

INTRODUCCIÓ

Fenòmens Geològics Molt lents Milions d'anys

Edat de la Terra 4.500 milions d'anys

Roca Agregat de minerals

Components i Genesis ens donen informació sobre el comportament mecànic

Mineral Substància sòlida natural cristal·lina de fórmula química definida o que canvia dins d'uns límits prefixats. En determinades condicions, substitueix un anió o un catió per altres de similars característiques.

Substància sòlida cristal·lina Presenta elements de simetria a la seva estructura

Si les condicions de formació són adequades en quant a pressió i espai, es formen cristalls (excepcionalment). Els **cristalls** substàncies atípiques on la seva forma externa és un reflexe de la seva estructura interna. No tots els minerals tenen cristalls. Quan es formen cristalls, normalment no es formen poliedres regulars.

Les substàncies sòlides cristal·lines són sòlids que les partícules que els formen (àtoms i mol·lecules) tenen una ordenació tridimensional tancada i repetitiva.

Sòlids naturals: Cristal·lins: Són la majoria, gairebé tots. (Substàncies sòlides cristal·lines)

Amorfs: Les partícules que el formen no tenen cap ordenació, barrejats de manera homogènia. Ex: alguns vidres originats per erupcions volcàniques, òxids, hidròxids de ferro i alumini. Artificial: vidre i fusta.

ELEMENTS DE SIMETRIA I SISTEMES CRISTAL·LINS

PT 

Xarxes de Bravais: Combinant les 5 xarxes planes possibles amb un tercer vector tridimensional, surten les 14 xarxes de Bravais.

Xarxes repetitives planes Xarxes de Bravais

Elements de simetria:

Centre de simetria

Pla de simetria

Eix de simetria: línies imaginàries, que si apliquem una rotació respecte aquests eixos es repeteixen elements de la seva estructura varies vegades.

Eixos d'ordre 2: eixos binaris Es repeteixen elements de la seva estructura dues vegades.

Eixos d'ordre 3: eixos ternaris tres vegades.

Eixos d'ordre 4: eixos quaternaris quatre vegades.

Eixos d'ordre 6: eixos hexanaris sis vegades.

Serveixen per reclasificar els 230 models possibles que surten de desenvolupar les xarxes de Bravais quan apareixen més d'un àtom diferent al compost. Llavors apareixen 7 sistemes cristal·lins què és un conjunt de grups (230) (estructures cristal·lines) que tenen elements de simetria comuns.

Sistemes cristal·lins:

Sistema cúbic: 4 eixos ternaris sempre. A vegades 3 eixos quaternaris i/o 6 eixos binaris, 1 centre i 9 plànols de simetria. Ex: cub

Sistema tetragonal: 1 eix quaternari sempre i 4 eixos binaris. Ex: prisma de base quadrada

Sistema hexagonal: 1 eix hexanari, 12 eixos binaris i 13 plànols de simetria. Ex: prisma hexagonal

Sistema romboèdric: 1 eix ternari, 3 eixos binaris i 4 plànols de simetria. Ex: prisma triangular

Sistema ròmbic: 3 eixos binaris, 3 plànols de simetria i 1 centre de simetria. Ex: caixa sabates

Sistema monoclínic: 1 centre de simetria i 1 eix binari que no passa pel centre. Ex: caixa sabates amb angle

Sistema triclínic: figures combinades amb 1 centre de simetria

Als cristalls, la seva forma externa pot canviar respecte a la seva estructura interna, què és sempre la mateixa.

El diamant sempre forma cristalls en el sistema cúbic. Un brillant és un diamant tallat d'una determinada forma per aprofitar millor les seves propietats òptiques (Brillantor/Brillo)

Polimorfisme: És el fenomen pel qual la mateixa substància química pot formar diferents minerals.

Exemple: pirita i marquesita (FeS), diamant i grafit (C).

Depèn de la seva formació:

Carboni format a molta pressió i temperatura Diamant. Estructura Cúbica.

Carboni format a poca pressió i temperatura Grafit. Estructura Hexagonal.

CaCO₃ Romboèdrica: Calcita. Ròmbica: Aragonita. Són molt similars.

Es diferencien per raigs X, o per densitat o pesos específics.

Diamant enllaços covalents. Grafit enllaços residuals de Van der Waals, molt tous.

Isomorfisme: Propietat d'algun mineral de variar la seva composició química mitjançant el percentatge d'alguns dels seus ions per altres similars.

Exemple: Mg_2SiO_4 Fosterita (a vegades amb un alt percentatge de Fe)

Fe_2SiO_4 Fallalita (a vegades amb un alt percentatge de Mg)

SiO_4MgFe Oliví o peridot Barreja dels dos anteriors.

El radi atòmic de l'ió que es substitueix no pot variar més del 15% de l'altre com a màxim. Quan la substitució es fa al voltant del 15%, la substitució es fa en un baix percentatge.

Plagioclasas: Albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_5$) 100% sodi, 0% Ca

Anolita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}$) 100% calci, 0% sodi

Doble substitució: Na per Ca i Si per Al . La plagioclasas poden tenir Al, Ca i Na

Romboèdric Ròmbic

CaCO_3 Calcita CaCO_3 Aragonita

ZnCO_3 Smithsonita PbCO_3 Cerusita

MgCO_3 Magnesita BaCO_3 Biterita

FeCO_3 Silvita

Ca radi aproximat de 99 Armstrongs. Pb i Ba radis superiors a 99 Armstrongs

PROPIETATS FÍSiques DELS MINERALS

PES ESPECÍFIC: Depén de la seva estructura i dels ions que el formen. Propietat identificativa molt bona. Els joiers identifiquen els minerals per pes específic

EXFOLIACIÓ: Propietat d'alguns minerals en partir·los segueixen una mateixa direcció.

DURESA: És la resistència que ofereix un mineral en ser ratllat. És diferent de fragilitat. Depén de la composició del mineral, de la seva estructura i dels seus enllaços químics interns.

Escala de Mohs Escala relativa que estableix 10 nivells de duresa.

Escala de Vickers Escala que medeix la duresa en unitats Vickers.

Mineral Dureza Mohs Dureza Vickers

Talco 1 20

Yeso 2 70

Calcita 3 110

Fluorita 4 180

Apatito 5 500

Ortosa 6 700

Cuarzo 7 1300

Topacio 8 1600

Corindón 9 2000

Diamante 10 8000

ÒPTIQUES: Ens permeten distingir·los amb el microscopi. Bàsicament influeix la manera d'incidir de la llum al mineral.

CLASSIFICACIÓ DELS MINERALS

Es classifiquen segons les seves composicions i estructura:

Grup 1: Elements natius: són monoatòmics.

Metàl·lics: Or, plata, coure...

No metàl·lics: diamant, grafit, sofre

Grup 2: Sulfurs i sals afins: telurs, seleniurs, pirita.

Piritosis: piritamarquesita. Augment de volum i el formigó esclata.

Grup 3: Halogenurs i Halurs: clorurs, iodurs, bromurs, fluorurs

Alita o sal comú, fluorita (CaF_2), silvina (KCl)

Grup 4: Òxids i hidròxids: interés econòmic.

Magnetita, pirolusita, corindón (Al_2O_3)

Grup 5: Nitrats, carbonats i borats:

Nitrats i borats adobs del camp. Carbonats components de les roques sedimentàries.

Grup 6: Sulfats i cromats: anhidrita i guix (Important en Enginyeria Civil)

Grup 7: Wolframats i Vanadats: wolframita

Grup 8: Silicats. Molt importants. Un silicat és un òxid de silici (SiO_2). Són components de les roques en un 90%. Tenen el punt de fusió (formació) molt alt. Són compostos on el element més important és un tetraedre amb 4 valències als vèrtex que enganxen cations o altres tetraedres. S'han format a molta pressió i temperatura a molta profunditat. Formen unes bosses de material fos (magma). Quan es refreden les bosses, els que primer es formen són els de cadena més senzilla (a més temperatura s'alteren amb més facilitat i es desfan) i després els de més complexa.

Nesosilicats: Tenen un tetraedre de sílice. Són tetraedres aïllats. Es formen a 1200°C

Mg₂SiO₄ fosterita

MgFeSiO₄ Oliví o perindon

Fe₂SiO₄ fallalita

SiO₄Al₂O andalucita silimanita i distemanita

Sorosilicats: Cap mineral important. Grup de dos tetraedres

Ciclosilicats: Des del punt de vista de l'enginyeria civil poc important.

Anell triple de tetraedres: turmalina

Anell de quatre tetraedres: molt rars

Anell de sis tetraedres: beril

Insolucats: Cadena senzilla.: Piroxens Augita és el més important.

Cadena doble: Amfibols Horblenda és el més important.

Filosilicats: Estructura laminada Exfol·liació laminar

Enllaços de forces de Van der Waals

Miques: Dominant a totes les roques ígnies. Situada dins dels anells agafen grups OH⁻

Mica blanca: Moscovita. El catió predominant és el de potassi (K⁺)

Mica negra: Biotita. El catió predominant és el de Ferro (Fe²⁺)

Argilosos: Grups de minerals de les argiles. Són molt abundants però rars. Són l'últim producte de la meteorització dels silicats. Retenen aigua dintre dels seus anells. Des del punt de vista de l'enginyeria civil són molt perillosos perquè s'hidraten i es deshidraten, això fa que canviïn les seves propietats mecàniques, i les roques s'esquerden i es degraden.

Amb aigua són molt plàstics i és quan són problemàtics a l'enginyeria civil.

De més a menys plasticitat: montmorillonita (argila consagrada), illita, caolinita

Grup de caolinita: Prové de la degradació dels feldspats

Grup de illita: Prové de la degradació de les miques.

Tectosilicats: És el grup més important (El 60% dels silicats són tectosilicats) SiO₂

Formen xarxes tridimensionals. Es formen a 700°C

Sílíce: Quars. Termòmetre geològic 900°C (Quars) Mai es descompon solament amb l'àcid fluorhídric.

Tridinita

Cristobalita

Feldspats: K : $\text{AlSi}_3\text{O}_8\text{K}$ Ortosa (+ important), microclina, sanidina

Na: $\text{AlSi}_3\text{O}_8\text{Na}$ Albita

Sèrie isomorfa

Ca: $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{Ca}$ Anortosita (50% Ca i 50% Na Plagioplasas)

Feldspatoides: (Feldspats amb sílice) Són incompatibles amb el quarz

Leucita

Nefelina

Ceolifes

Els silicats que es formen a alta temperatura s'alteren abans i viceversa.

PETROLOGIA

Roca: És el que trepitjem a l'escorça terrestre, és un agregat de minerals que poden ésser o no de la mateixa classe.

Les roques s'estudien al camp, aflorament: la seva situació, col·locació i després al laboratori on s'estudia la seva composició.

Textura: Forma que tenen els grans.

Classificació: Roques Ígnies o Magmàtiques o Endògenes

Roques Sedimentàries o Exògenes

Roques Metamòrfiques

ROQUES IGNIES

Són les roques que s'han format a l'interior de la Terra, a molta profunditat, pressió i temperatura.

Bossa de material fos amb molta pressió i temperatura **magma**. Són bosses kilomètriques.

Aquesta elevada temperatura pot aturar-se per qualsevol causa, llavors es va refredant poc a poc i van cristal·litant als materials i és quan es formen les **roques ignies**.

ROQUES SEDIMENTÀRIES

Han patit transport. Roques que s'han format procedents de la meteorització de les roques preexistents.

Meteorització Erosió Transport Sedimentació Litificació R. Sedimentària en conca sed.

ROQUES METAMÒRFIQUES

Es formen per transformació de roques preexistents, degut a que han canviat les condicions físiques amb les quals es van formar. Els canvis es produeixen sense perdre l'estat sòlid. (Si es fon R. Ignia)

ROQUES IGNIES

Classificació del magma:

Magma amb contingut en sílice < 46% *Magma ultrabàsic*

Magma amb contingut en sílice 46–52% *Magma bàsic*

Magma amb contingut en sílice 52–66% *Magma intermig*

Magma amb contingut en sílice > 66% *Magma àcid*.

Magma ultrabàsic: Té el punt de fusió molt alt, més de 1200°C, ric en silicats de Mg i Fe. Color obscur, magma molt líquid i fluid.

Magma àcid: Molt ric en sílice, colors clars i els silicats que es formen són de cations lleugers tipus Ca, Al, Na; és molt viscos i el seu punt de fusió és baix: 700°C.

Els volcans són més violents si el magma és ultrabàsic, més ràpida.

Ex: Volcà Etna: Bàsic lava semipastosa velocitat lenta (3 o 4 anys)

Classificació Roques Ignies

Roques Plutòniques: Temperatura i pressió molt alta. El componen més del 95% de les ignies.

Grans extensions de magma sòlid. Textura granítica

Roques Filonianes: Formen filons. Pugen per les esquerdes. Temperatura inferior a les plutòn.

Textura semblant a les volcàniques. Es formen a la part superficial de la Terra.

Roques Volcàniques: Refredament molt ràpid. Surt cap a fora. Textura vítre.

Classificació mineralògica de les Roques Ignies

Plutòniques: Textura equigranular fanerítica

Filonianes: No n'hi han moltes. Textura equigranular fanerítica de gra gros: pegmatita

Textura porfírica afanítica amb fenocristalls fanerítics: pòfir granític

Aplites: Àcides o intermitjes. Sense pèrdua de pressió. Magma cristal·litzat a menor temperatura (750–450°C). Granítiques, sienítiques, granodionítiques.

Pegmatites: Àcides o intermitjes. Minerals molt desenvolupats, geomètrics. Composició àcida.

Pòrfids: Àcides o intermitjes. Refredament molt ràpid. Molt difícil de meteoritzar-se. Molt dures.

Lampròfids: Bàsica. Diques de pòrfids, però de composició bàsica.

Volcàniques: Bàsiques

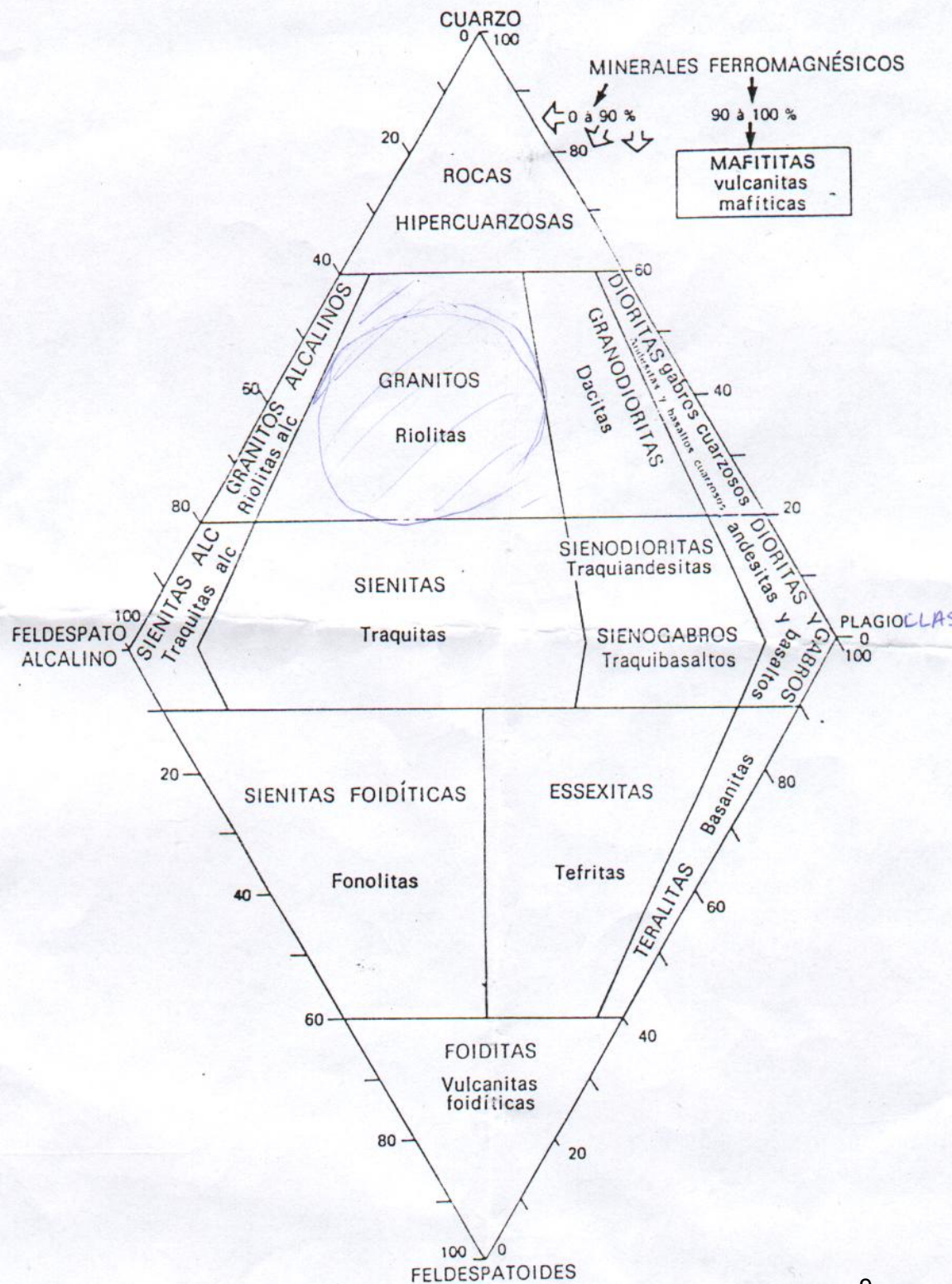
Riolita: Composició igual al granit

Dacita: Composició igual a la granodionita

Traquita: Composició igual a la sienita

Andesita: Composició igual a la dionita

Basalt: Composició igual al gabre.



ROQUES SEDIMENTÀRIES

Conca sedimentària: És on es dipositen les partícules i es fabrica la roca sedimentària

Carbó: Els vegetals que es podreixen i es fossilitzen.

Fosfats: Els excrements dels ocells fossilitzats.

Components:

- Trosos de roca
- Minerals de roques existents (desfets de roques)
- Minerals de nova formació

Si la roca sedimentària té grans arrodonits significa que han patit un transport llarg. Si els grans són angulosos significa que el transport ha sigut curt.

Roques sedimentàries detrítiques

Roques sedimentàries no detrítiques

Evaporítiques

Carbonatades

Les roques sedimentàries detrítiques s'han format seguint el procés normal (meteorització, transport i dipòsit) i les no detrítiques tenen una característica tan pròpia que es diferencien de les propiament detrítiques.

Les roques sedimentàries evaporítiques i carbonatades es divideixen en tres tipus.

Roques orgàniques: petroli i carbó

Roques fosfatades: excrements de ocells

Roques aluminoferroquinoses de origen químic: Zones tropicals, clima humit.

Roques sedimentàries detrítiques

Es classifiquen pel tamany de gra que predomina.

- Rudites: $> 2 \text{ mm}$
- Arenes: $[0,1 - 2 \text{ mm}]$
- Lutites: $< 2 \text{ mm}$

Gres = arenisca

Corba granulomètrica molt vertical: grans molt transportats

Corba granulomètrica no vertical: sediment poc deteriorat

Index d'aplanament= $I_d = (L+1)/2E$ E espesor del gra

RUDITES

La permeabilitat depèn del gra, les roques permeables no tenen el gra fi

Graves cantos punxaguts

Còdol cantos arrodonits

Roca cimentada: Conglomerats Plastos arrodonits poligenètic (grans de diferent naturalesa)

Bretxes Plastos amb cants angulosos (poc transportats)

- Origen d'un torrent
- Origen glacial
- Bretxes volcàniques: tap de roques que tapa la lava quan esclata
- Bretxes tectòniques: origen de trencament (2 blocs)
- Bretxa kàrstica

GRESOS O ARENISQUES

Sorres cimentades, roques molt dures, moltes vegades tenen quars. Es classifiquen segons si tenen matriu o no.

Tenen matriu: **Grauvaques**: Predominen grans de roques preexistents (Lítiques)

Predominen feldspats (Feldspàtiques)

No tenen matriu: **Arcoses**

LUTITES

Tamany de gra molt petit. **Limolites**: 1/16 mm

Argilites: 1/256 mm

Els llims es formen:

- Origen fluvial. Depèn de la velocitat de l'aigua. Quan plou poc es dipositen en capes quan baixen pels rius, i quan plou molt van al mar
- Pel vent: LOES. Dipòsits de llims dipositats pel vent. Es necessita un vent predominant, roca para meteoritzar i zona per dipositar els dipòsits de llim.

Les argiles es formen per descomposició química de les roques mare fins a un tamany de 1/256 mm.

L'argila serà més o menys plàstica segons els minerals argilosos que tingui i la quantitat de cadascú.

Roques sedimentàries no detrítiques

El formen el 90% per roques carbonatades i la resta per evaporítiques.

Roques carbonatades

Les roques carbonatades estan constituïdes per *aragonita* o *calcita* en CaCO_3 (carbonat càlcic) i la *dolomita* en $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (carbonat càlcicmagnèsic)

Roca Calcàrea: predomina l'aragonita o la calcita

Roca Dolomia: predomina la dolomita

Les roques sedimentàries que es fabriquen en conques marines:

- Per descomposició de minerals
- Per animals

N'hi han d'origen coralí (de corals)

Classificació de les roques sedimentàries carbonatades:

Partícules terrígenes: procedeixen de fora de la conca sedimentària, del transport. (Solen ser grans de quars perquè aguanten millor el transport – intraclastos –.

Partícules haloquímiques: Provenen de la conca sedimentària que han patit un petit transport de dins de la mateixa conca, interclastos, oolits, fòssils, pellets

Partícules ortoquímiques: formen el ciment, matèria cristal·lina que ha precipitat –nicrita– esparita

Classificació de Folk de les carbonatades

Calcàrees haloquímiques esparites: Són roques calcàrees amb component haloquímic superior al 10% i la resta ciment

Calcàrees haloquímiques nitrites: Més del 10% d'haloquímiques i la resta ciment

Calcàrees ortoquímiques: Components bàsicament nitrita o esparita, són inferior al 10% de components haloquímics

Calcàrees arrecifals autòctones: no tenen contacte amb cap altra conca sedimentària, no estan estratificades, (Bahamas o arrecifes coralins)

Calcàrees secundàries: roques calcàrees que poden ser dels 4 grups anteriors que han transformats per estar en fosses marines la caliza en dolomia.

Estalactites i estalgmities: Calcàrea micrítica

Creta: Formada per closques de foraminífers.

Marga: Calcàrea amb un 35–65% d'argila (roca d'aspecte dur)

Roques evaporítiques

Es formen per precipitació.

Condicions de formació:

Existència d'aigua que dissol les sals, aquesta ha d'arribar a la conca sedimentària on precipiten per formar roques evaporítiques (es concentren les sals i després precipiten).

Aquestes roques es troben en alguna llacuna, mars... Ex. Albufera de València.

Sals que precipiten.

- Carbonat càlcic
- Sulfat càlcic. (CaSO_4 (anhidrita), $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (hidratat guix)
- Clorur sòdic, NaCl, KCl (NaCl silvina)

ROQUES METAMÒRFIQUES

Roques formades per la transformació de les roques preexistents, per sobreposicions exercint una fort pressió a alta temperatura, o per proximitat d'una bossa de magma a elevada temperatura i pressió.

Si la temperatura és tan elevada que la roca es fon, llavors no és roca metamòrfica.

Transformacions de tipus estructural o textural els minerals canvien la seva forma

Transformacions mineralògiques els minerals originals es transformen en altres.

Factors que propicien el metamorfisme

Factors interns: Minerals que canvien, i en el canvi la seva temperatura i pressió canvien, es transformen

Factors externs: A alta pressió:

per profunditat. Pressió de confinament, 300 ba/Km

tectònica: plaques que xoquen

pressió de la fase gaseosa: en sotmetre-les a pressió, surten gasos i propicien més els canvis metamòrfics.

A alta temperatura:

per profunditat

processos tectònics, xoc de plaques.

Temps: Quant més trigui el procés més metamorfisme tindrem.

En general: A elevada pressió: canvis texturals

A elevada temperatura: canvis minerals

A elevada pressió i temperatura: canvis texturals i minerals

Roques de metamorfisme de contacte: Textura granuloblàstica, grans poc orientats

Roques de metamorfisme regional: Textura esquistosa, grans molt ben orientats

Roques de metamorfisme de contacte:

Marbre: Roques calcàrees. Tx. Granuloblàstica

Quarsita: Arenites i gresos: Tx. Granuloblàstica

Coornubianitas: Pissarres i llims. Tx lepidoblàstica

Roques de metamorfisme regional:

Marbre

Quarsita

Filites: Pissarra, gra mig de metamorfisme. Tx. Esquistosa

Esquistos: Textura esquistosa

Metamorfisme de profunditat a molt elevades pressió i temperatura sobre una roca ígnia, dona com resultat el gneiss.

Amfibiolita, metamorfisme regional

Geología Aplicada a la Ingeniería Civil

Ingeniería Técnica de Obras Públicas – 16 –

L 1