

Università degli Studi di Trieste – a.a. 2020-2021
Corso di Studio in Scienze e Tecnologie per L'ambiente e la Natura

213SM – Ecologia
213SM-3 – Ecologia Generale

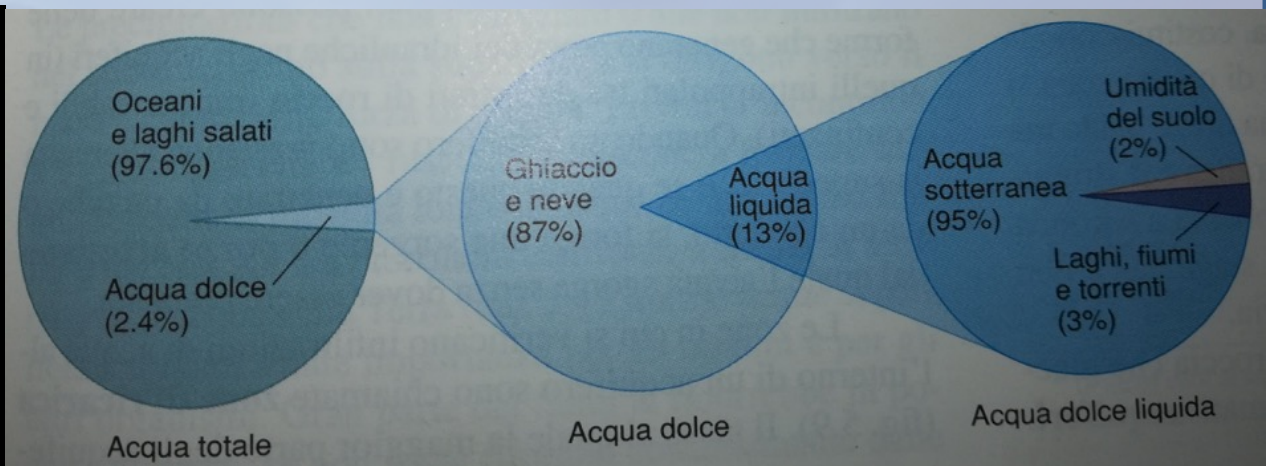
**CICLI BIOGEOCHIMICI E CATENA
DEL DETRITO**

Prof. Stanislao Bevilacqua (sbevilacqua@units.it)

L'acqua sul pianeta

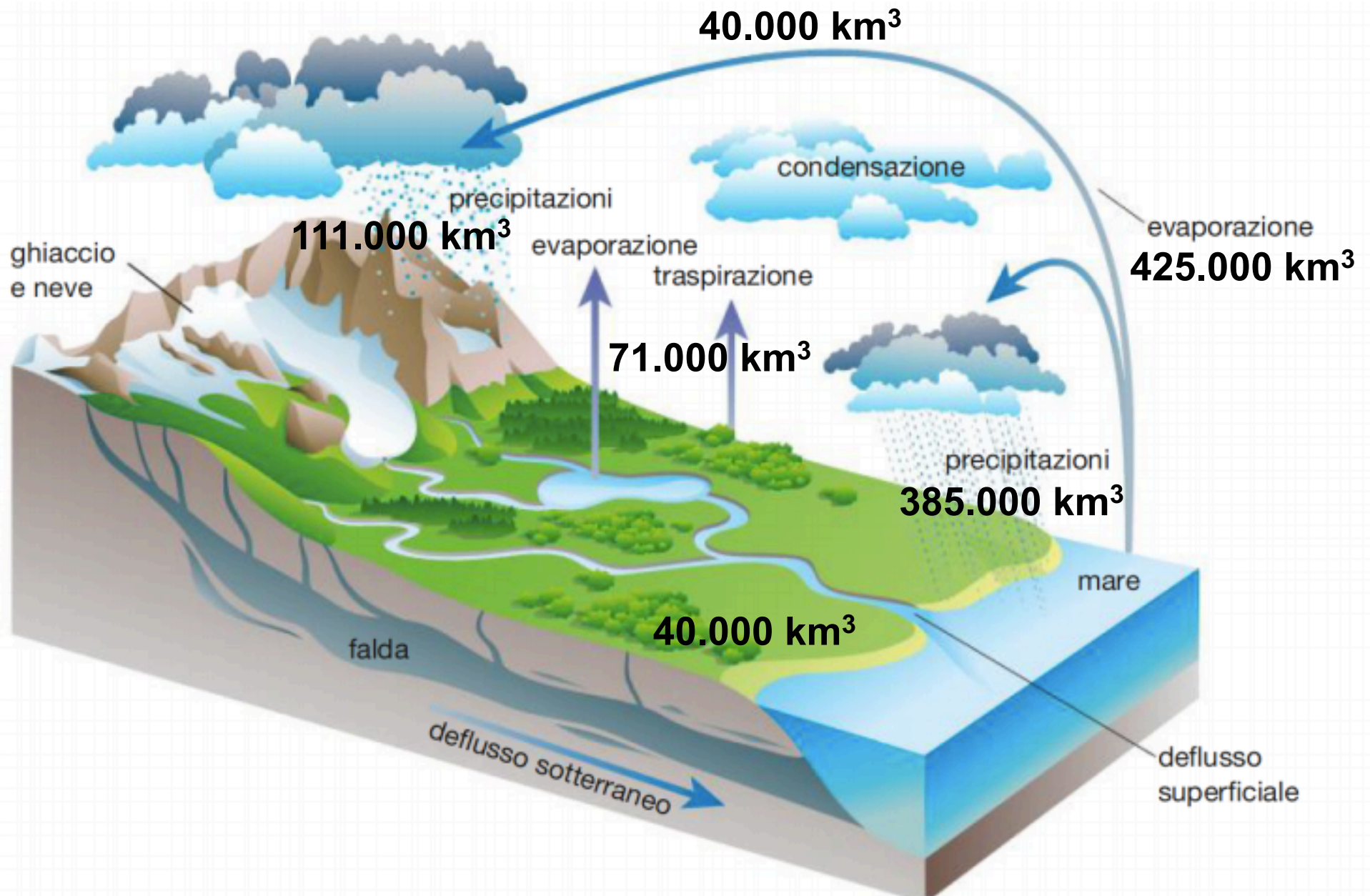
L'acqua è essenziale per la vita. Essa costituisce il mezzo in cui avvengono tutte le reazioni biologiche. Dissolve i nutrienti, ne consente il trasporto e l'assorbimento da parte degli organismi, il trasporto interno di sostanze e gas e rimozione dei rifiuti, partecipa alla regolazione della temperatura corporea, supporta strutturalmente gli organismi.

La Terra ne possiede una quantità significativa (1400 milioni di km³).

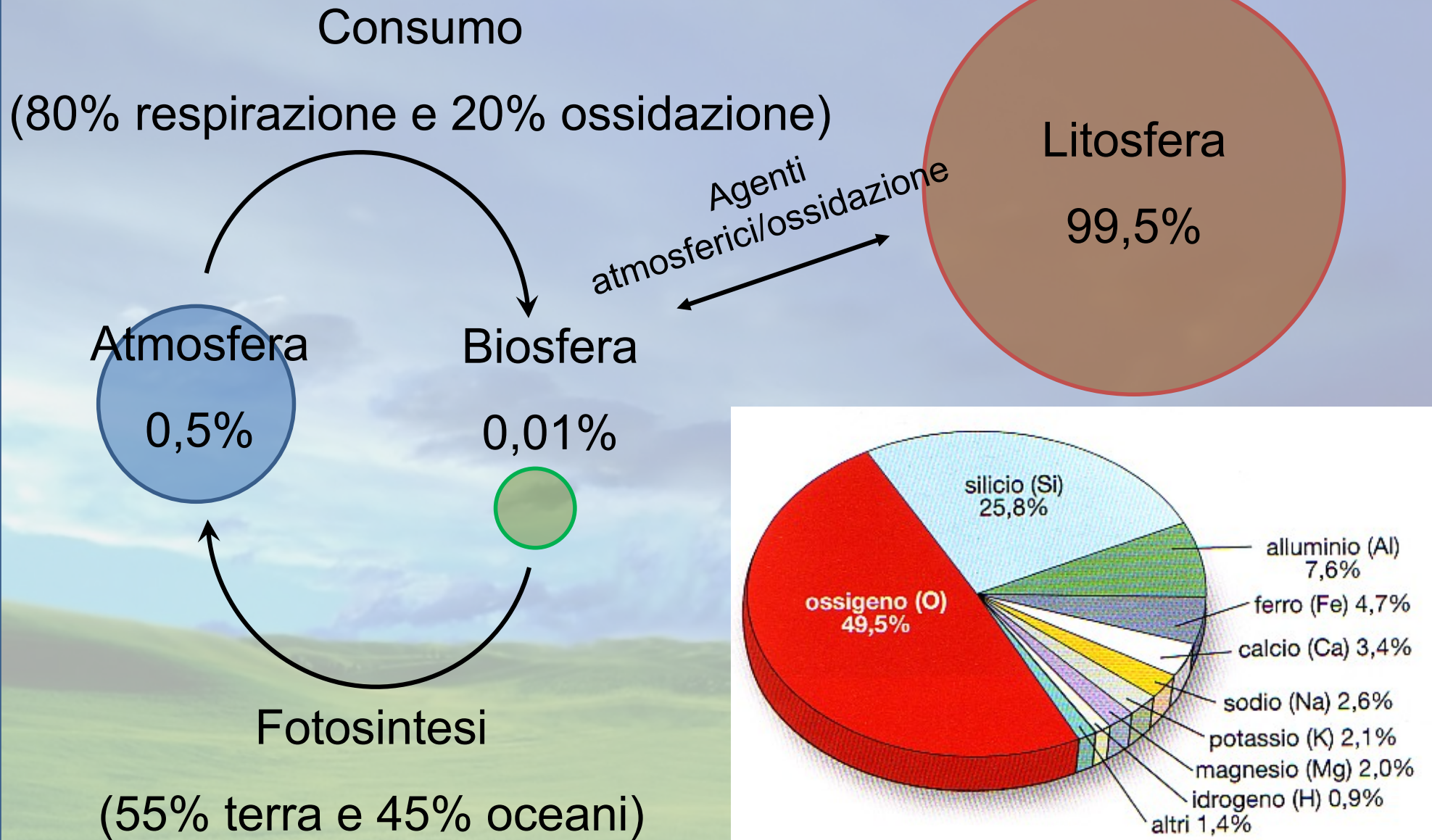


Solo 33,6 milioni di km³ sono acqua dolce, la maggior parte della quale congelata nelle calotte polari e ghiacciai

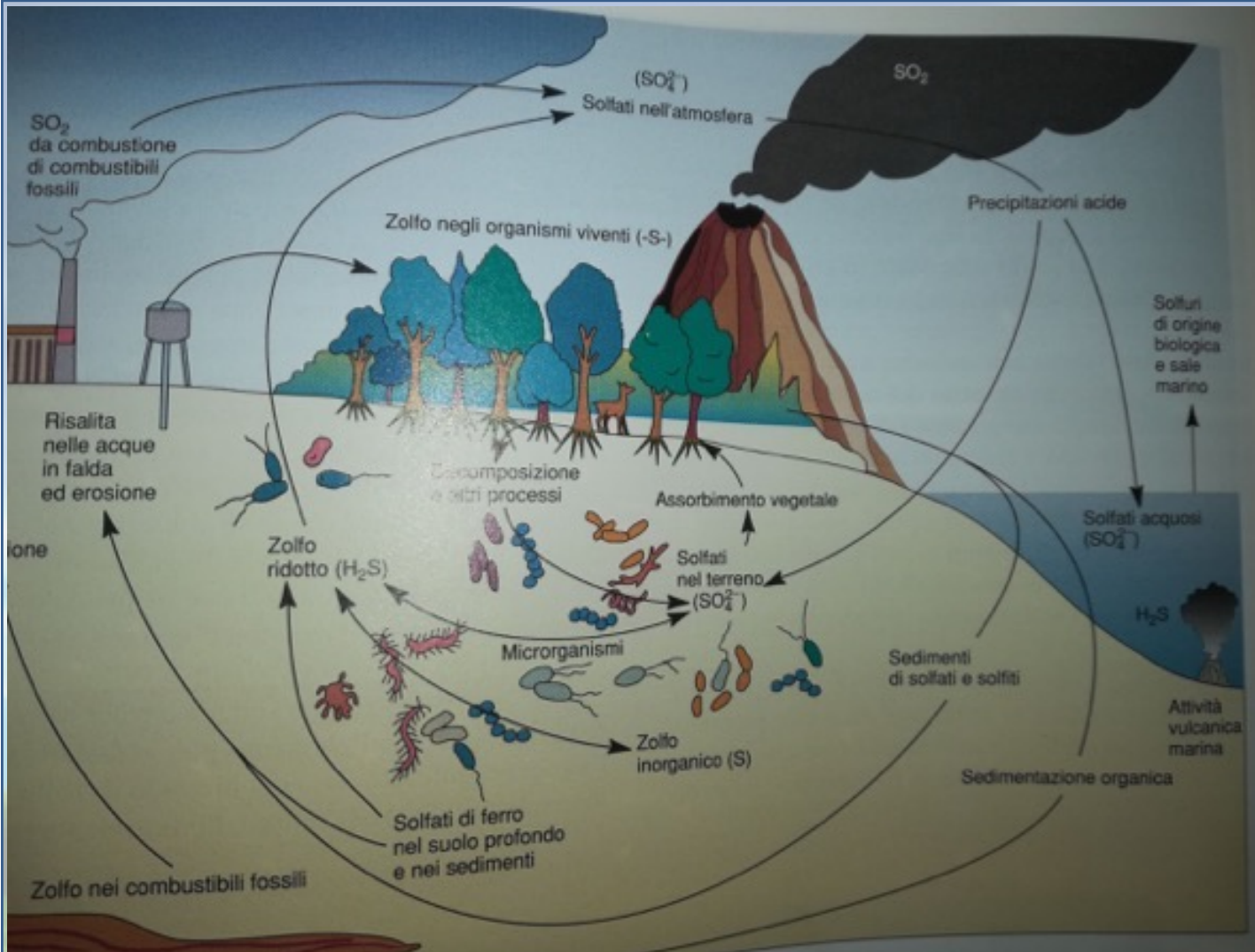
Ciclo idrologico e bilancio idrico



Ciclo dell'ossigeno



Ciclo dello zolfo

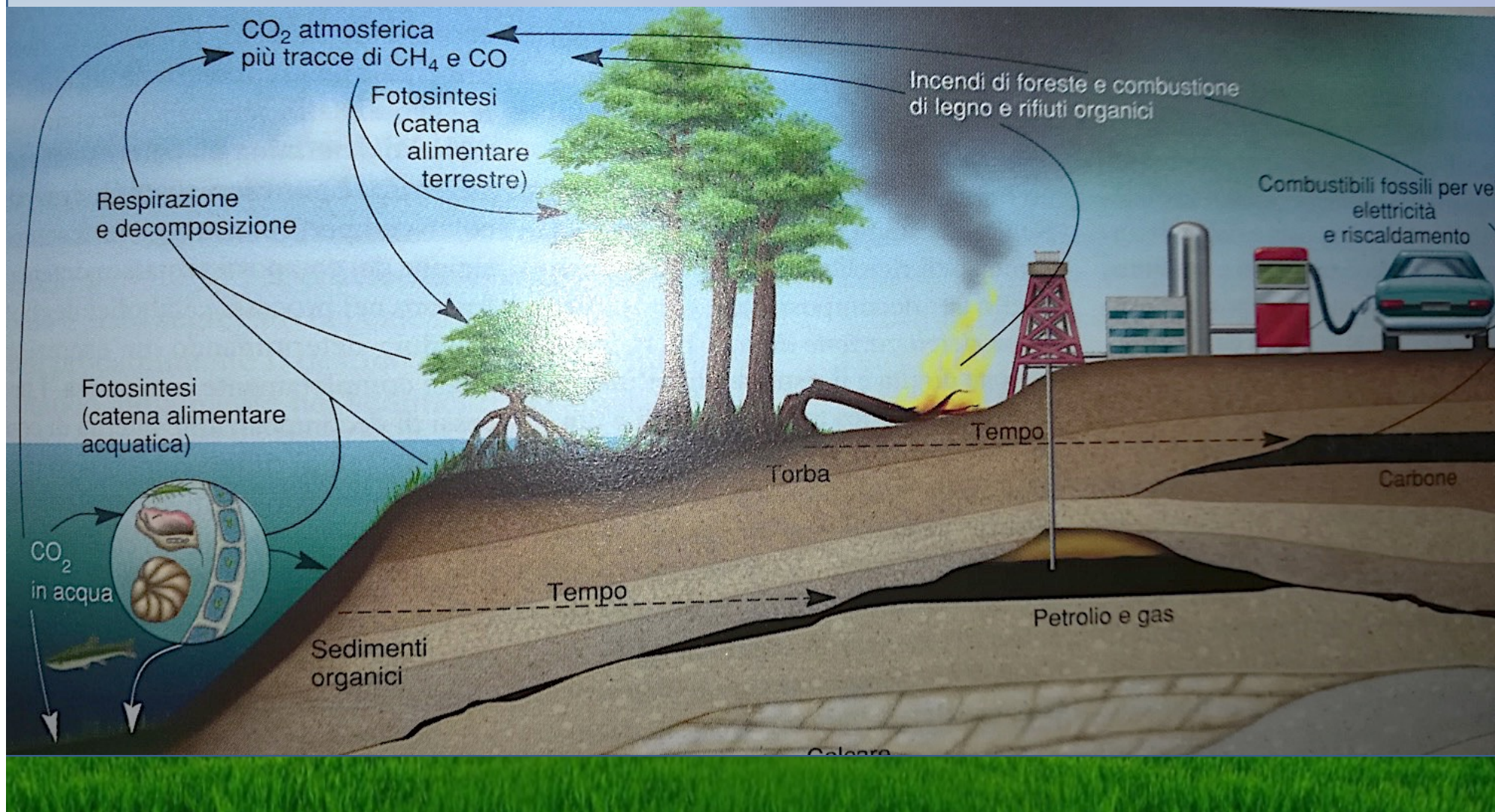


Lo zolfo si trova in gran parte nella crosta terrestre (solfati). Esso è una componente fondamentale di alcuni amminoacidi, coenzimi e altre molecole di importanza biologica. Può trovarsi in varie forme (H_2S , SO_2 , SO_4^{2-} , solfuri, zolfo molecolare).

Lo zolfo viene assorbito dagli organismi autotrofi entrando nel ciclo della materia, dal quale fuoriesce tramite i processi di decomposizione. I batteri hanno un ruolo fondamentale nel rendere disponibile lo zolfo o sequestrandolo.

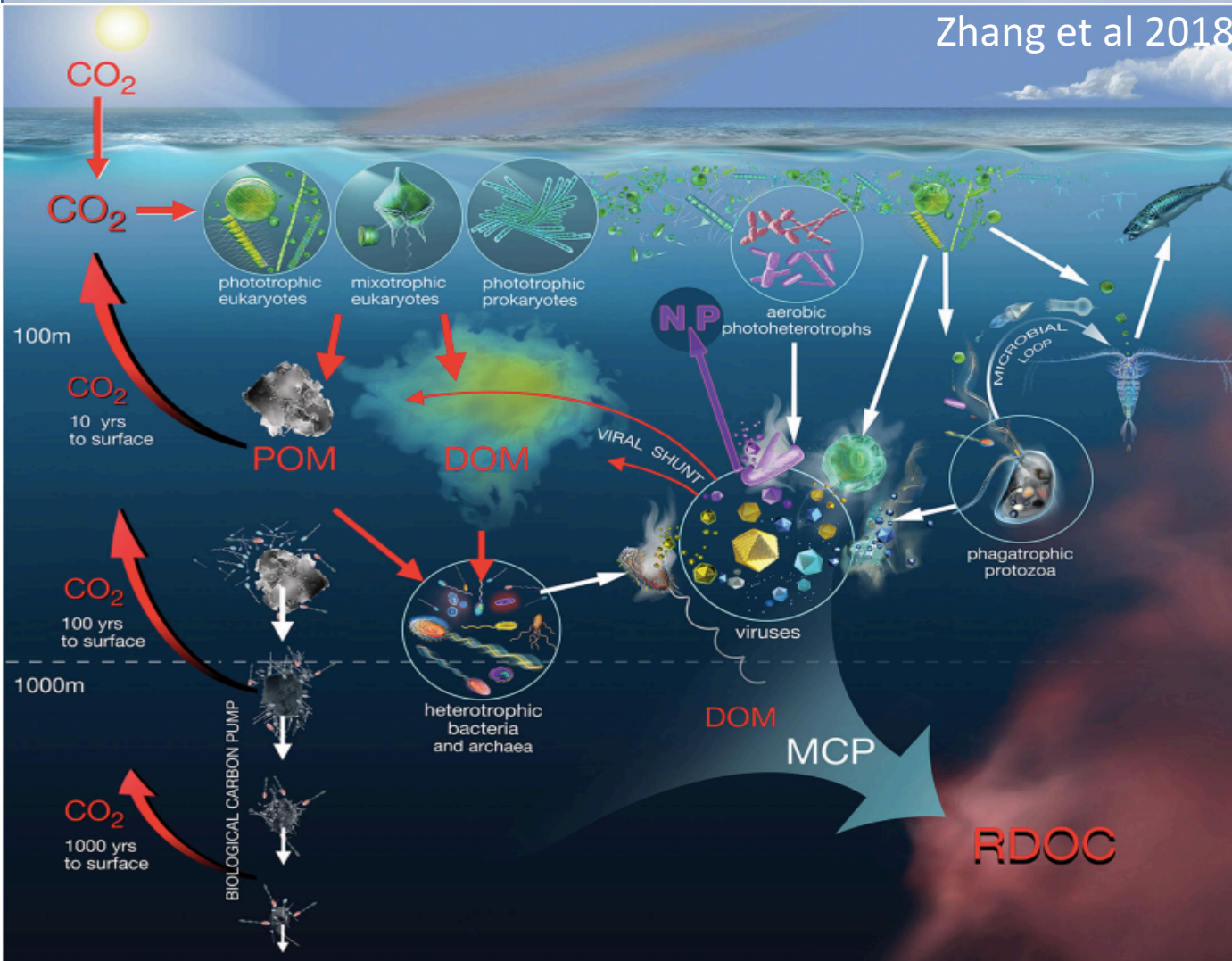
Ciclo del carbonio

1,85 miliardi di Gt. Di queste solo 44.000 Gt sono sulla superficie (suolo, biosfera, oceani). Gli oceani contengono circa il 94% di questo carbonio (acqua superficiale, profonda, sedimenti), mentre il 4,5% nella biosfera terrestre e l'1,5% in atmosfera.



Pompa biologica (soft pump)

Zhang et al 2018

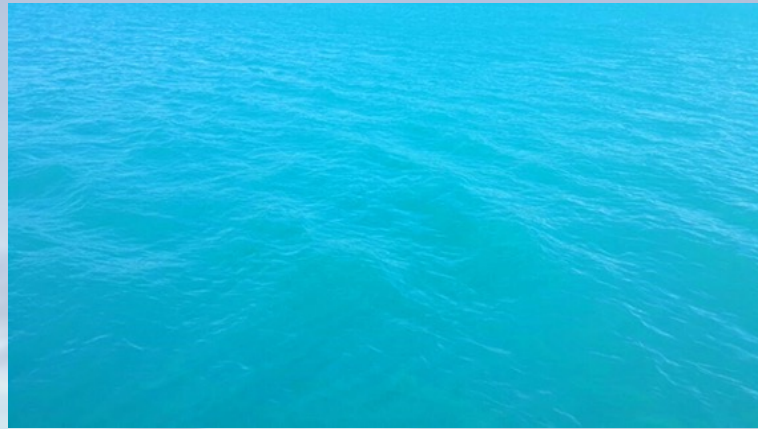
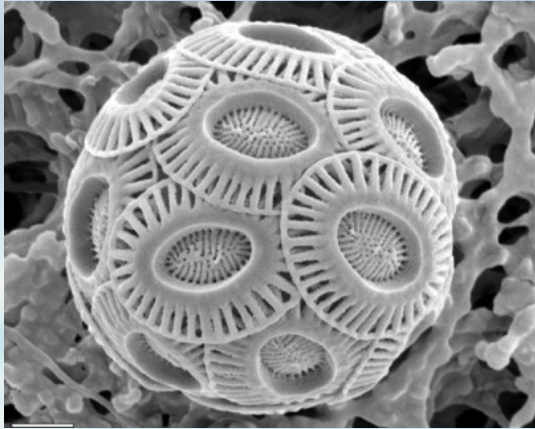


Nella zona eufotica, gli organismi fotosintetici fissano la CO₂ disciolta nell'acqua e producono sostanza organica (POM e POC). Questa viene inglobata dagli organismi eterotrofi o mixotrofi e viene respirata producendo nuovamente CO₂. Una piccola porzione della POM affonda e raggiunge il fondo, venendo incorporata nei sedimenti (precipitazione per gravità, movimenti masse d'acqua, migrazioni plancton).

Una volta nei sedimenti, può essere utilizzata dagli organismi dell'infauna o del fondo, oppure rimanere intrappolata nella matrice. Questo si traduce con uno spostamento di carbonio dalla superficie al fondo degli oceani

Pompa biologica (carbonate pump)

Molti organismi marini inglobano CO_2 anche sotto forma di carbonato di calcio. Questo costituisce gran parte delle strutture calcaree di molluschi, echinodermi, alcune spugne, e moltissimi organismi fitoplanctonici (coccolitoforidi).

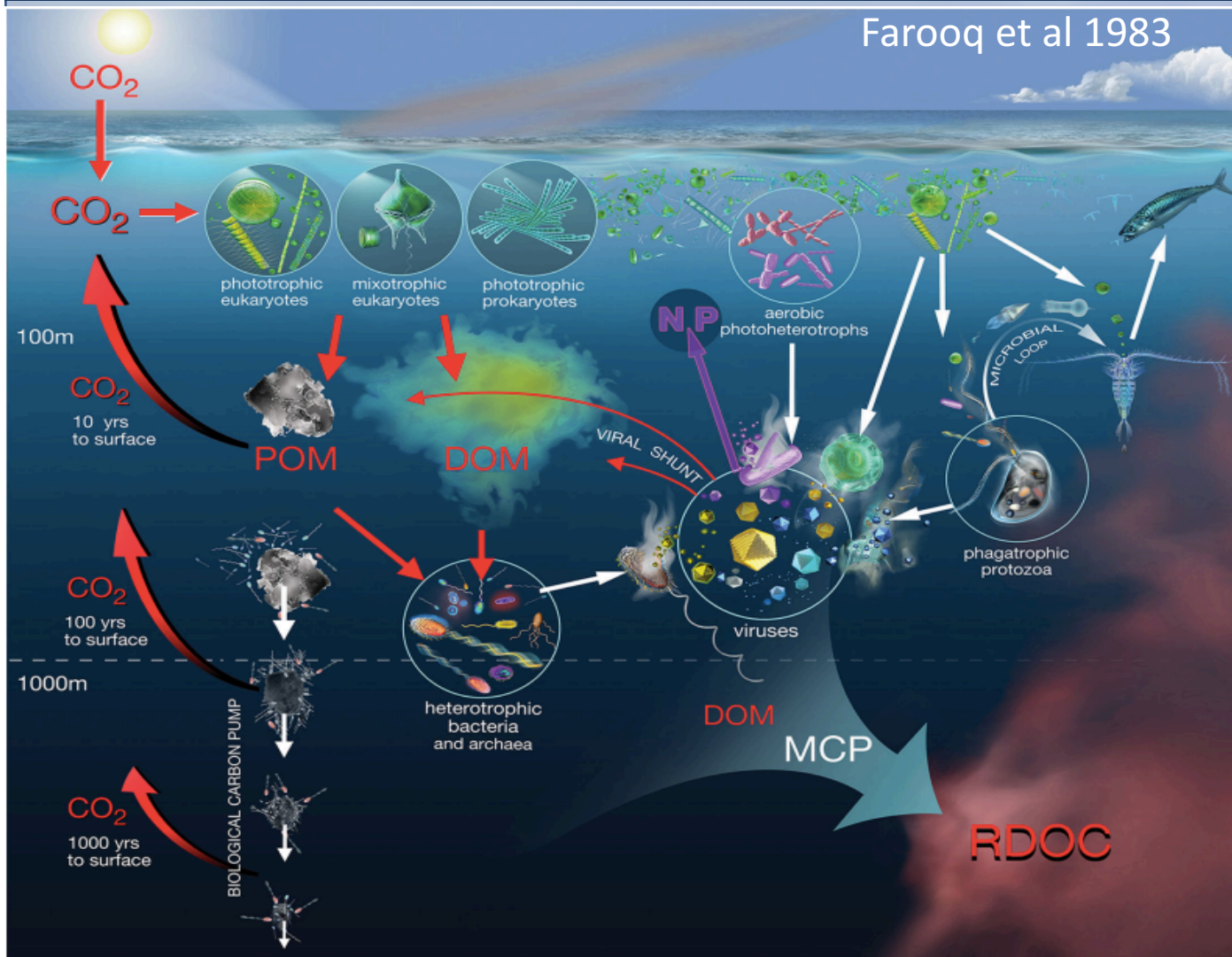


Emiliania huxleyi ad esempio è cosmopolita, e si trova dalle regione equatoriali ai poli.



I coccolitoforidi sono tra gli organismi fotosintetizzanti più abbondanti negli oceani. Insieme ai foraminiferi (principalmente bentonici) rappresentano un sink di carbonato di calcio.

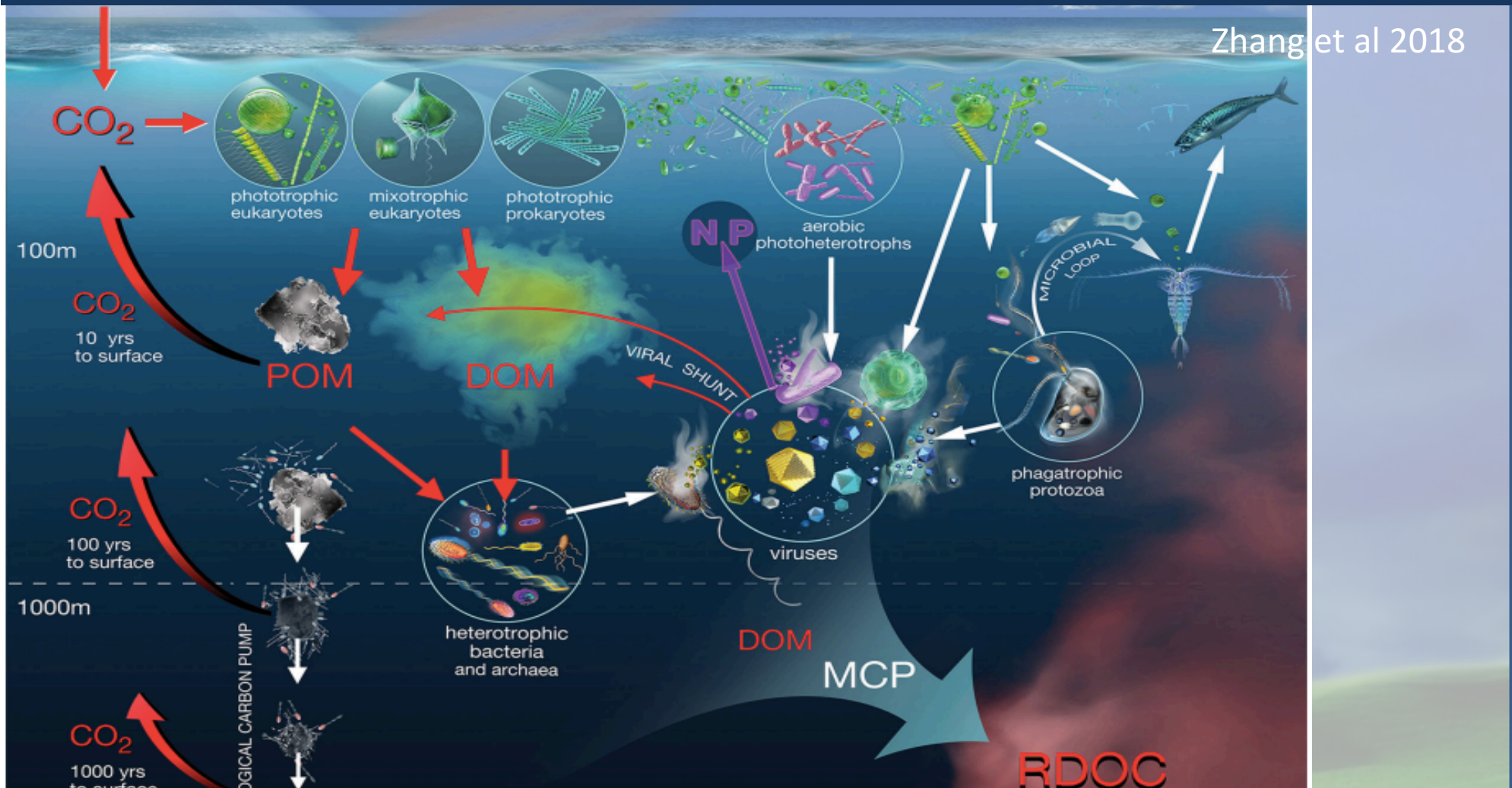
Microbial loop



Il loop microbico è un circuito trofico nel quale la sostanza organica disciolta e quella particolata vengono intercettate e incorporate nella biomassa batterica.

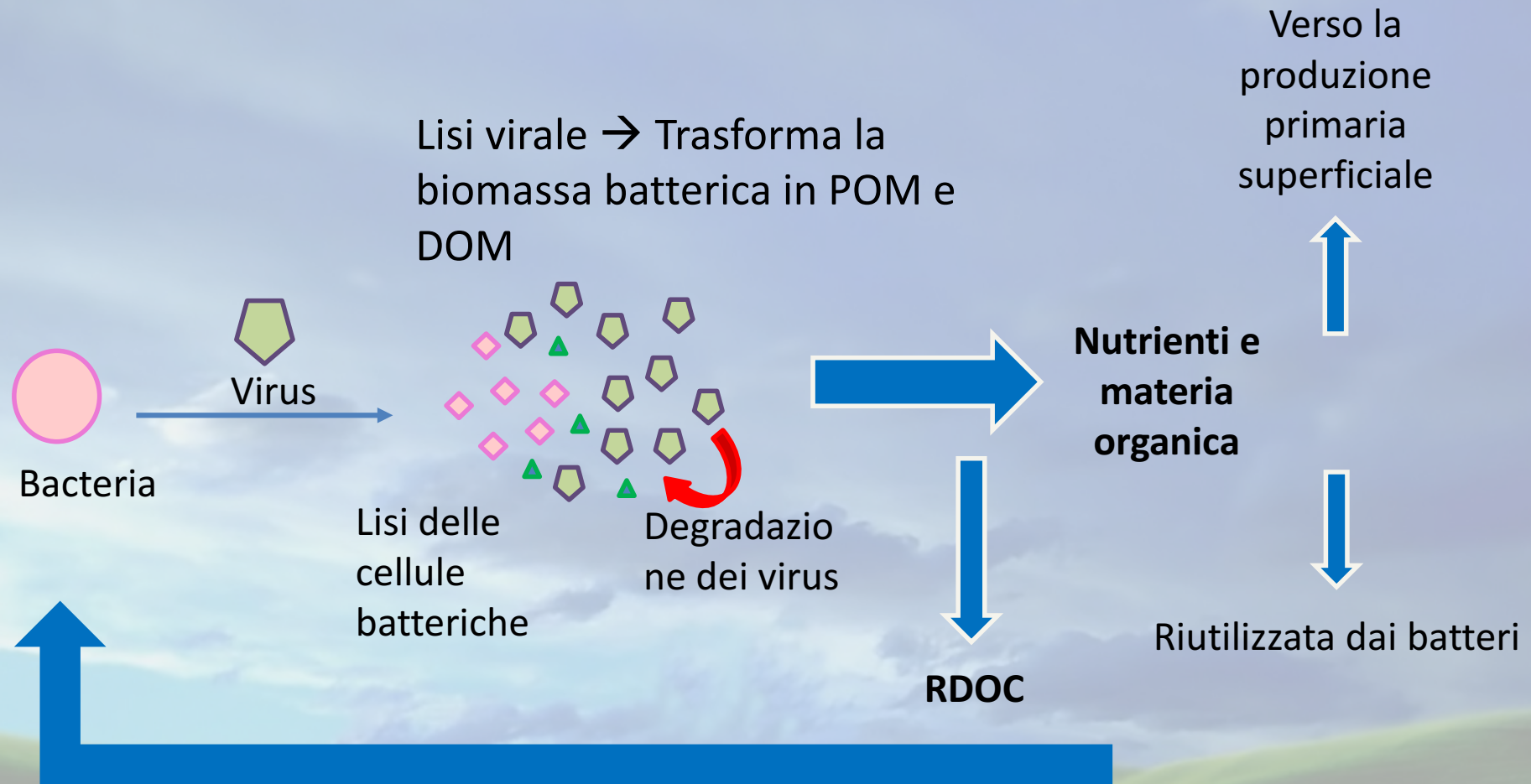
Questo consente alla sostanza organica di essere disponibile per gli organismi eterotrofi del plancton e rientrare, quindi, nel circuito trofico superficiale.

Microbial Carbon Pump



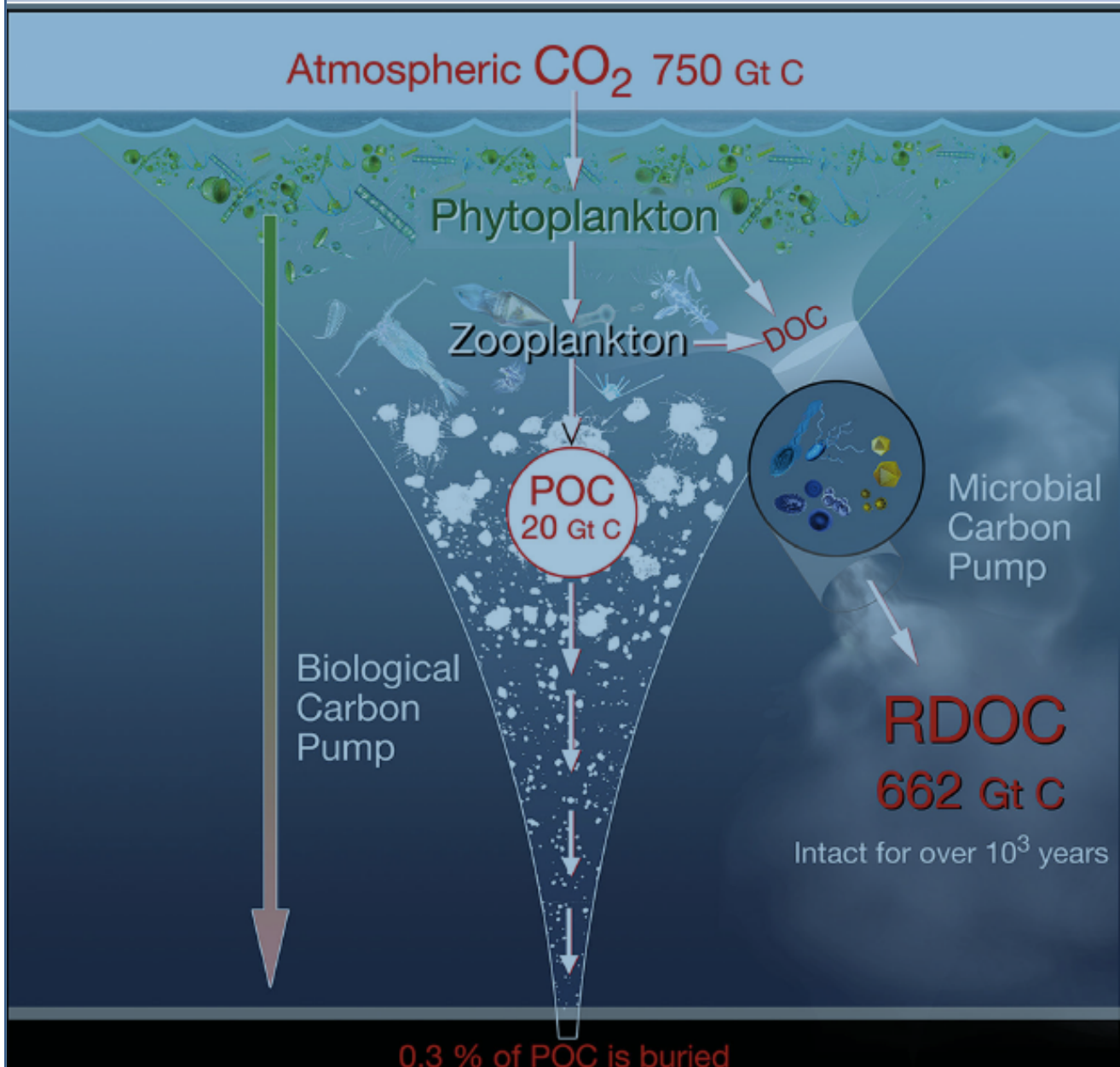
La pompa microbica media la trasformazione della sostanza organica labile (disciolta e particolata) in sostanza organica refrattaria, cioè non disponibile per gli organismi in tempi brevi (lignine, terpenoidi, catene di carbonio lunghe) che costituisce la maggior parte del DOC (662 Gt C) negli oceani e persiste per millenni (4000–6000 anni).

Viral shunt



Il viral shunt rilascia a scala globale **37-50 milioni di tonnellate di carbonio all'anno**, rappresentando una sorgente di carbonio labile preziosa per i sistemi marini profondi.

Sequestro di CO₂



L'insieme dei processi descritti ha portato nel corso del tempo ad immagazzinare negli oceani un quantitativo di C sottoforma di DOC quasi pari alla CO₂ atmosferica.

Questa è mantenuta in equilibrio dagli scambi tra atmosfera e ambiente terrestre (circa 440 contro 450 Gt) e tra atmosfera e oceani (330 contro 340 Gt circa).

Le attività antropiche ne producono circa 30 Gt all'anno.

Detrito

“qualsiasi perdita non predatoria di carbonio organico da qualunque livello trofico o derivante da input esterni” (Wetzel et al., 1972)

Quindi, qualunque apporto di materia non vivente e organica, indipendentemente dalle dimensioni, composizione e origine



Origine



Mute, carcasse animali



Resti di organismi planctonici
pellet fecali



Piante e alghe



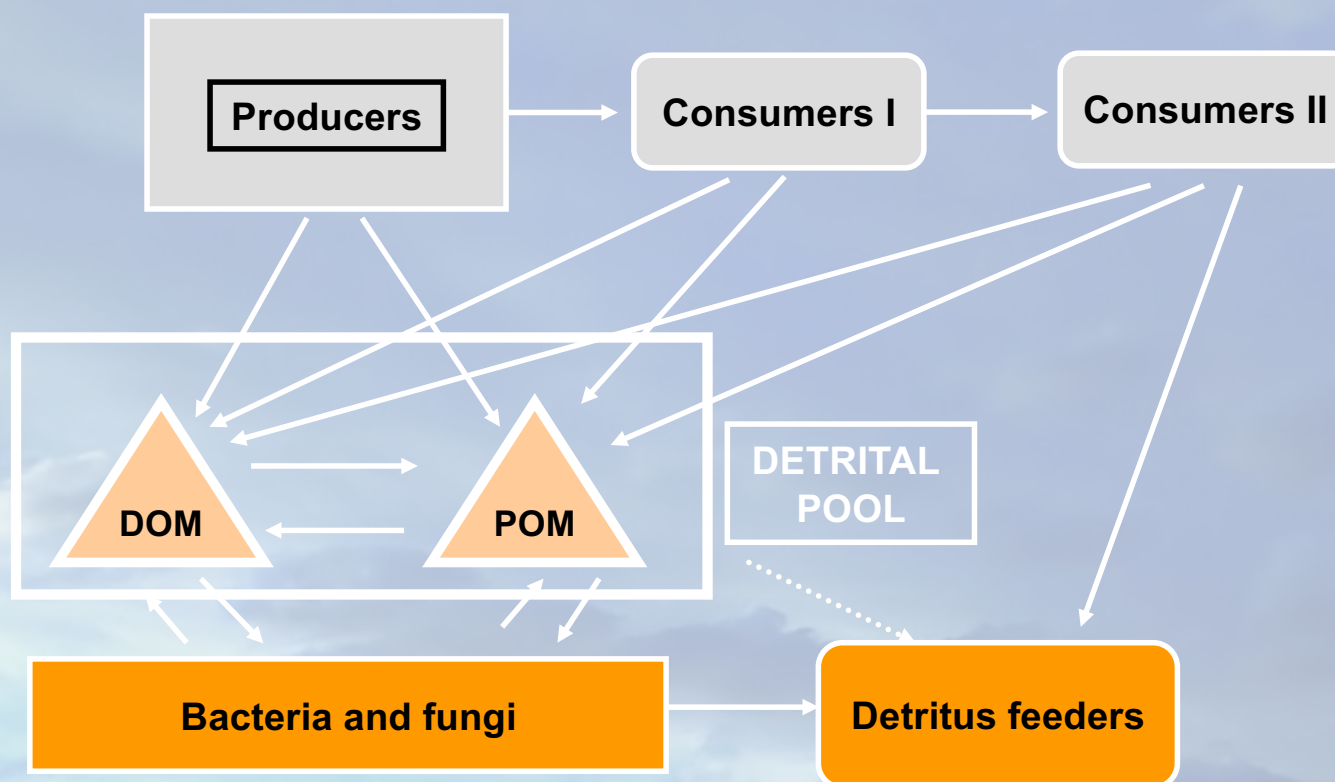
Relazione consumatori-risorsa

I carnivori, gli erbivori e i parassiti, consumando le loro prede, esercitano un controllo sulla loro disponibilità. Essi infatti, nel momento in cui consumano la risorsa ne compromettono la capacità di rigenerazione.



Decompositori e detritivori, al contrario, non regolano l'apporto di detrito, che dipende da fattori a loro esterni (senescenza, malattia, predazione, ecc.). Le 'prede' regolano la densità dei consumatori fornendo la risorsa (detrito) ma non avviene il contrario (regola del donatore, Pimm 1982).

Ruolo dei detritivori e decompositori



Gli elementi nutritivi inorganici vengono incorporati in forma organica principalmente dai produttori primari (*immobilizzazione*). Questi poi sono incorporati nella biomassa dei consumatori di vario livello. La decomposizione, che consiste nella disintegrazione della sostanza organica morta, ad opera degli organismi decompositori e detritivori, rilascia nuovamente le sostanze nutritive in forma inorganica (*mineralizzazione*).

Il processo di decomposizione

Enzimi presenti nella sostanza possono iniziare a lisare i tessuti.

Sostanze minerali e organiche solubili possono lisciviare a causa del dilavamento, o passare nel mezzo in ambienti acquatici.

Il processo inizia con la colonizzazione della risorsa morta da parte di batteri e funghi. Questi, in forma attiva o di spore, sono presenti nell'ambiente e spesso sulla risorsa viva.

La degradazione può essere aerobia o anaerobia. In questo caso si ha un processo fermentativo che produce alcoli o acidi organici.

Gli spazzini (scavengers) possono appropriarsi della risorsa morta prima o dopo l'inizio del processo, favorendo il processo di degradazione.

Parassiti necrotrofi (es. *Lucilia cuprina*)

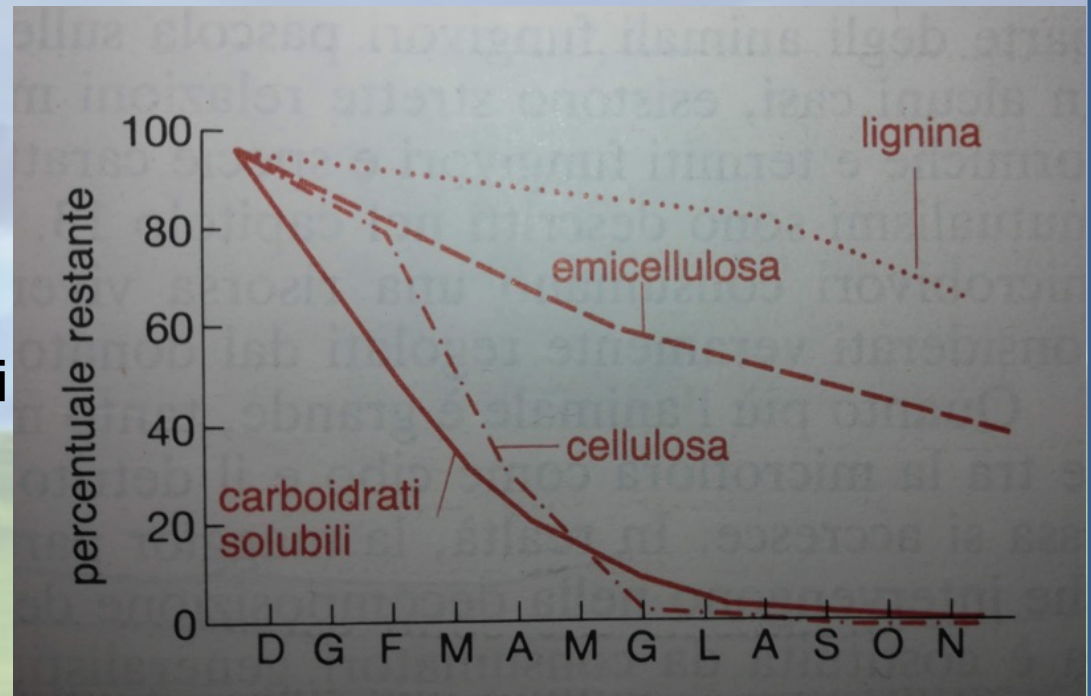


Il processo di decomposizione

La velocità di degradazione varia a seconda dei fattori ambientali. In generale, aumenta con la **temperatura**. Il **pH** basso favorisce l'azione fungina rispetto a quella batterica. La presenza di **umidità** può accelerare il processo attraverso la lisciviazione. L'intervento di organismi **spazzini e detritivori** ha un effetto accelerante sullo smaltimento della sostanza organica morta.

Ad ogni modo, le diverse sostanze organiche hanno **tempi di degradazione differenti**.

I carboidrati e le altre molecole solubili vengono attaccate e degradate facilmente da molti organismi. Lignine, cellulose e altri tessuti (es. osseo) sono molto più refrattari e attaccati da organismi specializzati. Per cui la **diversità dei decompositori diminuisce nel tempo**.



Detritivori

Possiamo dividere i detritivori in 4 categorie in base alle dimensioni:

Microfauna (<100 micron): protozoi, nematodi, rotiferi

Principalmente microbivori, necessitano di umidità

Mesofauna (>0.1 < 2 mm): acari, collemboli, enchitreidi.

Detritivori, microbivori generalisti

Macrofauna e megafauna (> 2 e > 20 mm): isopodi, diplopodi, lombrichi, chiocciole e lumache, larve di insetti.

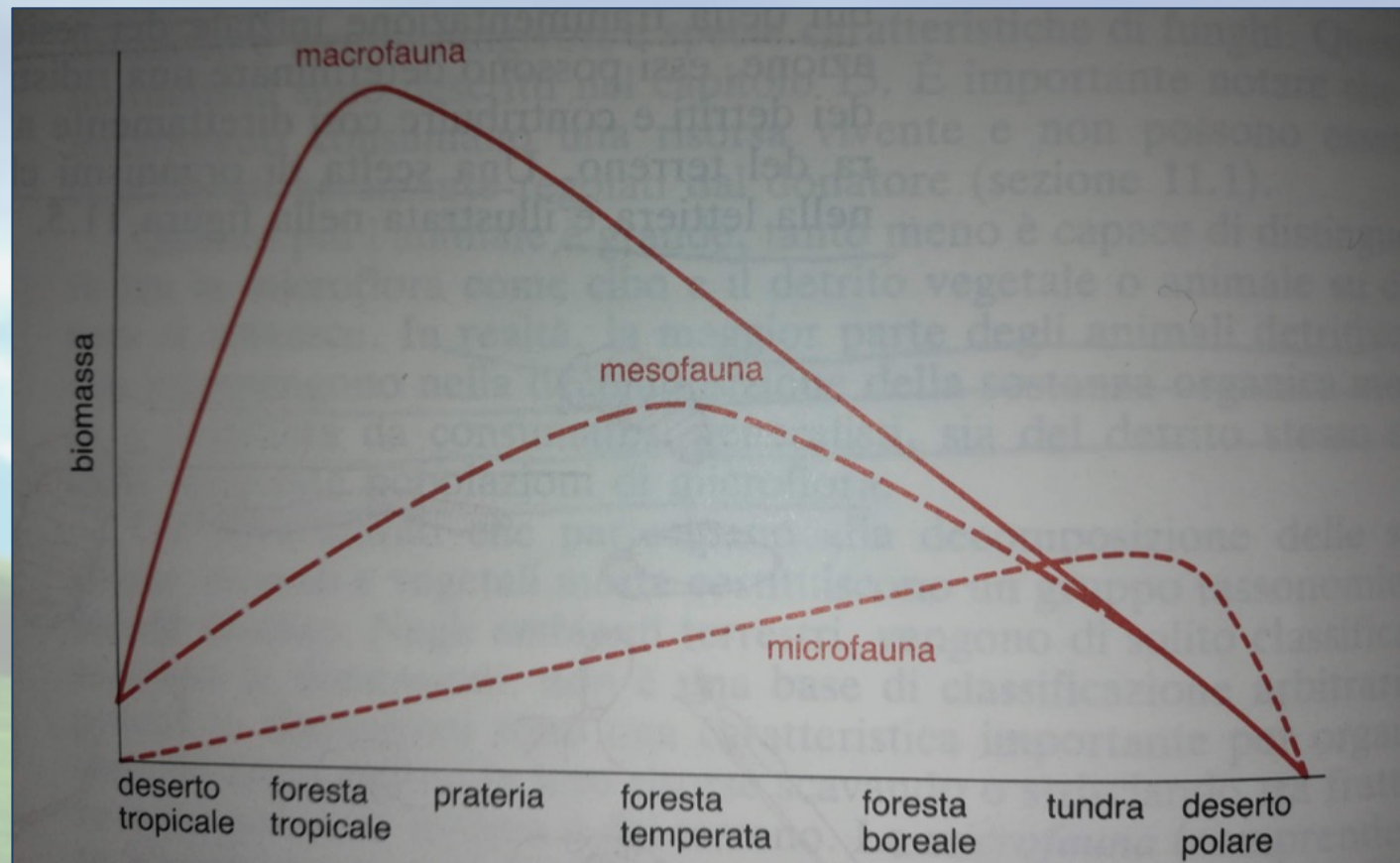
Detritivori, microbivori generalisti



Classificazione valida anche per ambienti acquatici, anche se può esserci una classificazione in base al ruolo (frammentatori, collettori, filtratori, raschiatori)

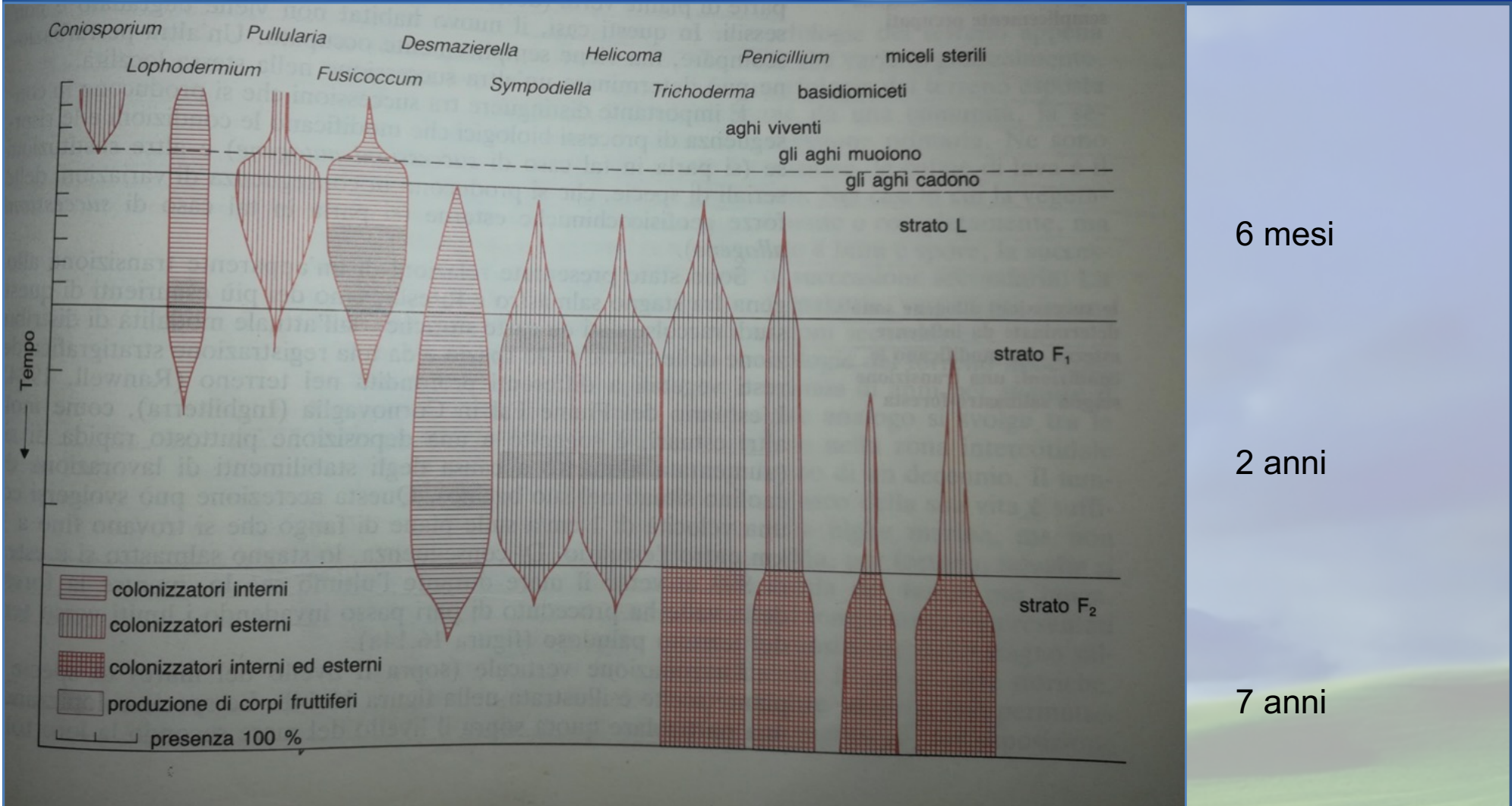
Detritivori

Gli organismi più grandi spesso si nutrono del detrito e della microflora associata. Questi organismi spesso permettono una degradazione più veloce della sostanza organica attraverso il tritramento e il rimescolamento.



L'importanza dei vari gruppi cambia con le caratteristiche dell'ambiente, soprattutto in ragione del clima/latitudine

Successione degradativa



Nel processo di decomposizione spesso si susseguono specie differenti a seconda dello stadio. Mentre la degradazione prosegue, nuove risorse si rendono disponibili e risorse precedenti terminano, causando un alternarsi delle specie che sono in grado di sfruttarle, o di vivere nelle condizioni che si instaurano col procedere della decomposizione (es. variazioni nel pH). **Questa sequenza è nota come successione degradativa.**

I sistemi marini profondi

- **Carcasse di animali morti**
 - 1. Cetacei
 - 2. Pesci
 - 3. Grandi invertebrati (e.g., cefalopodi)
- **Detrito da organismi vegetali**
 - 1. Macroalghe
 - 2. Fanerogame marine
 - 3. Piante terrestri

Correnti

1. POM

POM dalla zona fotica

1. Neve marina

2. Pellet fecali

3. Mute zooplancton

