

Sedimenti marini profondi e Nannofossili calcarei nello studio delle variazioni climatiche

Isabella Raffi

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente e il Territorio – CeRSGeo
Università degli Studi “G.d’Annunzio” di Chieti – Pescara

Con la collaborazione di

Andrea Fiorentino

ISPRA, Dipartimento Difesa del Suolo
Servizio CARG



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



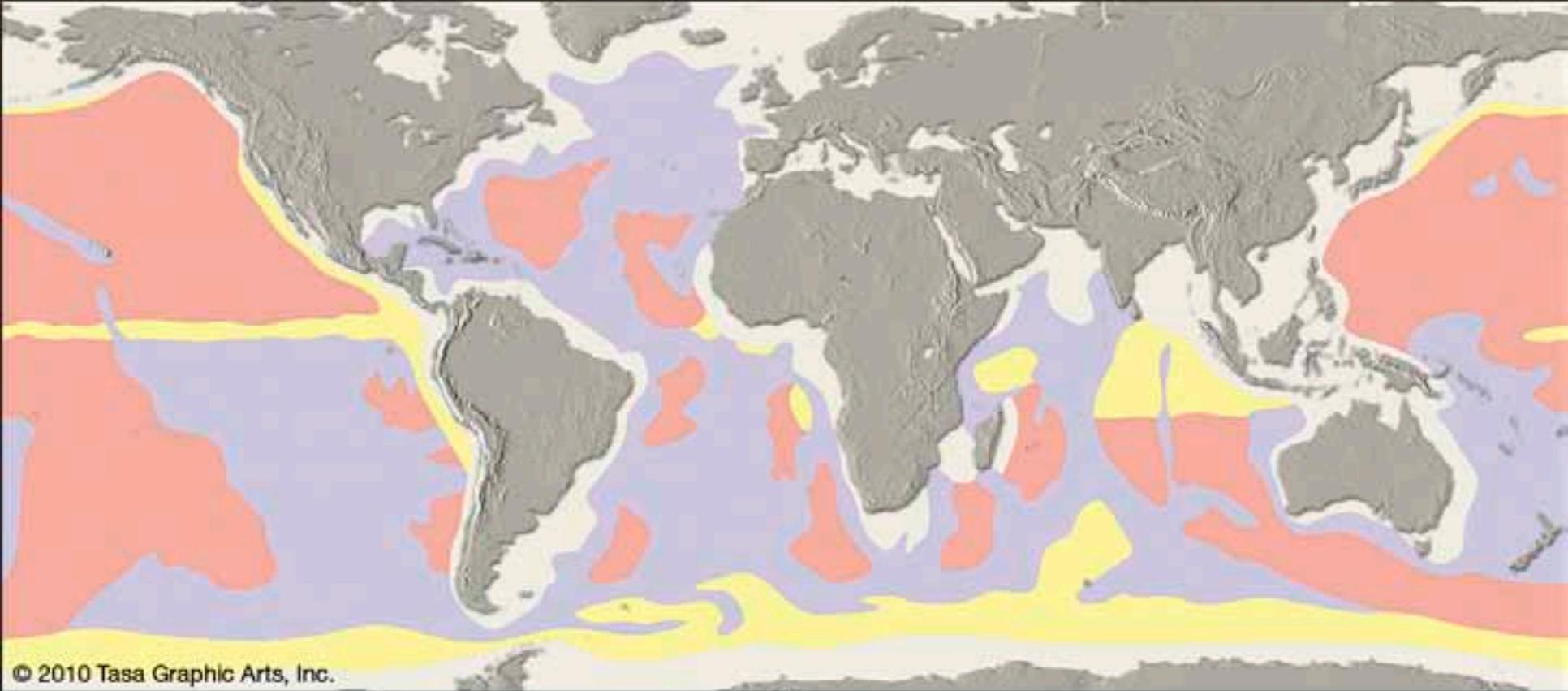
PARTE I: I sedimenti biogenici carbonatici e gli organismi biocalcificatori

OUTLINE

- I sedimenti biogenici marini
 - ü I sedimenti biogenici carbonatici
- Microfossili e Nannofossili
 - ü Fitoplancton calcareo
- Ruolo della calcificazione e della produzione dei carbonati nei cicli biochimici

I sedimenti biogenici marini - I sedimenti biogenici carbonatici

Distribuzione dei sedimenti marini

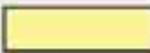


© 2010 Tasa Graphic Arts, Inc.

Terrigenous

	Coarse nearshore deposits
	Fine abyssal clay

Biogenous

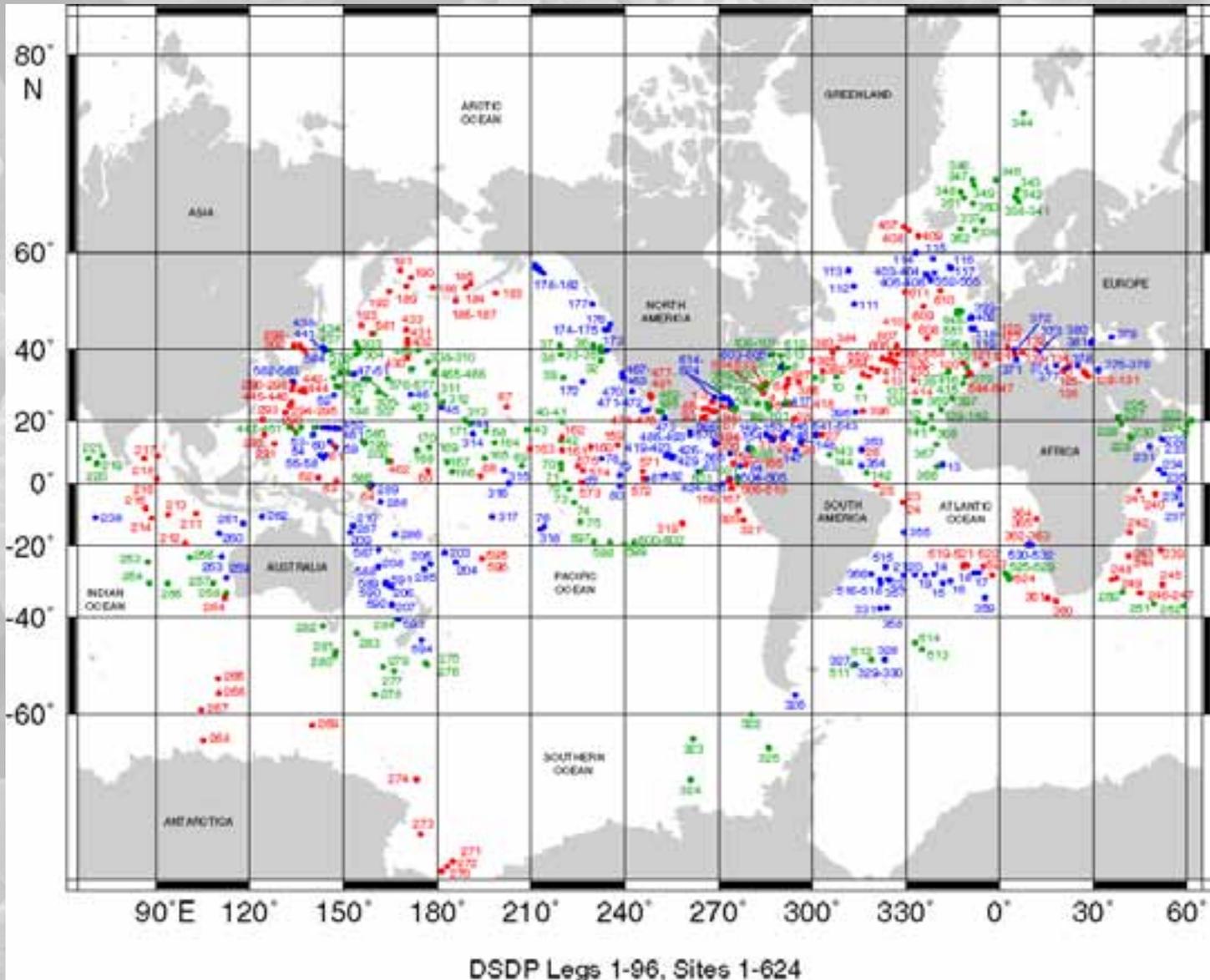
	Calcareous ooze
	Siliceous ooze

Sviluppo e attuazione di programmi per la perforazione (*scientific drilling*)
in aree adatte e il recupero di “archivi sedimentari”

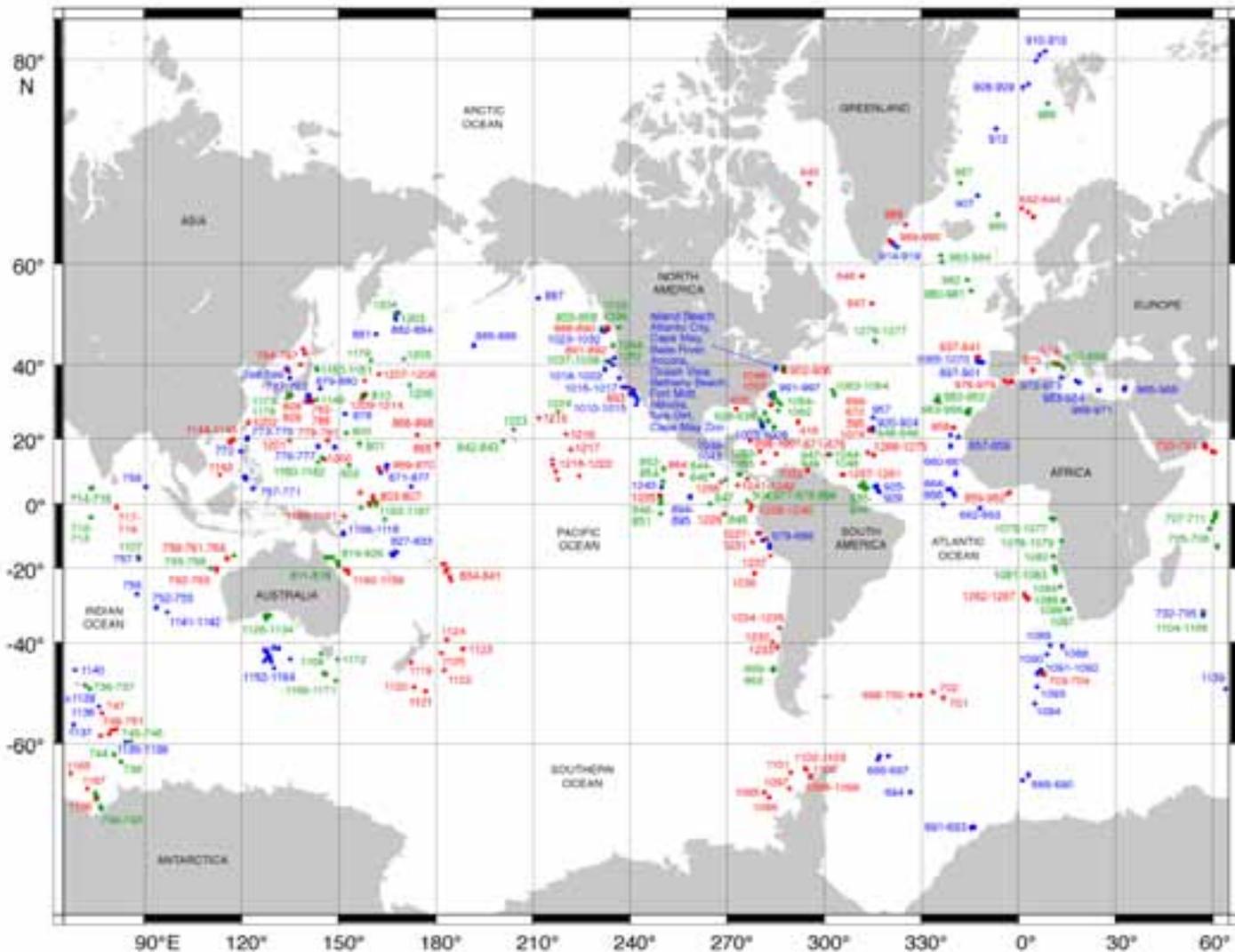


DEEP SEA DRILLING PROJECT (DSDP - 1966-1983)
OCEAN DRILLING PROGRAM (ODP - 1983-2003)
INTEGRATED OCEAN DRILLING PROGRAM (IODP – dal 2004)

Sviluppo e attuazione di programmi per la perforazione (*scientific drilling*) in aree adatte e il recupero di “archivi sedimentari”



DEEP SEA DRILLING PROJECT (DSDP - 1966-1983) 624 sites – 97.056 m core recovered



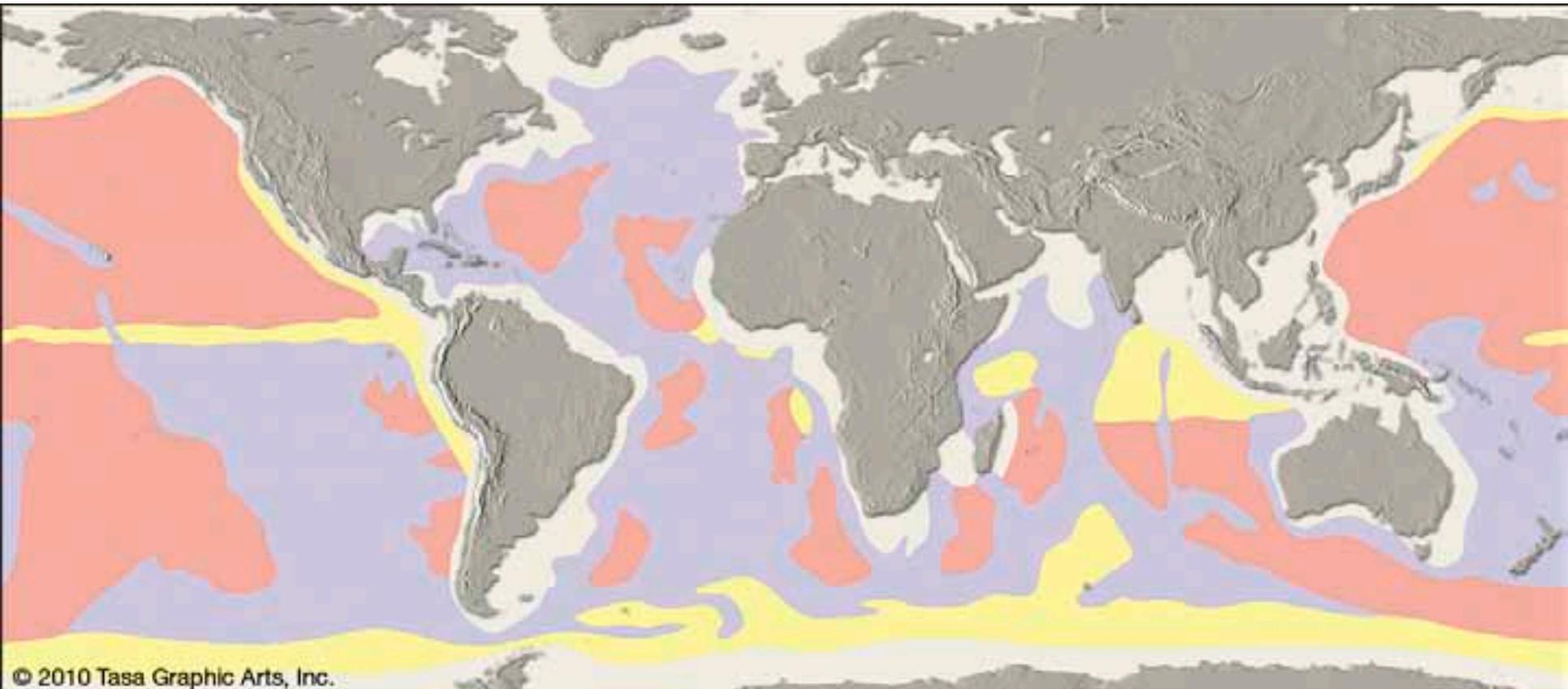
Ocean Drilling Program (1985–2003): Legs 100–210, Sites 625–1277

OCEAN DRILLING PROGRAM (ODP - 1983-2003)
 669 sites - 222,704 m core recovered

<http://www-odp.tamu.edu>
<http://www.iodp-usio.org>
<http://www.iodp.org>
<http://iodp.tamu.edu>



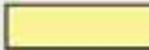
Distribuzione dei sedimenti marini



Terrigenous

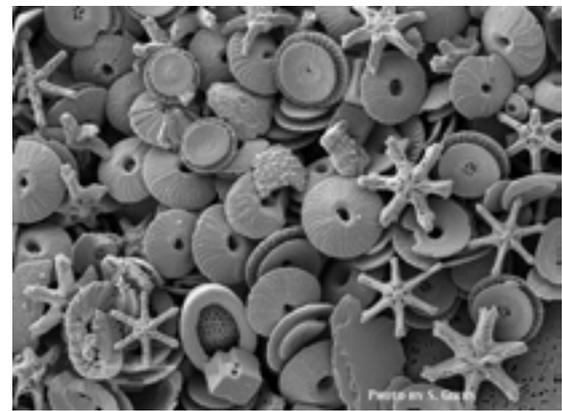
-  Coarse nearshore deposits
-  Fine abyssal clay

Biogenous

-  Calcareous ooze
-  Siliceous ooze

Sedimenti biogenici

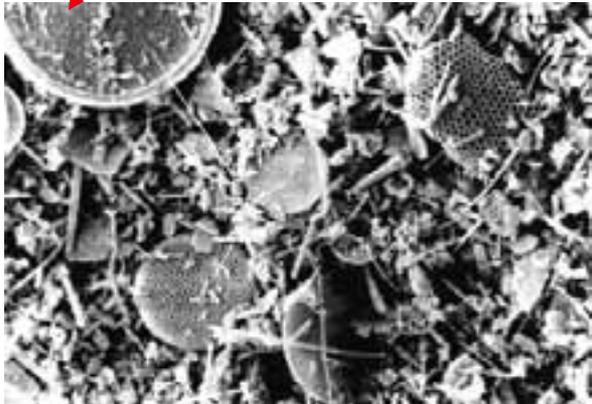
- calcareous ooze
- Diatom siliceous ooze
- Radiolaria siliceous ooze



NANNOFOSSIL OOZE

FORAMINIFERA OOZE

Sedimenti biogenici calcarei



DIATOM OOZE



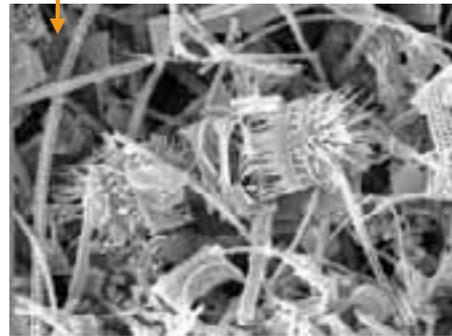
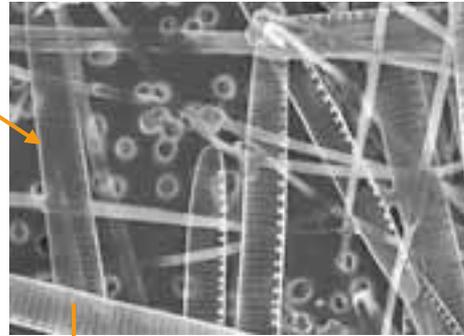
RADIOLARIA OOZE



CALCAREOUS-SILICEOUS OOZE

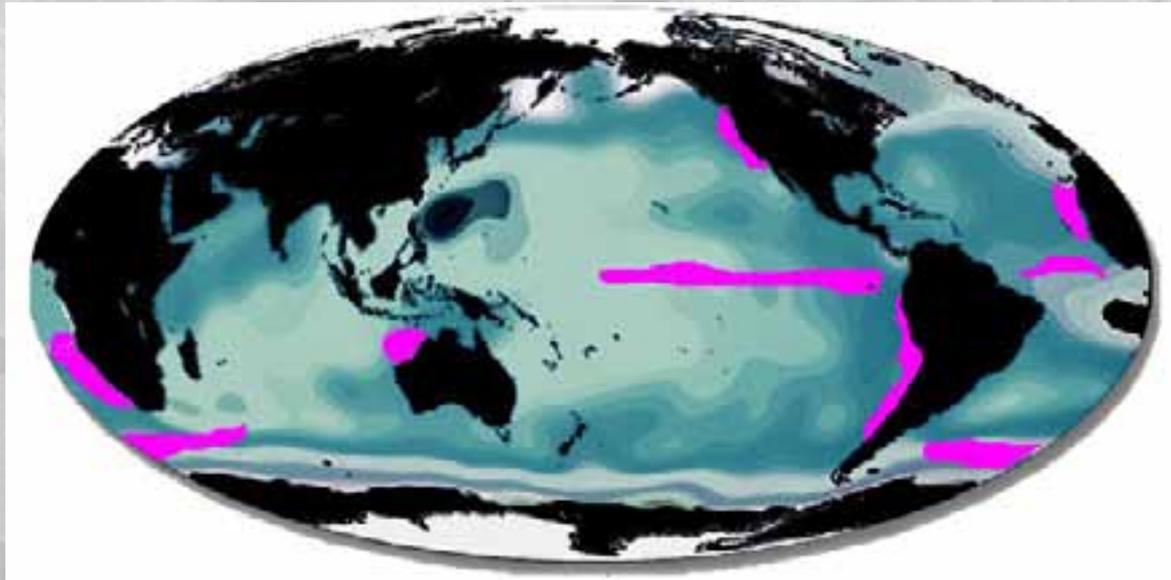
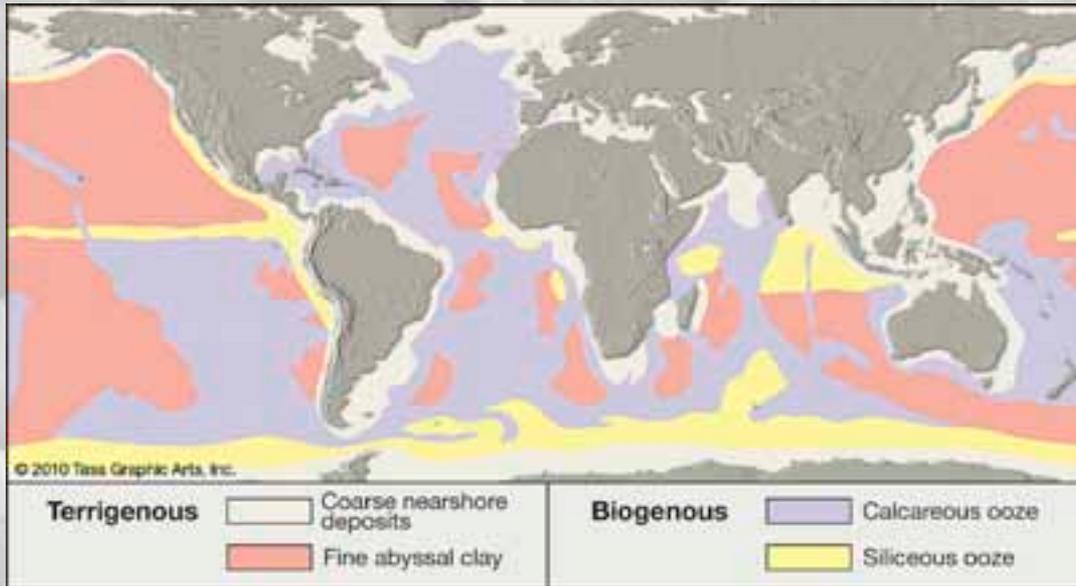
Sedimenti biogenici silicei

Prodotti principalmente da microrganismi marini - zooplancton (**radiolari**) e fitoplancton (**diatomee**)



Costituiti da gusci silicei o strutture di silice opalina ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

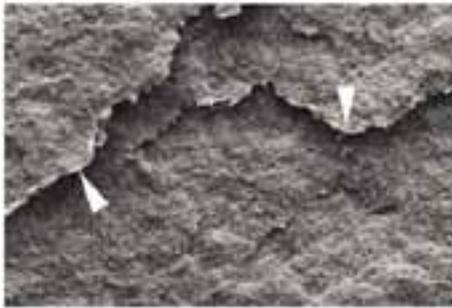
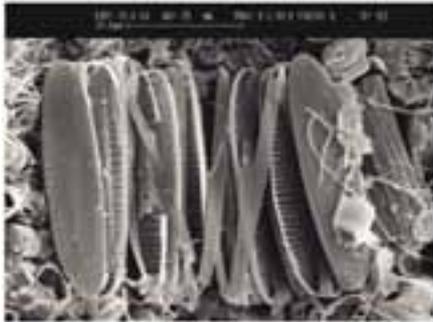
Presenti in aree oceaniche ricche di nutrienti (per es. in aree equatoriali e zone di **upwelling**) dove si ha un'alta produttività di fito- e zooplancton siliceo



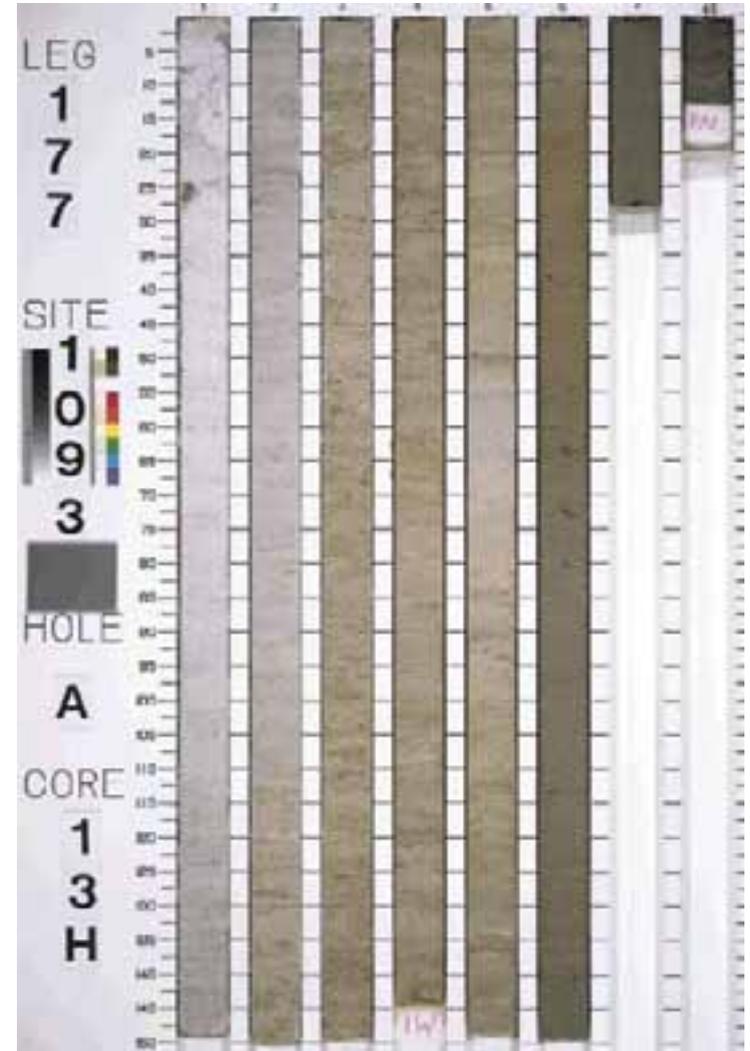
AREE DI UPWELLING NEGLI OCEANI = ZONE CON ALTA PRODUTTIVITA' BIOLOGICA

Sedimenti biogenici silicei

Le **Diatomee** sono alghe unicellulari che costruiscono gusci (frustuli) di silice opalina, e possono formare sui fondi oceanici fanghi (**oozes**), spesso finemente stratificati e laminati (**diatom mats**)

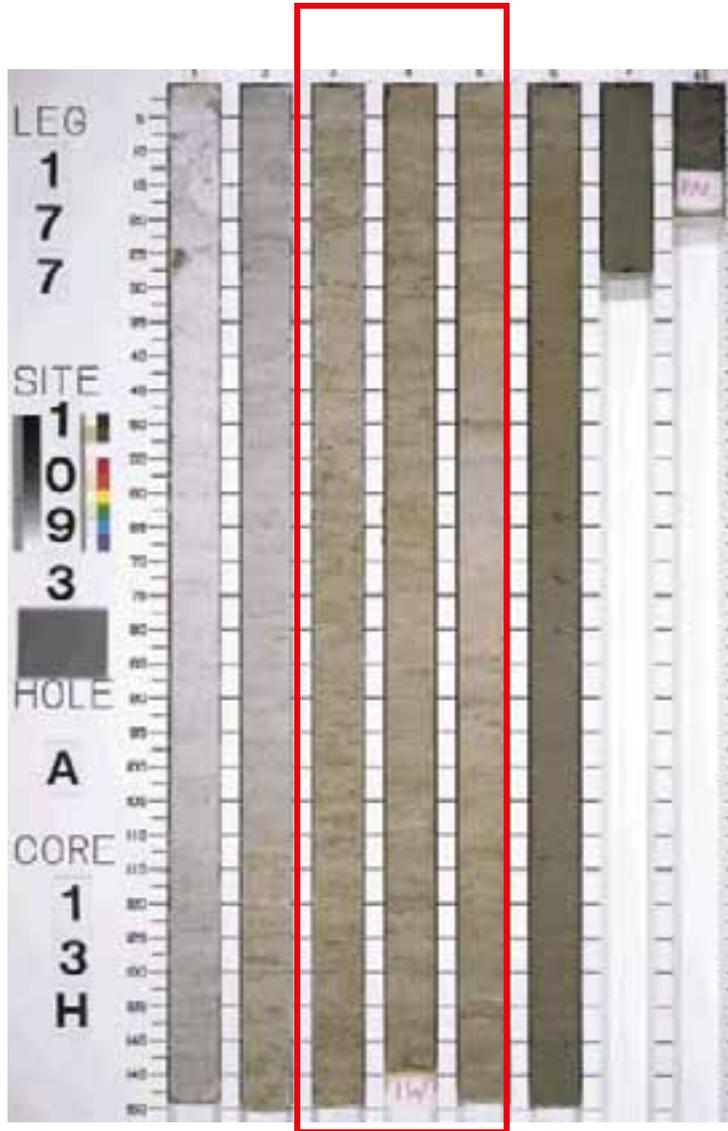


200 μm



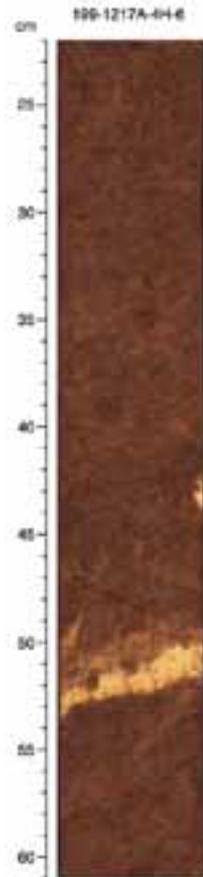
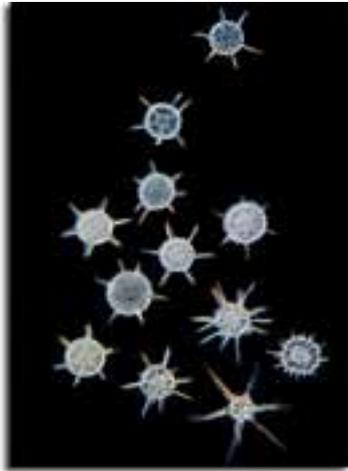
Sedimenti biogenici silicei

I fanghi diatomitici quando trasformati in rocce costituiscono le **diatomiti**



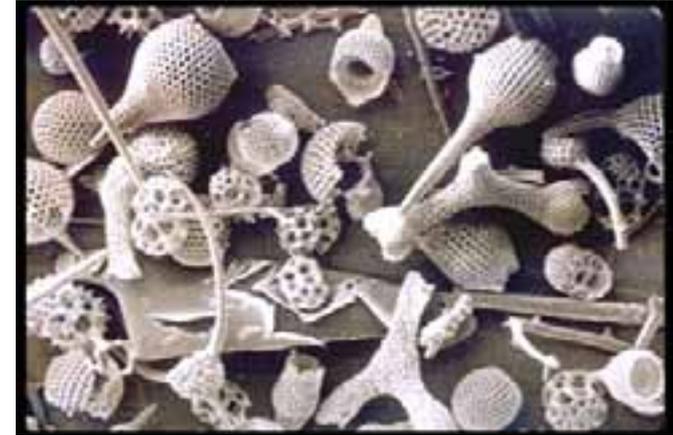
Sedimenti biogenici silicei

I **Radiolari** sono protozoi che costruiscono complicate strutture (esoscheletri) di silice opalina, e possono formare **oozes** (fanghi) sui fondi oceanici



Sedimenti biogenici silicei

I *radiolaria oozes*, in tempi geologici, possono trasformarsi in rocce (*radiolariti, selce*)



Sedimenti biogenici calcarei

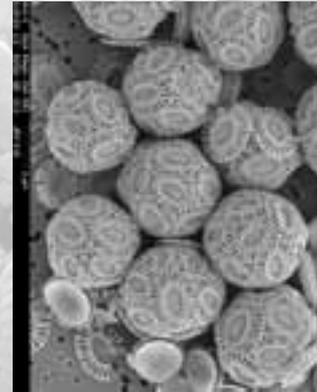
Prodotti principalmente da microrganismi marini appartenenti al fito- e zooplancton



PTEROPODI



FORAMINIFERI



FITOPLANCTON CALCAREO
(GOLDEN-BROWN ALGAE - COCCOLITHOFORIDAE)



FORAMINIFERI

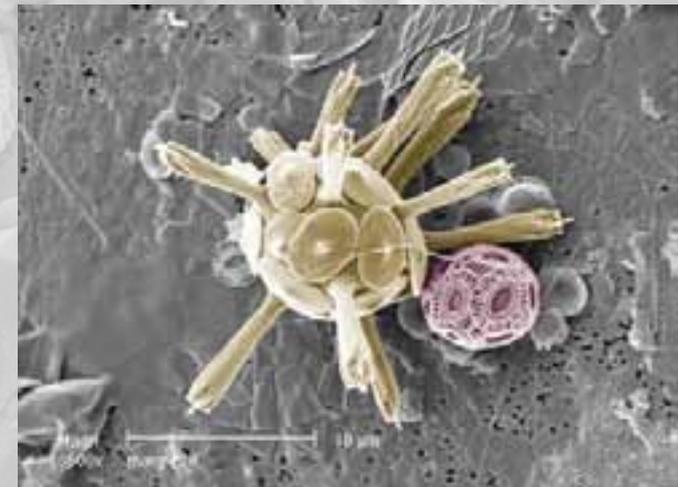
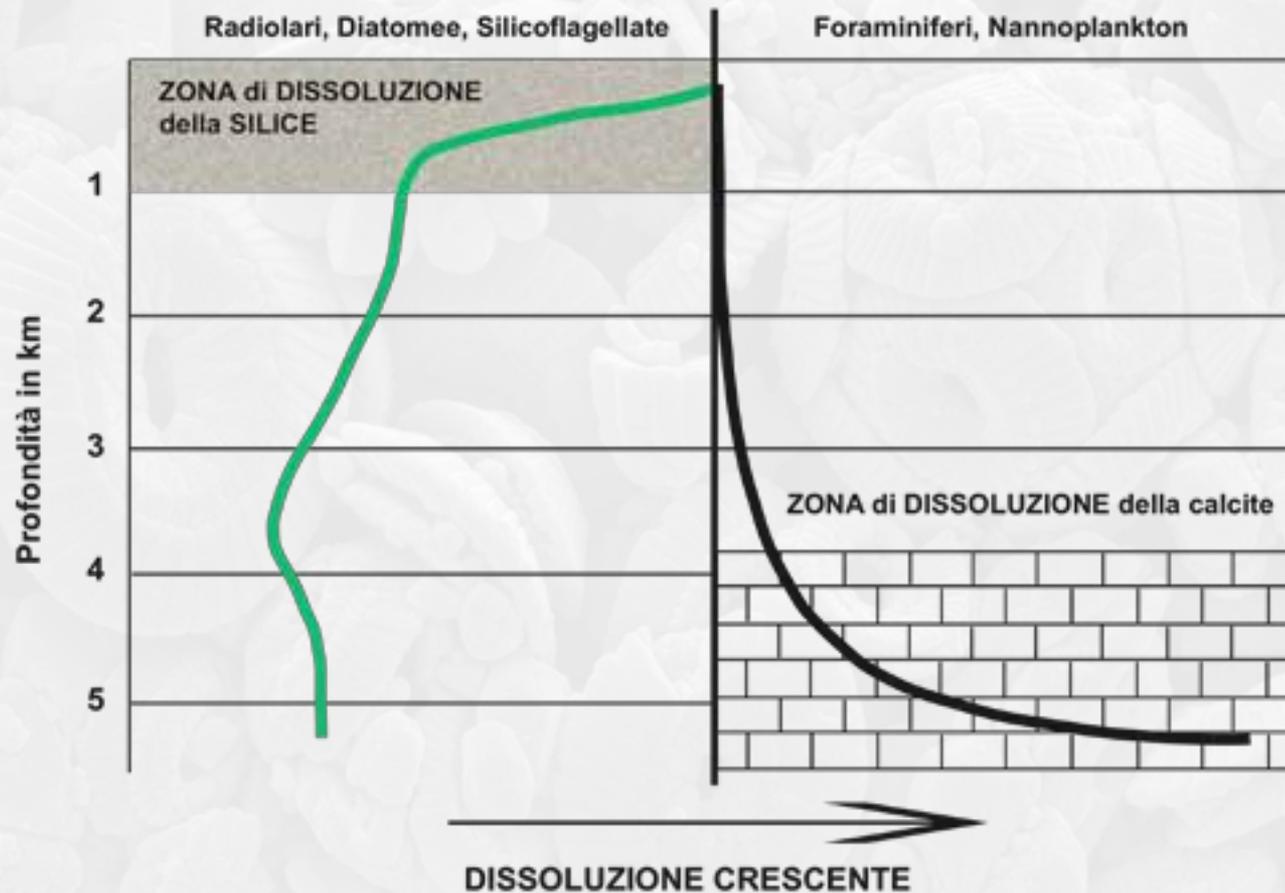


Photo courtesy of Pincelli M. Hull

Curve della solubilità di silice e carbonato biogenici nelle acque oceaniche

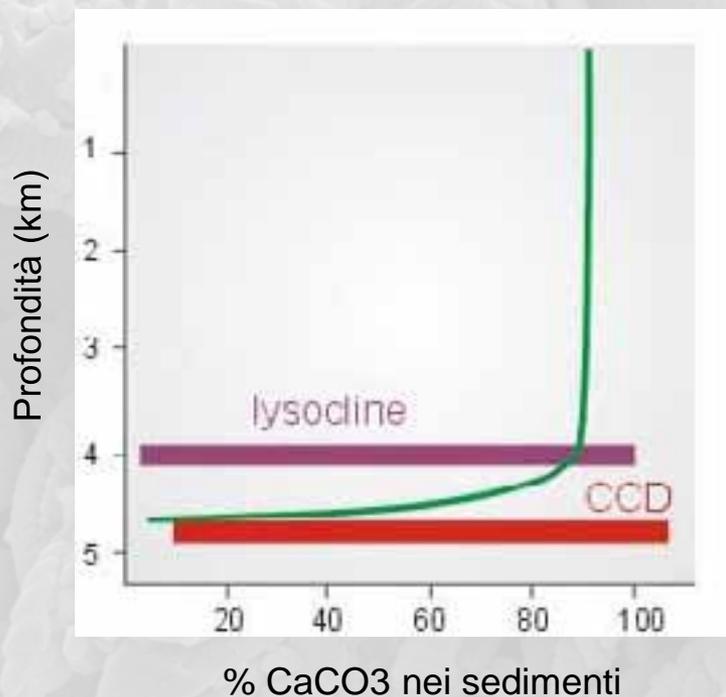
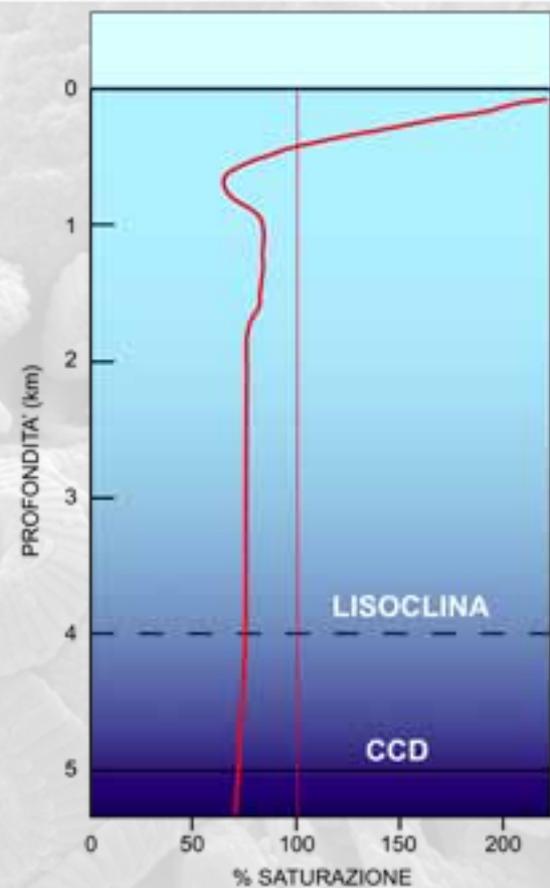
La dissoluzione della silice diminuisce con la profondità, in contrasto con l'aumento della dissoluzione dei carbonati con la diminuzione della T e l'aumento della P



Calcite Compensation Depth - CCD

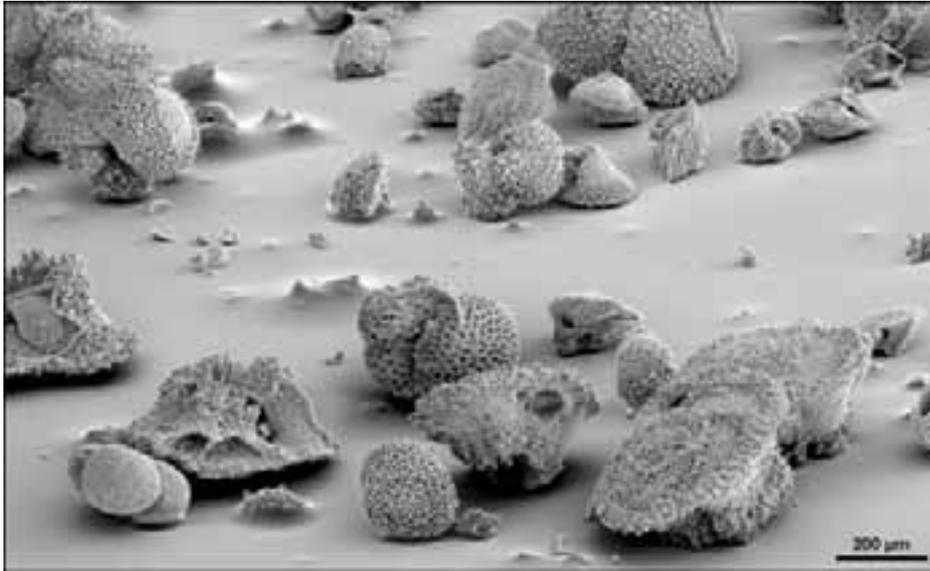
La distribuzione dei sedimenti biogenici calcarei è controllata principalmente dalla **CCD**.

La **lisoclina** è la profondità alla quale inizia la dissoluzione della calcite (solitamente a 500-1000 m al di sopra della CCD)



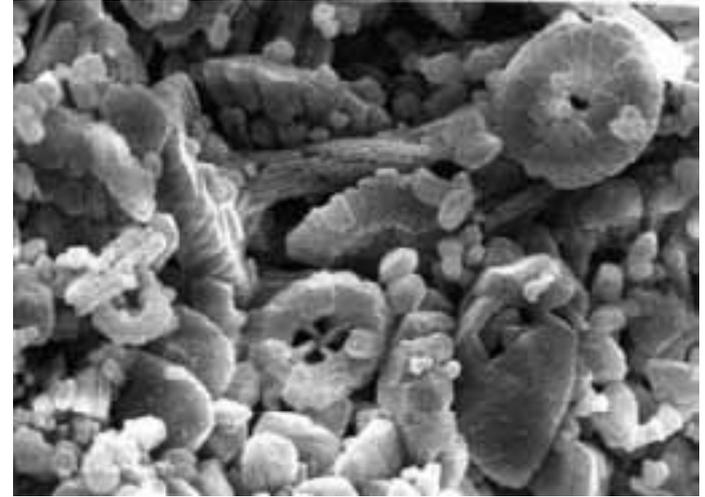
Profondità della CCD negli oceani (in km)

Sedimenti biogenici calcarei



(Photo E. Condiliffe, Univ. Leeds – Electron Optics Image Lab.)

Foraminifera ooze



Nannofossil ooze

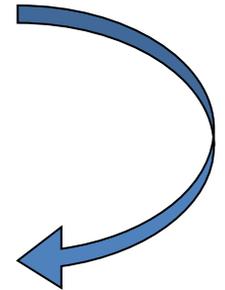


P. Standing, Geograph.org

Peliti carbonatiche -
Chalk



© geology.com



I **sedimenti marini profondi** forniscono materiale unico (archivi sedimentari) per studiare la storia paleoceanografica e climatica della Terra

In particolare nel **Cenozoico**

È una storia con ancora molte domande senza risposta e tutta da esplorare

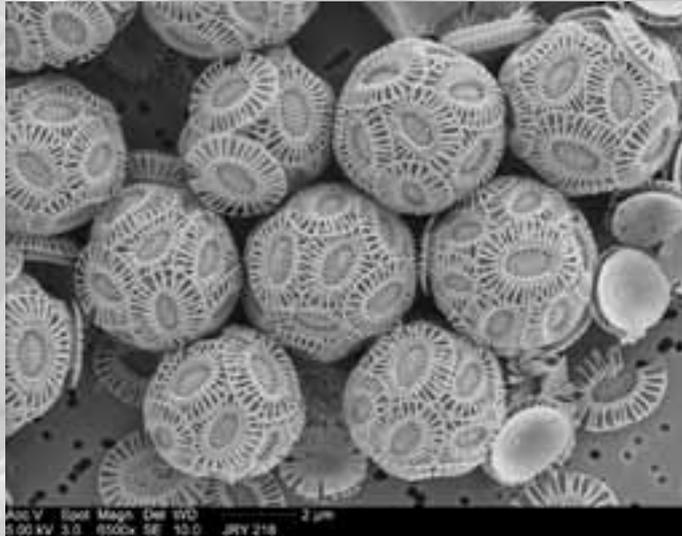
Sono la chiave per capire i climi del passato, la loro variabilità temporale, i meccanismi di trasporto di calore latitudinale, il ruolo dei gas “serra” e della circolazione oceanica, a loro volta di cruciale importanza per la possibile futura transizione verso un clima più caldo

I sedimenti biogenici carbonatici e gli organismi biocalcificatori

OUTLINE

- I sedimenti biogenici marini
 - ü I sedimenti biogenici carbonatici
- **Microfossili e Nannofossili**
 - ü **Fitoplancton calcareo**
- Ruolo della calcificazione e della produzione dei carbonati nei cicli biochimici

Microfossili e Nannofossili



FITOPLANCTON CALCAREO
(GOLDEN-BROWN ALGAE -COCCOLITHOFORIDAE)

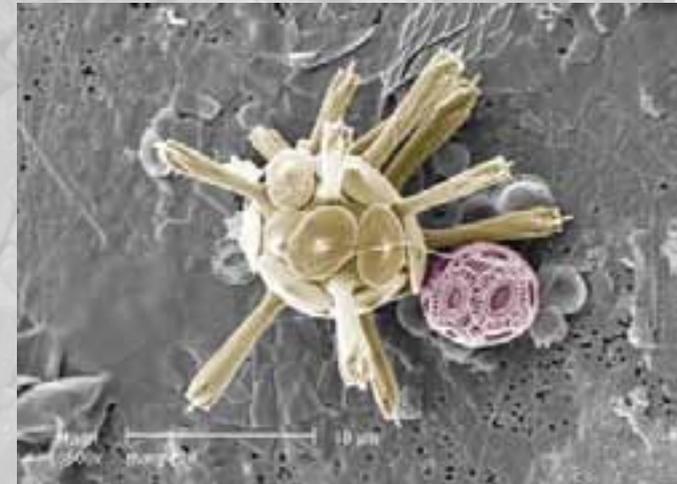
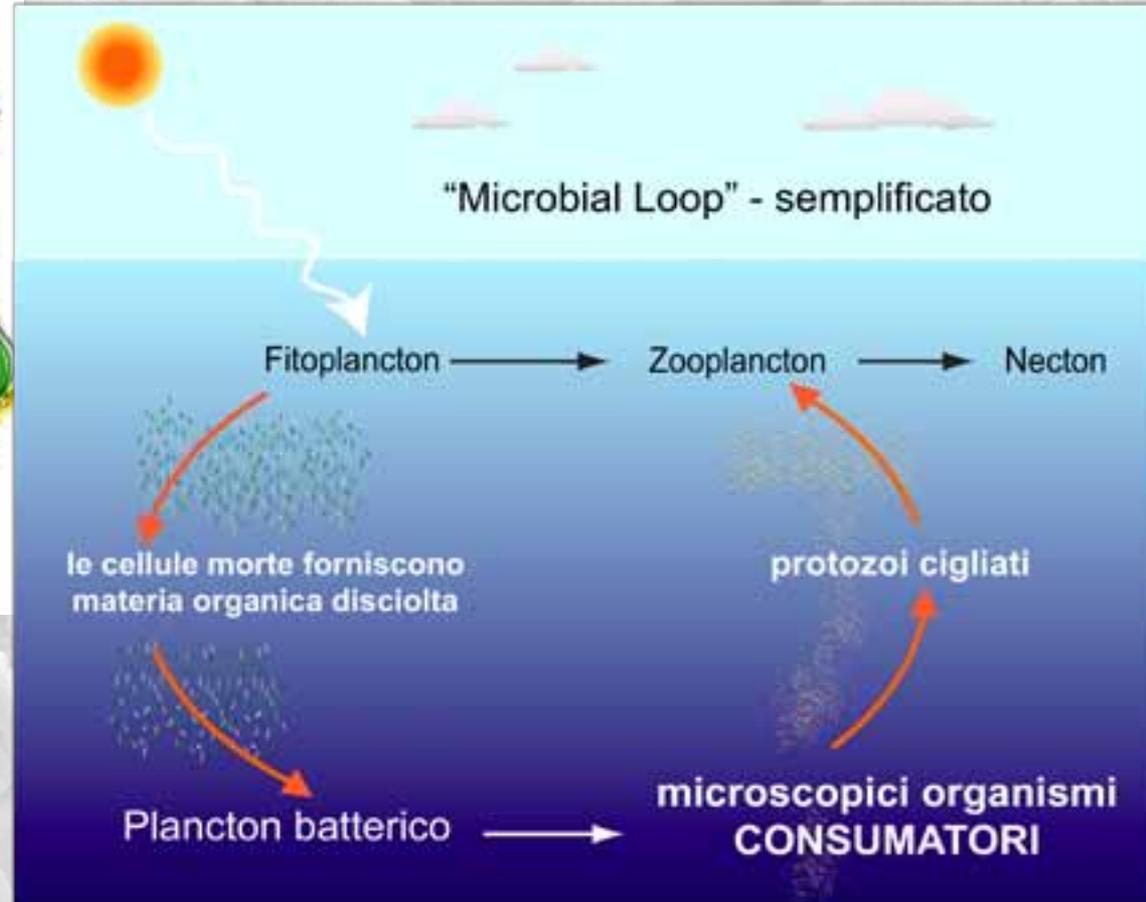


Photo courtesy of Pincelli M.Hull

FORAMINIFERI

Fitoplancton e catena alimentare

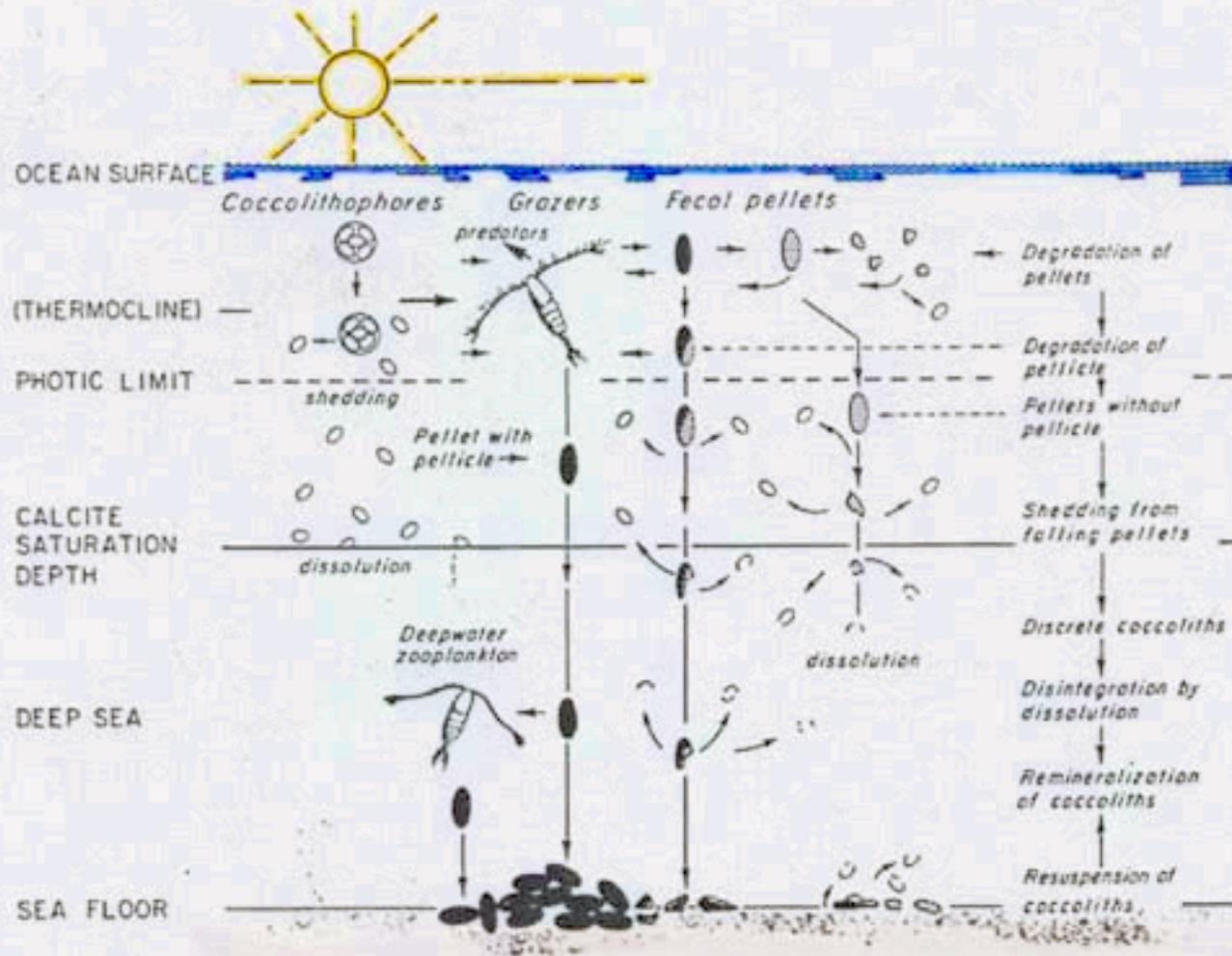


Da: <http://www.mos.org/oceans/life/webs.html>

Tra >5000 specie di fitoplancton solo pochi gruppi sono responsabili della maggior parte della produttività primaria, del trasferimento di energia e materiale biogenico attraverso il sistema

Sedimentazione sul fondo

76 S. Honjo



Sinking rates of coccoliths: in a pellet - 160m day; a discrete coccolith - 0.15m day

Fig. 2. A model of the relationship between the production, transportation, dissolution and deposition of coccoliths in open, deep ocean. Scales are not in proportion.

Immagini al SEM

nannofossil ooze (associazione dell'Eocene basale)

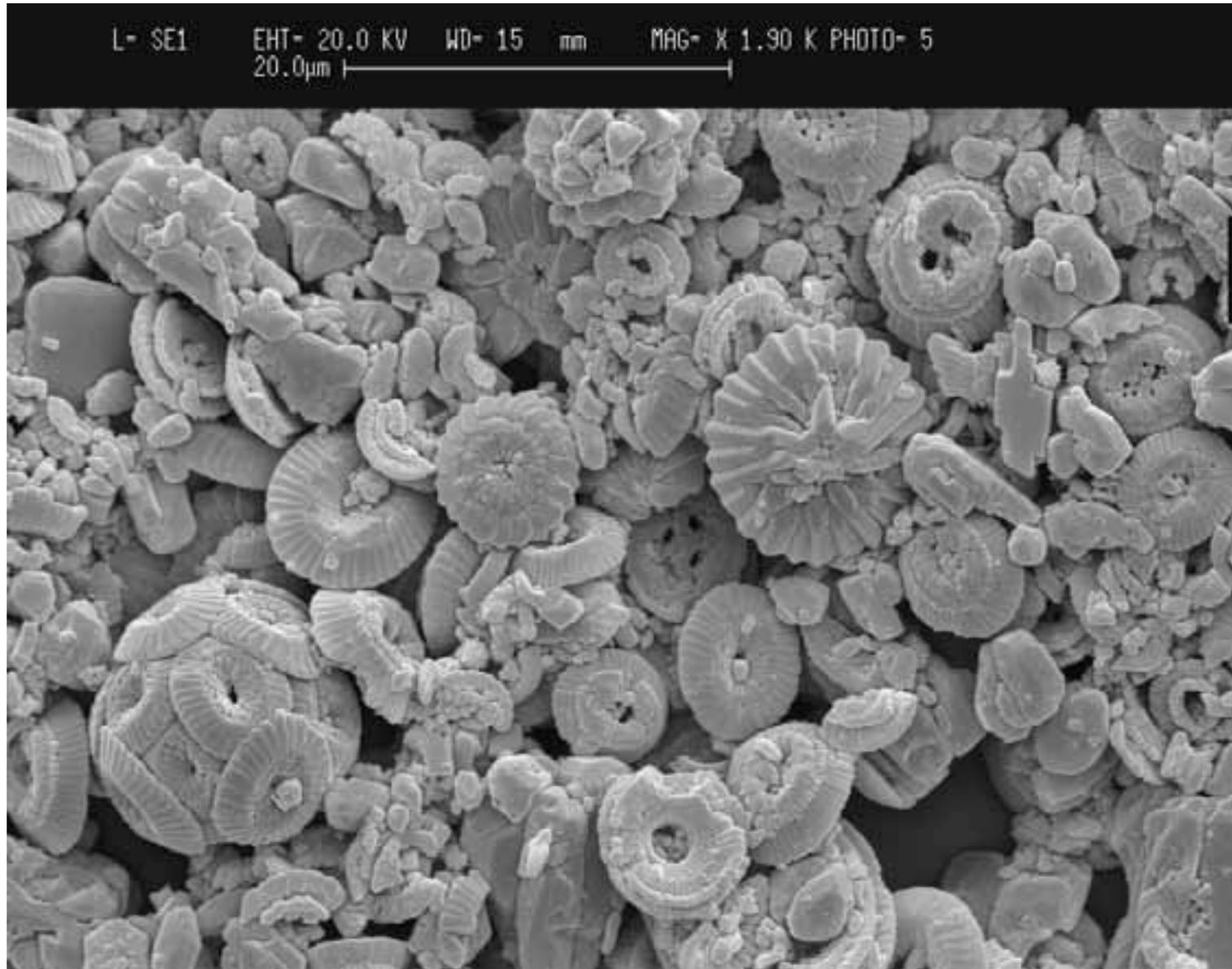


Immagine al SEM
nannofossil ooze (associazione dell'Eocene basale)

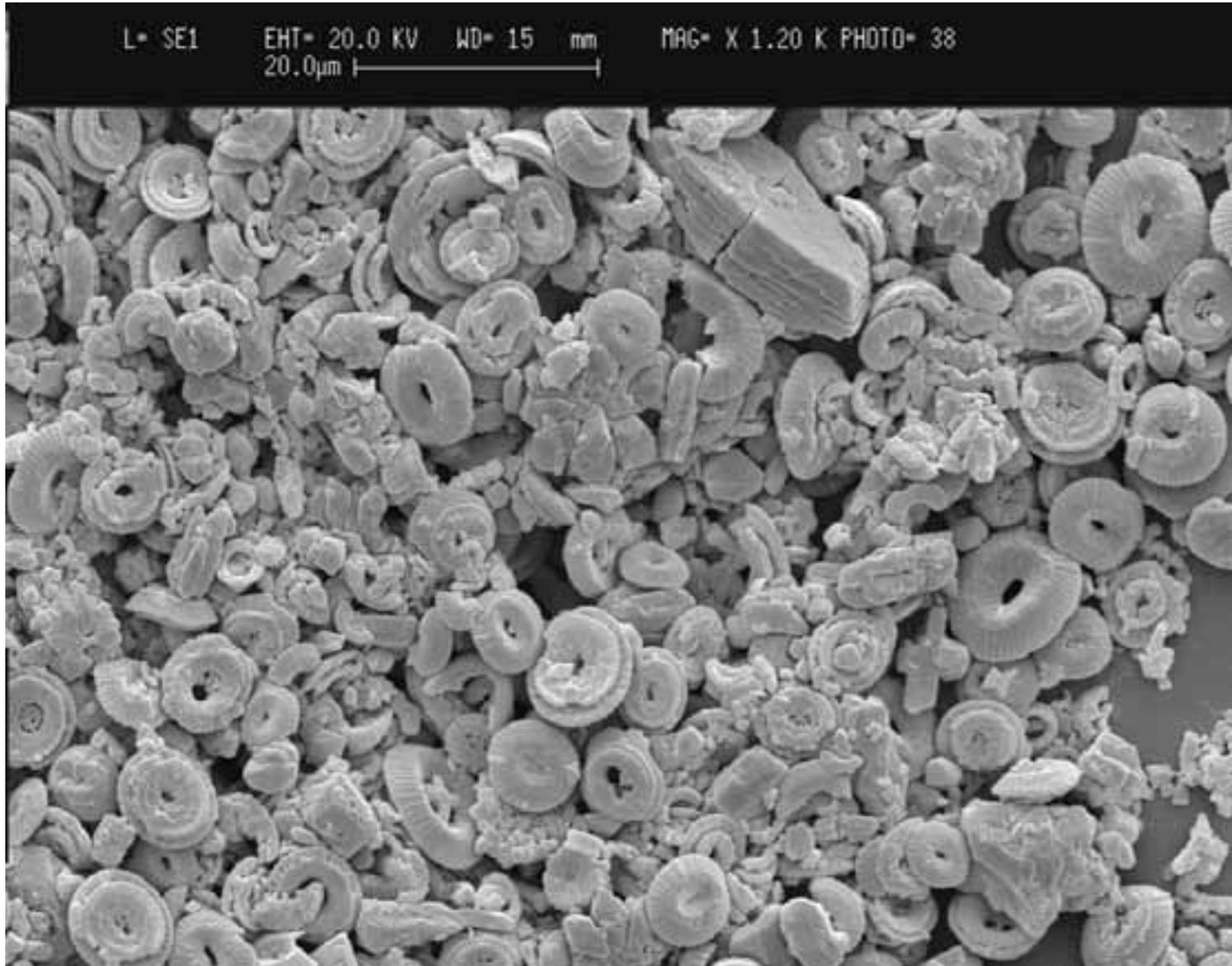


Immagine al SEM
nannofossil ooze (associazione dell'Eocene inferiore)

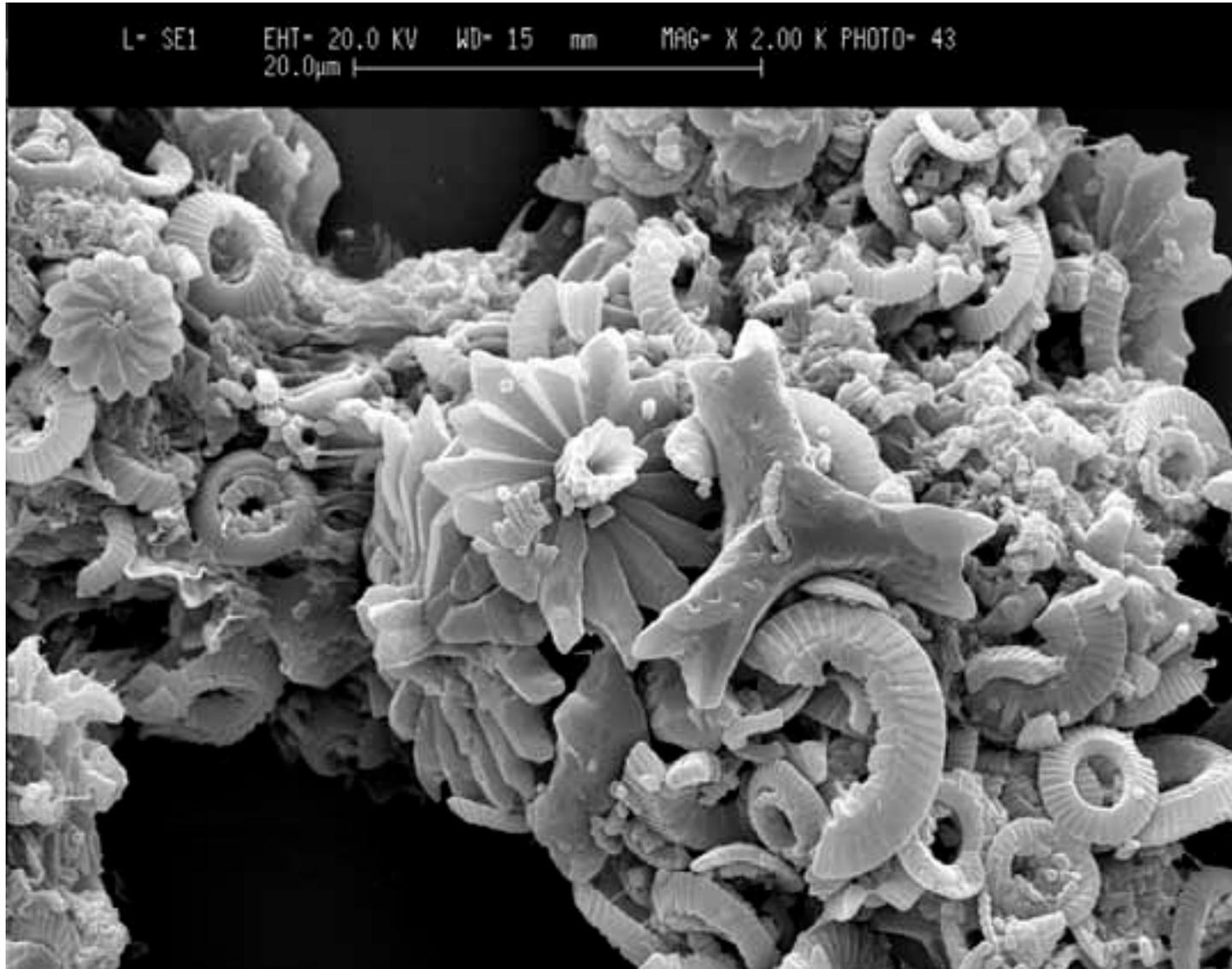
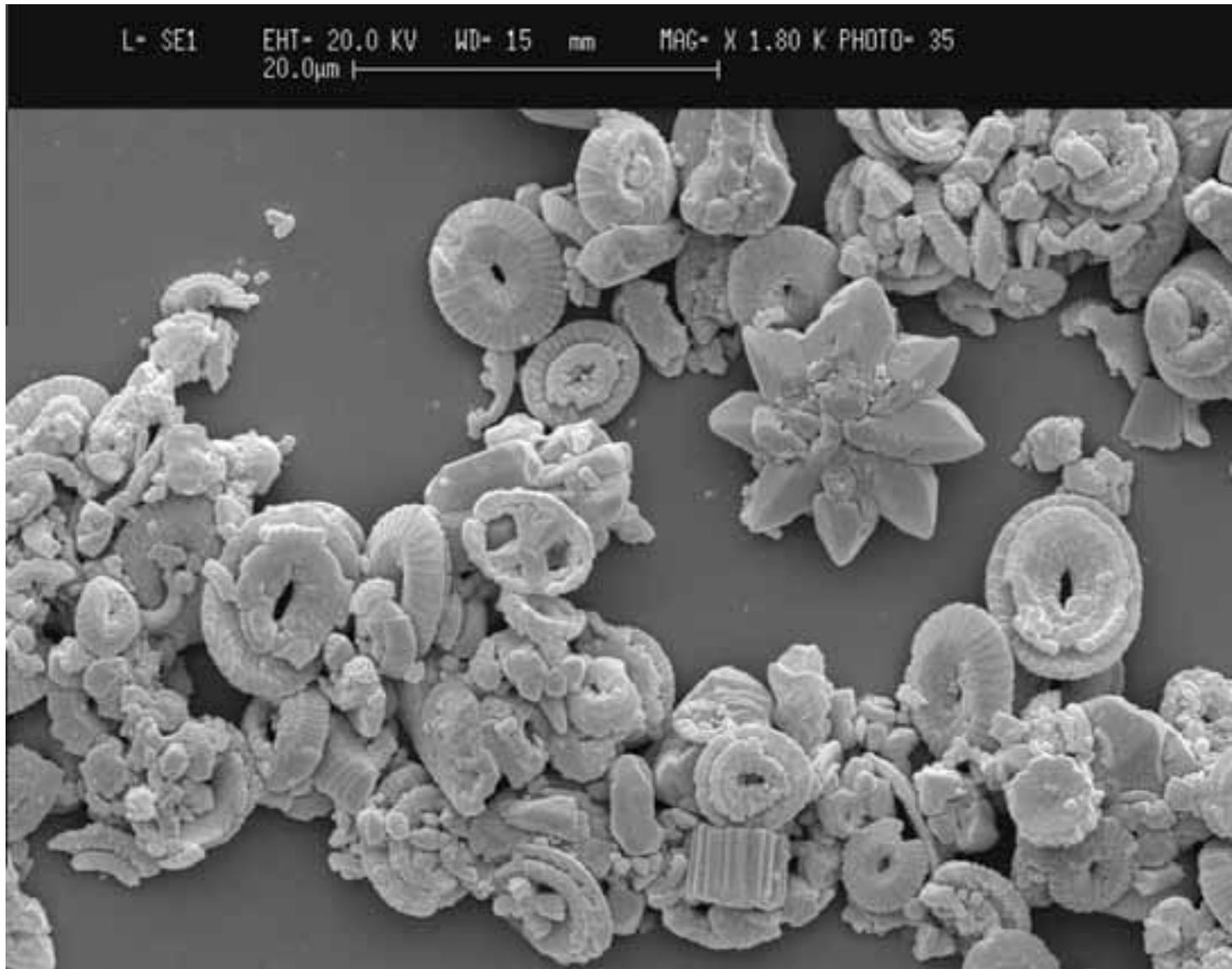
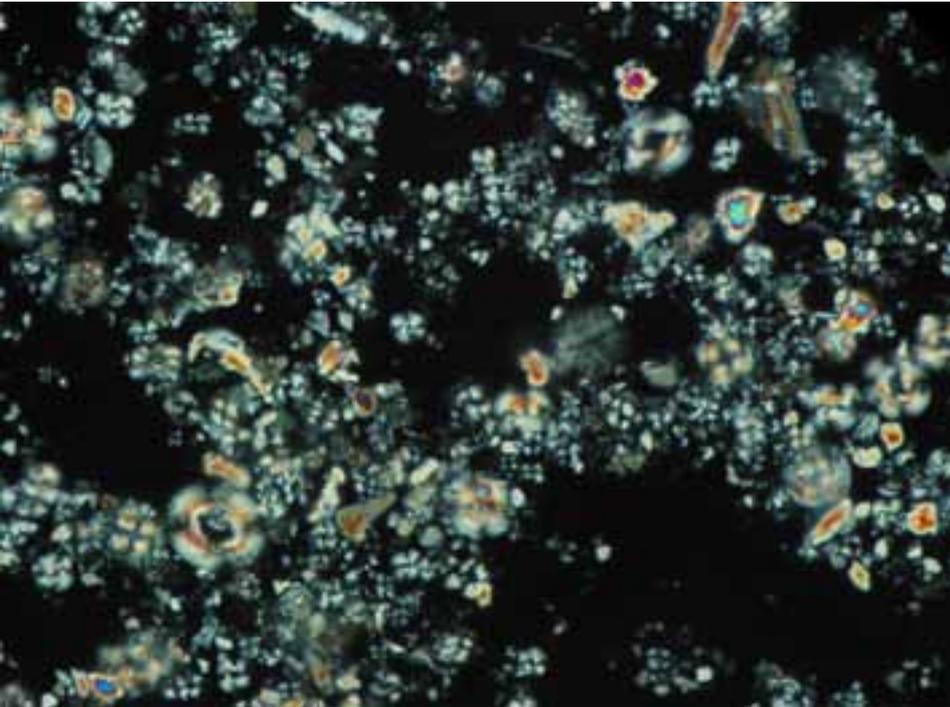


Immagine al SEM
nannofossil ooze (associazione dell'Eocene basale)

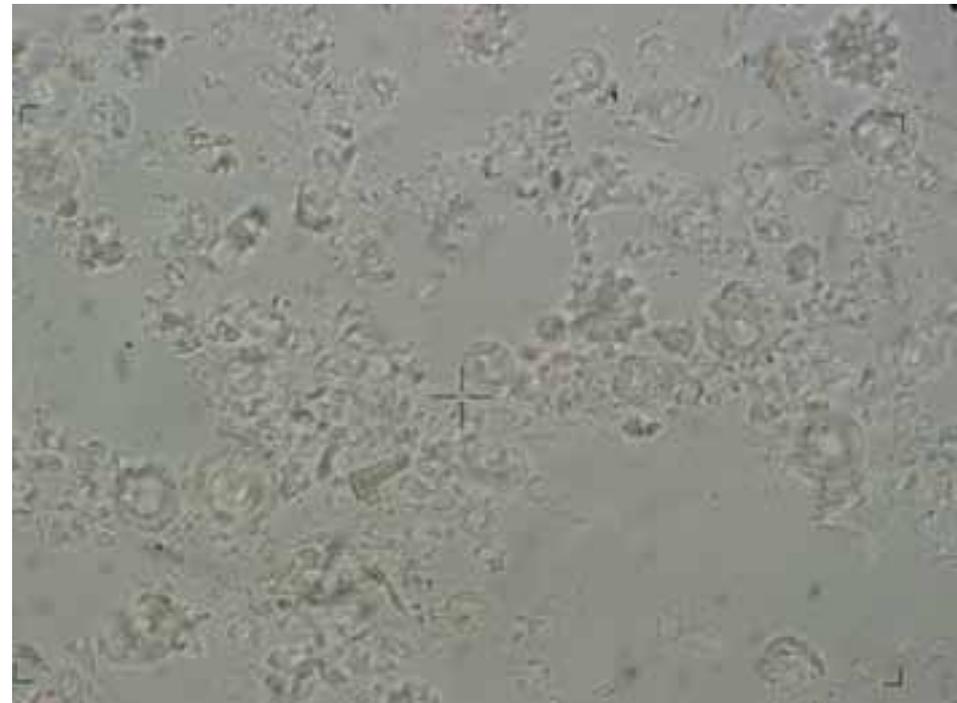


Immagini al microscopio ottico polarizzatore
nannofossil ooze (associazione dell'Eocene superiore)

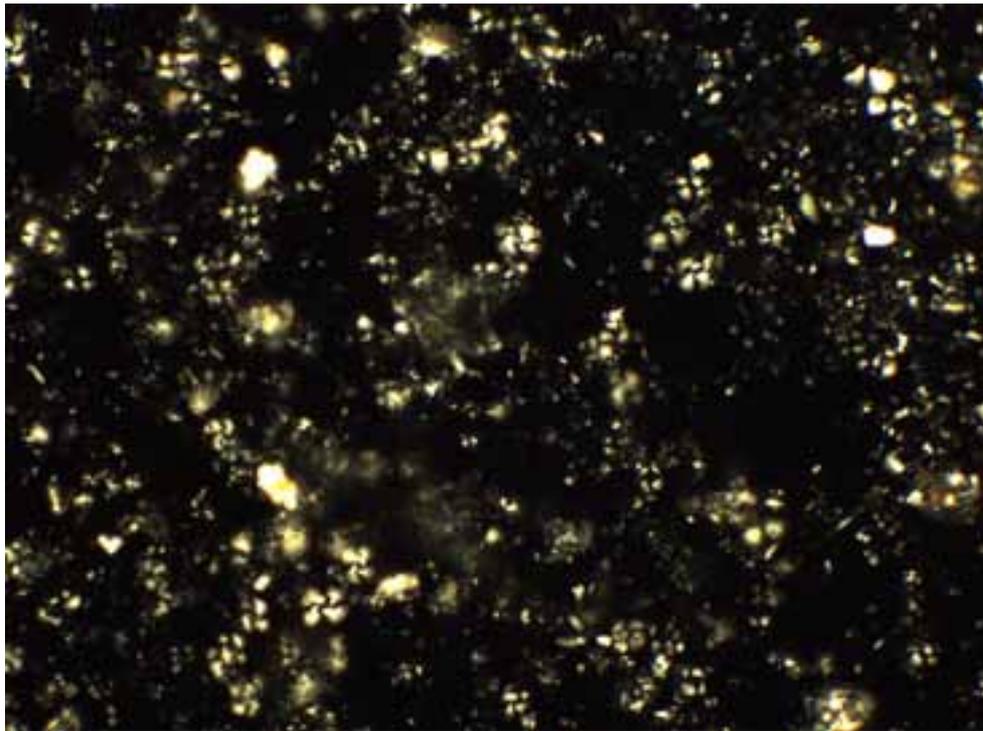


NICOLS INCROCIATI

LUCE NORMALE

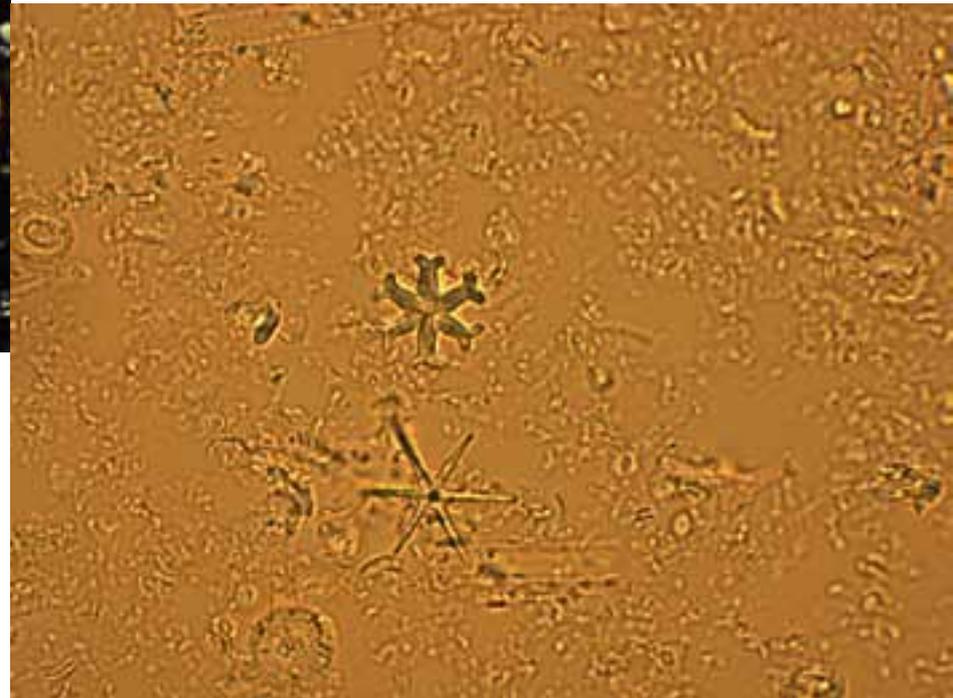


Immagini al microscopio ottico polarizzatore
nannofossil ooze (associazione del Miocene sup.)



NICOLS INCROCIATI

LUCE NORMALE



Immagini al SEM



Photo B. De

EHT= 20.0 kV WD= 15 mm MAG= X3,000 10.00-1
5.00µm

Photo by courtesy of S. Gibbs

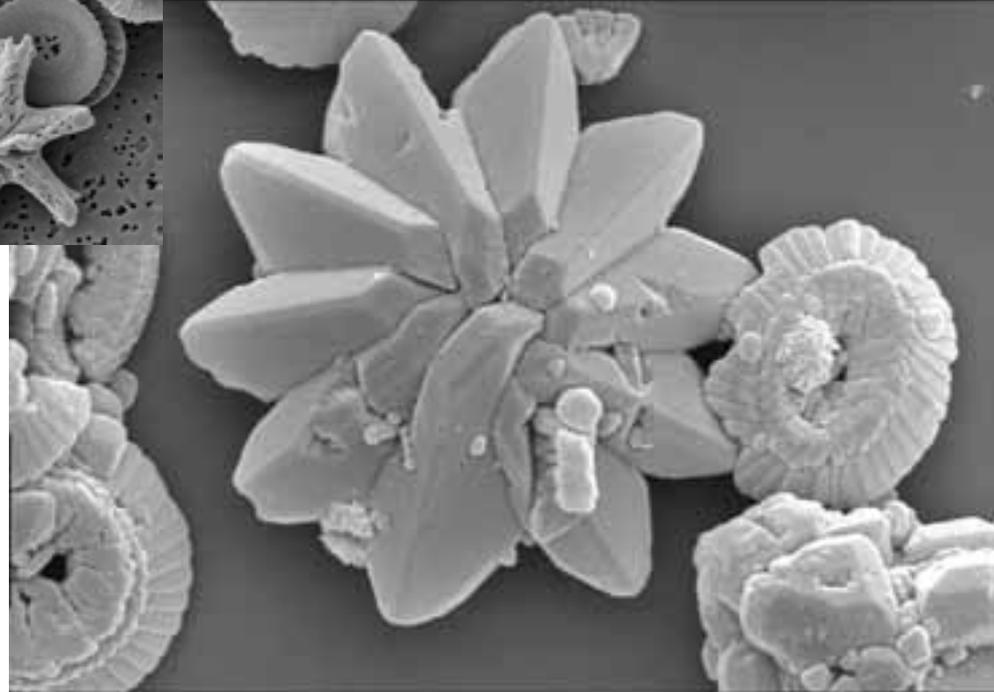
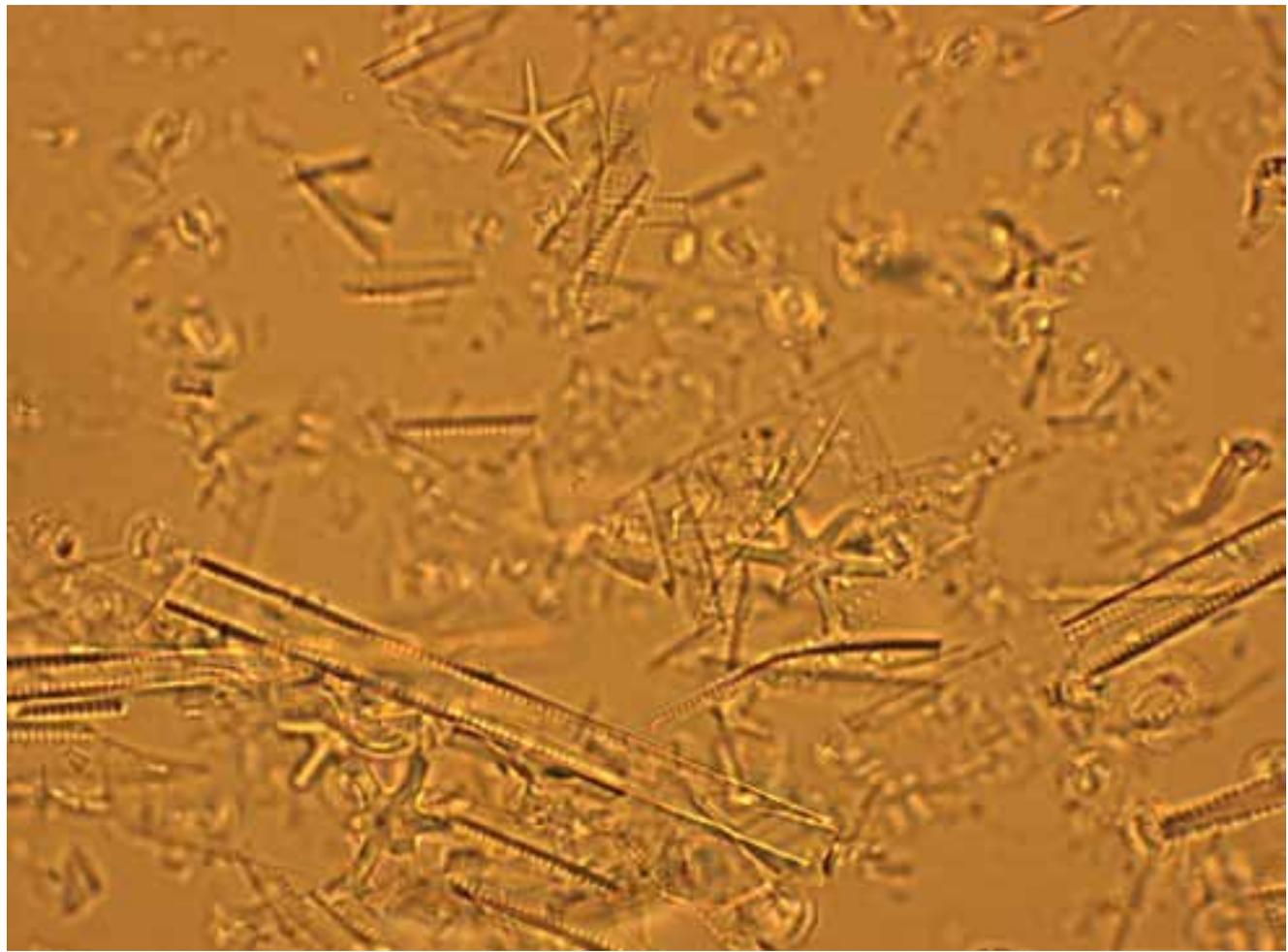
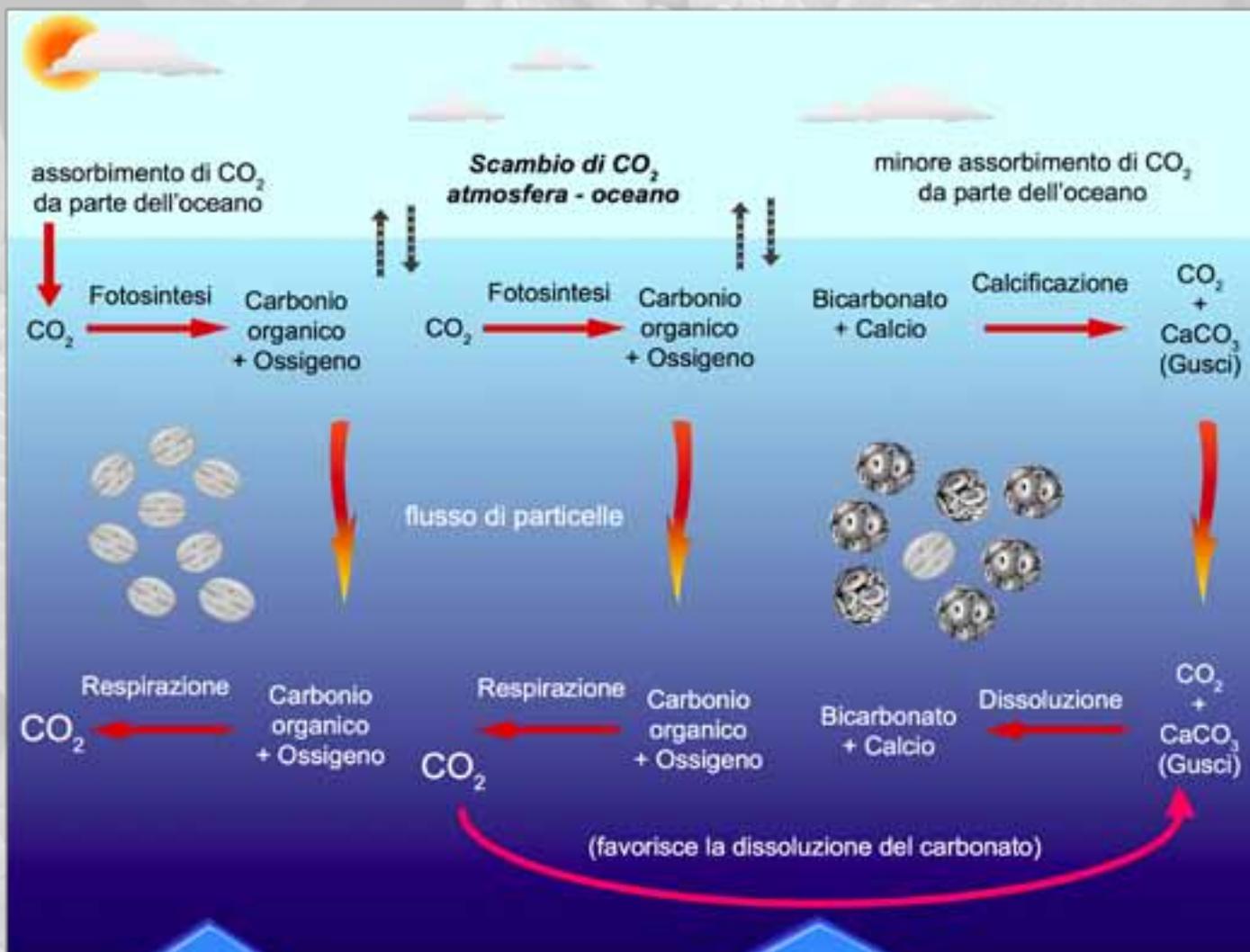


Immagine al microscopio ottico polarizzatore
nannofossil ooze (associazione del Miocene superiore)



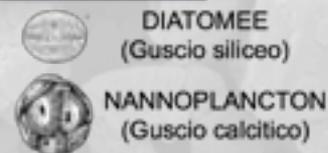


Fitoplancton e "biological carbon pump" - parte del ciclo globale del C



SILICA OCEAN
(Acque superficiali ricche di nutrienti)

CARBONATE OCEAN
(Acque superficiali povere di nutrienti)





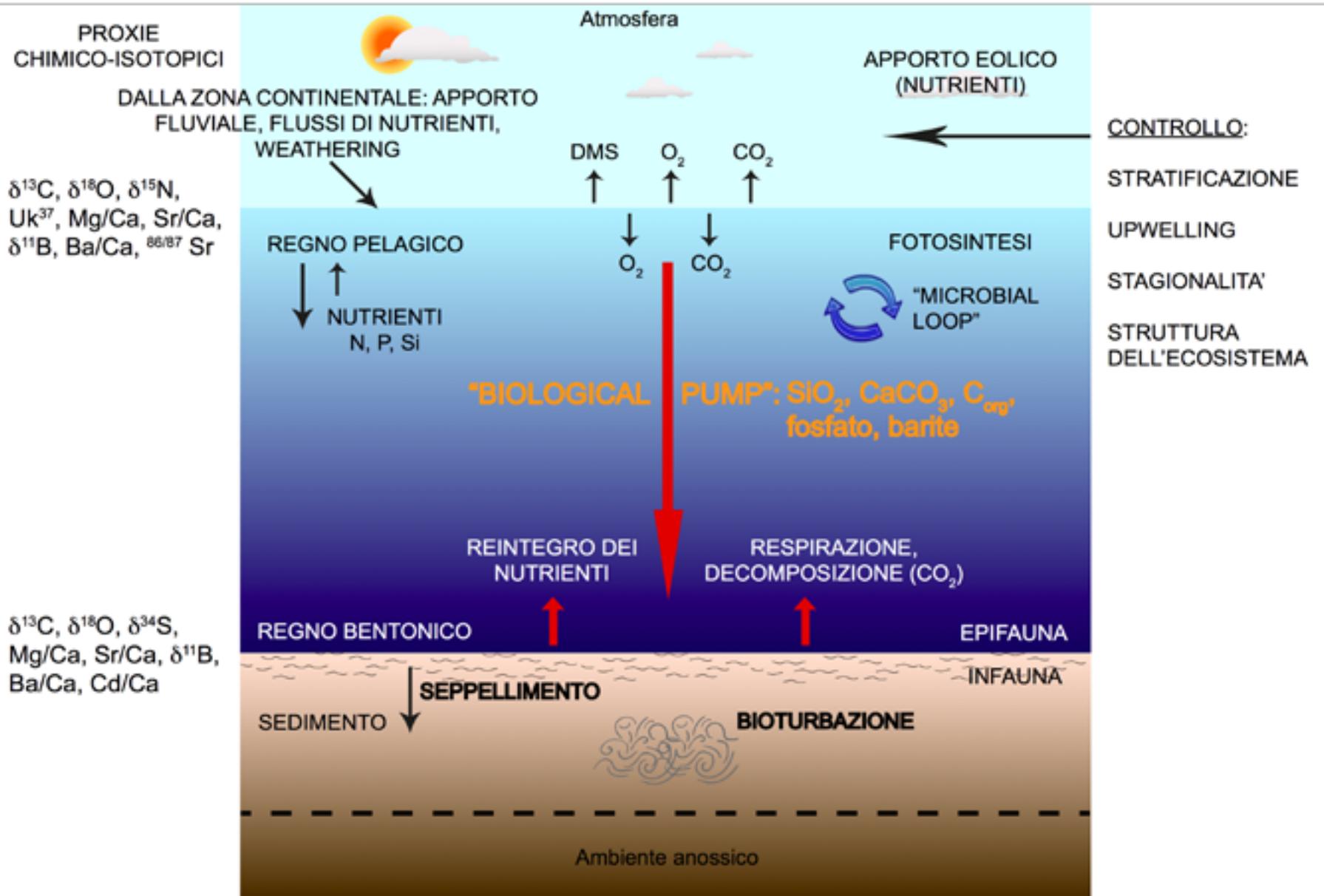
Emiliana huxleyi "blooms"

I sedimenti biogenici carbonatici e gli organismi biocalcificatori

OUTLINE

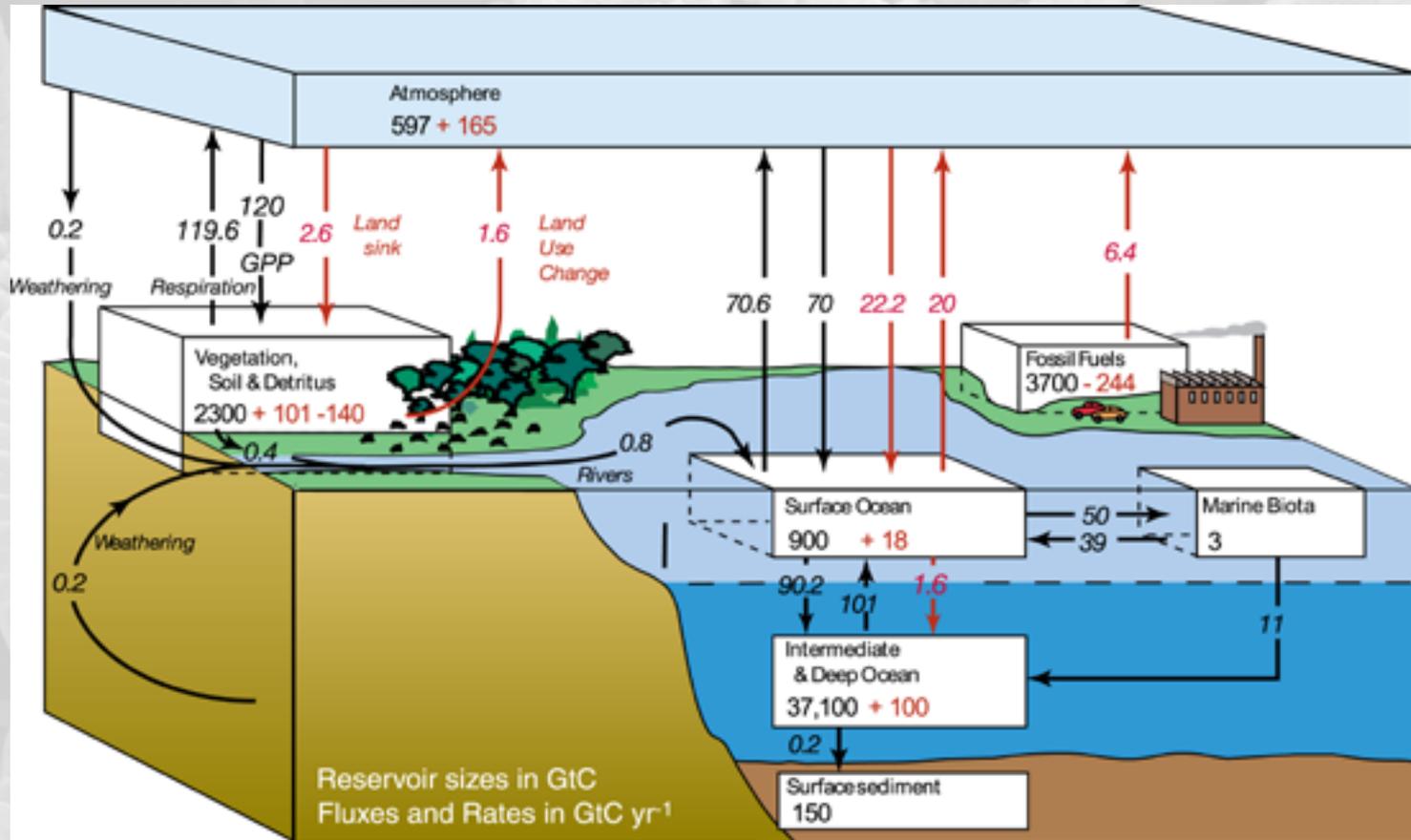
- I sedimenti biogenici marini
 - ↳ I sedimenti biogenici carbonatici
- Microfossili e Nannofossili
 - ↳ Fitoplancton calcareo
- Ruolo della calcificazione e della produzione dei carbonati nei cicli biochimici

Processi biologici e circolazione oceanica controllano i cicli dei nutrienti nelle acque oceaniche



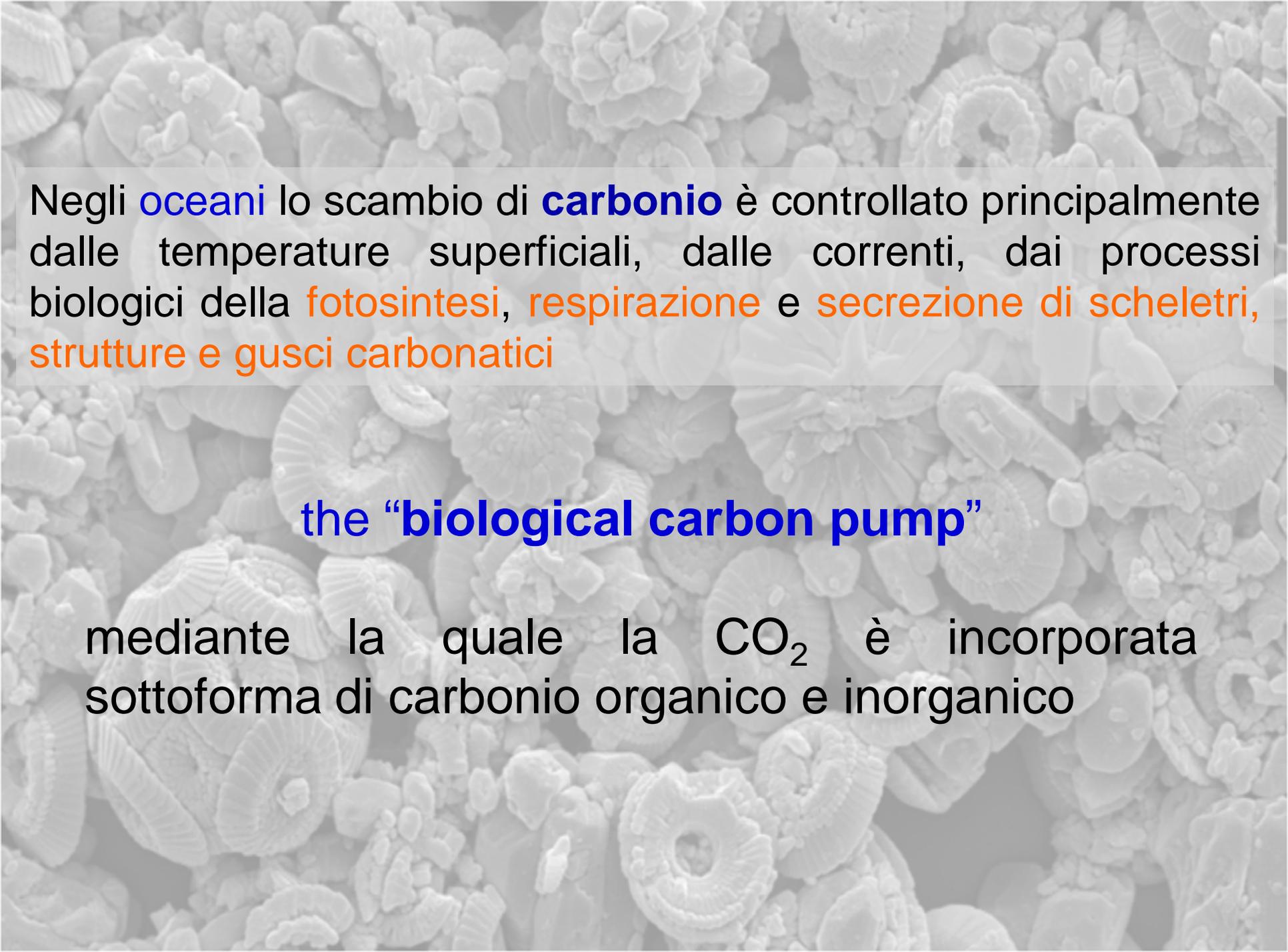
The carbon cycle

Il carbonio è presente nella biosfera, nell'atmosfera, negli oceani e nella geosfera



(da IPCC AR4WG1 – Fig. 7.3)

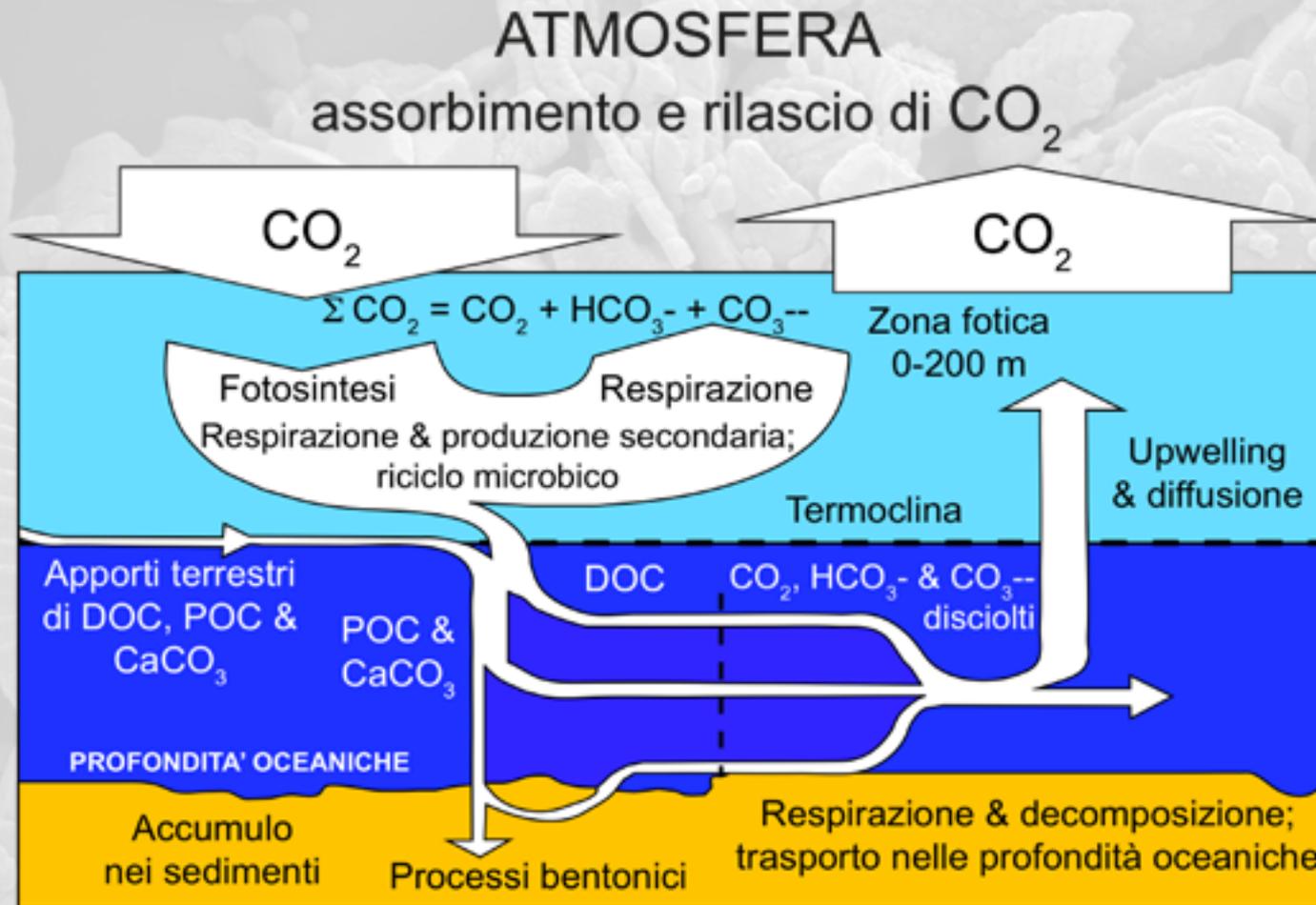
Gli oceani contengono circa 38 Gt di carbonio, e assorbono CO_2 ~ 50 volte più dell'atmosfera e 20 volte più della biosfera terrestre e dei suoli.



Negli **oceani** lo scambio di **carbonio** è controllato principalmente dalle temperature superficiali, dalle correnti, dai processi biologici della **fotosintesi**, **respirazione** e **secrezione di scheletri, strutture e gusci carbonatici**

the “**biological carbon pump**”

mediante la quale la CO_2 è incorporata sottoforma di carbonio organico e inorganico



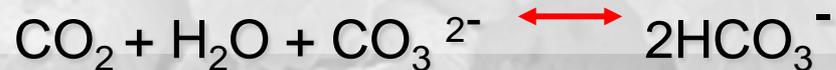
Schema della “biological pump” del carbonio nell’oceano

(modificato da Houghton sd-commission.org.uk)

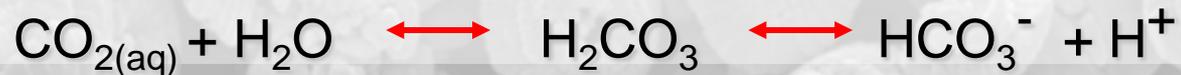
The carbon cycle

Il **carbonio** è presente nelle acque oceaniche in differenti forme chimiche. Una piccola parte è nella biosfera e in composti organici, la maggior parte è contenuta nei composti inorganici (**dissolved inorganic carbon - DIC**). Di questi composti, solo 1% è **CO₂** disciolta, il 91% è presente come ioni **bicarbonato (HCO₃⁻)**, l'8% come ioni **carbonato (CO₃²⁻)**

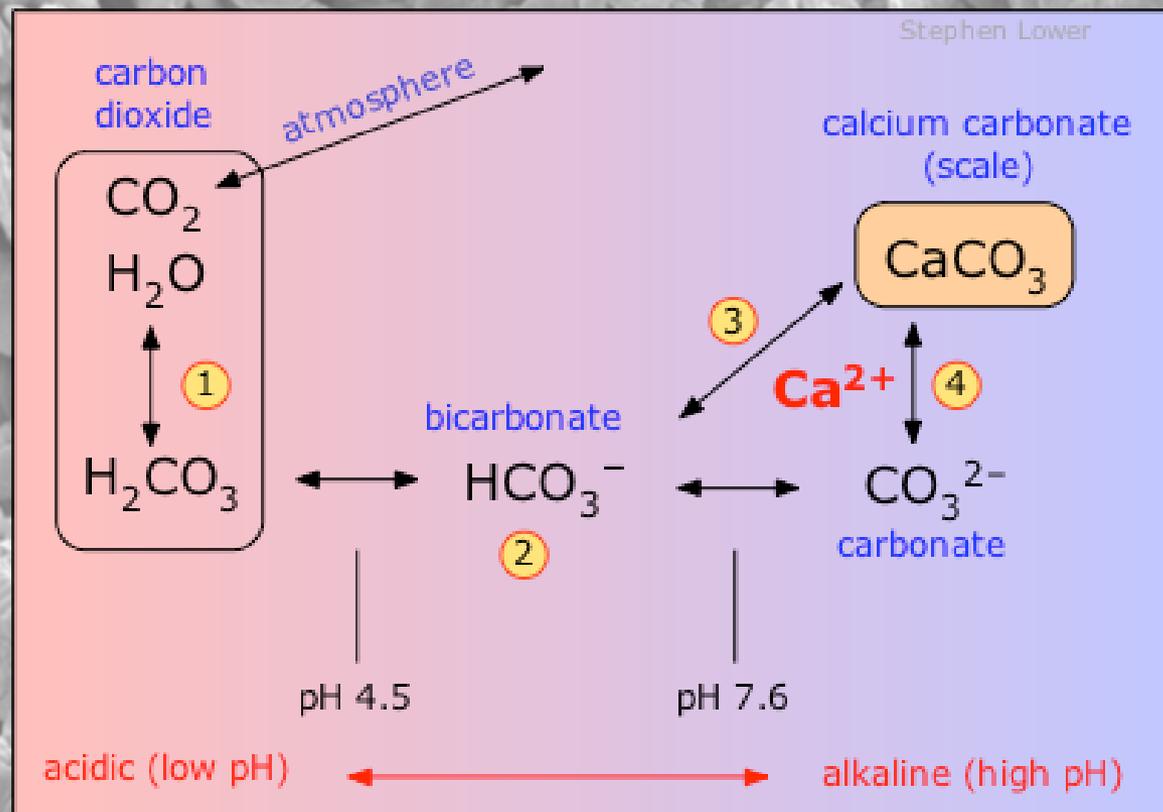
La relazione tra le tre componenti è rappresentata dall'equazione



Quando la **CO₂** reagisce con l'acqua, le reazioni di dissociazione sono:



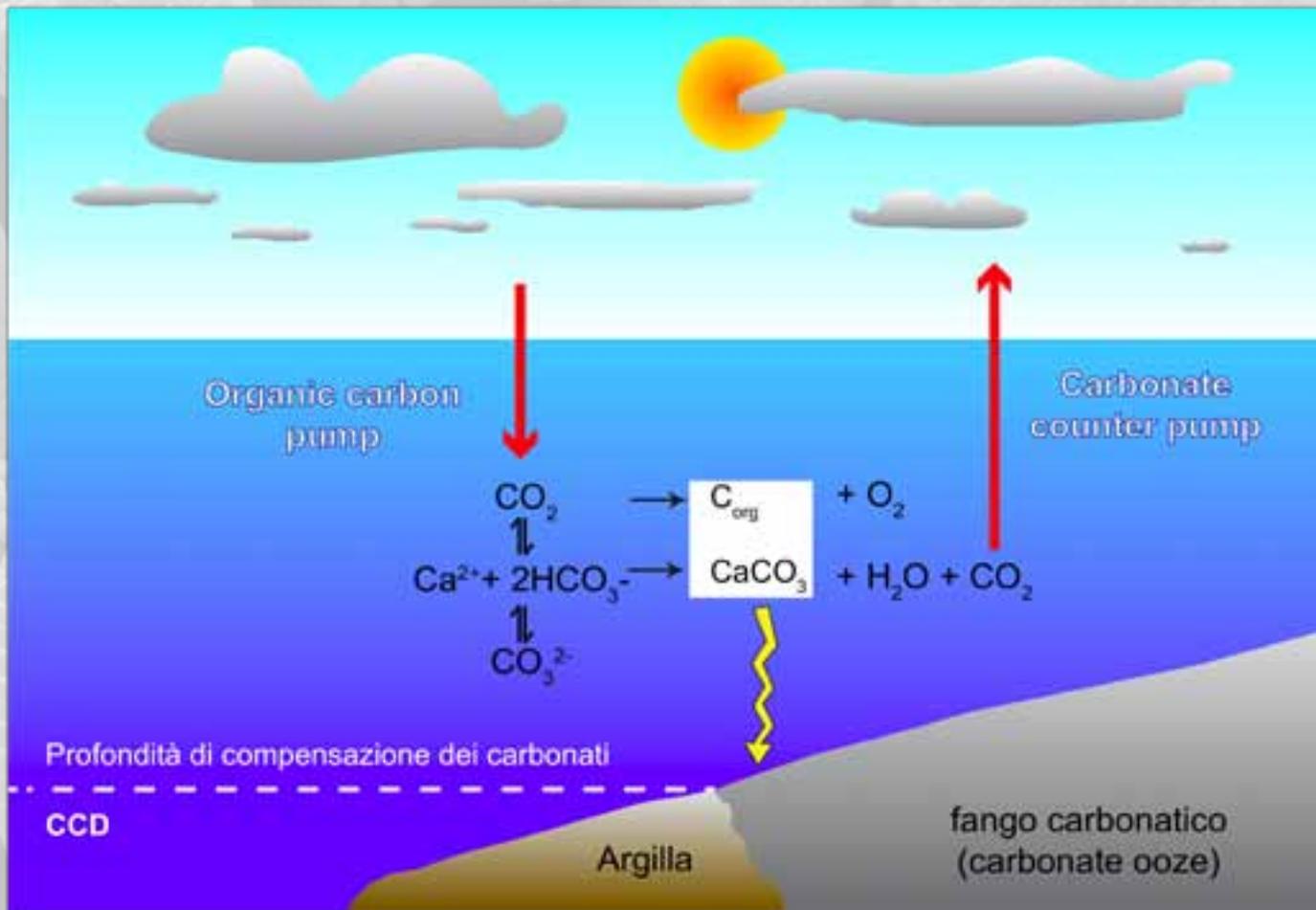
Le relative proporzioni delle componenti: CO_2 disciolta, HCO_3^- e CO_3^{2-} , riflettono il **pH** delle acque



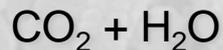
La formazione di strutture (gusci, scheletri) di calcite nelle acque superficiali ne modificano l'alcalinità

Qual è il ruolo della calcificazione e della produzione dei carbonati nel ciclo del C in ambiente oceanico?

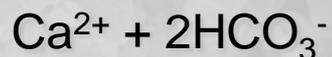
La formazione di strutture (gusci, scheletri) di calcite nelle acque superficiali e il loro successivo passaggio nelle profondità influenzano direttamente gli scambi di CO_2 tra atmosfera/oceano e modificano l'alcalinità delle acque superficiali



La produzione primaria nella zona fotica (fotosintesi) e il trasporto di materia organica nelle acque profonde assorbono CO_2



Al contrario, la calcificazione e la formazione di carbonato di calcio biogenico consumano l'alcalinità totale dei carbonati nelle acque e rilasciano CO_2



Produttività e distribuzione del fitoplancton calcareo sono sensibili ai cambiamenti ambientali collegati alla CO₂

azione diretta → ACIDIFICAZIONE

azione indiretta → AUMENTO DELLA STRATIFICAZIONE
NELLE ACQUE OCEANICHE

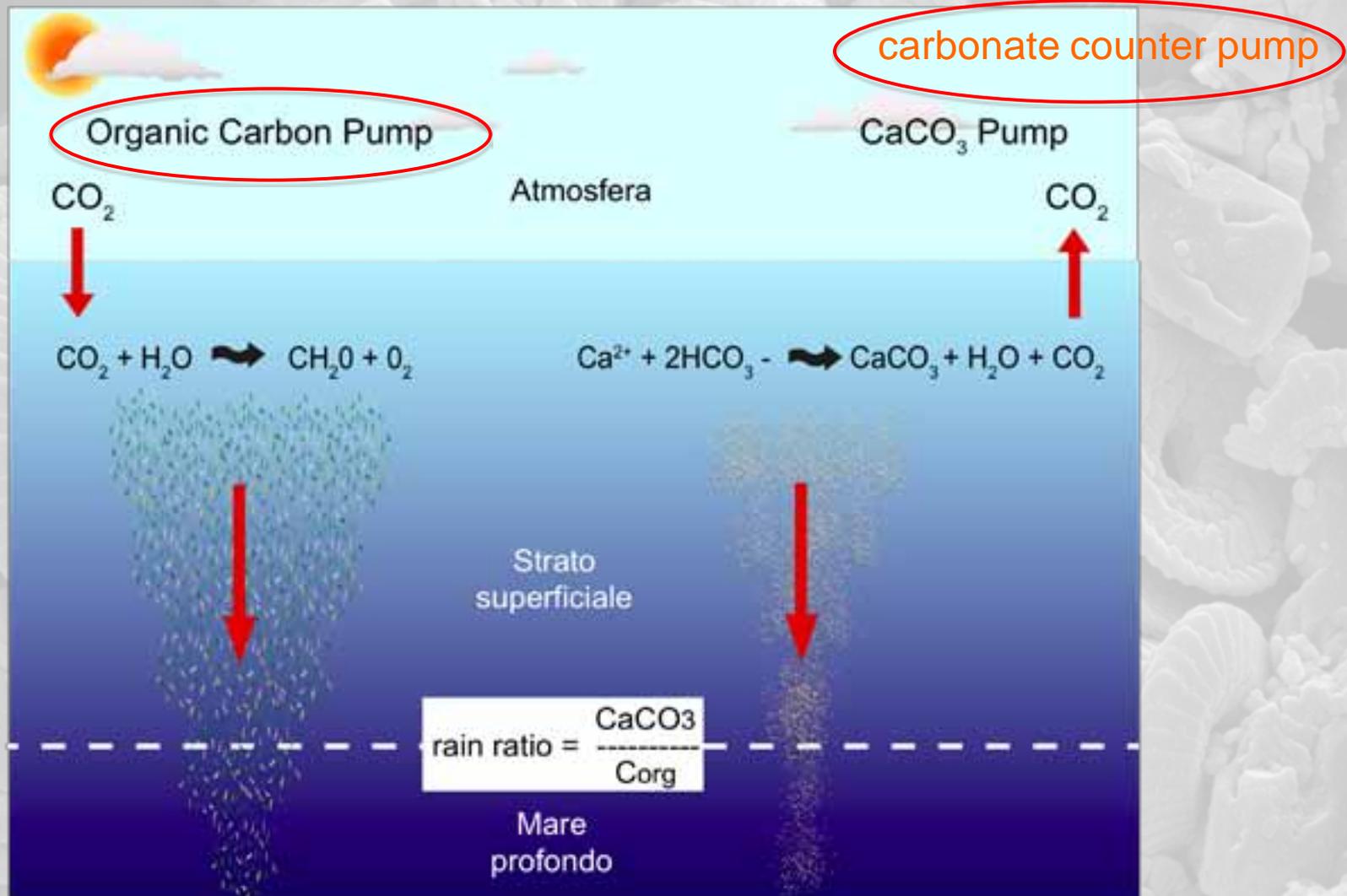
Potenziati feedback **all'aumento di CO₂ atmosferica:**

• modificazioni nei processi di fotosintesi e calcificazione

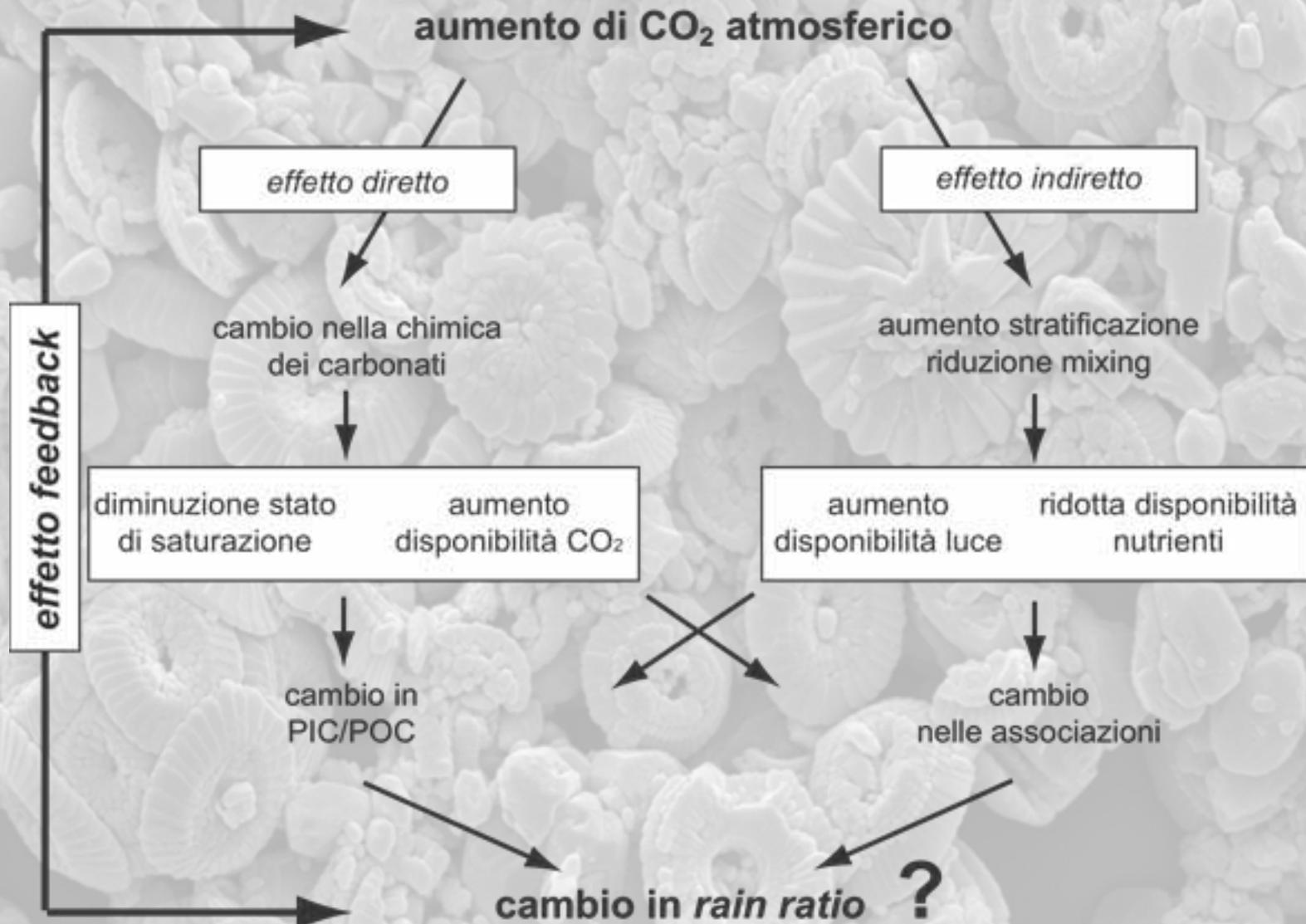
• cambiamenti nella produttività delle alghe Coccolitoforidi

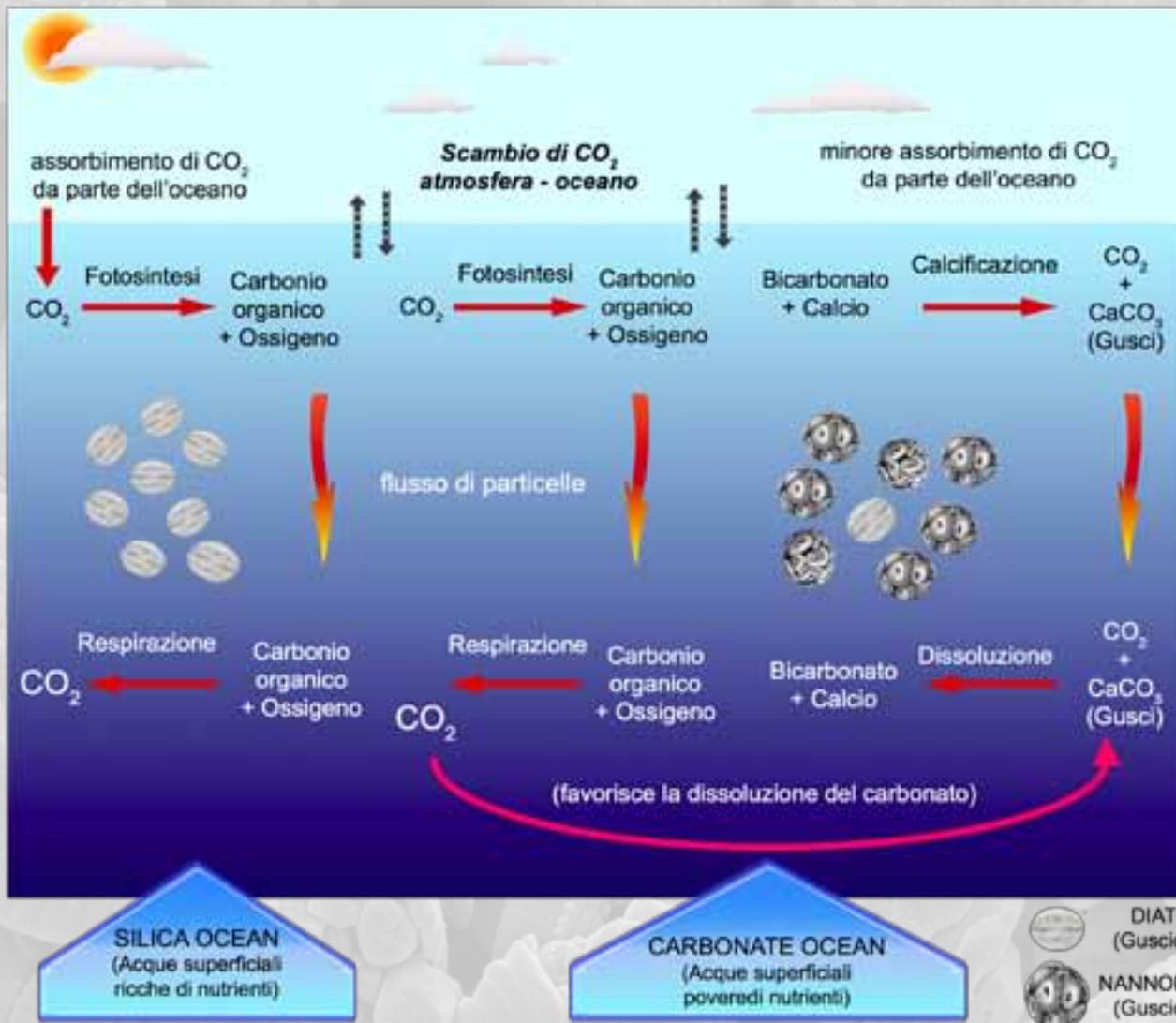
“BIOLOGICAL CARBON PUMPS”

L'intensità relativa dei due processi (*rain ratio*) determina, in larga parte, lo scambio in CO₂, biologicamente mediato, tra oceano e atmosfera



CO₂ e nannoplancton calcareo





Il sistema della “**biological carbon pump**”, che è parte del ciclo globale del carbonio, fa sì che il 90% della **CO₂** introdotta nell’atmosfera venga rimossa e depositata nei sedimenti marini attraverso questi micro-organismi.



FINE PARTE I:

**I sedimenti biogenici carbonatici e
gli organismi biocalcificatori**