

Unitat 7

Minerals petrogenètics.

Minerals i roques d'interès econòmic.

1. Els minerals. Components bàsics de les roques.
2. Grups minerals. Els silicats.
3. Minerals no silicatats importants. Interès econòmic.
4. Roques d'interès econòmic

1. Els minerals. Components bàsics de les roques

Els minerals són els constituents de les roques.

Podem definir els **minerals** com productes naturals, sòlids, inorgànics, d'estructura cristal·lina i amb una composició química definida. Per tant per a que es consideri mineral, qualsevol material terrestre ha de complir:

1. Ha d'aparèixer de forma natural
2. Ha de ser inorgànic
3. Ha de ser un sòlid
4. Ha de presentar una estructura interna ordenada, és a dir, els seus àtoms s'han de trobar ordenats segons unes formes geomètriques definides.
5. Ha de presentar una composició química definida, que pot variar dintre d'uns límits.

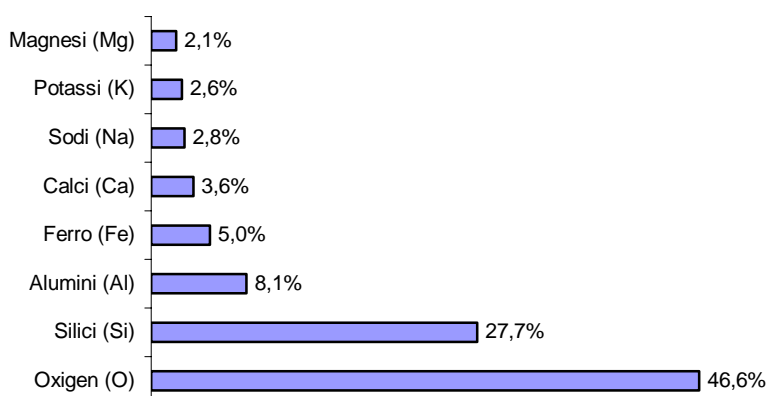
Els geòlegs només consideren minerals les substàncies que satisfan aquests criteris. No són minerals per tant, els diamants sintètics o altres materials útils produïts en laboratoris. Alguns vidres, artificials o volcànics, o alguns òxids, com l'òpal, són substàncies amorfes sense cap ordenació interna, aquestes substàncies es consideren **mineraloides**.

Les **roques** es defineixen d'una manera menys precisa. Una roca és qualsevol massa sòlida de matèria mineral (o semblant) que es presenta de forma natural com a part del nostre planeta. Algunes roques estan formades exclusivament per un sol mineral. Un exemple és la roca sedimentària *calcària* formada pel mineral *calcita*. La majoria de roques, però, com el granit, són agregats de diversos minerals. El terme "agregat" significa que els minerals estan units de tal forma que conserven cadascun les seves propietats.

Algunes roques estan compostes de matèria no mineral, com per exemple les roques volcàniques *obsidiana* i *pumita*, que són substàncies vítries no cristal·lines, i el *carbó*, que són restes orgàniques sòlides.

2. Grups minerals

Es coneixen gairebé 4000 minerals i cada any s'hi identifiquen uns quants més, tot i així només una dotzena de minerals són abundants. En conjunt, aquests pocs constitueixen la major part de roques de l'escorça terrestre i es classifiquen com a *minerals formadors de roques*. També és interessant observar que *sols vuit elements* constitueixen la major part d'aquests minerals (elements geoquímics) i representen més del 98% (en pes) de l'escorça continental. Aquests elements són, per ordre d'abundància: oxigen (O), silici (Si), alumini (Al), ferro (Fe), calci (Ca), sodi (Na), potassi (K) i magnesi (Mg).

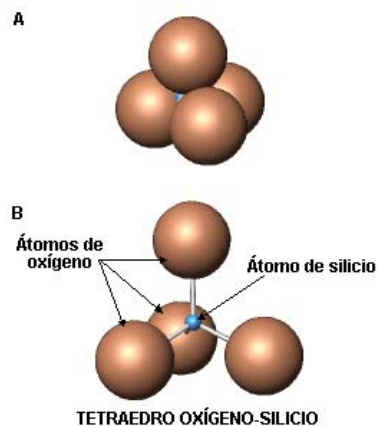


Tal com mostra el gràfic, el silici i l'oxigen són, amb diferència, els elements més comuns de l'escorça terrestre. A més, aquests dos elements es combinen fàcilment per formar l'estructura del grup mineral més comú, **els silicats**. Les roques ígnies estan compostes gairebé en la seva totalitat per minerals silicatats i aquest grup mineral representa més del 90% de l'escorça terrestre. Com que les roques sedimentàries solen estar compostes per productes meteoritzats de les roques ígnies, els minerals silicatats també són abundants en els sediments i roques sedimentàries. Això és particularment cert per al mineral *quars*, que és resistent a la meteorització, i per als *minerals argilosos*, que són minerals silicatats producte de determinats processos de meteorització. Els minerals argilosos representen gairebé la meitat del volum de les roques sedimentàries. Els minerals silicatats també són constituents importants d'algunes roques metamòrfiques.

Com que la resta de grups minerals són molt menys abundants en l'escorça terrestre que els silicats, s'agrupen sota el nom de **minerals no silicatats**. Tot i que no són tan comuns com els silicats, alguns minerals no silicatats són molt importants des del punt de vista econòmic. Alguns grups no silicatats com els carbonats, els sulfats i els halurs són components importants dels sediments i les roques sedimentàries. A més alguns minerals no silicatats es troben en les roques metamòrfiques, però són estranys en ambients ignis.

Els silicats

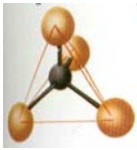
Tots els silicats contenen els elements oxigen i silici. A més, excepte uns pocs, com el quars, tots els silicats contenen un o més elements addicionals que donen lloc a la gran varietat de silicats i a les diverses propietats.



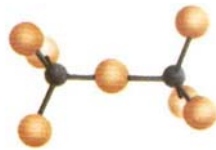
El component bàsic fonamental de tots els silicats és el **tetraedre silici-oxigen**. Aquesta estructura consisteix en quatre ions d'oxigen, situats en els vèrtexs del tetraedre, que envolten a un ió de silici molt petit, situat en el centre. El tetraedre silici-oxigen és un ió complex (SiO_4^{4-}) amb càrrega -4 . S'ha de tenir en compte, que el radi iònic de l'alumini és molt semblant al del silici, per la qual cosa l'alumini pot situar-se en el centre d'alguns tetraedres substituint al silici (parlem llavors d'aluminosilicats)

En la natura, una de les formes més senzilles mitjançant la qual aquests tetraedres es reuneixen per convertir-se en compostos neutres i químicament estables és mitjançant l'addició de ions de càrrega positiva: tetraedres individuals queden units per cations.

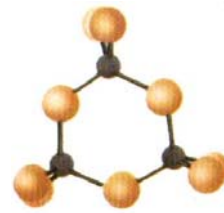
A més a més, els tetraedres també es poden unir entre si pels vèrtexs (compartint àtoms d'oxigen). Per exemple, els tetraedres poden unir-se formant parelles de tetraedres, anells de tetraedres, cadenes simples i dobles, etc. Segons la forma d'unió dels tetraedres, la proporció de ions d'oxigen respecte dels ions de silici serà diferent. Així com en el tetraedre aïllat hi ha 4 ions d'oxigen per cada un de silici (1/4), si dos tetraedres s'uneixen compartint un oxigen, la proporció serà de 2/7, si 3 tetraedres s'uneixen formant un anell, la proporció serà de 1/3, etc. Com més àtoms d'oxigen es comparteixen, més serà el percentatge de silici en l'estructura.. Aquestes estructures silicatades, també poden contenir cations metàl·lics que les uneixin donant lloc a gran varietat de configuracions cristal·lines. Els cations que més comunament enllacen les estructures silicatades són el ferro (Fe), el magnesi (Mg), el potassi (K), el sodi (Na), l'alumini (Al) i el calci (Ca)



1 Si
4 O



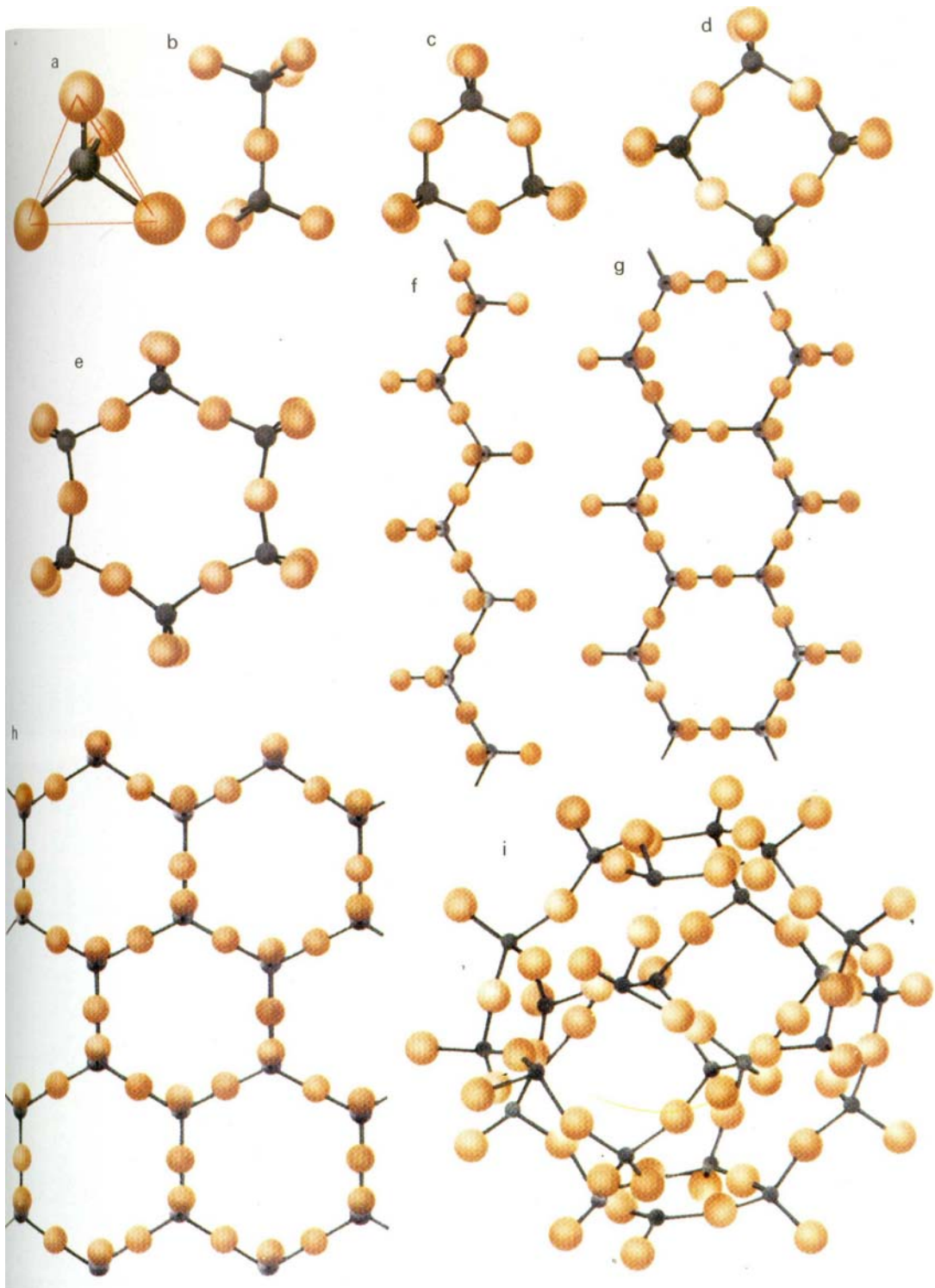
2 Si
7 O



3 Si
9 O

Els silicats es descriuen i classifiquen d'acord amb la relació silici/oxigen en la seva estructura, en 6 subclasses:

- **Nesosilicats:** els tetraedres es disposen independentment i units entre si per cations. Relació Si/O = 1/4. Exemples: olivins, granats, andalusita, silimanita...
- **Sorosilicats:** els tetraedres es disposen per parelles compartint un àtom d'oxigen. Les parelles poden també estar unides entre elles per cations. Relació Si/O = 2/7. No són molt abundants. Exemple: l'epídota.
- **Ciclosilicats:** els tetraedres es disposen formant anells de 3, 4 o 6 unitats. Els anells s'entrellacen entre si mitjançant cations. Relació Si/O = 1/3. Exemples: beril i turmalina.
- **Inosilicats:** els tetraedres s'uneixen formant cadenes senzilles o dobles compartint dos àtoms d'oxigen cada tetraedre. Relació Si/O = 1/3 i 4/11 respectivament. Tant les cadenes simples entre si com les dobles entre si queden unides entre elles per cations. Com exemple de silicats amb estructura de cadena simple està el grup dels piroxens (augita) i de cadena doble el grup dels amfibòls (hornblenda)
- **Fil·losilicats:** els tetraedres es disposen en làmines compartint tres àtoms d'oxigen. La relació Si/O és de 2/5. Les làmines s'uneixen entre si mitjançant cations o molècules d'aigua. Exemples: miques, clorita, talc, caolinita...
- **Tectosilicats:** els tetraedres s'uneixen els uns amb els altres pels 4 vèrtexs, comparteixen doncs els 4 àtoms d'oxigen. Els tetraedres formen xarxes tridimensionals que deixen espais oberts que són ocupats per cations. En són exemples el quars, els feldspats i els feldspatoides. En aquests dos últims són freqüents substitucions per alumini.



A Nesosilicats
F i G: Inosilicats

B Sorosilicats
H: Fil·losilicats

C, D i E: Ciclosilicats
I: Tectosilicats

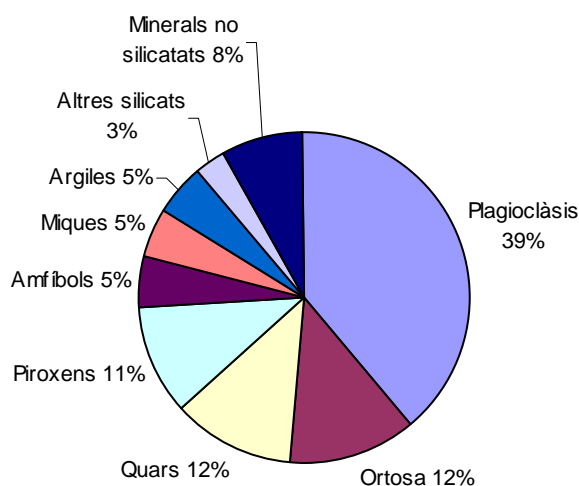
Silicats més comuns

En la taula següent es recullen els grups de minerals silicatats més comuns:

Mineral		Formula idealitzada	Exfoliació	Estructura
Grup de l'oliví		$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	No	Tetraedres independents
Grup dels piroxens (augita)		$(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$	Si	Cadenes simples
Grup dels amfibols (hornblenda)		$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Si	Cadenes dobles
Miques	Biotita	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Si	Làmines
	Moscovita	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$		
Feldespatos	Ortosa (feldespat potàssic)	KAlSi_3O_8	Si	Xarxes tridimensionals
	Plagiòclasis (albita-anortita)	$(\text{Ca,Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$		
Quars		SiO_2	No	

D'acord amb la composició química els silicats es poden dividir en dos grups principals:

- Els **silicats foscos, melanocràtics o ferromagnesians**, són els minerals que contenen ferro i/o magnesi en la seva estructura. Degut al contingut en ferro tenen un color fosc i un pes específic, entre 3,2 i 3,6, més gran que els no ferromagnesians. Els més comuns són l'olivina, els piroxens, els amfibols, la biotita (mica negra) i el granat.
- Els **silicats clars, leucocràtics o no ferromagnesians**, tenen generalment un color clar i un pes específic al voltant de 2,7, que és considerablement inferior al dels ferromagnesians. Aquestes diferències es deuen fonamentalment a la menor presència de ferro i magnesi en la seva estructura. Els silicats clars contenen quantitats variables d'alumini, potassi, calci i sodi, més que de ferro i magnesi. Els més comuns són els feldespatos (ortosa i plagiòclasis), el quars, la moscovita (mica blanca), els feldspatoides i els minerals d'argila (grup de minerals complexos, que com les miques, tenen estructura laminar. Un dels més comuns és la *caolinita*).



Percentatge dels minerals més comuns en l'escorça:

Els feldespatos són, amb diferència, els silicats més abundants de l'escorça terrestre. Constitueixen el 90% de les roques ígnies i metamòrfiques i fins al 10% de les sedimentàries. Poden formar-se sota un ampli interval de pressions i temperatures, cosa que explica la seva abundància. El quars, el segon mineral més abundant de l'escorça continental, és l'únic mineral comú compost completament per silici i oxigen. Mencionar entre els "altres silicats" els granats, la andalucita, la silimanita i la distena, característics de les roques metamòrfiques.

3. Minerals no silicatats importants. Interès econòmic.

Els minerals no silicatats solen subdividir-se en classes, segons l'anió que tenen en comú. Els anions respectius poden estar units a un o més tipus de cations. Els minerals de cada grup tenen propietats físiques semblants. Tot i que constitueixen només aproximadament el 8% de l'escorça terrestre, alguns minerals, com el guix, la calcita i l'halita apareixen com a constituents de les roques sedimentàries en quantitats significatives. Si els minerals silicatats són els minerals formadors de roques per excel·lència, entre els minerals no silicatats trobem els minerals d'interès econòmic més importants.

Grups de minerals no silicatats més comuns

Grups de minerals (anions comuns)	Exemples	Fórmula	Interès econòmic
Elements nadius (elements simples)	Or Coure Diamant Grafit Sofre Plata Platí	Au Cu C C S Ag Pt	Comerç, joieria Conductor elèctric Pedra preciosa, abrasiu Mina de llapis, lubricant Fàrmacs, productes químics Joieria, fotografia Catalitzador
Carbonats (CO₃²⁻)	Calcita Dolomita	CaCO ₃ CaMg(CO ₃) ₂	Ciment pòrtland, cal Ciment pòrtland, cal
Halurs (Cl⁻, F⁻, Br⁻)	Halita Fluorita Silvina	NaCl CaF ₂ KCl	Sal comú Utilitzada en la fabricació d'acer Fertilitzant
Òxids (O²⁻)	Hematites Magnetita Corindó Cassiterita	Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄ Al ₂ O ₃ SnO ₂	Mena de ferro, pigment Mena de ferro Pedra preciosa, abrasiu Mena d'estany
Sulfurs (S²⁻)	Galena Esfalerita Pirita Calcopirita Cinabri	PbS ZnS FeS ₂ CuFeS ₂ HgS	Mena de plom Mena de zinc Producció d'àcid sulfúric Mena de coure Mena de mercuri
Sulfats (SO₄²⁻)	Guix Anhidrita Baritina	CaSO ₄ ·2H ₂ O CaSO ₄ BaSO ₄	Argamassa, recobriments de parets Argamassa Llot de perforació

Alguns dels minerals més comuns pertanyen a una d'aquestes tres classes mineralògiques: els carbonats, els sulfats o els halurs. Els carbonats (CO₃²⁻) són estructuralment més senzills que els silicats. Els dos carbonats més comuns són la *calcita*, CaCO₃ (carbonat de calci) i la *dolomita*, CaMg(CO₃)₂ (carbonat de calci i magnesi). Aquests dos minerals solen trobar-se junts com a constituents de les roques sedimentàries *calcària* i *dolomia*. Quan predomina la calcita, la roca es diu calcària, quan predomina la dolomita la roca se'n diu dolomia. La calcària té molts usos, entre ells com agregat per a les carreteres, com a roca de construcció i com a principal ingredient del ciment pòrtland.

Altres minerals no silicatats que es troben sovint en les roques sedimentàries són l'*halita* i el *guix*. Els dos minerals es troben sovint formant capes gruixudes, que no són més que vestigis de mars antics que es van evaporar fa temps. A l'igual que la calcària, els dos són recursos no metàl·lics importants. L'*halita* és el nom mineral de la sal comú usada per a cuinar i amanir els aliments, fondre el gel en les carreteres, la fabricació d'àcid clorhídric. El *guix* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que és el sulfat càlcic amb aigua unida estructuralment, és el mineral del qual es fa l'argamassa i altres materials de construcció semblants, usats per a recobrir parets interiors i exteriors.

Molts minerals no silicatats, tal com es pot veure en la taula, són apreciats pel seu valor econòmic. Entre ells, el grup dels òxids, on l'hematites i la magnetita són menes importants de ferro. També són significatius els sulfurs, com per exemple la galena (mena de plom), l'esfalerita (mena de zinc) i la calcopirita (mena de coure). A més, destacar també els elements nadius, com l'or, la plata i el diamant, tots tres molt apreciats en joieria. El corindó, del grup dels òxids, és un component bàsic de pedres precioses com el rubí i el safir.

4. Roques d'interès econòmic.

Són diversos els usos que se'ls pot donar a les roques i moltes les roques amb interès econòmic.

Arenisques, conglomerats, granit, basalt, etc. per a la construcció.

Margues, per a la producció de ciment

Calcàries i sílex, per a la construcció dels balasts (pedres soltes que s'empren en les vies del tren per sustentar les travesses)

Carbó i petroli, roques energètiques ja que la seva combustió produeix gran quantitat d'energia

Indústria de la construcció:

- Roques ornamentals: el marbre és la roca ornamental per excel·lència, però hi ha moltes més com el granit, l'andesita, l'arenisca, la calcària, la quarsita, la dolomia, la pissarra, la serpentina, etc.
- Pedres de construcció: andesita, arenisca, basalt, calcària, granit, els pòrfids, serpentina, traquita, etc.

Producció de vidre: Sorra, calcària, quarsita, sienita.

Àrids: graves,

Pegmatites. La composició de la major part de pegmatites és semblant a la del granit. Per tant, les pegmatites contenen cristalls de quars, feldespat i moscovita. Les pegmatites granítiques han estat explotades pels seus constituents minerals. El feldespat, per exemple, s'utilitza en la producció de ceràmica, i la moscovita com a aïllament elèctric. Algunes pegmatites també contenen quantitats significatives de minerals menys comuns i per tant valuosos, minerals que contenen elements com el liti, el cesi i l'urani.

Granit. És una de les roques ígnies més conegudes. Això es deu, a part de la seva abundància, a la seva bellesa natural, que s'intensifica quan es poleix. El granit polit s'usa en la construcció, com a roca ornamental i en forma de grava matxucada en la fabricació de formigó.

Lutites. Algunes lutites s'extreuen com a matèria primera per a la ceràmica, la fabricació de totxanes, teules, rajoles i porcellana. A més, barrejada amb la calcària, s'usa per fabricar ciment pòrtland. En un futur, es possible, que un tipus de lutita, la lutita bituminosa es converteixi en un recurs energètic valuós.

Carbó i petroli. Són roques formades de matèria orgànica. Són el producte final d'un procés d'enterrament de grans quantitats de restes vegetals durant milions d'anys. Són recursos energètics importants. El carbó és un recurs energètic important.

Pissarra. El fet d'exfoliar-se fàcilment en làmines la fa molt útil per a la fabricació de sostrades.

Marbre. Admet el poliment i és la roca ornamental per excel·lència. S'usa per embellir edificis i cases i en escultura.

Gabre i diorita. S'empren com a pedres ornamentals i per a l'estesa del paviment de les carreteres.

Calcita, gres, guix. Molt emprades en la construcció.

Tret de guia interactiva de minerales i rocas. Internet

Antracita. És el carbó més habitual i corrent. S'usa per a cremar en les centrals tèrmiques i en les calefaccions. S'usa també per a la producció de gas per a l'enllumenat, en la indústria siderúrgica, en la fabricació colorants, etc.

Gres. Usat en la construcció d'edificis. S'ha usat molt artesanalment per a la fabricació de rodes de molí i de moles abrasives.

Basalt. Freqüentment usada en empedrats (adoquinados) i en la construcció.

Calcarenita. La seva superfície aspra ha permès la seva utilització durant molt de temps per afilar navalles, ganivets, etc.

Travertins. Usada en construcció, revestiments i pavimentacions.

Pumita. S'usava per llimar les durícies de la pell.

Obsidiana. Els asteques feien amb ella ganivets.

Pòrfids. Són roques dures i resistents cosa que les fa molt útils en construcció.

Serpentina. S'usa com a pedra ornamental en la construcció

Sienita. Molt usada en construcció.

Torba. Usada com a substrat en jardineria.