

Unitat 6

Els ambients sedimentaris. Litogènesi.

Les roques sedimentàries més importants

1. Procés sedimentari

2. Transformació del sediment en roca sedimentària.

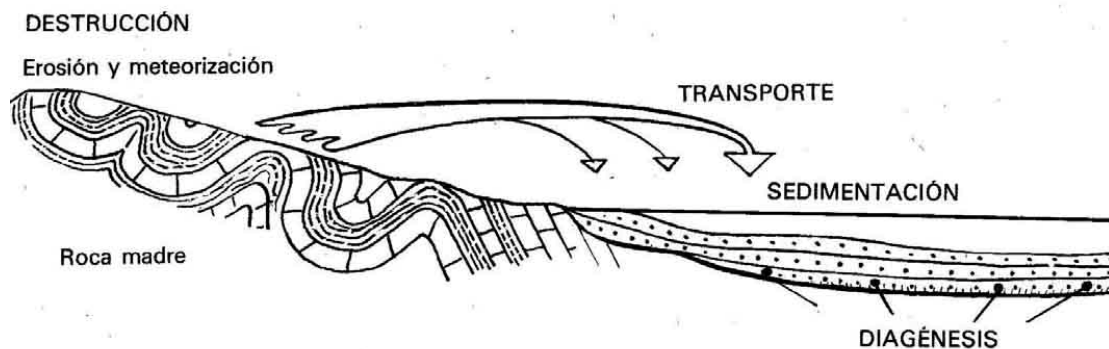
Diagènesi i processos diagenètics

3. Roques sedimentaries

4. Ambients sedimentaris

1. Procés sedimentari

El procés sedimentari és la part del cicle geològic extern que condueix a la formació dels sediments. Comença amb la destrucció de les roques preexistents per **meteorització** i **erosió**. Alguns d'aquests processos fragmenten físicament la roca en bocins més petits sense modificar la seva composició. Altres processos de meteorització alteren químicament la roca, descomponent-la. A continuació, agents erosius com les aigües d'escorrentia, el vent, les onades i el gel extreuen els productes de la meteorització i els **transporten** a una nova localització on són dipositats. El transport de materials té lloc des de zones aixecades cap a les depressions dels continents i dels oceans, aquestes depressions són les *conques sedimentaries*. La deposició de materials és la **sedimentació** i els materials dipositats són els *sediments*, que s'hi van dipositant formant *estrats* superposats. Els sediments que s'originen i són transportats com a partícules sòlides s'anomenen *sediments detrítics*. Aquests sediments són transportats per corrents i dipositats per gravetat quan la velocitat de la corrent disminueix. Els *sediments químics* es formen per precipitació de substàncies dissoltes en aigua. Els *sediments bioquímics* són un tipus particular de sediments químics en los que la precipitació del material dissolt en l'aigua es veu afavorida pels éssers vius. Els *sediments orgànics* es formen per acumulació de restes d'organismes. El procés sedimentari acaba amb la **diagènesi** i transformació dels sediments en roques sedimentaris.



Esquema gráfico del proceso sedimentario.

2. Transformació dels sediments en roques sedimentaries. Diagènesi i processos diagenètics

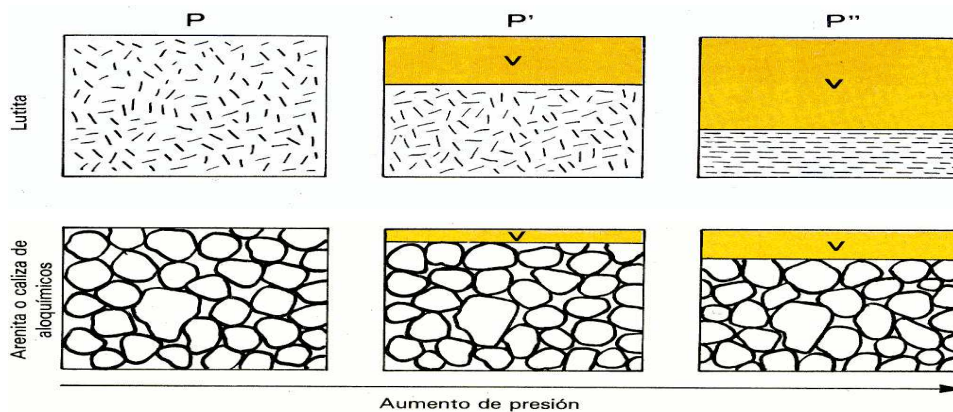
La sedimentació té lloc quasi exclusivament per acció de la gravetat, i d'aquesta manera, en cada interval de temps es van dipositant un conjunt de materials que cobreixen els dipositats en l'interval de temps anterior. Quan el procés es continuu, es té com a conseqüència que cada nivell va ocupant posicions progressivament més profundes (la conca sedimentària experimenta una subsidència paral·lela a l'augment de gruix de sediments), cosa que porta a un augment de *pressió* (pel pes dels sediments que hi ha per sobre) i de *temperatura* (per l'augment de profunditat). El canvi de les condicions termodinàmiques afavoreix una sèrie de processos que tendeixen a transformar els sediments en roques sedimentaries.

La **diagènesi (o litogènesi)** és el conjunt de processos físics, químics o biològics, que experimenten els sediments, a mesura que són enterrats per dipòsits posteriors, conseqüència de l'augment de pressió i temperatura, i que condueixen a la transformació d'aquests, a roques sedimentaries. La diagènesi es produeix en l'interior dels primers quilòmetres de l'escorça terrestre a temperatures que en general són inferiors als 150-200°C (més enllà ja entrem en l'àmbit del metamorfisme)

Processos diagenètics

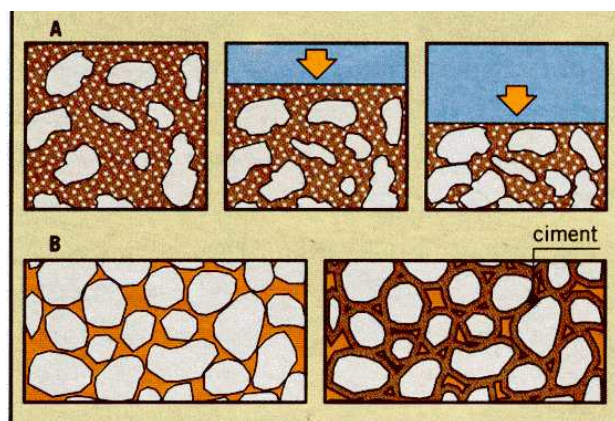
Compactació

A mesura que els sediments són enterrats, el pes dels nous materials que s'hi van dipositant, comprimeixen els sediments més profunds. La compactació indueix l'aproximació dels grans i redueix considerablement l'espai porós. Conforme es redueix l'espai del porus, s'expulsa gran part de l'aigua que estava atrapada entre els sediments. El grau de compactació depèn de la pressió vertical (a més pressió més compactació) i de la naturalesa del sediment (la compactació serà molt més gran en els sediments de partícules més fines).



Cimentació

Consisteix en la precipitació en els porus de substàncies químiques que hi ha dissoltes en l'aigua que circula a través dels grans o fragments que constitueixen el sediment. Aquestes substàncies actuen com si fossin goma d'encolar, enganxant els fragments i soldant-los. La cimentació omple parcialment els porus (disminueix encara més la porositat) i pot tallar inclús la comunicació entre els porus (disminució de la permeabilitat). Les substàncies químiques que actuen com a ciment són moltes, però les més freqüents són el carbonat de calci, la sílice, i els òxids de ferro.



Durant la compactació, la pressió dels sediments produeix una disminució dels espais buits i una pèrdua d'aigua (A); mentre que durant la cimentació, la precipitació del ciment entre els porus redueix la porositat i uneix les partícules les unes amb les altres (B).

Classificació de les roques sedimentaries

Les roques sedimentaries es poden classificar en tres grups segons el tipus de sedimentació i la natura dels materials sedimentats:

- Roques detrítiques
- Roques químiques i bioquímiques
- Roques organògenes

No obstant, hi ha roques sedimentaries que no tenen un origen únic. Per exemple, *les margues* són roques compostes d'argila i carbonat de calci en proporcions variables (origen detrític i químic, respectivament). Són, per tant, roques mixtes quant al seu procés de formació.

La textura també és un criteri usat per a la classificació de les roques sedimentaries. Podem parlar de dos textures principals: clàstica i no clàstica o cristal·lina. Les roques amb una **textura clàstica** estan formades per fragments de dimensió variable i clasts que estan cimentats i compactats. Totes les roques detrítiques tenen una textura clàstica. S'hi distingeixen les següents parts:

- Clasts: fragments de dimensió variable de materials sedimentats.
- Matriu: conjunt de partícules de dimensió més petita que omplen els buits existents entre els clasts.
- Ciment: substàncies químiques precipitades que uneixen tots els elements anteriors

Algunes roques sedimentaries químiques presenten també una textura clàstica. Per exemple, algunes de les calcàries formades per acumulació de closques i fragments de parts dures d'éssers vius.

Altres roques sedimentaries químiques tenen una **textura no clàstica o cristal·lina**, en la que els minerals formen un mosaic de cristalls entrelaçats. Els cristalls poden ser microscòpics o suficientment grans com per veure's a simple vista.

Roques detrítiques

Són les formades per acumulació de restes d'altres roques, transportades i dipositades pels agents geològics externs. Si bé es poden trobar una gran varietat de minerals i fragments de roca en les roques detrítiques, els constituents fonamentals de la majoria són els minerals de l'argila i el quars. Altres minerals comuns són els feldspats i les miques.

El tamany del clast és la base fonamental per distingir entre les diverses roques sedimentaries detrítiques. Les **lutites** constitueixen més de la meitat de totes les roques sedimentaries. Són un conjunt de roques amb una granulometria molt fina (els clasts són tan petits que només es poden veure amb un microscopi petrogràfic). En general són roques toves. Les lutites fosques que contenen restes vegetals són relativament comuns. Els **gresos**, són roques dures i compactes, amb clasts de mida mitjana. Després de les lutites, els gresos són les roques sedimentaries més abundants, constituint aproximadament el 20% de tot el grup. Hi ha gran varietat de gresos, que es diferencien per la seva composició, per exemple les *ortoquarsites*, les *arcoses* i les *grauvaques*. Els **conglomerats** són roques formades per graves. Els clasts poden oscil·lar en grandària des de grans blocs fins a clasts tan petits com un pèsol. Els conglomerats s'anomenen *pudingues* si tenen els clast arrodonits, indicatiu d'un transport llarg i *bretxes* si els clast són angulosos, indicatiu d'un transport curt.

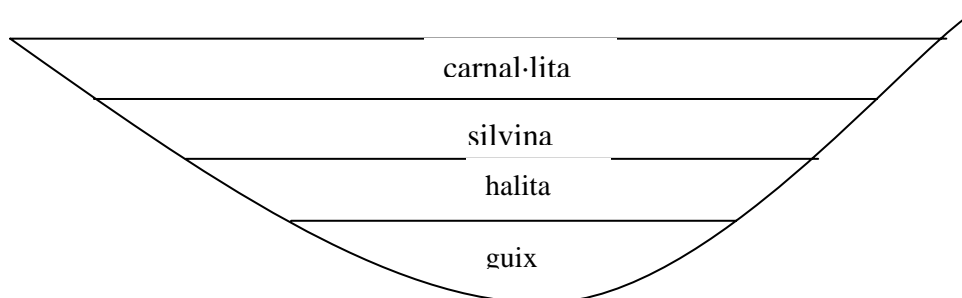
Roques sedimentàries detrítiques			
Diàmetre del clast	Nom del sediment		Nom de la roca
GROS 2 mm	GRAVES	Blocs Còdols	CONGLOMERATS
MITJÀ 1/16 mm	SORRES	Gruixudes Fines	ARENISQUES O GRESOS
FI 1/256 mm	LLIMS	Gruixuts Fins	LIMONITES
MOLT FI	ARGILES		LUTITES O PELITES

Roques químiques i bioquímiques

Les roques químiques es formen per precipitació dels materials que son transportades en solució cap als llacs i mars. Aquesta precipitació del material es produeix de dues maneres. Mitjançant *processos inorgànics*, com l'evaporació de l'aigua o algun procés químic en la massa de l'aigua, que produeixen els sediments químics; i mitjançant *processos orgànics*, en los que els organismes vius participen en la formació dels sediments. Molts animals i plantes que viuen a l'aigua extreuen la matèria mineral dissolta per formar closques i altres parts dures. Un cop morts els organismes, les seves closques s'acumulen (precipiten) en el fons d'un llac o un oceà. Un altre exemple de procés orgànic el constitueixen les algues quan al captar el diòxid de carboni de l'aigua per fer la fotosíntesi provoquen la precipitació del carbonat de calci de l'aigua.

Podem distingir tres grups principals de roques químiques i bioquímiques:

- **Roques evaporites:** formades quan precipiten les sals dissoltes a causa de l'evaporació de les aigües que les dissolien. Entre els minerals precipitats normalment d'aquesta manera es troben l'halita (clorur sòdic), component principal de la **sal gemma**, i el guix (sulfat càlcic hidratat), principal component de la roca del mateix nom, **roca guix**. Quan s'evapora un volum d'aigua salada, els minerals que precipiten ho fan en una seqüència que ve determinada per la seva solubilitat. Primer precipiten els minerals menys solubles i al final, conforme augmenta la salinitat, precipiten els més solubles. En una conca sedimentària on s'han format evaporites trobem, a la base, els guixos. Per sobre hi ha la sal gemma, la **silvina** (clorur potàssic) i a la part superior la **carnal·lita** ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).



- **Roques carbonatades:** originades per precipitació de minerals carbonatats, bàsicament calcita, aragonita i dolomita. Entre la multitud de roques carbonatades, les de més interès econòmic són les **calcàries** (“calizas”) i les **dolomies**, i atenent al contingut químic i mineralògic de les dues es fa una classificació de les roques carbonatades en:

Calcàries: més del 95% de calcita

Calcàries magnesianes: 90-95% de calcita, 5-10% de dolomita

Calcàries dolomítiques: 90-50% de calcita, 50-10% de dolomita

Dolomies calcàries: 10-50% de calcita, 50-90% de dolomita

Dolomies: més del 90% de dolomita

Tot i que les dolomies es poden formar per precipitació directa de l'aigua de mar, probablement la majoria s'originen quan el magnesi de l'aigua de mar substitueix part del calci de la calcària (metasomatisme)

Tipus de calcàries atenent l'origen de la precipitació:

Calcàries formades per un procés de precipitació inorgànic:

- **Travertins i toves calcàries:** roques formades quan precipita la calcita que hi ha a l'aigua de les deus d'aigua calenta de les regions calcàries. Si la roca resultant és esponjosa i porosa se sol parlar de toves.
- **Estalactites i estalagmites:** estructures formades a l'interior de coves per degoteigs de l'aigua saturada en carbonats.
- **Calcàries litogràfiques:** calcàries detrítiques els grans de les quals són de la mida de l'argila.
- **Calcàries oolítiques:** roques formades per petits grans esfèrics anomenats *òdrits*. S'originen en aigües marines turbulentes quan, el CaCO_3 precipita sobre minúscules partícules (sorres, closques,...) que són mogudes al davant i al darrera per les corrents. Conforme les partícules roden, es van recobrint d'una capa rere un altra del precipitat.

Calcàries formades per un procés de precipitació orgànic:

- **Calcàries fossilíferes:** calcàries de textura clàstica, cimentades amb ciment de calcita, constituïdes per organismes fòssils, com per exemple, ammonites o nummulits.
- **Lumaquel·la:** roca de textura clàstica, poc cimentada, formada per acumulació de closques i fragments de closques de mol·luscs.
- **Creta:** roca de textura clàstica, tova i porosa composta per parts dures de microorganismes marins (com foraminífers) i argila.
- **Calcària coral·lina:** formada per acumulació de restes de coralls.
- **Calcària algal:** formada per algues calcàries

- **Roques silíciques:** es tracta d'una sèrie de roques molt compactes i dures compostes de sílice microcristal·lina. Les roques silíciques de precipitació química es formen a partir de la sílice col·loïdal que transporten les aigües des de les zones de meteorització química. Podem citar la **pedra foguera (Silex o “pedernal”)** que es forma per precipitació directa o per metasomatisme (silificació de calcàries), i també l'**òpal** que és utilitzat en joieria. Les roques silíciques d'origen orgànic es formen per acumulació d'esquelets o parts dures d'éssers vius. Podem citar la **diatomita**, originada per l'acumulació de frústuls (coberta) de diatomees, la **radiolita** originada per l'acumulació de radiolaris, el **trípol** per acumulació de diatomees i radiolaris, i l'**espiculita** o **espongiolita** originada per l'acumulació d'espícules d'esponges silíciques.

Roques organògenes

S'inclouen en aquest grup, dos tipus de roques, de gran interès econòmic, el **carbó** i el **petroli**, l'origen de les quals té lloc per acumulació selectiva de restes d'organismes (especialment parts toves) en el sediment original, preservats de la descomposició orgànica al veure's sotmesos ràpidament a condicions anaeròbiques.

El **carbó** té l'origen en l'acumulació de restes de plantes superiors en regions pantanoses, lacunars o deltaïques. Tots aquests medis tenen en comú el fet d'estar inundats durant grans períodes de temps (cosa que permet un gran desenvolupament vegetal), i presentar subsidència com a conseqüència de la gran velocitat d'acumulació sedimentària. Els episodis de subsidència porten a un augment de profunditat, amb grans aportacions detrítiques que enterren la vegetació. Això porta a la formació d'estrats rics en matèria orgànica vegetal. El **petroli** té el seu origen en la mortaldat de gran quantitat de plàncton marí, que porta a una acumulació molt gran de matèria orgànica en el fons. Si simultàniament s'hi diposita un material inorgànic impermeable (com lutites, margues, etc), la matèria orgànica es trobarà a l'igual que el carbó en condicions anaeròbiques i per tant preservada de la descomposició orgànica.

La transformació de la matèria orgànica en carbó o en hidrocarburs, té lloc per la suma de processos diagenètics d'alta pressió i temperatura i de processos de fermentació bacteriana en condicions anaeròbiques.

4. Ambients sedimentaris

Un ambient sedimentari és una zona en la que la sedimentació té unes característiques concretes i relativament uniformes. La situació geogràfica i les condicions ambientals de la zona determinen la naturalesa dels sediments que s'hi acumulen.

Una *conca sedimentària* és un lloc en el que la sedimentació sol ser elevada. Dintre de cada conca sedimentària poden haver-hi diferents ambients sedimentaris. Per exemple, la conca sedimentària del mar mediterrani i l'ambient deltaic a la desembocadura de l'Ebre.

Els ambients sedimentaris es classifiquen en continentals, marins i de transició.

- Ambients continentals. En els continents la sedimentació ocupa una fracció petita de la seva superfície. En els continents predominen altres processos sedimentaris com la meteorització, la erosió i el transport.
- Ambients de transició. Localitzats en la línia de costa.
- Ambients marins. A les conques marines té lloc la sedimentació quantitativament més important. En els ambients marins, la sedimentació domina sobre els altres processos sedimentaris.

Continentals	Fluvial Lacustre	Glacial Desèrtic
De transició	Platges Deltes	Cordons litorals Albuferes i badies
Marins	Plataforma continental Talús continental i fons oceànic	Depòsit de turbidites Esculls coral·lins

Ambients sedimentaris continentals

Ambients fluvials

Corresponen a la desembocadura de rierols i torrents al peu de les muntanyes. Els materials, al disminuir ràpidament la velocitat de l'aigua en aquest punt, es dipositen formant els característics **cons de dejecció** (o "abanico" fluvial, per la forma que agafa). Aquí els sediments són detrítics, de mides diverses i més o menys angulosos. Principalment s'hi dipositen graves mesclades amb sorres gruixudes. Normalment, el material més gruixut es diposita a l'apex del con, mentre que el més fi es transportat cap a la base del dipòsit.

També s'inclouen els dipòsits deixats pels rius en els **llits d'inundació** (part d'una vall que ha estat inundada durant un temps) Els sediments acumulats són argiles, llims, sorres i graves, tots ells ben arrodonits i seleccionats per tamany.

Ambients lacustres

Compren llacs i llacunes alimentades fonamentalment per aportacions fluvials. La velocitat de sedimentació és de mitjana a elevada. Els sediments que s'hi dipositen són detrítics, graves i sorres en els seus marges i argiles molt fines en el fons. Juntament amb aquests dipòsits detrítics, s'hi troben també dipòsits de precipitació química de sals dissoltes a l'aigua i dipòsits orgànics formats per restes d'organismes que pul·lulen per l'aigua. En zones pantanoses. L'abundància de vegetació dona lloc a la formació de turbes.

Ambients glacials

Són aquells on té lloc l'acumulació de materials transportats per les glaceres (morenes). La velocitat de sedimentació és molt lenta, a mesura que el gel es fon, els materials transportats van sent dipositats. Els sediments d'origen glacial, anomenats tills o til·lites, són una barreja no seleccionada de grans de moltes grandàries, caracteritzats per la seva immaduresa (composició gairebé idèntica a la roca mare) i per tenir formes anguloses. Molts dels fragments presenten cares estriades i polides pel fregament amb les roques sobre les que llisca la glacera.

Ambients eòlics i desèrtics

Correspon a regions àrides i desèrtiques. Les partícules transportades pel vent es dipositen en funció de la seva mida. Els dipòsits eòlics són de dos tipus diferents, muntells de sorra o **dunes** i catifes de llims o **loess**. Una de les principals formacions que deixen les dunes és l'estratificació creuada.

Ambients sedimentaris de transició

Platges

Llocs on es dipositen materials com a resultat de l'acció geològica de les onades i de les mareas. Els materials dipositats són principalment d'origen detrític i generalment molt seleccionats per grandàries. Predominen els dipòsits de sorra, però també són freqüents les platges de grava. En les platges de sorra fina es normal veure marcades ondulacions o **ripple-marks** produïdes per les mareas.

Deltes

Són grans acumulacions de sediments detrítics en la desembocadura de rius en mars tranquils i llacs. La sedimentació massiva a la desembocadura força al riu a bifurcar-se en canals múltiples formant el delta. El delta compren tant la part aèria, amb dipòsits de caràcter fluvial, com la seva

prolongació subaquàtica, on els dipòsits presenten una marcada influència marina. És el medi sedimentari que presenta una major velocitat de sedimentació. És un medi molt ric en vida marina, per la qual cosa, els sediments orgànics són també una part important dels dipòsits deltaics.

Ambients sedimentaris marins

Plataforma continental

Són les àrees marines receptores de la major quantitat de sediments procedents dels continents. La velocitat de sedimentació és elevada. El tipus de sediments dipositats aquí depèn de diversos factors com, la distància a la costa, l'elevació de la zona de terra adjacent, la profunditat i la temperatura de l'aigua, el clima, etc.. Quan no hi ha una xarxa fluvial que desemboca a prop, es característic la sedimentació química (carbonats). Allà on hi ha la desembocadura d'un riu important predomina la sedimentació detrítica.

Talús continental i fons oceànic

Velocitat de sedimentació molt baixa. Els dipòsits van des de la fracció més fina del material detrític (argiles) que no s'hi ha dipositat sobre la plataforma continental, fins a dipòsits químics, bioquímics i orgànics.

Dipòsits de turbidites

Es tracta de dipòsits puntuals al peu del talús continental, formats per sediments relativament grossos, que descendeixen de la plataforma continental de forma esporàdica com a corrents tèrbols, generats freqüentment en relació a moviments sísmics o tempestes, que mobilitzen gran quantitat de materials de la plataforma.