

Unitat 4: Magmatisme

Viscositat dels magmes: propietat relacionada amb el seu procés de solidificació.

Factors que influeixen : (denso: compacto apretado; viscos: gelatinoso, pegajoso)

Temperatura: com més elevada, menys viscositat té el magma.

Pressió: comprimeix els minerals i fa el magma més dens i viscos.

Gassos disolts: com més abundants, més fan augmentar la pressió interna del magma i això fa que sigui menys dens.

Composició química: com més abundant és el sílice que forma minerals amb estructures moleculars, el magma és més viscos.

Localització dels magmes a les capes de la terra:

nucli extern: format per materials metàl·lics en forma líquida.

nucli intern: encara que es sotmès a una temperatura molt elevada, és sòlid a causa de la pressió.

Part superior: zona entre 70–200 km (astenosfera), masses de roques a prop de condicions de fusió.

Zones més profundes de l'escorça terrestre: també es poden formar magmes.

Formació dels magmes:

Format a partir de tres processos:

L'augment de temperatura: a causa del descens d'una massa rocosa, a nivells de temperatura més elevada. Aquest procés es produeix a les zones de subducció.

Descens de la pressió: Quan una massa rocosa molt calenta es veu sotmesa a un descens de la pressió, per la formació d'una fractura o perquè ascendís a zones més superficials, es produeix la fusió.

Presència de fluids: L'aigua s'interposa entre les estructures moleculars dels silicats fent disminuir el punt de fusió.

Tipus de magmes:

Segons el contingut de sílice es diferencien quatre tipus de magmes:

Magmes àcids: + 65% de sílice

Magmes intermedis: 65–50% de sílice

Magmes bàsics: 50–40% de sílice

Magmes ultrabàsics: – 40% de sílice

Segons el seu origen es pot parlar de dos tipus de magmes diferents:

Magmes primaris: conserven la composició de la roca que els ha originat.

Es poden formar de dues maneres:

En el procés de formació de la terra, per tant són residus d'aquest moment.

Per fusió de materials terrestres.

Hi ha dos grups principals de magmes primaris segons la zona de procedència:

Granítics: conté una proporció elevada de sílice, i procedeixen de la fusió de roques de l'escorça continental.

Basàltics: conté poc sílice, poden ser de tres tipus.

- **Tolèitics:** produïts a les dorsals oceàniques.
- **Alcalins:** contenen menys sílice, però es ric en sodi i potassi. Característics del magmatisme intraplaca i dels hot-spots.
- **Calcoalcalins:** proporció elevada de calci i magnesi, es presenta a les zones de subducció.

Magmes secundaris: quan un magma primari produeix un procés de mescla, diferenciació o assimilació, dona lloc a un magma secundari.

Mescla: dos o més magmes primaris diferents es barregen i donen lloc a un magma secundari.

Diferenciació: es produeix quan un magma es refreda poc a poc.

Assimilació: quan els magmes reaccionen amb les roques en que estan encaixats (normalment altera la composició química original)

Estructures originades pels magmes:

A excepció de l'aigua, la resta dels components del magma ocupen més volum quan estan fosos, per tant tenen tendència a ascendir.

Diversos factors afavoreixen o dificulten l'ascens dels magmes:

Quan més gran sigui la **fondària** a la qual es troba més alta serà la pressió i més li costarà pujar.

La presència de **fractures** afavoreix l'ascensió.

L'elevada viscositat d'alguns magmes fa que la seva ascensió sigui més lenta.

Quan el magma troba zones fredes, ja sigui a l'interior o a la superfície, el magma es solidifica i s'intercala entre roques ja preexistent formant, roques **intrusives**. Segons les condicions de formació, es poden formar estructures i roques diferents.

Si la zona té fractures que no hi arriben fins a la superfície el magma solidifica a l'interior i origina diverses estructures:

Dics, sills o filons: quan se solidifica dins de les esquerdes.

Lacòlits: aprofita els plans d'estratificació de les roques existents i se solidifica en forma de cúpula a la seva part superior.

Lopòlits: la solidificació també té lloc en plans d'estratificació, però en aquest cas a causa de la massa del magma te grans dimensions adopta forma de plat.

Batòlits: masses de magmes més o menys globulars de grans dimensions. La part superior acostuma a tenir forma de cúpula.

Quan la solidificació té lloc a l'interior de la terra es formen roques filonianes o plutòniques, si el magma arriba a la superfície, es produeix una erupció volcànica, que pot donar lloc a diferents estructures a partir de roques volcàniques.

Muntanyes de foc

Les **erupcions volcàniques** són una manifestació de l'activitat interna de la terra. Són la prova més espectacular que l'interior del planeta es troba a temperatures tan elevades que les roques corticals o del mantell poden arribar a fondre. En haches estat formen el magma que, pel fet de tenir menys densitat que la roca que l'envolta , tendeix a pujar.

Si el magma troba una esquerda o una falla, el seu ascens serà ràpid, i si la fractura arriba a la superfície terrestre, s'originarà un fenomen volcànic. Si no troba cap fisura, el magma anirà fonent el sostre de la cambra magmàtica i s'obrirà camí cap amunt a velocitat de l'ordre d'un metre a l'any, a mesura que passi el temps s'originarà diferents estructures. Si es dona aquest cas , parlem d'un fenomen plutònic.

Diem qué un volcà és :

Actiu: quan emet lava, gasos o mostra activitat sísmica.

Inactiu: quan està inactiu des de fa temps, però que encara pot entrar en erupció.

Extingit: quan no pot produir cap erupció més.

Anatomia d'un volcà

Productes volcànics

Lava: els magmes són mesclades de roques foses amb una important quantitat de gasos disolts. Quan un magma arriba a la superfície terrestre, es troba sotmès a menys pressió. Aquest canvi volatilitza els gasos que conté i dóna lloc a la lava, massa formada per les roques en estat líquid juntament amb alguns minerals sòlids, però ja sense gasos en dissolució. La seva temperatura és de 900°C i 1200°C.

Les laves bàsiques, com les basàltiques, tendiesen a fluir lliurement i a formar extenses colades. Donen lloc a volcans en escut (poc pendent, poca alçada, molta base)

Les laves àcides, riques en sílice, són molt espesses, flueixen amb molta dificultat i se solidifiquen a prop del con volcànic, fet que provoca volcans alts i de fort pendent.

Gasos: el magma conté grans quantitats de gasos volcànics en dissolució. Aquest s'escapen tot just quan el magma arriba a la superfície, i formen grans columnes de gas.

El gas volcànic més abundant és el vapor d'aigua. El vapor d'aigua alliberat durant una erupció te dos orígens:

una part ve incorporada en el magma i l'altra és aigua superficial o subterrània que s'ha evaporitzat per l'ascens de la massa de roques foses.

Piroclast: són fragments de lava llançats a l'aire per la inèrcia del magma que ascendeix i per les explosions provocades pels gasos, i arriben a solidificar-se total o parcialment en ple vol. Poden ser materials nous o antics (arrencats de les parets de la xemeneia).

La quantitat de piroclasts expulsats per un volcà és més gran si el magma és viscos.

Es classifiquen en:

Cendres: piroclasts fins amb diàmetre de menys de 2 mm. El seu pes escàs fa que puguin ser transportades pel vent i enfosquir àmplies zones. Les partícules de menys de 0.6 mm de diàmetre, constitueixen pols volcànica (es pot mantenir en l'atmosfera durant anys)

Quan es produeix l'erupció, un fort corrent d'aire calent arrosega les cendres fins a una gran altura. Aquesta massa d'aire ascendent juntament amb el material volcànic, s'anomena **columna eruptiva** (poden generar llamps i llampecs)

Lapilli: materials incandescents expulsats que fan entre 2 i 50 mm de diàmetre i que s'acumulen en el con volcànic.

Bombes volcàniques: partícules més grans; agafen formes fusiformes a causa de la seva trajectòria. Per la seva dimensió, el seu refredament és més lent i poden arribar al terra encara sense solidificar. Formen el que s'anomena **escòria volcànica**.

Altres fenòmens:

Un fenomen no gaire freqüent, propi dels volcans amb lava més viscosa, són els anomenats **núvols roents o colades piroclàstiques**. En aquest cas, les bombolles de gas s'acumulen a causa de l'elevada viscositat que els impedeix sortir, quan la pressió supera la viscositat, el gas surt de cop barrejat amb materials piroclàstics incandescents, cauen pels vessants dels volcans i destrueix tot allò que troben al seu pas.

Els lahars, grans esllavissades o colades de fang que es produeixen en els vessants d'un volcà. Són fruit de la barreja de materials piroclàstics amb aigua procedent de la pluja de fusió de neu o llacs. En el seu desplaçament constitueix una gran amenaça per la població.

Estructures volcàniques:

L'edifici volcànic que es forma quan té lloc una erupció depèn de la viscositat del magma:

Volcans en escut: Format per les laves més fluides. Són edificis amples i no gaire alts que es formen per l'acumulació de colades de laves.

Volcà compost o estratovolcà: Format per un magma amb viscositat mitjana, el volcà allibera lava i materials piroclàstics que s'acumulen formant un edifici integrat per capes alternades d'aquest dos tipus de productes.

Con d'escòries: Format per una viscositat elevada, per tant no forma colades de lava ja que aquesta no pot fluir. Només allibera piroclasts. En aquest cas l'edifici volcànic només està format per piroclast.

Banyons o doms volcànics: Format per el magma més viscos. Són estructures abruptes situades sobre el cràter. El magma és tan viscos que es solidifica a la part superior de la xemeneia. Aquest tipus de volcà pot

originar colades piroclàstiques.

Caldera: Depressió en forma circular de 2 a 20 km de diàmetre, que es forma a la part superior de l'edifici volcànic, a vegades afecta bona part del seu volum. S'origina a causa de l'esfondrament de la cambra magmàtica queda buida s'enfonsa i origina la caldera.

Fases de l'erupció d'un volcà:

La dinàmica de l'erupció d'un volcà depèn de la viscositat del magma.

El magma conté molt gasos, però no els veiem perquè estan dissolts en les roques fosses. En el moment que el magma està a proa de la superfície ; el gas deixa d'estar dissolt a causa de la sobtada baixada de pressió i forma multitud de bombolles que intenten sortir del líquid i expandir-se.

Si el magma es **fluid**, les bombolles s'escapen sense problema i l'erupció es tranquil·la.

Si el magma es **viscós**, els gasos tenen dificultat per sortir, s'acumulen, provocant violentes explosions.

En funció d'aquestes característiques es poden obtenir cinc tipus d'activitat volcànica, però l'erupció volcànica es pot dividir en tres fases:

Fase inicial: comença amb l'expulsió de gasos pel cràter, a vegades van acompanyats de petits tremolors de terra.

Fase paroxismal: els gasos surten, cada cop en quantitat més grans i de forma més violenta depenent de la viscositat del magma. Es ara el moment d'expulsió de cendres i escòries que donen lloc al con volcànic.

El sòl s'esquerda i , finalment surt la lava que llisca per les parets i forma colades de lava que seràn més extenses segons la fluïdesa del magma.

Fase terminal: Les explosions i emissions disminueixen i es van fent menys freqüents, finalment el volcà entra en repòs.

Tipus d'activitat volcànica

Hi ha diversos tipus d'activitat volcànica en funció de la viscositat del magma.

Com més viscós sigui un magma, més lentament flueix i més dificultat tenen els gasos per sortir, fet que provoca explosions freqüents i més abundància de materials piroclàstics. Com que la lava és més densa avança més a poc a poc i se solidifica abans, i forma un con volcànic alt i amb un fort pendent.

Es classifiquen en:

Tipus hawaia: Expulsen la lava molt fluida, que es diposita en capes i forma colades força extenses. Això conforma un con ample i baix. Els edificis volcànics d'aquest tipus s'anomena **Volcans en escut**. L'expulsió de gasos es tranquil·la, i per tant l'IEV es baix. Neixen en el fons oceànic o al costat d'un antic volcà submarí.

Tipus estrombolià: La lava que emet és més fluida. Això comporta colades menys extenses i explosions moderades que poden ser rítmiques o quasi contínues. L'edifici volcànic té forma de con alt amb la base ample, s'anomena estratovolcà format per capes de lava i piroclast.

Tipus vulcanià: Les erupciones volcàniques generen colades de lava espesses i lentes que s'allunyen molt poc

del cràter. Entre dues erupcions la superfície s'endureix rapidament. Sota aquesta escorça sòlida els gasos exploten amb més violència. Expulsa piroclast, i l'edifici volcànic que forma són cons d'escories, petits i alts.

Tipus plinià: La lava que emet es molt viscosa i forma colades. Per sobre de la xemeneia es forma un banyó que obstaculitza la sortida del cràter a l'exterior. Sovint es forma núvols roents carregats de gasos i cendra volcànica.

Tipus ultraplinià: Erupcions de magma molt viscos, origina colades piroclàstiques molt grans i gairabé sempre grans calderes per esfondrament de la cambra magmàtica.

Cas especial:

Erupcions freàtiques: es produeix quan hi ha una entrada d'aigua a la cambra magmàtica. Aquesta aigua es vaporitza rapidament i s'afegeix els compostos volàtils que ja porta el magma, i augmenta la violència de l'erupció.

Altres fenòmens volcànics

Les colades fissurals es generen en la part més superficial del mantell superior. Aquestes colades es produeixen quan un magma molt fluid puja cap a la superfície terrestre. Això origina una multitud de fissures per les quals s'allibera lava.

L'alliberament de cendre fluïdes, es produeix quan el magma silícic acumulat en una cambra magmàtica s'allibera i surt a l'exterior mitjançant una forta explosió que crea grans fractures. Els gasos en expansió arroseguen a través de les fractures una mescla seca i turbulenta de pedra tosca i cendra que arrosega el paisatge. Després el sostre de la cambra magmàtica s'enfonsa i dona lloc a una caldera.

Vulcanisme atenuat

Zones volcàniques d'activitat feble, on es troben volcans inactius o extingits des de fa temps, es poden trobar emissions d'aigua calenta, gas o fang, aquest conjunt de processos s'anomena **vulcanisme atenuat**.

Fonts termals: es troben en zones volcàniques, o amb gradient geotèrmic elevat, posseeixen fonts de les quals brollen aigües a grans temperatures. Les masses de magma situades en profunditat escalfen les aigües subterrànies i generen aquest tipus de fonts.

Fumaroles submarines: Són font termals submarines situades generalment a prop de les dorsals o hot spots. Aquestes aigües brollen a 350°C i contenen compostos rics en sofre.

Guèisers: són fonts periòdiques de vapor d'aigua i aigua calenta que poden arribar a diferents alçades sobre el sòl. El vapor s'acumula a una pressió elevada dins d'un cambra, fins que ha de sortir pel petit forat de comunicació amb l'exterior, acompanyat per l'aigua.

Volcans de fang: Són fonts per on brolla fang molt fluid i calent. Són força freqüents en zones volcàniques.

Fumaroles: Petites obertures que emeten gasos, com ara vapor d'aigua i òxids de sofre. A vegades, en sortir a l'exterior, els gasos passen a fase sòlida i depositen en superfície cristalls de sofre o altres substàncies.

Els volcans i la tectònica de plaques

La situació dels volcans a la terra està relacionada amb la **tectònica de plaques**. Els fenòmens de col·lisió, fricció i separació de plaques són els responsables de gran part de l'activitat volcànica. Per això la majoria de

volcans es troben ubicats a proa dels límits entre plaques.

Els volcans, doncs, es concentren principalment en dos d'aquests tipus de límits: **zones de rift** (separen) i les **zones de subducció** (choquen)

En les zones de distensió entre plaques, els volcans omplen les fissures de les plaques divergents amb colades de lava i generen, d'aquesta manera, nova escorça oceànica en les **dorsals oceàniques**. Aquest volcans són coneguts com **volcans de rifts**.

En les zones de convergència de plaques, es poden donar **zones de subducció**, on una placa oceànica s'enfonsa sota una placa continental que és més gruixuda. La placa que s'enfonsa es fon, i d'aquesta manera es forma una serralada costanera on abunden els volcans.

També hi ha zones de subducció quan col·lideixen dues plaques oceàniques. En aquest cas es forma un arc d'illes volcàniques.

Els volcans hawaïans també es relacionen amb la tectònica de plaques mitjançant la teoria dels hot-spots o dels punts calents.

Segons aquesta teoria, hi ha zones a l'astenosfera en què les temperatures són més elevades. Això genera extenses acumulacions de magma, que puja seguint corrents convectius procedent de prop del nucli terrestre, que poden travessar la placa litosfèrica que hi ha al damunt per alguna fisura. Cada cop que una placa s'ha mogut sobre un punt calent, han nascut nous volcans, mentre que els més antics i els que s'han apagat s'allunyaven en la direcció de moviment de la placa, transportat per aquesta.

Unitat 5: Serralades

Deformacions corticals

Les roques que formen l'escorça terrestre es troben sotmeses a forces que tendeixen a deformar-les. Els responsables principals de la deformació de les roques són les forces que resulten de la mateixa dinàmica de l'escorça terrestre.

Esforços

Els esforços d'origen tectònic són els provocats pel moviment de plaques. Poden ser:

De compressió: direcció de la força és perpendicular a la superfície sobre la qual actua i ho fa empenyent o comprimint els materials.

De tensió: Direcció de l'esforç és també perpendicular, però actua tibant o separant els materials.

De cisalla: direcció de la força és paral·lela a la superfície sobre la qual actua.

Un cop un esforç ha actuat sobre una roca, aquesta es deforma i canvia de forma i volum, amb la qual cosa les partícules minerals que formen la roca canvien de posició i es produeix una reestructuració. Les deformacions que pot experimentar una roca poden ser de tres tipus:

Deformació elàstica: és una deformació temporal i reversible, de manera que, mentre la roca està sotmesa a un determinat esforç, es deforma, però quan la pressió cessa, la roca recupera la forma i el volum originals. En aquest cas únicament es un canvi temporal. Aquest mecanisme de deformació, en les roques, són les zones sísmiques.

Deformació plàstica: deformació permanent, perquè , en acabar l'esforç causant de l'alteració, la roca segueix deformada. Aquestes deformacions originen estructures tectòniques.

Deformació fràgil: tipus d'alteració de les roques que es produeix quan la pressió o l'esforç que s'aplica a la roca provoca la seva fractura. Aquestes deformacions també donen lloc a estructures geològiques, com són les falles, els encavalcament i les esquerdes o diàclasis.

Quan el domini plàstic és curt, llavors es parla de **comportament fràgil** en la roca. Si el domini es llarg, és parla de **comportament dúctil**.

Hi ha diversos factors que condicionen el comportament de les roques en ser deformades.

Pressió i temperatura: pressió i temperatura alta fan que els materials es comportin de manera més dúctil.

La composició i estructura de la roca: per exemple, la laminació fina comporta una ductilitat més elevada.

El temps d'actuació de les forces: la plasticitat augmenta. Una deformació lenta i suau propicia un comportament plàstic, mentre que una de violenta dóna més fragilitat.

El contingut de fluids: fa que les roques siguin més plàstiques.

Deformació plàstiques: els plecs

El resultat de les deformacions permanent i contínues en masses rocoses amb comportament plàstic són **els plecs o plegament**, que són estructures formades com a conseqüència de forces de compressió lateral o cisalla, i que es presenten en forma d'ondulacions.

Els plecs poden aparèixer en qualsevol tipus de roca, però s'observen més fàcilment en roques estratificades, com són les sedimentàries, que presenten una disposició de capes o estrats, o bé en roques metamòrfiques amb foliació o esquistositat.

En tots els plecs hi ha escurçament de la massa de roques, ja que , després del plegament, dos punt que abans de la deformació es trobaven a una determinada distància ara apareixen més propers.

Els plecs poden ser d'escala microscòpica o bé arribar a dimensions quilomètriques, i molt sovint apareixen, en un mateix conjunt de roques, materials plegats a diverses escales.

L'origen dels plecs, tenen lloc en zones profundes de l'escorça a temperatures i pressions elevades que afavoreixen el comportament plàstic de les roques.

En un plec es distingeixen diverses part:

Xarnera: zona de màxima curvatura, on els estrats canvien el sentit del seu cabussament.

Flancs: són les part laterals del plec, que cabussen en direccions contràries.

Pla axial: és la superfície que uneix les xarneres dels diferents estrats.

Eix del plec: és la intersecció entre el pla axial i la carnera.

Vergència: és l'angle que forma el pla axial amb la vertical.

Nucli: part més interna del plec.

Els plec es poden classificar :

Segons la seva forma geomètrica :

Anticlinal: els materials més antics es troben en el nucli del plec.

Sinclinal: els materials més moderns es troben en el nucli del plec.

Segons la seva vergència:

Plec pret o recte: quan el pla axial és vertical.

Plec inclinat: pla axial està lleugerament inclinat

Plec tombat: pla axial està força inclinat.

Plec ajagut o recumbent: pla axial és horitzontal.

Segons el gruix dels estrats al llarg del plegament:

Plec paral·lel: els estrats conserven el seu gruix constant al llarg del plec i formen capes paral·leles.

Plec similar: els estrats no mantenen el seu gruix, sinó que hi ha un aprimament en els flancs i un engruiximent a la carnera, o a l'inrevés.

Què és un mantell de corriments?

Mantell de corriments: és un tipus de plegament que es produeix quan els esforços que originen el plec són tan intensos que superen el límit de plasticitat de les roques, que s'acaben trencant. Si el plegament és molt intens, pot evolucionar i formar un encavalcament amb lliscament de la part superior del plec sobre el pla de falla. Ç

Deformacions fràgils: falles i esquerdes

Segons si es produeix o no desplaçament relatiu dels blocs fracturats, es distingeixen dos tipus de deformacions discontinúes: les **esquerdes** i les **falles**.

Esquerdes: Les esquerdes són un tipus de fractura sense desplaçament dels blocs fracturats que apareixen en materials fràgils sotmesos a fortes tensions, o bé en una zona on la pressió no afavoreix que es produeixi una separació. Les esquerdes poden presentar-se associades a sistemes de falles i es detecten com a fissures o esquerdes de les roques.

Les esquerdes es poden produir simultàniament a la formació de la roca, o bé per esforços tectònics posterior a la formació de la roca, també per descompressió de les masses rocoses en arribar la superfície terrestre.

Falles: Les falles són estructures tectòniques produïdes a causa d'esforços de tensió o de compressió sobre material amb comportament fràgil, i que donen com a resultat una fractura amb desplaçament dels blocs situats als dos costats del pla de fractura.

Les falles tendeixen a fer-se cada cop més escasses i a desaparèixer, ja que les roques, en augmentar la pressió i la temperatura, es comporten més plasticament.

En qualsevol falla podem distingir aquest elements:

Pla de falla: és la superfície de fractura al llarg de la qual es desplacen els blocs. La inclinació pot oscil·lar entre 0° i 90°. El pla de falla pot ser llis i polit per la fricció dels blocs, i s'anomena mirall de falla, o bé pot presentar solcs, anomenats estries de falla.

Llavis de falla o blocs de falla: són els dos blocs rocosos desplaçats entre si pel pla de fractura.

Línia de falla: intersecció entre el pla de falla i la superfície del terreny o dels estrats.

Salt de falla: és el desplaçament entre els blocs de falla, mesurat entre dos punts que abans de la fractura estaven al mateix nivell.

Les falles es classifiquen segons el moviment dels blocs:

Falla normal: el pla de falla s'inclina en direcció al bloc enfonsat . S'origina per forces de tensió.

Falla inversa: el pla de falla s'inclina en direcció al bloc encaixat. S'origina per forces de compressió. Quan el pla de falla és poc inclinat i el salt de falla es mesura en quilòmetres, s'anomenem **encavalcaments**.

Falla de direcció: falla en la qual el desplaçament dels blocs és horitzontal i paral·lel a la línia de falla. Tots dos es troben al mateix nivell. S'originen per forces de compressió.

Les falles normalment es troben formant sistemes de falles:

Fossa tectònica o graben: sèrie de blocs progressivament enfonsats cap a l'interior, que formen una fossa o vall.

Massís tectònic o horst: sèrie de blocs progressivament més elevats cap al centre.

Roques que es transformen

Metamorfisme: fenomen que podem definir en el conjunt de canvis que es produeixen a les roques com a conseqüència de l'augment de la pressió i la temperatura. Es tracta sempre de canvis en estat sòlid, a diferència dels processos magmàtics, que tenen lloc en estats líquid. Les noves roques formades s'anomenen **metamòrfiques**.

Factors que generen el metamorfisme

Temperatura: a mesura que avancem cap a l'interior de la Terra, temperatura és cada cop més alta. Com a mitjana aquest increment és de 30°C cada quilòmetre de profunditat. Aquest valor es coneix com **gradient geotèrmic**, i assoleix valors molt diferents depenent de la zona i dels processos geodinàmics predominants.

Aquestes temperatures tan elevades que hi ha a l'interior del planeta es deuen a tres fonts d'energia calorífica diferents:

- Calor residual del procés de formació de la terra.
- Desintegració de minerals radioactius.
- Fregaments entre plaques.

Pressió: Pressió també augmenta amb la fondària. Això es deu al pes de les roques que hi ha al damunt. Per això l'anomenem pressió litostàtica.

La majoria de roques tenen certa porositat. En aquests espais buits normalment hi ha fluids (aigua, petroli etc) que també generen certa pressió . Per tant la pressió total o de confinament a la qual estarà sotmesa una roca és la suma de la pressió litostàtica i la de fluids.

Canvis fisicoquímics del procés metamòrfic

Els minerals, es comporten de la mateixa manera. Quan un mineral o una roca està sotmès a unes condicions diferents a les que hi havia quan es va originar, la forma en la qual es presenta canvia. Aquestes transformacions poden ser de diversos tipus:

Transformacions en minerals polimòrfics: (sense cap reacció química) :

Les molècules només es reestructuren, però no s'altera el nombre d'àtoms que les formen. És a dir , apareixen minerals diferents però amb una mateixa fórmula química.

Cada mineral o fase és estable a unes determinades condicions de pressió i temperatura. Quan aquestes condicions varien, el mineral canvia d'aspecte si se supera algun dels llindars d'estabilitat.

Transformacions en les quals hi ha un canvi químic:

En aquests casos, els minerals inicials i els finals no tenen la mateixa composició química.

Metasomatisme: en alguns tipus de metamorfisme, els canvis químics en les roques es deuen a la circulació a través seu de líquids o gasos que provenen de magmes que es troben ben a prop, i que porten elements en dissolució que reaccionen amb la roca. Aquest procés s'anomena metasomatisme.

Independement dels canvis en els tipus de minerals , al llarg dels processos de metamorfisme també es produeixen canvis de textura, és a dir , en el volum, la forma i l'orientació dels cristalls que integren la roca.

Increment de temperatura: tendència a l'augment del volum dels minerals.

Pressió durant molt de temps: predomini de formes aplanades .

Esquistositat: orientació perpendicular dels cristalls a la direcció de la pressió.

Tipus de metamorfisme

Metamorfisme regional: Les zones de l'escorça terrestre sotmeses a forces de compressió es pleguen i formen serralades. En aquestes regions, les roques es transformen per l'acció combinada de la pressió i la temperatura. En funció dels valors assolits per aquests dos paràmetres, es poden formar diversos tipus de roques metamòrfiques.

En funció del grau de metamorfisme regional, es poden definir tres zones_:

Epizona: és la més superficial. Hi predominen roques amb un grau suau de metamorfismes, com les pissarres i les micacites.

Mesozona: correspon a un grau mitjà de metamorfisme, amb roques com els esquistos i les amfibolites.

Catazona: és la zona amb un grau més elevat de metamorfisme. Conté gneis i migmatites. A la part inferior es pot produir l'anatèxia.

Metamorfisme tèrmic o de contacte:

L'ascendiment de magma des de zones profundes de la terra, provoca un fort escalfament de les roques del voltant, que es transformen en roques metamòrfiques.

En funció de la temperatura que ha assolit la roca, es generen uns minerals o uns altres, de manera que apareix una estructura en forma de bandes concèntriques al voltant del magma solidificat . Anomenen **aurèola metamòrfica**, el conjunt de bandes de roques metamòrfiques i les roques resultants (cornubianita, marbre, quarsita)

Les roques que han patit metamorfisme de contacte no presenten esquistositat, però si que poden presentar un **bandajament** de minerals, a causa de la mobilitat dels ions provocada per les altes temperatures.

Metasomatisme: procés de solidificació dels magmes alliberen fluids que contenen substàncies dissoltes, les quals provoquen metasomatisme en les roques encaixants.

Metamorfisme d'enterrament o burial

Els materials que es depositen en una conca sedimentària a poc a poc van quedant soterrats per les capes més modernes. Amb el pas del temps, les roques són sotmeses a pressions creixent que les van transformant. En aquest cas, l'acció predominant de la pressió fa que els cristalls creixin orientats en plans perpendicular a la pressió i originin esquistositat.

Metamorfisme dinàmic

Aquest procés té lloc a les roques que es troben just en el pla de falla . Quan els blocs de roca separats per aquesta fractura es mouen, es produeix una trituració de les roques i un fort fregament. Les roques que es formen s'anomenen **bretxes de falla**, el grau de trituració de les quals depèn de la duresa de les roques originals.

A vegades la trituració és tan forta que els fregaments resultants són microscòpics; en aquest cas, anomenem **milonita** la roca que es forma.

Migmatització i anatèxia

Aquest dos processos no són tipus de metamorfisme, sinó que ens indiquen el límit entre el metamorfisme i el magmatisme. Quan les roques sotmeses a metamorfisme regional o de càrrega assoleixen temperatures altes, els diferents minerals que els integren passen a la fase líquida en arribar al seu punt de fusió.

A vegades només hi ha una fusió parcial i les roques resultants s'anomenen **migmatites**.

Si la temperatura és més elevada, tota la roca es fon i es transforma en **magma**. Aquest procés de fusió total s'anomena **anatèxia**.

Orògens: monstres de pedra

Anomenem **orògens** les grans serralades de muntanyes i **orogènia** els processos que les originen.

Processos previs a l'orogènia.

Abans d'iniciar-se un procés d'orogènesi, té lloc un llarg període d'inactivitat. En els marges inactius entre una placa continental i una d'oceànica, els sediments procedents de les terres emergides es van acumulant a la

conca sedimentaria o geosinclinal que hi ha a la zona situada al costat del continent.

La gran acumulació de sediments fa que aquests, a poc a poc, es vagin enfonsant per un procés de subsidència. La pressió i la temperatura creixent a les quals es veuran sotmesos els poden alterar i originar roques metamòrfiques per metamorfisme de càrrega o, fins i tot, la fusió parcial (migmatització) o total (anatèxia) d'aquestes roques.

Inici de l'orogènia

L'orogènia comença quan el marge que separa l'escorça oceànica de la continental deixa de ser inactiu.

Aquest procés també es pot donar entre dues plaques oceàniques. En aquest cas, es generarà una important activitat magmàtica que formarà un conjunt d'illes volcàniques.

Trets generals i particularitats dels orògens.

Els orògens es formen a les vores on convergeixen dues plaques, fet que produeix un escurçament de l'escorça per la compressió que s'hi genera. Aquest escurçament provoca un engruiximent de l'escorça continental, que forma una mena d'arrel de la serralada i un seguit d'estructures tectòniques fruit de la compressió.

Tipus d'orògens en funció del tipus de plaques implicades i del grau de magmatisme existent:

Orògen de tipus andí: Quan una placa oceànica col·lideix amb una de continental, es forma una zona de subducció i una gran serralada en el marge de la placa continental.

Orògen de tipus alpí: Després d'un llarg període de subducció d'una placa oceànica amb una continental, el volum de l'oceà es redueix progressivament i el continent que hi ha a l'altre extrem s'aproxima, amb el pas del temps es produirà una col·lisió entre els dos continents i l'oceà desapareixerà.

En els orògens desenvolupats es produeix l'acció combinada de l'erosió dels relleus format i dels **moviments isostàtics**, que són aixecaments del relleu provocats pel reajustament del mantell. Un cop produït el plegament, l'escorça continental forma una arrel a la serralada i desplaça el mantell cap avall. Posteriorment, aquest retorna a la posició inicial i provoca l'aixecament isostàtic.

Això permet definir dins l'orògen diversos nivells estructurals:

Nivell superior: A causa de la baixa pressió en aquestes zones, la compressió genera preferentment grans fractures que donen lloc a encavalcaments o a mantells de corrent extensos.

Nivell mitjà: En aquesta zona la pressió és més elevada i la pressió no es veu afavorida, i predominen les flexions. Hi abunden els plecs paral·lels i alguns plecs falla.

Nivell inferior: Les temperatures i les pressions assoleixen valors prou alt per provocar metamorfisme de contacte.

Activitats tema 4 Magmatisme

- Un embòlic d'estructures.

Els magmes es poden solidificar a l'interior de la Terra i originar roques plutòniques o, a l'exterior, formar roques volcàniques. Les roques plutòniques formen estructures concordants quan s'adapten a les roques encaixants i discordants quan són de composició diferents aquestes. Els batòlits són grans masses de magma

solidificat a l'interior de la terra. Els lopòlits i els lacòlits són estructures primes disposades paral·lelament als estrats. Els dics, en canvi, són capes planes que tallen les roques encaixants.

Quan el magma surt a l'exterior, forma edificis volcànics que poden ser de diferents tipus en funció del tipus de lava que els aflora. Primerament, el magma s'acumula en una cambra magmàtica per ascendir posteriorment per la xemeneia fins a sortir a l'exterior a través de la caldera. Quan el magma perd els gasos forma la lava que fluirà fins a solidificar-se formant colades.

Els volcans compostos o estratovolcans estan formats exclusivament per capes successives de lava solidificada. Si la lava surt juntament amb fragment semisòlids, anomenats piroclasts.

A vegades la lava és molt viscosa i només s'expulsen piroclasts que formen un con d'escories. Si la viscositat es tan gran que no surten ni piroclasts, l'estructura resultant serà un dom volcànic.

- Localització geogràfica de magmes.
- Observa els punts on hi ha fenòmens magmàtics indicats i completa:

3. Magmatisme de dorsal oceànica.

4. Magmatisme d'arc d'illes.

1. Magmatisme de subducció oceà-continent.

2. Magmatisme intraplaca.

- Indica en quines d'aquestes zones el magma serà.

Toleític: dorsal oceànica.

Calcoalcalí: hot-spots.

Alcalí: subducció.

Quins d'aquest magmes són primaris? Què vol dir que siguin primaris?

Toleític, calcoalí i alcalí són magmes primaris.

Un magma primari és aquell que conserven la composició que els ha originat.

Quins d'aquest magmes són secundaris? Què vol dir que siguin secundaris?

Cap d'ells estan format per magma secundari.

Un magma secundari està format a partir de la reacció d'un magma primari a partir de processos de mescla, diferenciació o assimilació.

Explica quins processos poden donar lloc a la formació d'un magma secundari.

Mescla: dos o més magmes primaris diferents es barregen i donen lloc a un magma secundari.

Diferenciació: es produeix quan un magma es refreda poc a poc.

Assimilació: quan els magmes reaccionen amb les roques en que està encaixats (normalment altera la composició química original)

- Magmes i roques, roques i magmes.

Què indica la línia anomenada solidus?

Indica que fins aquest punt la roca es manté en estat sòlid.

Què indica la línia anomenada liquidus?

Indica que fins aquest punt la roca es manté en estat líquid.

Per què existeix aquesta franja, en què coexisteix part de la roca sòlida i part de magma?

La temperatura a la qual es troba cadascuna d'aquestes línies serà la mateixa per a totes les roques? Per què?

No. Perquè cada roca té un punt de fusió diferent; algunes roques poden tenir un punt de fusió més elevat o més baix.

Imagina que aquest límits de temperatura per a una determinada roca són de 800° C i 1150° C. Què passarà amb aquest límits si:

Augmenta la pressió a la qual està la roca:

Disminueix el grau d'hidratació:

La viscositat del magma és una de les característiques més importants perquè en condiciona la mobilitat i l'evolució. Explica com afecta a la viscositat del magma:

La seva composició mineralògica: com és abundant és el sílice més viscos és el magma.

La pressió a la qual està sotmès: el magma serà més dens i viscos.

La quantitat de gasos dissolts que conté: com més abundants, el magma serà menys dens.

La temperatura a la qual es troba: com més elevada, el magma serà més fluid.

- Rànquing de països volcànics.
- Compara el mapa de països amb el de límits entre plaques i indica amb una creu l'origen del vulcanisme de cada país.

País	Vulcanismo intraplaca	Subducció oceà-continent	Subducció oceà-oceà	Dorsal oceànica	Zona de rift.
Indonèsia					
Xile					
Japó					
Italia					
Etiopía					
Islandia					

Tanzània
Nova Zelanda
Costa Rica
Congo

- ***Els Estats Units tenen àrees volcàniques en dues zones diferents. Per una banda, hi ha nombrosos volcans al llarg de les muntanyes rocalloses des d'Alaska fins a Califòrnia. Per altre banda, hi ha nombrosos volcans en illes com ara Hawai, en ple oceà pacífic. Tenint en compte el que coneixes dels volcans, quina d'aquestes zones te volcans amb laves més fluides? Per què? Quina relació te això amb la seva perillositat?***

Hawai, perquè té lloc els Hot spots.

- ***Hi ha molts països que no tenen cap tipus de vulcanisme. Posa'n cinc exemples. Què diries respecte a les plaques litosfèriques i la situació d'aquest països?***

Argel, Brasil, Canadà, Finlàndia, Angola.

- Unes illes itinerants.
- ***Veus alguna regularitat en l'edat de les illes? Quina?***
- ***Observa la situació d'aquestes illes en el mapa de plaques litosfèriques de***

l'activitat anterior: Quin tipus de vulcanisme hi ha a Hawai? Per què?

- ***Desciu com deuen ser els volcans de Hawai i les seves erupcions.***

Expulsen lava molt fluida, que es depositen en capes i forma colades força extenses. Això conforma un con ample i baix. Els edificis d'aquest tipus s'anomenen volcans en escut.

- ***Tenint en compte la situació de Hawai en relació amb la tectònica de plaques,***

com es pot explicar la regularitat que hi ha en l'edat de les diferents illes?

- Perfils de zones volcàniques
- ***Quins d'aquest quatre perfils inclouen algun tipus de límit entre plaques? Quin tipus de contacte hi ha en cada cas?***
- ***Els volcans del primer perfil són submarins. Quins altres dels representants van nèixer com a volcans submarins? Per què?***
- ***En alguns d'aquests perfils s'observa la presència de fosses oceàniques. Sabries explicar per què? Quina relació tenen amb el vulcanisme?***
- ***Quin tipus de magma hi haurà en els volcans de cada perfil?***
- ***Quin tipus d'activitat volcànica hi haruà en cada cas?***
- El perfil dels volcans.
- ***Copia en un full el perfil dels tres volcans que hi ha a la pàgina següent i posa el noms següents on correspongui.***

- ***Quins son estratovolcans? Per què?***

Els dos primers. Perque allibera lava i material piroclàstics que s'acumulen i formen un edifici per capes alternades d'aquest dos tipus de productes.

- ***Quins són volcans en escut? Per què?***

El tercer. Perque és un edifici no gaire alt i amb base ample, format per l'acumulació sucesiva de colades de lava.

- ***Malgrat que tots tres són volcans, per què tenen una estructura tan diferent? Quin és el principal factor que condiciona aquestes diferències?***

- ***Describeu el tipus d'activitat que deuen presentar quan entren en erupció?***

- ***Quins d'aquests volcans té més probabilitat de produir una colada piroclàstica? Per què?***

- ***Quin d'aquestes volcans deu tenir l'índex d'explosivitat més elevat? Per què?***

- ***Quin d'aquests volcans produeixen colades de lava més extenses? Per què?***

- ***Generalment, els volcans no es troben aïllats, i moltes vegades n'hi ha diversos en una mateixa zona volcànica. Creus que seria lògic que aquest tres volcans es trobessin un al costat de l'altre? Per què?***