

SEDIMENTI E ROCCE SEDIMENTARIE

Le rocce sedimentarie si formano in seguito al consolidamento di materiali sciolti, che derivano dall'erosione e dall'alterazione di rocce preesistenti o dall'accumulo di resti di organismi viventi. Si possono formare anche in seguito a precipitazione chimica di sali.

I sedimenti si possono formare in **ambienti** molto diversi:

- depositi continentali (glaciali, lacustri, fluviali, etc)
- depositi marini (di mare profondo, poco profondo, di scogliera etc)
- ambienti transizionali (estuari, delta e lagune)

presentano spesso delle **strutture** come ad esempio la stratificazione, la laminazione e tante altre che dipendono dai processi di messa in posto dei sedimenti, dal tipo di materiale coinvolto etc.

Il **colore** è molto variabile (a causa sia delle impurità sia della diversità dei materiali originari) e non sempre diagnostico (vedi sotto).

La gran parte delle rocce sedimentarie (escluse quelle che derivano dalla precipitazione di sali o le biocostruite e poche altre) è costituita da **tre frazioni**:

clasti/granuli: frammenti più grossolani che rappresentano l'impalcatura della roccia

matrice: materiale più fine intrappolato tra i clasti

cemento: materiale di precipitazione chimica che si forma (precipita) nei vuoti del sedimento e litifica il sedimento stesso durante la diagenesi (definizione diagenesi: vedi sotto)

NOTA SUL COLORE DEI SEDIMENTI

Il colore è un'importante proprietà tessiturale e litologica dei sedimenti e delle rocce sedimentarie: esso ci fornisce dati sui materiali costituenti, sulle condizioni ambientali di origine e su quelle che accompagnano le trasformazioni successive dei sedimenti (diagenesi e alterazione).

Vari sono i colori e dipendono dalla presenza e quantità di pigmenti (es ferro, carbonio), dalle dimensioni delle particelle più fini (le più fini assorbono di più la luce e tendono a dare colori più scuri), dal loro stato umido o secco, dal loro stato di aggregazione.

Il colore della frazione granulometrica più fine dei sedimenti terrigeni, tipicamente la matrice, dà indicazioni sulle condizioni chimico-fisiche, riducenti o ossidanti, dell'ambiente di deposizione. Si parla in questo caso di colore autogeno della matrice. Il colore dei granuli più grossi, visibili ad occhio nudo, e quindi non appartenenti alla classe granulometrica in cui rientra la matrice, è invece un colore ereditato dalla roccia madre. Esso riflette cioè le condizioni chimico-fisiche presenti all'atto di formazione della roccia dalla quale proviene il granulo e non necessariamente quelle presenti all'atto di deposizione dello stesso. Una roccia terrigena composta da grossi granuli rossi di porfirite assume colore rosso non necessariamente perché i granuli componenti si deposero in ambiente ossidante bensì perché la porfirite (roccia sorgente) era ossidata in partenza. Altri esempi: colore rosato o bianco dei feldspati, verde del calcedonio, ... Nei sedimenti chimici, organogeni e organici il colore è quello dei minerali precipitati e dei vari tipi di sostanze organiche, per cui riflette più da vicino le condizioni ambientali del mezzo idrico.

I pigmenti possono dare colori vivi anche se sono presenti in quantità minime. Si dividono in due gruppi principali: quelli stabili in ambiente riducente ($Eh < 0$) e quelli stabili in ambiente ossidante ($Eh > 0$). Eh = potenziale di ossido-riduzione.

Il più importante è il ferro o meglio le proporzioni relative di ferro trivalente e di quello bivalente. Passando da condizioni ossidanti a condizioni riducenti si ha:

Fe^{3+}/Fe^{2+}	Colore	
5/1 – 2/1	rosso, giallo ocra, bruno	ox Fe^{3+}
2/1 – 1/1	rosso porpora	
1/2 - 1/5	verde, azzurro, grigio	rid Fe^{2+}

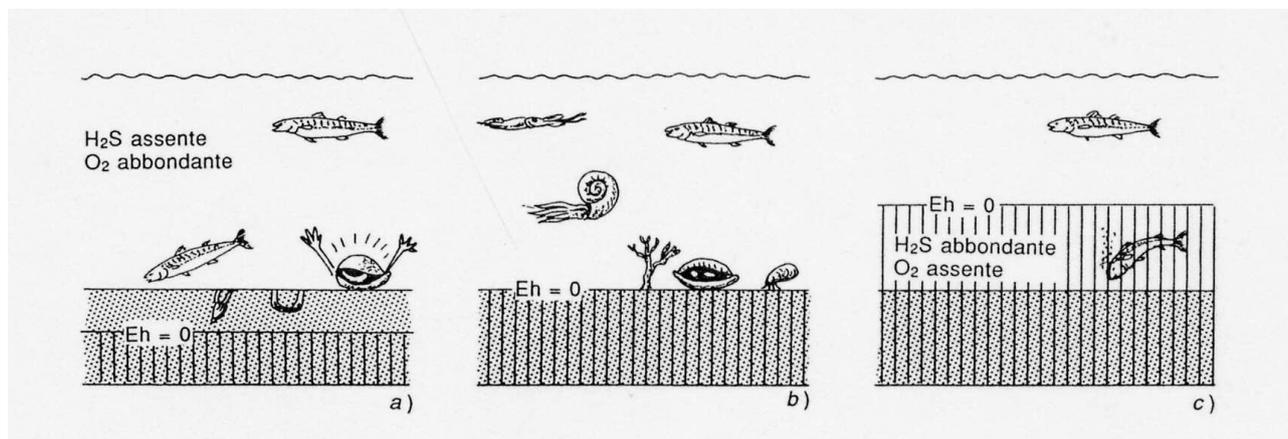
In ambiente fortemente riducente si formano sedimenti scuri (neri, grigio-scuro), in ambiente debolmente riducente i colori dominanti sono grigio-chiari, grigio-azzurri, verdastri e in ambiente ossidante prevalgono colori vivaci a dominante giallo-rossa.

Un colore grigio o nero può essere dovuto anche dalla presenza di sostanze organiche arricchite in C in condizioni riducenti oppure a composti di manganese.

Ambiente riducente	Ambiente ossidante
Nero	Violetto
Grigio	Rosso
Bruno	Arancio
Verde	Ocra
Azzurro	Giallo

Per servirsi dei colori come indicatori ambientali e di processi deposizionali però occorre tener conto delle trasformazioni che possono essere intervenute dopo il deposito, del trasporto, dell'ereditarietà etc!!!

POTENZIALE di OSSIDO –RIDUZIONE (Eh)



Misura lo stato di ossidazione o riduzione degli ioni presenti e cioè la capacità ossidante dell'ambiente.

Eh positivo = ambiente ossidante
Eh negativo = ambiente riducente

Eh= 0 → interfaccia ossidazione/riduzione

Le FASI della formazione di sedimenti e rocce sedimentarie

DEGRADAZIONE TRASPORTO DEPOSIZIONE DIEGENESI

Importante anche la **PROVENIENZA** cioè la localizzazione, il clima, la composizione litologica, il rilievo e l'ambiente tettonico dell'area da cui il sedimento proviene.

DEGRADAZIONE: si esplica attraverso processi fisici e chimici (atmosfera e idrosfera), e biologici (biosfera)

TABELLA 4.2 – *Principali prodotti dei processi di degradazione subaerea e tipi di rocce sedimentarie che ne derivano (da Boggs, 1987).*

Processo di degradazione	Tipo di prodotto della degradazione	Esempio	Risultato finale del processo sedimentario
Degradazione fisica (o disgregazione)	Residui particellari	Minerali silicatici come quarzo e feldspato; tutti i tipi di frammenti di roccia	Areniti, conglomerati, lutiti
Degradazione chimica (o disfacimento)			
Idrolisi	Minerali secondari	Minerali argillosi; quarzo a grana fine	Lutiti; matrice lutitica
	Costituenti solubili	Acido silicico; K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , ecc.	Selci, calcari, evaporiti, ecc.
Ossidazione	Minerali secondari	Minerali di SiO_2 a granulometria fine; ossidi ferrici	Lutiti; matrice lutitica
	Costituenti solubili	Acido silicico; SO_4^{2-} , ecc.	Selci, evaporiti, ecc.
Soluzione	Costituenti solubili	Bicarbonato, SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , ecc.	Calcari, evaporiti, ecc.

Minerali mafici	Minerali felsici	
Olivina		↓ Stabilità crescente
Pirosseno	Ca-Plagioclasio	
Anfibolo	Ca-Na-Plagioclasio Na-Ca-Plagioclasio Na-Plagioclasio	
Biotite	K-Feldspato, Muscovite	
	Quarzo	

Stabilità relativa dei più comuni minerali silicatici durante il processo di degradazione chimica superficiale

Degradazione biologica: importanti soprattutto i vegetali

- sgretolamento (azione delle radici)
- soluzione (azione degli acidi organici)

I fenomeni di degradazione fisica, chimica e biologica producono una frazione clastica (elementi detritici e/o minerali di neoformazione) ed una chimica. Entrambe possono subire trasporto e accumulo.

TRASPORTO

Dispersione da parte dei vari agenti (acqua, vento, ghiaccio...) dei residui di degradazione

- per soluzione (frazione chimica)
- trasporto meccanico (frazione clastica): sospensione, rotolamento, saltazione....

DEPOSIZIONE (SEDIMENTAZIONE)

Processi che, dopo una fase di trasporto più o meno lungo, caratterizzano il deposito in un certo ambiente.

AMBIENTE DEPOSIZIONALE (o di SEDIMENTAZIONE)

E' il luogo di deposizione (sedimentazione). Si tratta di aree di estensione variabile caratterizzate da specifiche condizioni fisiche, chimiche e biologiche che, unitamente alle caratteristiche geomorfologiche, controllano le modalità di accumulo dei sedimenti.

DIAGENESI

Processi fisici e chimici che convertono un sedimento sciolto/non consolidato in una roccia solida

La LITIFICAZIONE è il principale effetto della diagenesi

PS:

- nel caso di sedimenti che derivano da rocce madri sedimentarie la sequenza può essersi ripetuta più di una volta
- non in tutte le rocce sedimentarie l'influenza delle 4 fasi è ugualmente importante (per es nel caso di gesso e salgemma, non c'è trasporto)
- la sequenza è completa soprattutto per i sedimenti detti "terrigeni" (detritici), soprattutto per quelli a composizione silicatica

In senso ampio la diagenesi va dal momento della deposizione fino a quando la roccia formata o entra nella sfera del metamorfismo o viene esposta alla degradazione atmosferica

In senso restrittivo la diagenesi termina quando il sedimento è diventato roccia

Fasi della diagenesi:

1. Sin-diagenesi o diagenesi precoce, inizia quando ancora i materiali sedimentari sono ancora a contatto con l'ambiente di deposizione;
2. Ana-diagenesi o diagenesi tardiva, avviene fino ai limiti del metamorfismo;
3. Epi-diagenesi, alterazione a contatto con l'aria in seguito all'emersione.

I processi diagenetici coinvolgono la sfera fisica, chimica e biologica (tabella 4.6)

TABELLA 4.6 – *Principali processi diagenetici che modificano le associazioni di minerali presenti nei sedimenti, trasformandoli in rocce (da Boggs, 1987).*

Processi diagenetici		Meccanismi	Esempi
Principalmente fisico	Costipamento	Riorganizzazione dei granuli in una disposizione più serrata, con conseguente diminuzione del contenuto di acqua e della porosità e assottigliamento degli strati	Fango silicoclastico → lutite; la porosità diminuisce dal 60-80% al 10-20%. Sabbia silicoclastica → arenaria; la porosità diminuisce dal 35-40% al 20% circa
	Cementazione	Precipitazione di nuovi minerali negli spazi intergranulari o sulla superficie di minerali preesistenti della stessa specie (crescita sintassiale)	Precipitazione di cristalli di calcite negli spazi intergranulari dei sedimenti carbonatici o terrigeni
Principalmente chimico	Autigenesi	Alterazione di minerali con neoformazione di altri minerali che si comportano come cemento (in generale tutti i processi che portano alla genesi di nuovi minerali nel sedimento o nella roccia sedimentaria)	Minerali contenenti Fe → pirite (riduzione) Minerali contenenti Fe → ematite (ossidazione) Feldspati → minerali argillosi
	Ricristallizzazione	Variatione (di regola aumenta) delle dimensioni o della forma dei cristalli senza cambiamento significativo della composizione; le tessiture e le strutture originarie vengono comunemente obliterate	Fango calcareo → calcare cristallino Ooliti → mosaico cristallino con oblitterazione delle originarie strutture concentriche
	Inversione	Sostituzione di un minerale da parte del suo polimorfo (cioè di un minerale che ha la stessa composizione chimica ma diversa forma cristallina); è comunemente accompagnata da ricristallizzazione	Aragonite (CaCO ₃ ortorombica) → calcite (CaCO ₃ romboedrica) Gusci di aragonite fibrosa → gusci costituiti da un mosaico calcitico di taglia maggiore
	Sostituzione	Cristallizzazione di un minerale nuovo in seno ad un vecchio minerale o aggregato minerale di composizione differente mediante soluzione e deposizione capillari praticamente simultanee; le tessiture e le strutture originarie rimangono normalmente ben conservate	Calcite (costituenti scheletrici di organismi) → silice Minerali argillosi → calcite granuli silicei → granuli calcitici gusci calcitici → gusci glauconitici
	Dissoluzione	Soluzione di un minerale meno stabile in un'associazione di minerali, con formazione di una cavità	Da gusci calcitici a cavità (modelli) Da gusci silicei a cavità (modelli) Da cristalli di calcite/aragonite a cavità (modelli)
	Bioturbazione	<i>Boring, burrowing</i> e attività di ingestione di sedimenti da parte di organismi come molluschi, crostacei, oloturie, con conseguente degradazione e mescolamento del sedimento e trasformazione delle tessiture e strutture sedimentarie primarie	Erosione chimica/meccanica del substrato carbonatico ad opera di molluschi perforanti, con conseguente degradazione del sedimento e formazione di cavità (<i>borings</i>) nel substrato <i>Burrowing</i> e ingestione di sedimenti da parte di vermi e oloturie, con conseguente alterazione delle tessiture e strutture originarie e aggregazione del sedimento carbonatico in <i>fecal pellets</i>

PROPRIETA' BASE DELLE ROCCE SEDIMENTARIE

Composizione = mineralogica (singoli cristalli e/o frammenti di roccia preesistenti) e chimica (ovviamente strettamente legata alla mineralogia).

Tessitura = è data dalla forma e dalla dimensione dei granuli. Il "*fabric*" è l'orientazione e l'organizzazione (impacchettamento) dei granuli e natura dei contatti fra essi.

Struttura = l'insieme dei granuli che costituiscono una roccia si sedimenta in maniera diversa a seconda delle diverse condizioni fisiche, i modi diversi di sedimentarsi introducono differenti tipi di stratificazione, strati stabili, omogeni e strati irregolari. La **stratificazione** è la più tipica struttura delle rocce sedimentarie.

AMBIENTI DI SEDIMENTAZIONE

Continental Environments		1	2	3	4
		Lake	Alluvial	Desert	Glacial
Transport agent		Lake currents, waves	River currents	Wind	Ice, meltwater
Sediments		Sand and mud, saline precipitates in arid climates	Sand, mud, and gravel	Sand and dust	Sand, mud, and gravel
Climate		Arid to humid	Arid to humid	Arid	Cold
Organic processes		Freshwater organisms and precipitates	Organic matter in muddy flood deposits	Little organic activity	Little organic activity

Shoreline Environments		5	6	7
		Delta	Beach	Tidal flats
Transport agent		River currents, waves	Waves, tidal currents	Tidal currents
Sediments		Sand and mud	Sand and gravel	Sand and mud
Climate		Arid to humid	Arid to humid	Arid to humid
Organic processes		Burial of plant debris	Little organic activity	Organisms mix sediments

Marine Environments		8	9	10	11
		Deep sea	Continental shelf	Organic reefs	Continental margin
Transport agent		Ocean currents, settling	Waves and tides	Waves and tides	Ocean currents and waves
Sediments		Mud	Sand and mud	Calcified organisms	Mud and sand
Organic processes		Deposition of remains of organisms	Deposition of remains of organisms	Secretion of carbonates by corals and other organisms	Deposition of remains of organisms

Cioè ambienti di deposito di sedimenti

L'argomento è in realtà molto ampio e molto complesso. In questa sede solo una impostazione dei vari ambienti che verranno (o sono già stati fatti) approfonditi in altri corsi. Lo scopo di questa parte del corso è di prendere confidenza con alcuni termini che inevitabilmente vengono utilizzati quando si parla di materiale sedimentario/rocce sedimentarie.

L'ambiente di sedimentazione per eccellenza è quello marino.

Di seguito dei cenni sugli ambienti di sedimentazione che vengono proposti durante la lezione dedicata. Si consiglia di integrare gli appunti con quanto detto a lezione o attraverso letture appropriate (vedi testi consigliati).

AMBIENTE CONTINENTALE

Ambiente fluviale-alluvionale:

Esistono diversi tipi di **pianure alluvionali**. Nelle pianure costiere prevalgono i sedimenti detritici per lo più fini. Quasi tutto lo spazio può essere raggiunto, in condizioni naturali, dalle esondazioni fluviali in occasione delle piene (+ accumulo, sabbia, ai lati del letto; lontano solo materiale più fine). Fiumi e torrenti che escono dalle valli montane (pianure pedemontane) depositano alluvioni grossolane che diventano via via più fini man mano che ci si allontana dalle montagne: danno origine alle conoidi alluvionali che sono forme grandi e piatte. Conoidi più ripide e piccole si formano allo sbocco di torrenti minori.

C'è poi il **deposito fluviale**: i depositi per eccellenza sono quelli che si formano in condizioni di meandri

Ambiente lacustre:

I laghi sono corpi d'acqua nella terra ferma che non sono connessi con il mare aperto

La loro genesi è estremamente varia

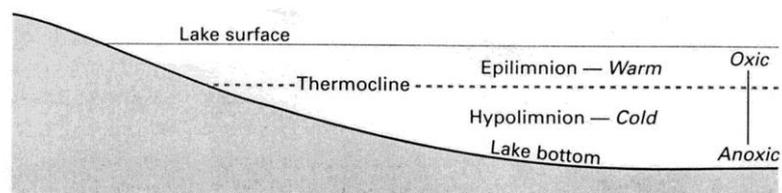
Laghi di acqua dolce

Laghi salini

Laghi permanenti

Laghi effimeri

Fig. 10.1 Poor circulation allows stratification to develop in lakes: the upper, warmer waters (epilimnion) are separated from the colder waters below (hypolimnion) by the thermocline and the bottom waters may become anoxic.



Ambiente evaporitico:

ambiente sedimentario marino o lacustre in cui tendono a precipitare per evaporazione delle acque i sali minerali disciolti

Ambiente eolico

Ambiente regolato dall'energia del vento capace di trasportare dalle particelle più fini (per lunghi tratti in sospensione) a sabbia fine e media (per saltazione) fino a sabbia grossa, ghiaia (percorsi molo brevi).

Deflazione: azione di trasporto dovuto al vento

Sono i deserti la sede per eccellenza delle forme eoliche

Le *dune* sono le forme eoliche per eccellenza

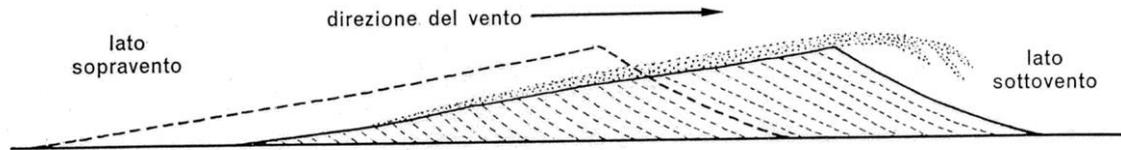


Fig. 12.7. Sezione di una duna trasversale, e spostamento in avanti di questa per deflazione sul lato sopravvento ed accumulo su quello sottovento. Profilo tratteggiato: situazione anteriore.

Ambiente glaciale

Ambiente regolato dall'azione dei ghiacci. E' per lo più continentale, ma anche marino

Diversi sono i tipo di deposito che si formano in questo ambiente.

Depositi morenici

Depositi fluvioglaciali

Depositi glaciolacustri (varve)

Depositi glaciomarini

AMBIENTE TRANSIZIONALE

Delta ed estuari:

lo sviluppo dei delta dipende dai rapporti fra i processi marini e quelli fluviali.

I delta sono il risultato di un attivo deposito di sedimenti fluviali e fluvio-marini tali da far avanzare la linea di costa verso mare (delta costruttivi)

Gli estuari sono dei delta distruttivi in cui i sedimenti di origine fluviale vengono ridistribuiti ad opera delle correnti di marea

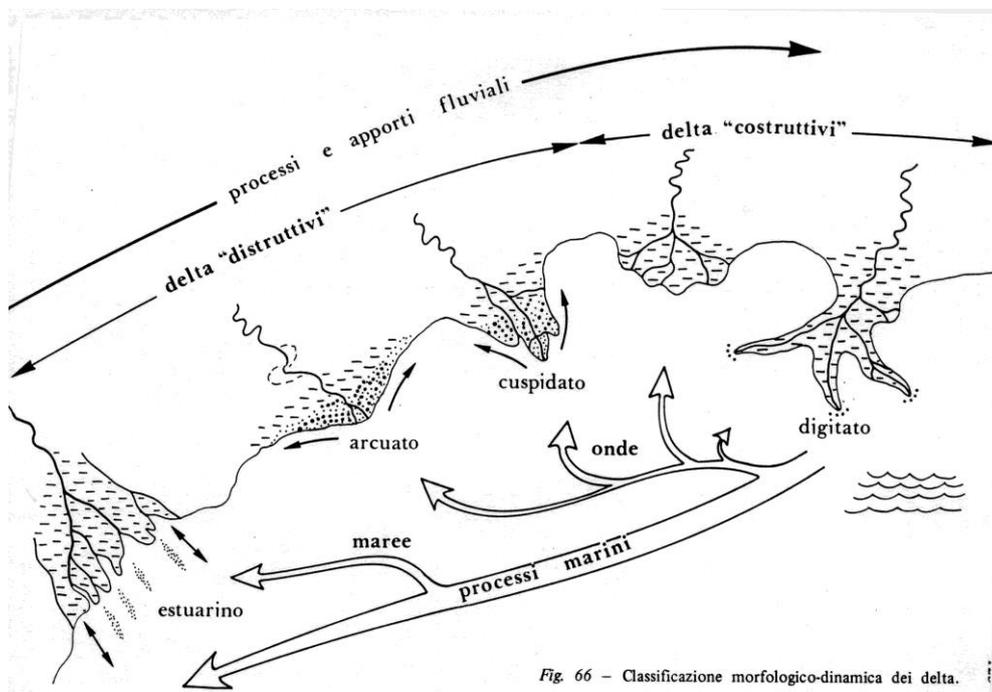


Fig. 66 - Classificazione morfologico-dinamica dei delta.

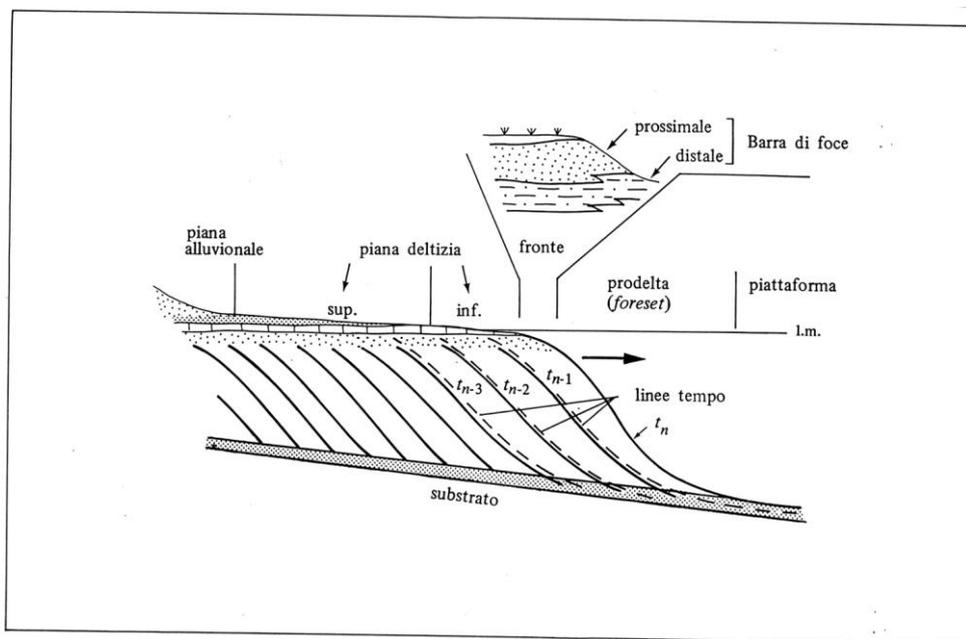


Fig. 74 - Accrescimento del delta = progradazione = regressione deposizionale. Da SCRUTON, 1960, modif.

SUBAMBIENTI

Ambiente di laguna:

Le lagune sono dei bacini costieri dominati dalle maree, separati dal mare da un cordone litorale, ma comunicanti con esso attraverso le foci lagunari

sono ambienti molto dinamici.

Perché si formino le lagune sono necessari:

- due sorgenti puntiformi (fiumi) che definiscono lateralmente la laguna
- un significativo trasporto litorale (costruzione di lidi, frecce litorali)
- un regime trasgressivo (in quello regressivo tendono a svuotarsi)

Varie morfologie sono presenti all'interno della laguna, regolate dal rapporto correnti di marea/ sedimenti trasportati dalle correnti stesse

bocche - piana di marea - canali principali e secondari (ghebbi) – barene -
presenza di spiagge al margine interno (come nel mare libero) e, nell'entroterra, anche di pianure
alluvionali

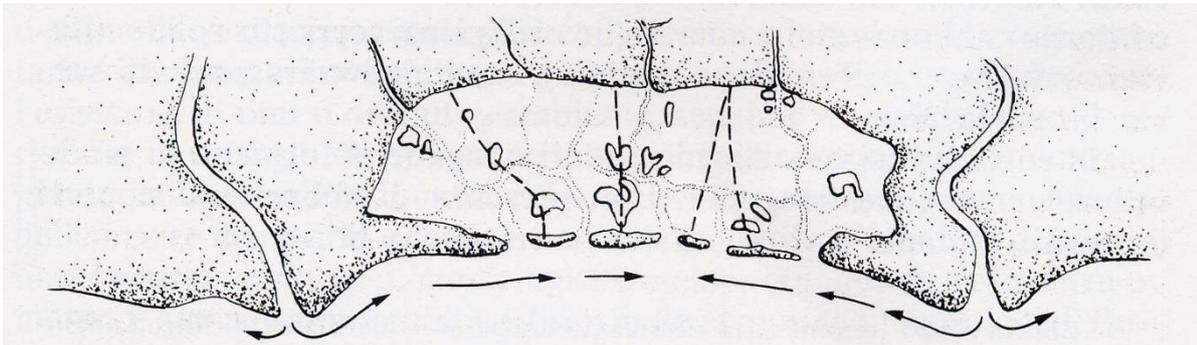
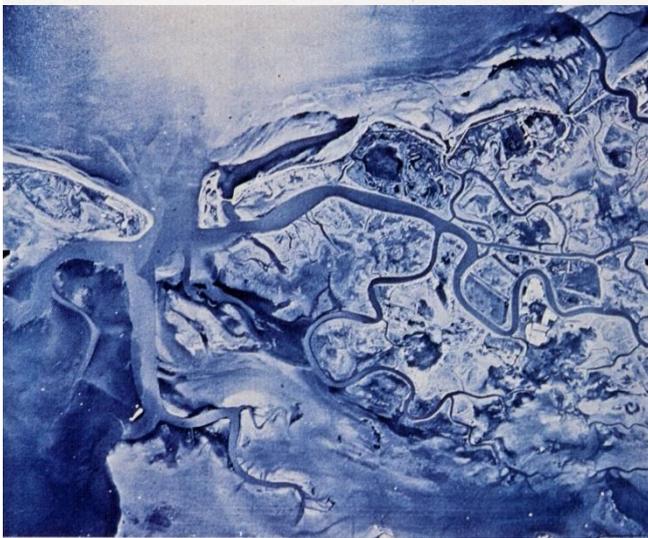


FIG. 1 - Esempio-tipo schematico della formazione di una laguna per apporti convergenti di sabbie litorali provenienti da due sorgenti terrigene puntiformi. Le linee tratteggiate all'interno della laguna indicano gli spartiacque.



Sono lagune anche le aree d'acqua delimitate dagli atolli.

Piane di marea (piane tidali):

Possono esistere anche senza la presenza di una laguna. Sono sempre regolate dalle maree.



Ambiente costiero

Un SISTEMA COSTIERO rappresenta un complesso insieme di ambienti deposizionali emersi e sommersi, ubicati lungo una costa, i cui processi che ivi si attuano sono intimamente legati al mare ed alla sua dinamica.

Coste alte (falesie)

Sono ripide e rocciose. Non hanno spiagge.

Coste basse

Sono pianeggianti, scendono dolcemente verso il mare ed hanno spiagge.

La spiaggia:

Corpo sabbioso o ciottoloso costiero accumulato dalle onde.

Dal punto di vista geomorfologico la spiaggia è compresa tra il limite superiore ed il limite inferiore dell'azione delle onde.

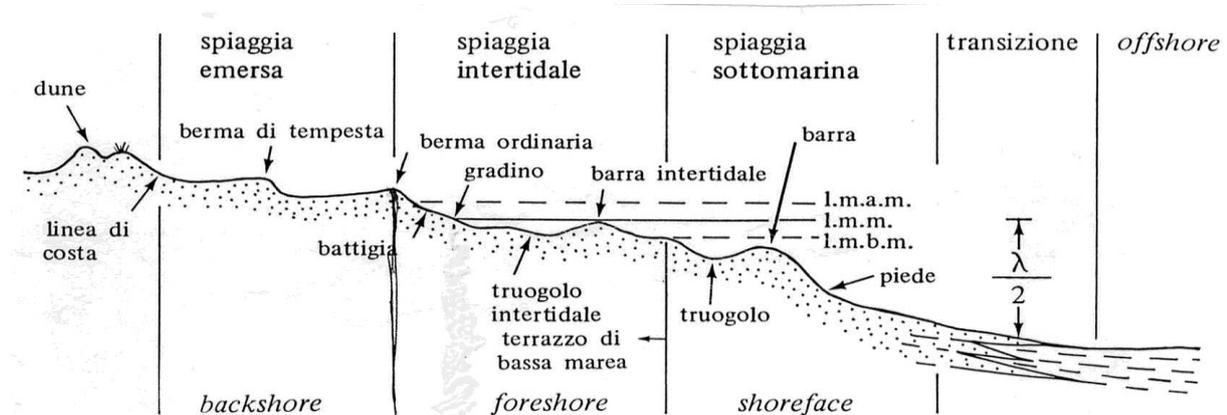


Fig. 103 - Profilo topografico di spiaggia (da CAROBENE & BRAMBATI, 1975). A sinistra delle dune, possiamo avere una piana sabbiosa, una piana alluvionale, una laguna o rilievi rocciosi.

AMBIENTE MARINO

Procedendo dalla linea di riva vs profondità maggiori si osserva una successione di variazioni ambientali che, pur con caratteristiche locali e regionali, presentano un andamento globale simile.

Le variazioni laterali degli ambienti marini dipendono dalle condizioni locali (topografia, substrato, andamento delle correnti) e quindi non sono sintetizzabili in uno schema generale.

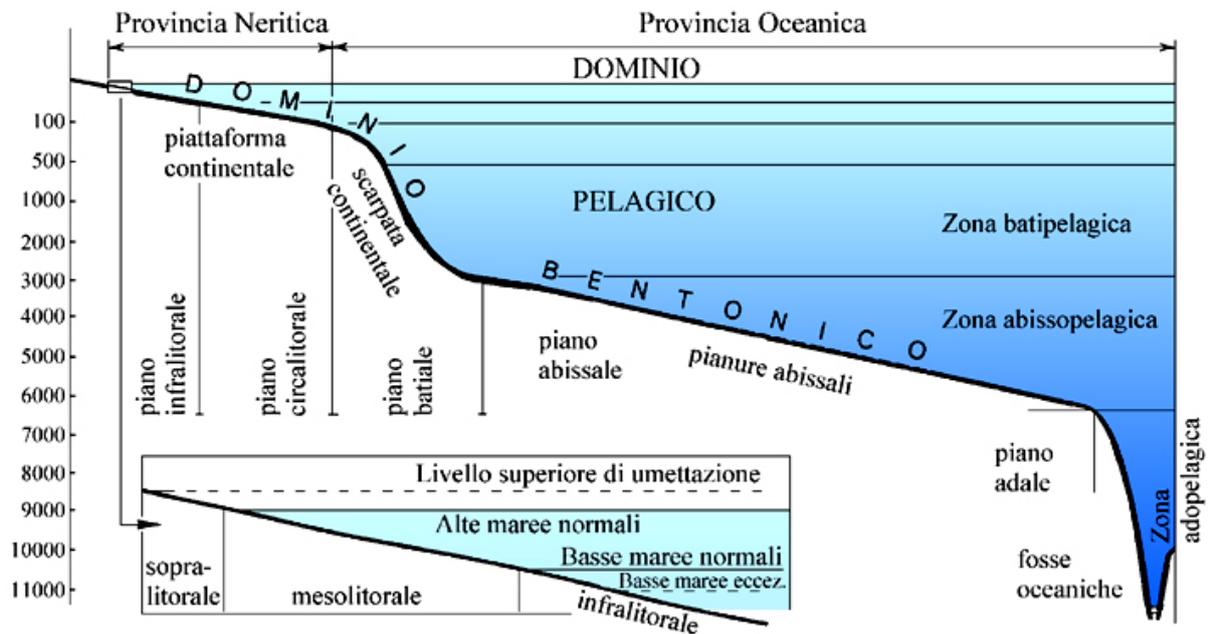
Le variazioni verticali presentano un andamento globale e sono in genere più significative di quelle laterali.

Dal punto di vista morfologico il fondo del mare viene suddiviso in 4 unità: PIATTAFORMA CONTINENTALE, SCARPATA CONTINENTALE, PIANA ABISSALE, BACINI PROFONDI E FOSSE

zonazione verticale:

- dominio pelagico (costituito da tutta la massa d'acqua degli oceani)
 - provincia neritica

- provincia oceanica
- dominio bentonico (si riferisce al substrato di sedimenti e/o rocce che costituisce il fondo marino)
 - piani: i limiti dei piani sono definiti dai cambiamenti delle associazioni flogistiche e/o faunistiche determinate dalle variazioni dei parametri ambientali



ORGANISMI CHE POPOLANO L'ACQUA

- plancton
 - fitoplancton
 - zooplancton
- bentos
 - epifauna (vagili, sessili, sedentari)
 - infauna (fissatori, perforatori)
- necton (per lo più vertebrati)

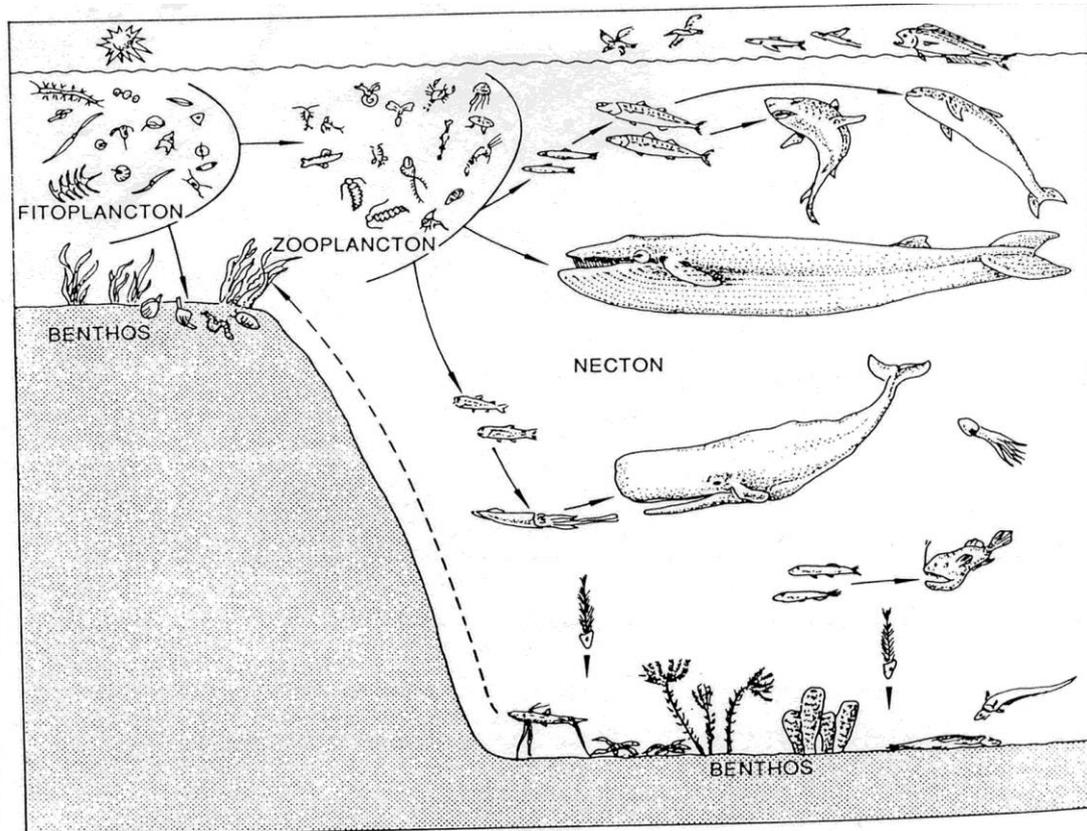


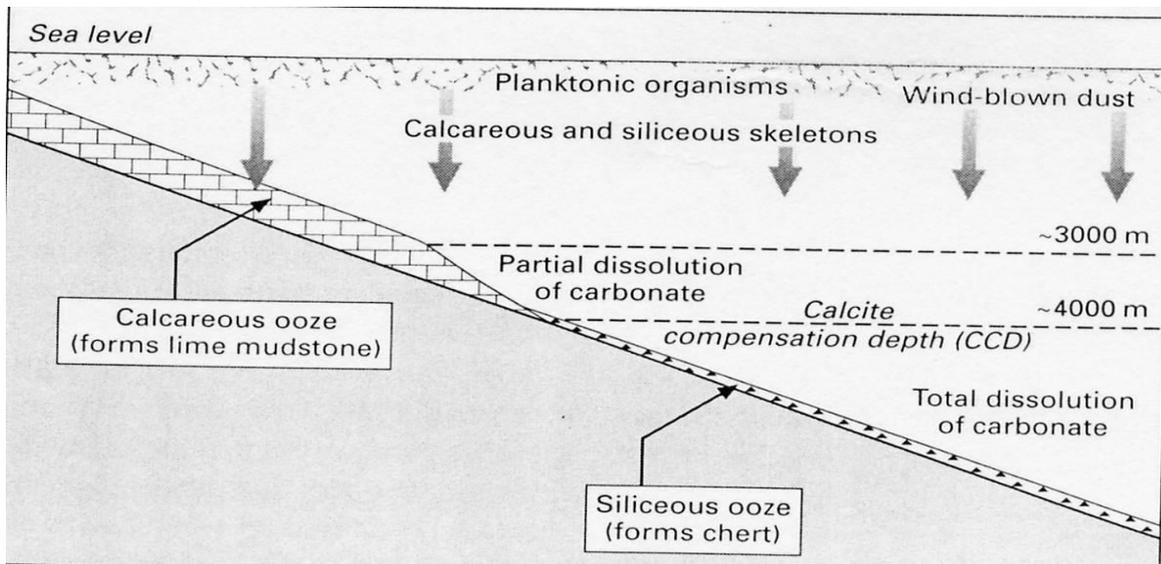
Fig. 6.3 – I modi di vita degli organismi marini e la rete trofica negli oceani. I produttori primari sono costituiti dalle alghe, dalle fanerogame e soprattutto dal fitoplancton che costituisce la principale risorsa trofica dei consumatori primari (zooplancton erbivoro, piccoli pesci, filtratori, ecc.). A loro volta i consumatori primari costituiscono la fonte di alimentazione per il primo livello dei carnivori. Le frecce con tratto continuo indicano l'andamento dei flussi di energia nell'ecosistema. La freccia a tratteggio indica le correnti di risalita (*upwelling*) che forniscono ai produttori primari i nutrienti (fosfati, nitrati, ecc.) derivati dalla decomposizione della materia organica da parte dei batteri.

CONCETTO DI CCD: LIVELLO DI COMPENSAZIONE DEI CARBONATI (CALCITE COMPENSATION DEPTH)

Superficie, nella colonna d'acqua, dove la calcite è in equilibrio con l'acqua circostante.

Al di sopra del CCD ci sono condizioni di sovrasaturazione-saturazione della calcite

Al di sotto del CCD, condizioni di sotto-saturazione della calcite



N Atlantico: 5.5 km
S Atlantico: 4-5 km
N Pacifico: 3-4 km
S Pacifico: 4-4.5 km

Ambiente pelagico

Depositi pelagici e semipelagici

Concetti base:

1) pelagico è un prodotto di sedimentazione a pioggia attraverso la colonna d'acqua (quindi decantazione) di gusci di organismi che vivono presso la superficie dell'acqua, muoiono e attraversano la colonna d'acqua sedimentandosi sul fondo.

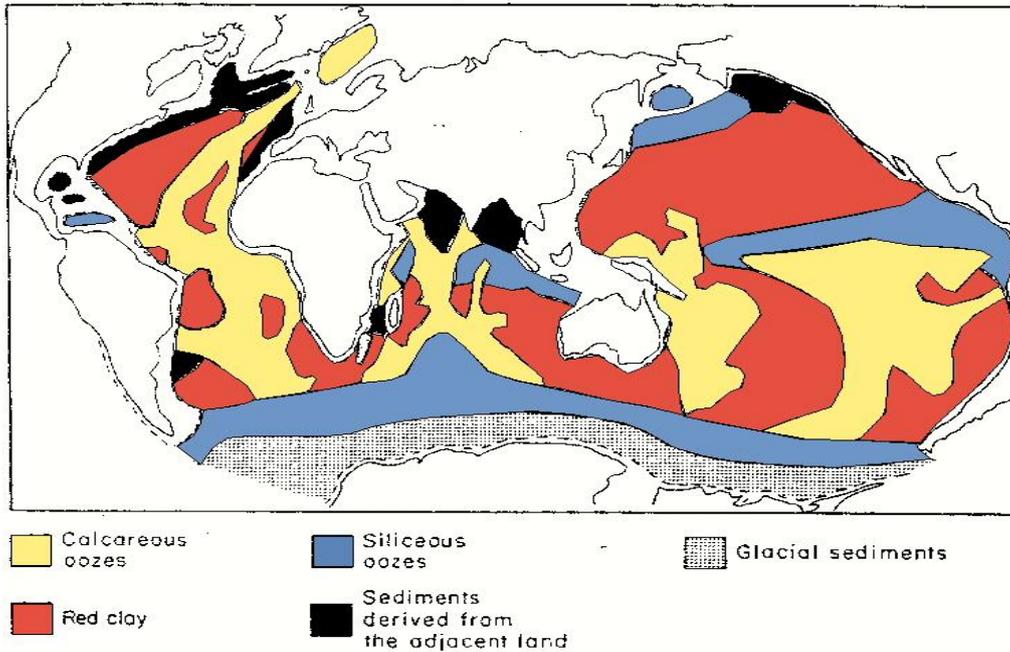
Molti di questi gusci di organismi si sciolgono durante il tragitto (concetto di CCD)

2) pelagico = lontano, al riparo dalla ri-sedimentazione di tipo continentale.

In realtà il punto 2) non è possibile perché in tutti gli oceani arriva se non altro il materiale di origine continentale trasportato ad opera del vento.

Fino alla fine del secolo scorso il pelagico era solo sedimentazione planctonica. Se così fosse alcuni depositi dell'Oceano Pacifico definiti Red Clay (materiale fine portato dal vento) privi di organismi planctonici (i carbonati si sciolgono prima perché il fondale marino si trova sotto il CCD) non potrebbero essere definiti pelagici.

Sea-Floor Sediments
(Wright 1977-1978)



Nella scheda che segue (table 3) la classificazione dei sedimenti pelagici ed emipelagici secondo il Berger (1974)

TABLE 3

Pelagic deposits (clays and oozes) are those such that: less than 25% of the size fraction greater than $5\ \mu\text{m}$, is of terrigenous, volcanogenic, and/or neritic origin. Median grain size is less than $5\ \mu\text{m}$ (except for authigenic minerals and pelagic organisms).

Classification:	Percentage CaCO_3 /Siliceous fossils:
Pelagic Clays	where less than 30% total CaCO_3 and siliceous fossils
Slightly Calcareous	between 1 to 10% CaCO_3
Calcareous (marly)	between 10 to 30% CaCO_3
Slightly Siliceous	between 1 to 10% Siliceous fossils
Siliceous	between 10 to 30% Siliceous fossils
Pelagic Oozes	where greater than 30% total
marl ooze	between 30 to 70% CaCO_3 and siliceous fossils
chalk ooze	greater than 70% CaCO_3
diatom (radiolarian) ooze	less than 30% CaCO_3 , but greater than 30% siliceous fossils (see mud below)

Hemipelagic deposits (muds)¹ are those such that: more than 25% of the size fraction greater than $5\ \mu\text{m}$, is of terrigenous, volcanogenic, and/or neritic origin. Median grain size is greater than $5\ \mu\text{m}$ (excluding for authigenic and pelagic organisms).

Classification:	Percentage CaCO_3 /other matter:
Calcareous Muds	where CaCO_3 is greater than 30% of total
marl	where CaCO_3 is less than 70% of total
muddy chalk	where CaCO_3 is greater than 70% of total
foram mud	where skeletal CaCO_3 is greater than 30% of total
(also nanno, coquina)	
Terrigenous Muds	where CaCO_3 is less than 30% of the total; quartz (modifier: quartzose), feldspar (modifier: arkosic), and mica (modifier: micaceous) may be dominant
Volcanogenic Muds	where CaCO_3 is less than 30% of total. Ash, palagonite, etc., may be dominant.

¹Modifiers such as dolomitic, carbonaceous, etc. may be added where these components compose a significant proportion of the sediment. Lithification terms may also be applied (ex. ooze, chalk, limestone, porcellanite, chert).

Di seguito la stessa tabella in italiano

DEPOSITI PELAGICI (melme e argille)

Meno del 25% della frazione superiore a 5 micron è terrigena, vulcanogenica e/o neritica. La mediana è < 5 micron, esclusi i minerali autigeni e gli organismi pelagici.

A. **Argille pelagiche:** CaCO₃ e fossili silicei < 30%.

1. CaCO₃ 1+10% argilla leggermente calcarea.
2. CaCO₃ 10+30% argilla (marna) molto calcarea.
3. Fossili silicei 1+10% argilla leggermente silicea.
4. Fossili silicei 10+30% argilla molto silicea.

B. **Melme:** CaCO₃ o fossili silicei > 30%.

1. CaCO₃ > 30% <2/3 CaCO₃: melma marnosa; > 2/3 CaCO₃: melma calcarea (chalk).
2. CaCO₃ < 30% >30% fossili silicei: melma a diatomee o radiolari.

DEPOSITI EMPELAGICI (fanghi)

Più del 25% della frazione superiore a 5 micron è terrigena, vulcanogenica e/o neritica; la mediana è > 5 micron, esclusi i minerali autigeni e gli organismi pelagici.

A. **Fanghi calcarei:** CaCO₃ > 30%

1. < 2/3 CaCO₃: fango marnoso; > 2/3 CaCO₃: fango calcareo.
2. CaCO₃ scheletrico > 30%: fango a foraminiferi, nannofossili, ecc.

B. **Fanghi terrigeni:** CaCO₃ < 30%. Con quarzo, mica, felspati dominanti si usano i prefissi quarzoso, mica-ceo, arcossico.

C. **Fanghi vulcanogenici:** CaCO₃ < 30%. Cenere, palagonite, ecc.

TIPI DI SEDIMENTI che si trovano sui fondali OCEANICI: terrigeni (fluviali e eolici), vulcanogeni (eolici), biogeni, autigeni, cosmogenici, chimici (non in ordine di importanza)

Sedimenti terrigeni:

Derivati dal trasporto e deposizione di materiale eroso dai continenti. I depositi terrigeni maggiori si hanno sulle piattaforme continentali; meno del 40% della componente terrigena raggiunge le piane abissali. I sedimenti terrigeni sono trasportati in mare dai **sistemi fluviali, dai ghiacci e dal vento**. Si accumulano sulla piattaforma continentale, dove vengono ridistribuiti dalle correnti costiere, e verso le piane abissali dalle correnti di torbidità e dal vento.

Apporto glaciale - Ice rafting detritus (debris):

Sedimento terrigeno mal selezionato trasportato al mare dai ghiacci. Sorgente di sedimento tipica degli oceani circumpolari dove si formano gli iceberg che, sciogliendosi, liberano la frazione terrigena intrappolata che si deposita sul fondo del mare sotto forma di 'dropstones' e 'ice-rafted debris'.

Trasporto eolico di silt desertico:

Sedimento terrigeno trasportato in mare aperto dal vento sotto forma di silt eolico di origine desertica. Costituisce in mare aperto depositi abissali di argille rosse (red clays).

Trasporto eolico di cenere vulcanica:

Eruzioni vulcaniche immettono in atmosfera cenere che, trasportata dai venti in quota verso l'oceano, sedimenta in mare aperto costituendo la componente terrigena **vulcanogenica**.

Sedimenti autigeni:

Diversi tipi, tra cui i **noduli di ferro-manganese**. Noduli centimetrici ricchi in manganese, ferro, nickel, rame e cobalto.

Sedimenti cosmogenici:

Derivano da materiale extraterrestre sotto forma di micrometeoriti e tectiti. Le tectiti risultano dall'impatto di un meteorite con la superficie terrestre che genera materiale crostale terrestre fuso e riconsolidato in atmosfera che precipita balisticamente in mare. I sedimenti cosmogenici si concentrano in aree a bassa velocità di sedimentazione.

Sedimenti biogeni (biogenici):

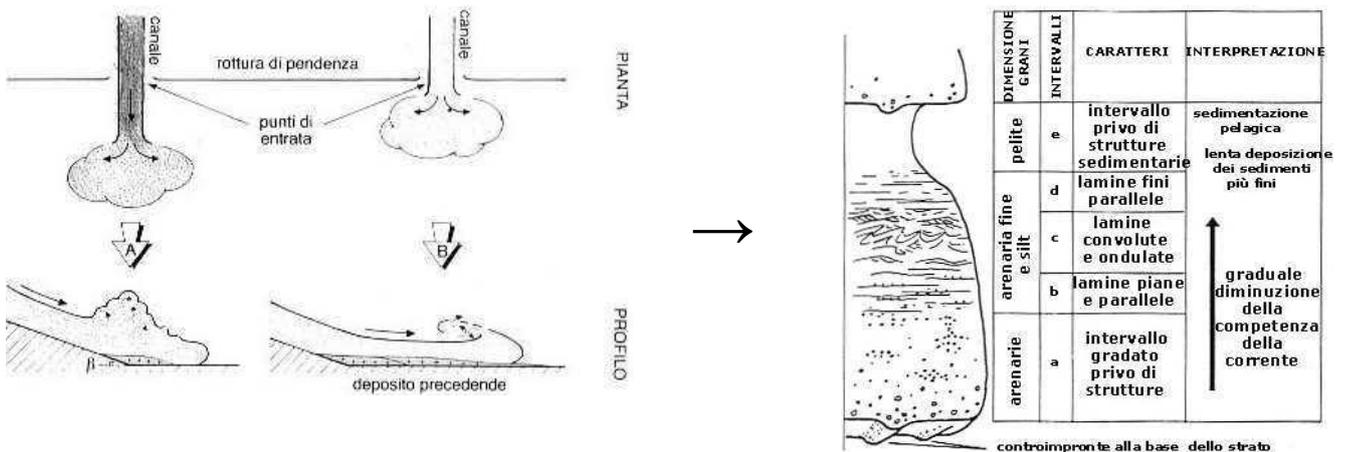
Composti essenzialmente da gusci di piante e animali unicellulari planctonici. Gusci composti da CaCO₃ (carbonato di calcio) o SiO₂ (silice) di dimensioni tipicamente minori di 0.005 mm (i.e., granulometria del silt o argilla).

DEPOSITI TORBIDITICI (TORBIDITI)

Sulle piattaforme continentali si accumulano spesso grosse quantità di detrito che, per varie cause, precipitano verso la piana abissale oceanica scavando nel margine della piattaforma profondi solchi sottomarini (canyon).

Tali depositi sono detti di TORBIDA o TORBIDITI.

Tipica struttura sedimentaria delle torbiditi è la SEQUENZA di BOUMA



Ambiente di reef

Reef = scogliera organogena = biocostruzione che si eleva dal fondo del mare.

OGGI: coralli e alghe sono i principali organismi costruttori

Condizioni ambientali: limitato range di T e salinità

habitat limitato (tropici)

no torbidità

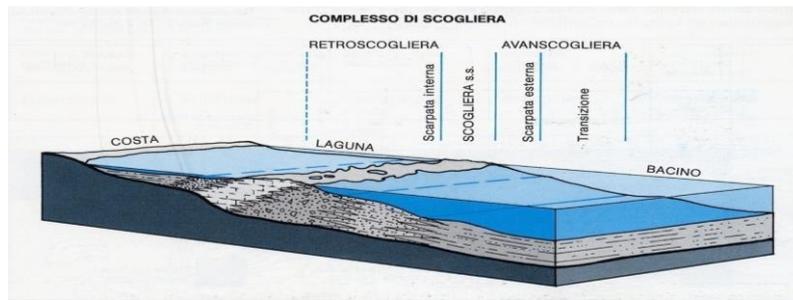
zona eufotica (0 – 2/3m)

sviluppo sopravento

(alta energia, rifornimento di acqua e di nutrimento)

Esistono vari tipi di scogliera: ATOLLO; a BARRIERA; a FRANGENZA

ASSOCIAZIONE DI AMBIENTI DEPOSIZIONALI



ORGANISMI COSTRUTTORI NEL PASSATO

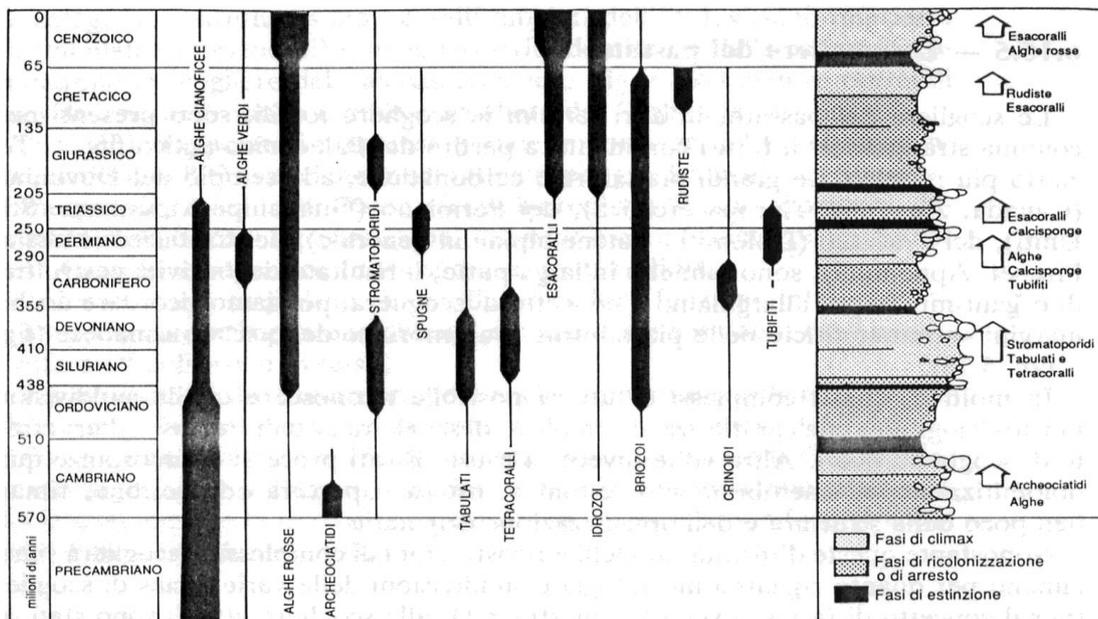


Fig. 6.51 - Evoluzione nel tempo dei principali gruppi di organismi biocostruttori (ridisegnato da A. Bosellini, 1991).