

Unitat 5 Solucionari

- 1
 1. Anticlinal (esquerra) i sinclinal (dreta). Es tracta de plecs paral·lels.
 2. Successió d'anticlinals i sinclinals paral·lels, amb pla axial vertical (sense vergència, per tant).
 3. Plec anticlinal paral·lel, amb vergència cap a l'esquerra.
 4. El plec del centre és un anticlinal paral·lel amb una lleugera vergència cap a l'esquerra.
 5. Successió de plecs paral·lels amb vergència cap a l'esquerra.
 6. Anticlinal similar tombat amb vergència cap a la dreta.
- 2
 1. falla inversa; 2. diàclisis; 3. falla inversa; 4. diàclisis; 5. diàclisis; 6. falla (no s'aprecia bé si és inversa o normal, però el pla de falla és quasi horitzontal; per tant, és probable que sigui una falla inversa, potser un encavalcament).
- 3 a)

tipus de roca metamòrfica	condicions de pressió i temperatura	exemple de zona on es poden formar
cornubianita amb hornblenda	temperatura alta i pressió baixa	al voltant d'una massa de magma
amfibolita	temperatures i pressions altes	a la mesozona d'un orogen situat en una subducció oceà-continent
esquist verd*	temperatures i pressions moderades	a la part superior de la mesozona d'un orogen situat en una subducció oceà-continent
eclogita	temperatures i pressions molt altes	a la part més profunda d'un orògen d'una zona de subducció oceà-continent
cornubianita amb piroxè	temperatures molt altes i pressions baixes	molt a prop d'una massa de magma

* Esquist verd, en lloc d'esquist blau, com surt al llibre.

- b) Les granulites es formen quan la temperatura és de 680°C aproximadament.
- c) L'eclogita apareix a partir de pressions mínimes de 10 kb.
- d) Els processos metamòrfics es produeixen quan les temperatures superen els 250 °C a pressions inferiors a 1 kb. A mesura que la pressió creix, el metamorfisme pot donar-se a temperatures inferiors; així, per exemple, amb 2 kb de pressió es formen roques metamòrfiques a només 100°C.
- e) El límit d'anatèxia indica aquells valors de pressió i temperatura a partir dels quals els minerals inicien la seva fusió. Així, quan les condicions de pressió i temperatura superen aquest límit, els diferents minerals van passant de manera progressiva a la fase líquida segons quin sigui el seu punt fusió.

Unitat 5 Solucionari

- 4 a) Collserola està formada principalment per roques metamòrfiques, però també n'hi ha de magmàtiques (granit) i una petita quantitat de sedimentàries del quaternari (al peu de la serralada).
- b) Abans de l'orogènesi que va originar Collserola hi havia un predomini de roques sedimentàries.
- c) L'aparició de masses de roques magmàtiques molt calentes durant l'orogènesi va afectar les roques preexistents.
- d) Anant des de la Bonanova fins al Tibidabo, observem primer les roques magmàtiques solidificades (granit) i, a partir d'aquí, diverses franges de roques metamòrfiques.
- e) Sí, perquè es tracta d'unes aurèoles metamòrfiques entorn d'un batòlit que acostumen a tenir forma de corones circulars al voltant d'aquesta estructura magmàtica. De fet, no s'observen més roques metamòrfiques en direcció al mar.
- f) S'ha produït un metamorfisme de contacte perquè les roques preexistents s'han transformat a causa de l'alta temperatura de la massa de magma, que va aparèixer durant l'orogènesi i que posteriorment formaria el granit.
- 5 a) No hi ha el mateix tipus de metamorfisme en totes les zones perquè les condicions de pressió i temperatura no són les mateixes.
- b) Els dos factors que determinen el tipus de metamorfisme que hi ha a cada lloc són la pressió i la temperatura.
- c) A les zones de subducció es formaran roques pròpies del metamorfisme regional: pissarres i micacites a l'epizona, esquists i amfibolites a la mesozona i gneis i migmatites a la catazona. Per altra banda, al voltant de les masses de magma que es generen apareixeran roques de metamorfisme de contacte com les cornubianites, la quarzita i el marbre, i d'altres fruit de processos de metasomatisme. En aquest segon cas, podem trobar jaciments de minerals d'interès econòmic.
- A les zones de lliscament lateral entre plaques trobarem roques generades pel metamorfisme dinàmic, com les bretxes de falla i les milonites.
- d) A les conques oceàniques es produeixen fenòmens metamòrfics a causa de la pressió generada per l'acumulació de sediments. Al mateix temps els materials es van enfonsant pel procés de subsidència, per la qual cosa estan sotmesos a unes temperatures cada vegada més elevades.
- e) La gran diversitat de roques metamòrfiques que hi ha a les serralades formades en zones de subducció és conseqüència de la gran varietat de condicions de pressió i temperatura que s'hi donen. Els tipus de metamorfisme que hi ha aquí són el regional, el de contacte i el metasomatisme.
- 6 a) El canvi de cianita / sillimanita / andalusita correspon a minerals polimòrfics perquè tots tres tenen la mateixa composició química.
- b) La moscovita, estable en una àmplia franja de pressions, es transforma en ortosa, corindó i vapor d'aigua a causa de l'elevació de la temperatura a partir de 700 °C aproximadament.

Unitat 5 Solucionari

- c) L'andalucita es transformarà en cianita, tot i que si la temperatura a què es trobava era superior a 500 °C es transformarà primerament en sil·limanita i, posteriorment, en cianita.
- d) Una roca que conté sil·limanita ha estat sotmesa a una temperatura mínima lleugerament inferior a 500 °C i a pressions que poden oscil·lar entre 0 kbar i més de 9 kbar.
- e) Una roca que conté ortosa i corindó ha estat sotmesa a una temperatura mínima de 375 °C. Per deduir-ho, cal observar la gràfica i calcular a partir de quin valor de l'eix de les x apareixen aquestes dues substàncies.
- f) Com més elevada és la densitat d'aquests minerals, més estables són a pressions elevades. Això s'explica pel fet que, com més elevada és la pressió, més gran és la comprensió a què estan sotmesos; d'aquesta manera, es formen unes estructures moleculars més compactes i augmenta la densitat del mineral.

7 (Correccions en negreta)

*els processos metamòrfics són transformacions que pateixen les roques com a conseqüència de l'acció de la pressió i **la temperatura**. Alguns d'aquests canvis no comporten transformacions químiques de les roques i només la substitució d'uns minerals polimòrfics per uns altres. D'altres vegades, les roques es transformen perquè **els minerals es transformen en d'altres de composició química diferent**.*

*els cristalls que formen les roques també pateixen canvis durant el metamorfisme. En general, es pot dir que sempre hi ha un augment del seu volum, una tendència a les formes **planes** i una orientació perpendicular a la direcció de la pressió.*

*En fases molt avançades de metamorfisme es produeix la migmatització, que consisteix en la fusió **parcial** de les roques.*

*D'altres vegades es produeix una fusió **total** de les roques **i s'obté el magma**. Aquest procés s'anomena anatèxia i origina **masses de roques foses que constitueixen magma**.*

Cap al final d'aquest text diu que la migmatització genera la formació de lava. Només la fusió total de les roques, procés anomenat anatèxia, pot donar lloc a masses de roques foses que constituïrien magma i no pas lava. Aquest segon terme es reserva, exclusivament, als materials en forma líquida que s'emeten durant una erupció volcànica.

- 8 L'estudi microtectònic pot revelar la història, almenys pel que fa a la tectònica, de les roques. Partint dels successos geològics que podem triar, tenim:
1. Cordierita desorientada posterior a la biotita orientada. Veiem que la cordierita és posterior perquè talla els minerals de biotita. Així doncs, primer s'ha produït un metamorfisme regional (biotita orientada) i després un metamorfisme de contacte de baix grau (cordierita).
 2. Granats damunt de plagiòclasi (albita) i epidota plegades. Per tant, primer s'ha produït un metamorfisme de contacte de baix grau (albita-epidota), la qual cosa ha donat lloc a un bandejament; a continuació hi ha hagut un plegament i, en darrer terme s'ha produït un metamorfisme de contacte d'alt grau (granats).

Unitat 5 Solucionari

3. Cordierita orientada com la biotita. S'observa que la biotita envolta la cordierita; per tant, primer existia la cordierita i després la biotita. Primerament, hi ha hagut un metamorfisme de contacte de baix grau (cordierita) i després ha tingut lloc un metamorfisme regional (biotita).
4. Hi ha cristalls mixtos, amb granat i biotita, envoltats d'una matriu de moscovita i biotita. Els cristalls són restes de fenòmens tectònics anteriors, ja que si fossin posteriors serien d'un sol mineral. Així doncs, en primer lloc, s'ha produït un metamorfisme regional (biotita, tallada pels granats i, per tant, anterior als granats); després, hi ha hagut metamorfisme de contacte d'alt grau (granats); finalment, hi ha dues possibilitats, però totes dues inclouen un metamorfisme amb una forta pressió, capaç de trencar els cristalls: un metamorfisme dinàmic o un metamorfisme regional profund.
5. La presència de minerals com l'ortosa ens indica que la roca ha patit una anatèxia. Possiblement ha sofert un metamorfisme regional d'alt grau (biotita), que més tard ha anat augmentant de grau encara més fins a passar a una anatèxia.

9

e	Serralada formada per la subducció entre dues plaques amb abundància de fenòmens magmàtics.
b	Reajustament posterior al plegament d'un orogen que provoca el desplaçament vertical de l'escorça terrestre.
d	Serralada formada per una obducció en la qual hi ha pocs fenòmens magmàtics i un predomini de les formes generades per la compressió.
c	Conca sedimentària de l'oceà on s'acumulen els materials erosionats al continent.
a	Període de distensió en el qual es formen fosses tectòniques en què sedimenten materials procedents dels relleus més elevats.
f	Enfonsament progressiu dels estrats en una conca sedimentària.

10 Preguntes sobre el tall dels Andes:

- a) Els Andes constitueixen un orogen de tipus andí perquè s'han format per la subducció entre dues plaques.
- b) Els fenòmens magmàtics són abundants i estan distribuïts principalment per la meitat més propera a l'oceà Pacífic. Aquesta distribució és conseqüència de la dinàmica de la zona de subducció que ha originat aquesta serralada. Les bosses de magma es formen a una certa distància del límit amb la placa oceànica, coincidint amb la zona on el fregament entre ambdues plaques i la subsidència de la placa oceànica generen aquestes masses de roques fosques, que ascendeixen per les fractures existents.
- c) S'observen plectes al llarg de tot el perfil de la serralada.
- d) Hi ha nombroses falles, que són força més abundants a la zona més allunyada de l'oceà Pacífic. Són falles inverses, originades per forces de compressió.
- e) Aquest orogen s'ha format a causa de la convergència de la placa Pacífica cap a la placa sud-americana. La placa pacífica forma una zona de subducció i s'enfonsa per sota de la sud-americana. Les immenses forces de compressió que aquest procés genera són les responsables de la formació de la serralada andina.

Unitat 5 Solucionari

f) Les muntanyes Rocalloses, la Sierra Madre (Mèxic) i els Alps Neozelandesos, per exemple, s'han format d'una manera semblant.

Preguntes sobre el tall de l'Himàlaia:

a) L'Himàlaia és un orogen de tipus alpí, perquè s'ha format per la col·lisió (obducció) de dues plaques continentals (la de l'Índia i l'Eurasiàtica).

b) En aquest cas no hi ha fenòmens volcànics, perquè cap de les dues plaques no s'introdueix sota de l'altra, sinó que simplement es deformen totes dues. Aquest procés no genera la formació de magmes.

c) S'observen estrats plegats i especialment les restes d'un mantell de corriment ja erosionat.

d) No s'hi observen falles.

e) La presència d'aquests minerals ens pot donar una idea de les condicions que hi havia quan es van formar aquestes roques. A més, són indicadors de pressions elevades. En el tall s'observa que l'erosió ha eliminat la part superior d'un mantell de corriment de grans dimensions.

f) L'elevació de pocs mil·límetres que experimenten cada any les muntanyes de l'Himàlaia es deu als moviments isostàtics posteriors a l'orogènia. Aquests són conseqüència del reajustament del mantell, que empeny cap amunt els materials de l'escorça per recuperar el nivell que ocupava abans de l'orogènia.

g) L'Himàlaia s'ha format per la col·lisió entre dues plaques continentals (Índia i Euràsia) que, en plegar-se i desformar-se, han originat aquesta gran serralada.

h) Els Alps, els Pirineus i el Caucas, per exemple, són altres serralades que s'han format d'una manera semblant.

11 a) (V)

b) (F) Aquest límit es desplaça a profunditats majors.

c) (F) Sí que hi ha simetria estructural.

d) (V)

e) (F) Els encavalcaments i els mantells de corriment són poc habituals en els orògens andins.

f) (F) L'esquistositat està limitada al nivell superior dels orògens. En el nivell mitjà predominen els plecs.

g) (V)

h) (F) Les Rocalloses són un orogen andí.

i) (V)

j) (V)

12 a) Les serralades andines tenen volcans i nombrosos plecs i falles. En les serralades alpines no hi ha vulcanisme i predominen els grans encavalcaments i mantells de corriment.

b) Les roques que han patit metamorfisme regional presenten esquistositat i una orientació predominant dels cristalls.

c) En una falla normal, el pla de falla s'inclina cap al bloc que baixa, mentre que en una falla inversa, s'inclina cap al costat on hi ha el bloc que puja.

d) Falla normal / distensió; falla inversa / compressió; esquerra / distensió; encavalcament / compressió; plec / compressió; esquistositat / compressió.

Unitat 5 Solucionari

e) És un nivell de la litosfera on predominen determinats mecanismes de deformació. En una serralada totalment erosionada, els nivells estructurals inferiors es troben al centre, i els més superiors, als marges.

f) Els mecanismes de deformació elàstica, plàstica i fràgil són els següents:

- elàstica: ones sísmiques;
- plàstica: plecs i esquistositat;
- fràgil: falles i diàclasis (esquerdes).

g) El metamorfisme regional s'origina per la gran pressió a què es veuen sotmesos els sediments quan s'acumulen en una conca. A causa de la subsidència, se situen cada vegada a més profunditat, per la qual cosa estan sotmesos a temperatures més elevades. Per contra, el metamorfisme de contacte es deu a la gran elevació de temperatures a la qual es veuen sotmeses les roques situades a prop d'un magma.

h) Un geosinclinal és una gran conca sedimentària situada al costat d'un continent, on van a parar els materials resultat de l'erosió d'aquest continent.

i) L'anatèxia marca el límit del metamorfisme perquè implica la fusió de les roques i la formació d'un magma, que originarà roques magmàtiques i no metamòrfiques quan se solidifiqui.

j) És un encavalcament, el salt de falla mesura uns quants quilòmetres, mentre que en una falla inversa és menor. El pla de falla de l'encavalcament sol ser bastant més horitzontal que el de la falla inversa.

k) És un anticlinal, perquè en el nucli es troben els materials més antics.

l) Recte, inclinat, tombat i ajagut.

m) En una falla, els blocs que queden a cada banda de la fractura es desplacen relativament. Això no passa en una esquerda.

n) Observarem que hi ha un desplaçament dels estrats paral·lels al pla de falla.

o) Que s'ha format a alta pressió (vegeu la figura 16 de la pàg. 109).