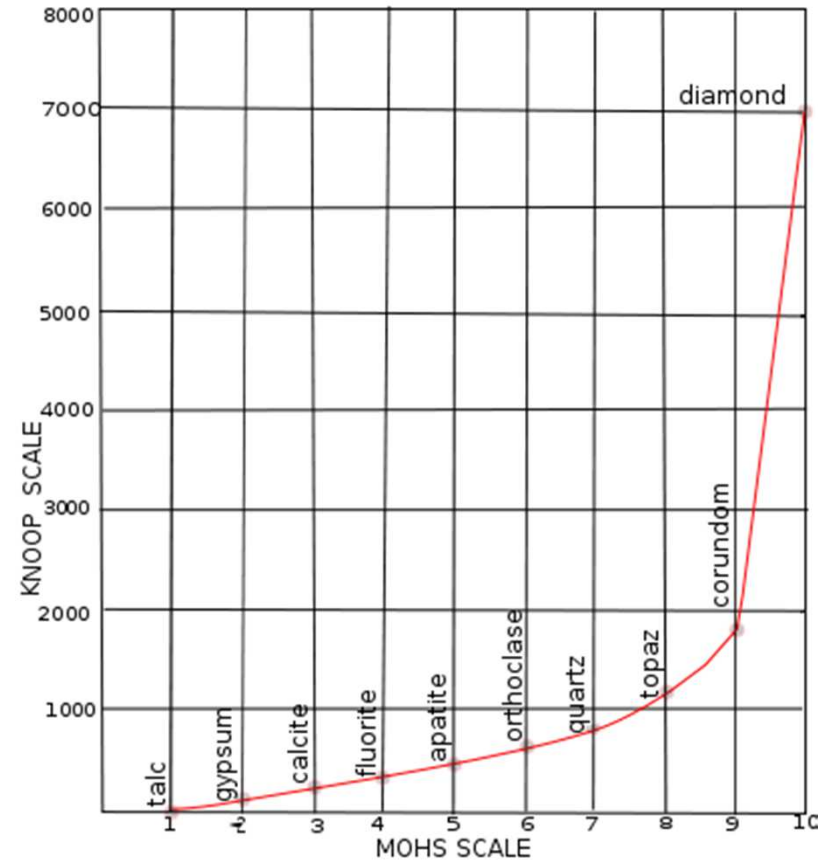


## L'escala de Mohs

		ungla		moneda de coure		vidre			
		↓		↓		↓			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Talc	Guix	Calcita	Fluorita	Apatita	Ortosa	Quars	Topazi	Corindó	Diamant

Minerals tipus de l'escala de Mohs amb algunes de les eines que s'utilitzen per delimitar-ne la duresa de forma senzilla.







## Propietats mecàniques



La mica s'exfolia amb facilitat.

La baritina té un pes específic molt alt.



El beril té un sistema de cristallització hexagonal.





## Propietats cristal·logràfiques



Macla cua d'oreneta del guix



Rosa del desert



Geoda de calcita





## Elements natus



Or en estat natiu.



Plata nativa.



Cristalls de sofre.





Sulfurs



Cinabri



Realgar





Òxids



Pyrolusita



Hematites



Magnetita





# Halurs



Halita



Silvita



Fluorita







## Carbonats



Cristalls de calcita



Malaquita



Aragonita



Dolomita





## Sulfats i wolframats

Guix



Celestina



Wulfenita



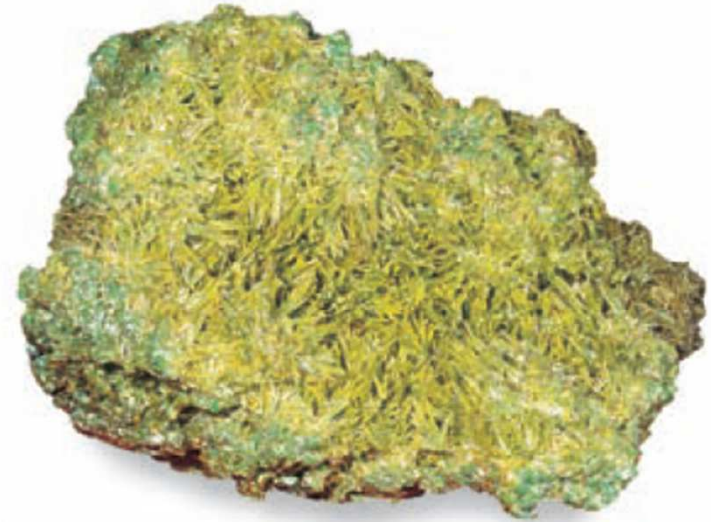


Fosfats



Apatita blava

Piromorfita

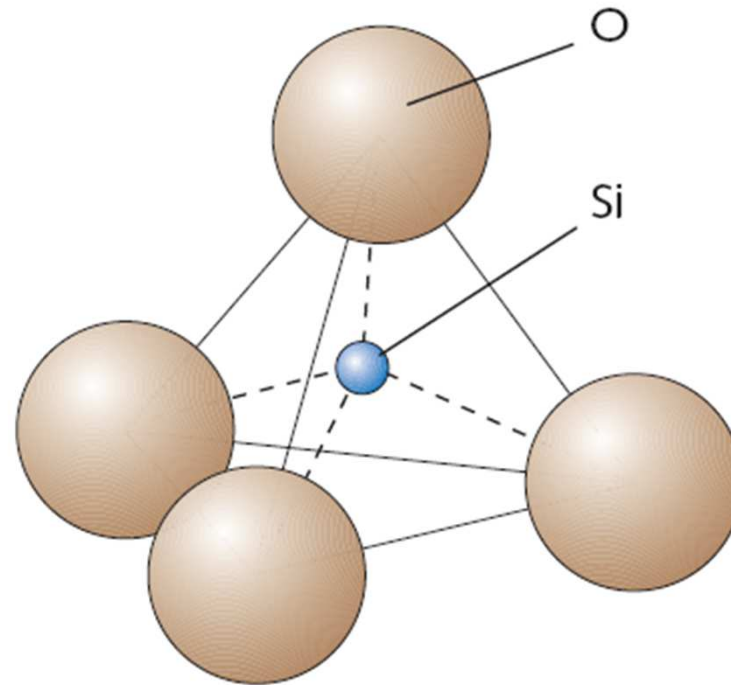


Vanadinita





## Els silicats: tetràedre de sílice

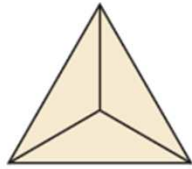


Imatge expandida del tetràedre de sílice que mostra la relació del radi iònic del silici (Si) i l'oxigen (O).

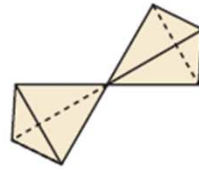




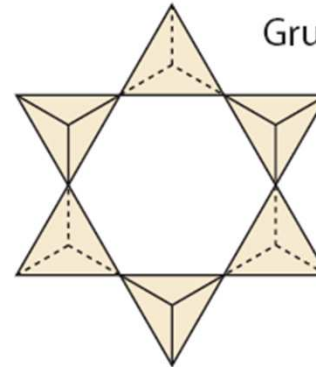
## Els silicats: estructura



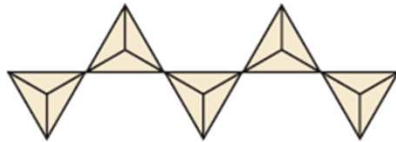
Tetràedres aïllats  
(nesosilcats)



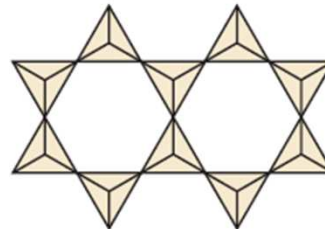
Tetràedres dobles  
(sorosilcats)



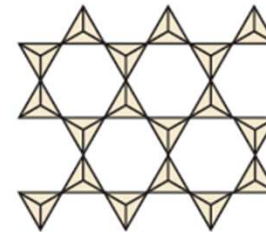
Grups de 3, 4 o 6 tetràedres  
formant anells  
(ciclosilcats)



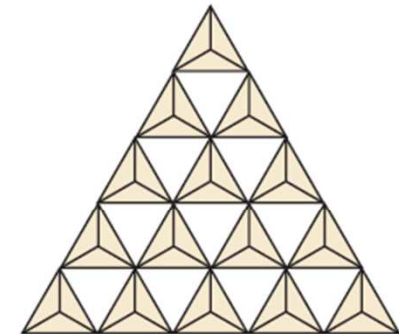
Cadenes simples  
(inosilcats)



Cadenes dobles  
(inosilcats)



Làmines de tetràedres  
(filosilcats)



Tetràedres  
units en xarxes  
tridimensionals  
(tectosilcats)





## Els silicats



Olivina



Augita



Hornblenda



Quars

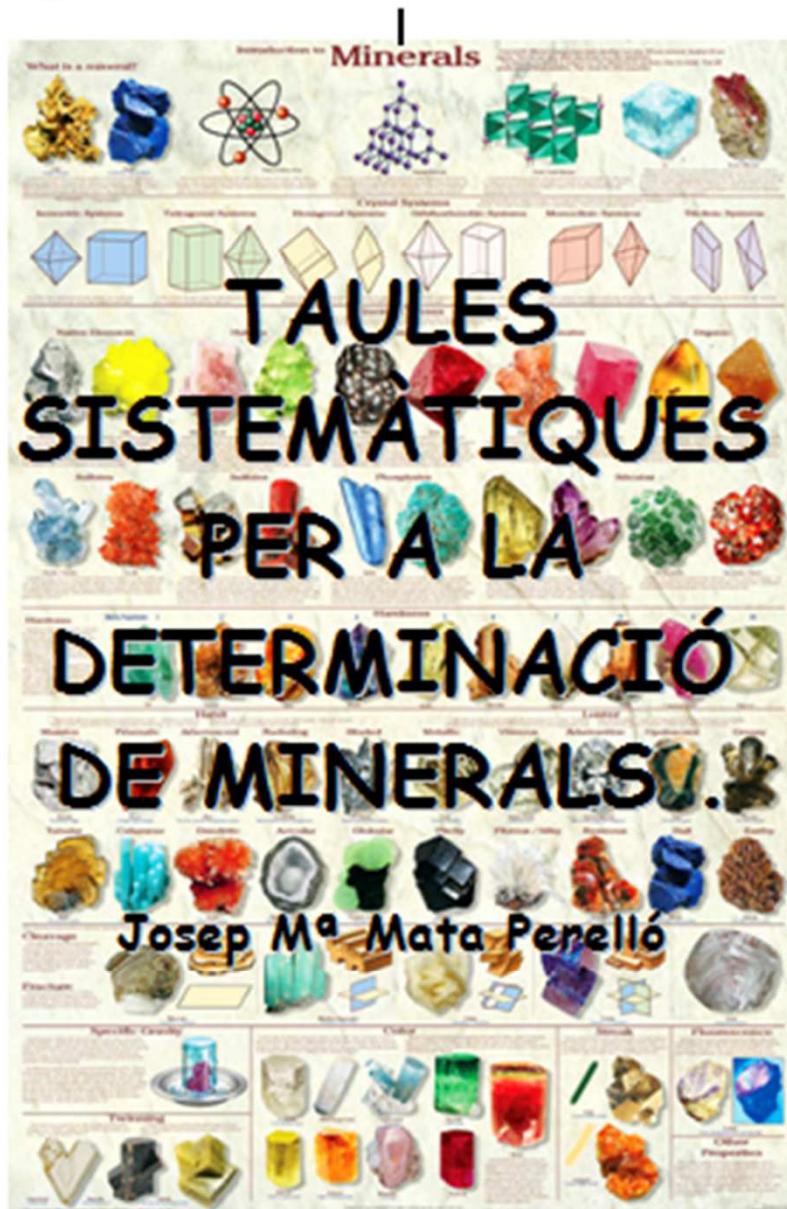


Ortosa



Moscovita





RESUM

Pàg.

- A) Minerals de LLUÏSSOR METAL.LICA → 3
  - Aa) Duresa inferior a 2,5 Argentita, Cinabri, Covel.lina, Estibina, Galena, Grafit, Hematites, Molibdenita, Pirolusita → 3
  - Ab) Duresa compresa entre 2,5 i 5,5 Bauxita, Calcosina, Bornita, Calcopirita, Cromita, Cuprita, Esfalerita, Galena, Goethita, Hematites, Limonita, Magheimita, Manganita, Millerita, Niquelina, Pentlandita, Pirolusita, Pirrotina, Psilomelana, Siderita, Tenmantina, Tenorita, Tetraedrita, Uraninita, Wolframita. → 4
  - Ac) Duresa superior a 5,5 Arsenopirita, Birnessita, Cobaltina, Cromita, Ilmenita, Magnetita, Marcassita, Niquelina, Piritita, Psilomelana, Rutil, Skutterudita, Todorokita. → 6
- B) Minerals de LLUÏSSOR NO METAL.LICA → 8
  - BA) De ratlla colorejada (No blanca) → 8
    - BAA) Duresa inferior a 2,5 Annabergita, Biotita, Calcantina, Carnotita, Cervantinita, Cinabri, Eritrina, Hematites, Limonita, Melanterita, Moscovita, Oropiment, Realgar, Sofre. → 8
    - BAb) Duresa compresa entre 2,5 i 5,5 Antlerita, Atzurita, Autunita, Bauxita, Brochantita, Carnotita, Cincita, Cuprita, Esfalerita, Jarosita, Malaquita, Piromorfita, Siderita, Torbernita, Wolframita. → 9
    - BAb) Duresa superior a 2,5 Cassiterita, Rutil. → 10
  - BB) De ratlla blanca → 11
    - BBa) Duresa inferior a 2,5 Biotita, Caolí, Clorita, Epsomita, Guix Halita, Hexahidrita, Moscovita, Serpentina, Silvina, Sofre, Talc. → 11
    - BBb) Duresa compresa entre 2,5 i 5 → 12
      - BBba) Duresa compresa entre 2,5 i 4 Anglesita, Anhidrita, Aragonita, Baritina, Calcita, Carnal.lita, Celestina, Cerussita, Dolomita, Esfalerita, Estronclanita, Fluorita, Giobertita, Halita, Manganocalcita, Rodocroisita, Siderita, Silvina, Vanadinita. → 12
      - BBbb) Duresa compresa entre 4 i 5 Anfíbols, Apatita, Giobertita, Hemimorfita, Manganocalcita, Opàl, Piroxens, Rodocroisita, Scheelita, Smithsonita, Wollastina. → 14
      - BBc) Duresa compresa entre 5,5 i 7 Anfíbols, Cassiterita, Grenats, Olivina, Opàl, Ortosa, Piroxmanguita, Plagioclases, Piroxens, Quars, Rodonita, Rutil, Turmalina. → 15
      - BBd) Duresa superior a 7 Andalusita, Beril.le, Corindó, Diamant, Espinel.la, Estaurotita, Granats, Topaci, Turmalina, Zircó. → 17





Taula 2. Identificació dels minerals

Duresa (Mohs)	Color	Lluentor	Color de la ratlla	Densitat	Hàbit, exfoliació i fractura	Mineral	Altres propietats i comentaris
2	Transparent, blanc o groguenc	Molt variable	Blanca	2,3	Pot presentar-se en cristalls aplanats o fibrosos. També en masses compactes	Guix $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Es tan tou que es polvoritza fàcilment*
2,5	De transparent a blanc. Pot ser lleugerament rosa, blau o violet	Vitria	Blanca	2,2	S'exfolia en cubs	Halita $\text{NaCl}$	Té gust salat*
2,5	Transparent, tirant a platejat	Vitria	Blanca	3	Cristalls laminars. Molt exfoliable*	Mica moscovita $(\text{Al,K})\text{Si}_3\text{O}_{10}$	Els cristalls d'aquests minerals són lleugerament flexibles
2,5	Negre a marró fosc	Vitria	Blanca	3	Cristalls laminars. Molt exfoliable*	Mica biotita $(\text{Al,Mg,Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}$	
2,5	Gris plom	Metàlica	Gris plom	7,5*	S'exfolia en cubs	Galena $\text{PbS}$	Amb HCl fa pudor
3	Transparent o blanc	Normalment vitria	Blanca	2,7	S'exfolia en rombes	Calcita $\text{CaCO}_3$	Produeix efervescència amb HCl diluït*
3 a 3,5	Transparent, blanc o rosat	Variable	Blanca	4,5*	S'exfolia	Baritina $\text{BaSO}_4$	Molt densa per no ser metàlica
3,5	Verd*	Mat	Verd molt clar	4	Aspecte massiu, de vegades bandejat	Malaquita $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	Color molt característic
4	Color variable: incolor, blanc, verd blavós, violet	Vitria	Blanca	3,1	De vegades cristalls cúbics	Fluorita $\text{CaF}_2$	Fluorescent
4	De castany a negre. De vegades groc de mel	Llueix com la resina	Blanca cap a groc clar	4	S'exfolia	Esfalerita (blenda) $\text{ZnS}$	La varietat groga s'anomena esfalerita de caramel
4	Groc vermellós amb irisacions*	Metàlica	Negra verdosa	4,3	Aspecte massiu	Calcopirita $\text{CuFeS}_2$	S'assembla a la pirita, però és més tova
5,5	De verdós fosc a negrós	Vitria	Gris molt clar	3,2	Són rars els bons cristalls	Hornblenda $(\text{Mg,Fe,Ca})\text{Si}_7\text{O}_{22}$	Components de les roques magmàtiques. Difícil de distingir un de l'altre i també de l'olivina (minerals màfics)
5,5	De verdós fosc a negrós	Vitria	Gris molt clar	3,4	Pot presentar bons cristalls	Augita $(\text{Ca,Mg,Fe,Al})\text{Si}_2\text{O}_6$	
6	De blanc a rosa	Vitria	Blanca	2,6	S'exfolia	Feldspat ortosa $(\text{Al,K})\text{Si}_3\text{O}_8$	Minerals molt freqüents a les roques magmàtiques
6	De blanc a gris	Vitria	Blanca	2,7	S'assembla a l'ortosa	Feldspat plagiòclasi $(\text{Al,Ca,Na})\text{Si}_3\text{O}_8$	
6 (varia)	Terrós vermellós a negre grisenc	De mat a metàlica	Vermell fosc*	5,2	En masses compactes o terroses	Hematites $\text{Fe}_2\text{O}_3$	Les varietats terroses són més toves. S'anomena també oligist
6	Negre	Metàlica	Negre	5,2	En masses. Poca exfoliació	Magnetita $\text{Fe}_3\text{O}_4$	Magnetisme intens*
6,5	Groc de llautó*	Metàlica	Verdosa o terrosa negra	5	Sovint cristalls cúbics. Les cares sovint presenten línies paral·leles	Pirita $\text{FeS}_2$	També anomenat fals or
6,5	Terrós a negre	De vegades molt brillant	Blanca a groc clar	7*	Masses granulars	Cassiterita $\text{SnO}_2$	Molt densa*
6,5	Verd oliva o grisenc	Vitria	Blanca a gris molt clar	3,8	Masses granulars	Olivina $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_4$	Pot confondre's amb l'augita i l'hornblenda (minerals màfics)
7*	Molt variable, però les varietats transparents o blanques són les més freqüents	Vitria	Blanca	2,7	Pot presentar cristalls ben formats. Fractura concoïdal	Quars $\text{SiO}_2$	Molt freqüent a les roques, on té l'aspecte de granets de vidre



\* Propietat molt útil

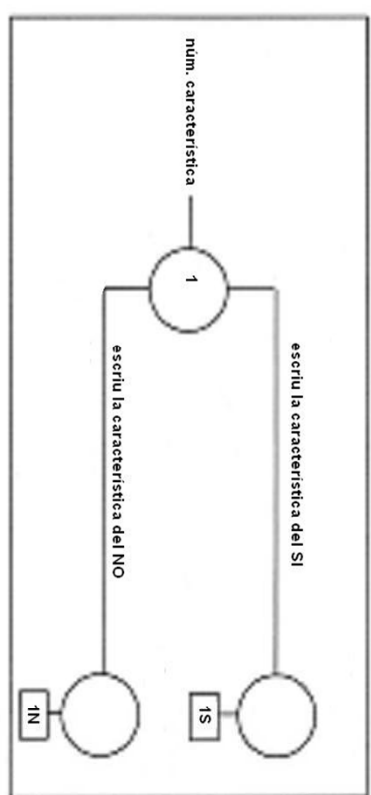
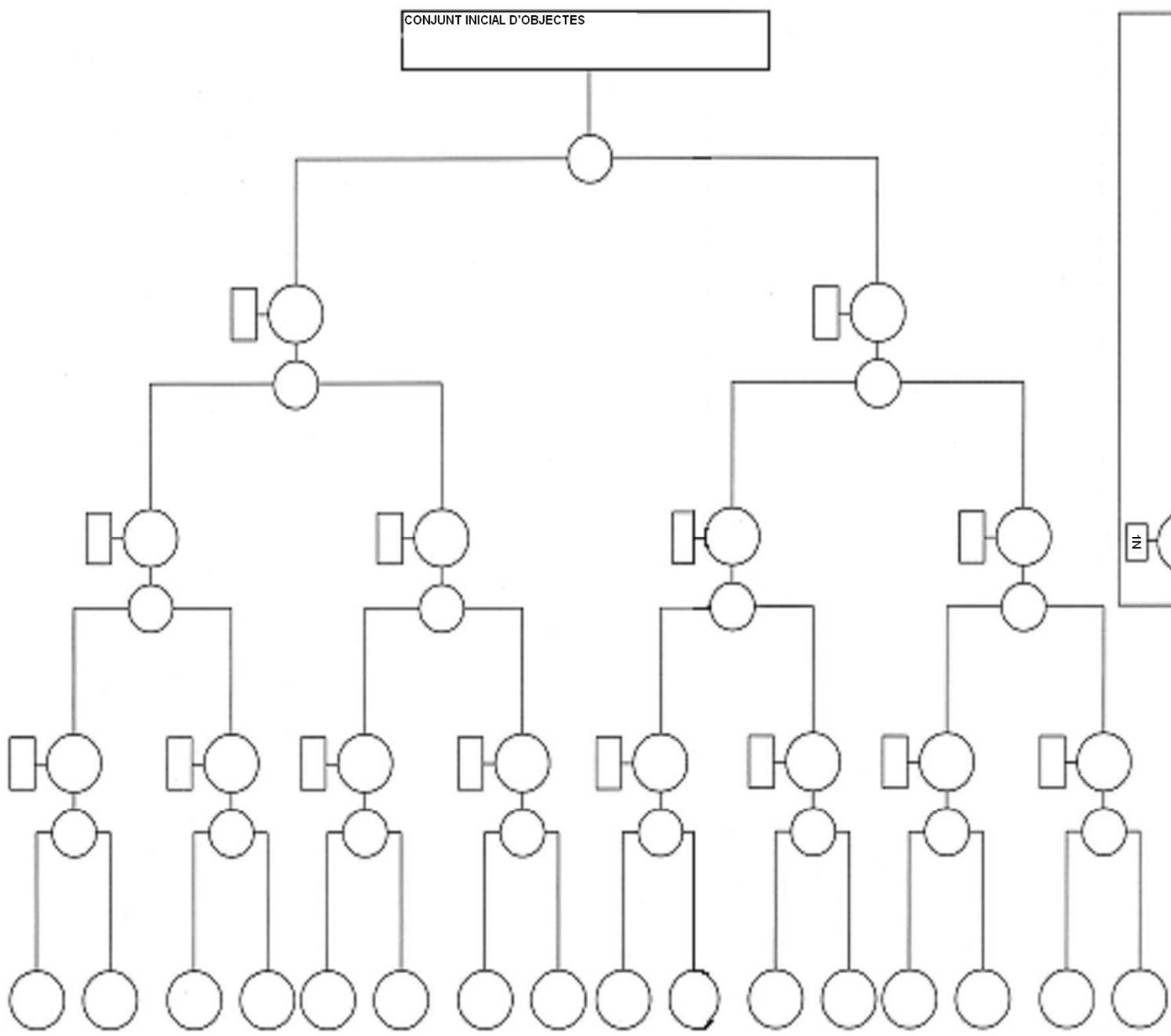
Es ratllen amb l'ungla

Es ratllen amb una moneda de coure, però no amb l'ungla

Es ratllen amb una navalla, però no amb una moneda de coure

No es poden ratllar amb una navalla





**ESQUEMA DE CLASSIFICACIÓ**



## Enllaços d'interès

### MineralTown

**PASSA AL WEB**

### Minerals i roques: enllaços

**PASSA AL WEB**

