

Università degli Studi di Trieste  
– A.A. 2019-2020

Corso di Studio in Scienze e  
Tecnologie Biologiche  
III anno – II Semestre

~~Aula A - Edificio A~~

M-TEAMS

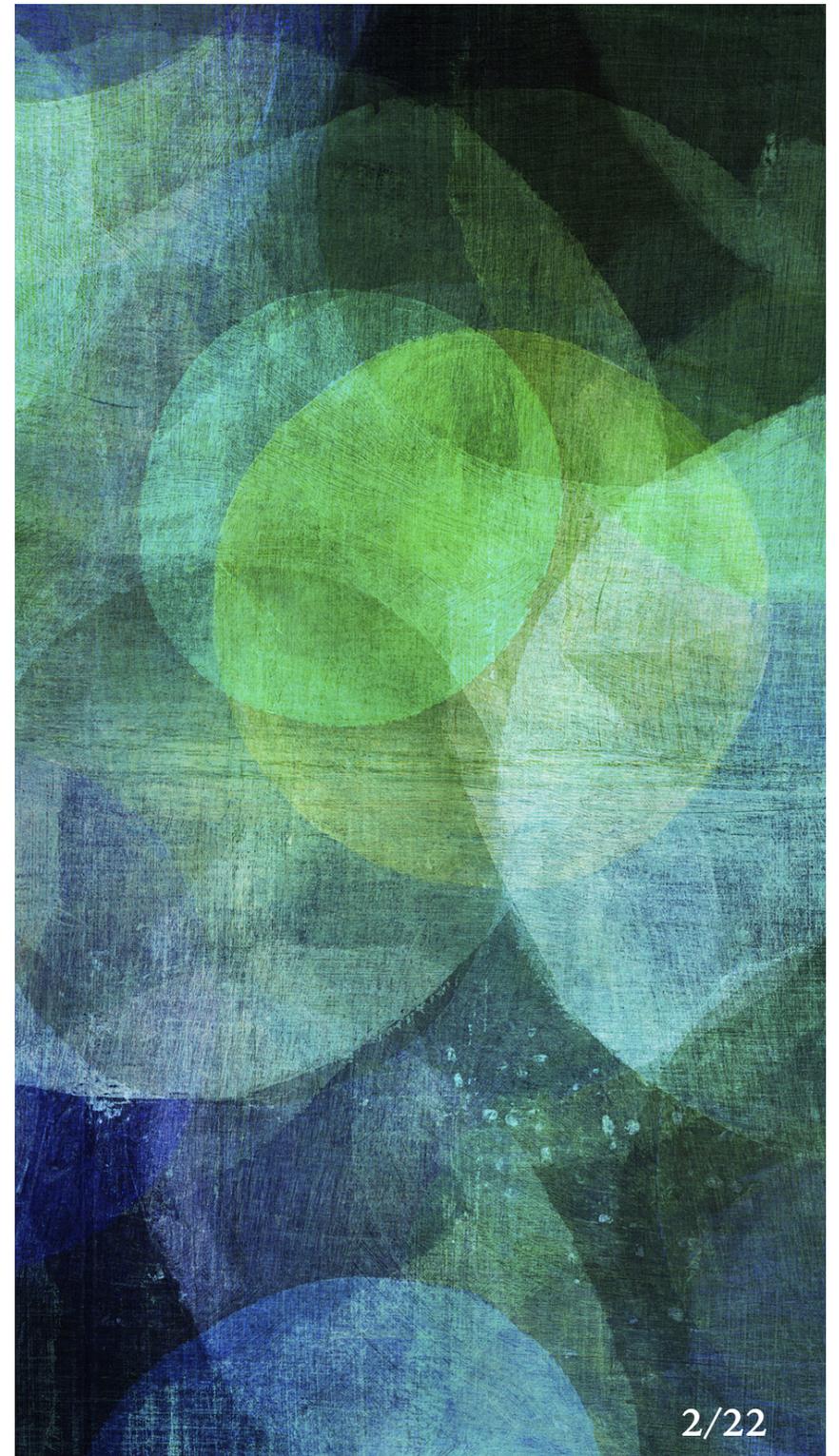


**ECOLOGIA**  
**Prof. Monia Renzi (BIO/07)**  
mrenzi@units.it

(\*) Il materiale didattico fornito dal docente può contenere parti o immagini soggette a copyright, la diffusione e/o riproduzione non è autorizzata.

# *Ecosistema*

- .. .. .
- ❖ Definizione di sistema
- ❖ L'ecosistema
- ❖ Scale gerarchiche
- ❖ Omeostasi e Omeoresi
- ❖ Proprietà emergenti
- ❖ Ipotesi Gaia
- ❖ Reti trofiche
- ❖ Tipi di ecosistemi
- ❖ Funzioni
- ❖ Dimensione
- ❖ Organizzazione
- ❖ Scale spaziali e scale temporali
- ❖ Stabilità
- ❖ Ridondanza



# ECOSISTEMA



L'ecosistema costituisce l'unità funzionale di studio dell'Ecologia.

Caratteristiche principali sono:

- struttura
- funzioni
- organizzazione
- dimensione spaziale
- evoluzione



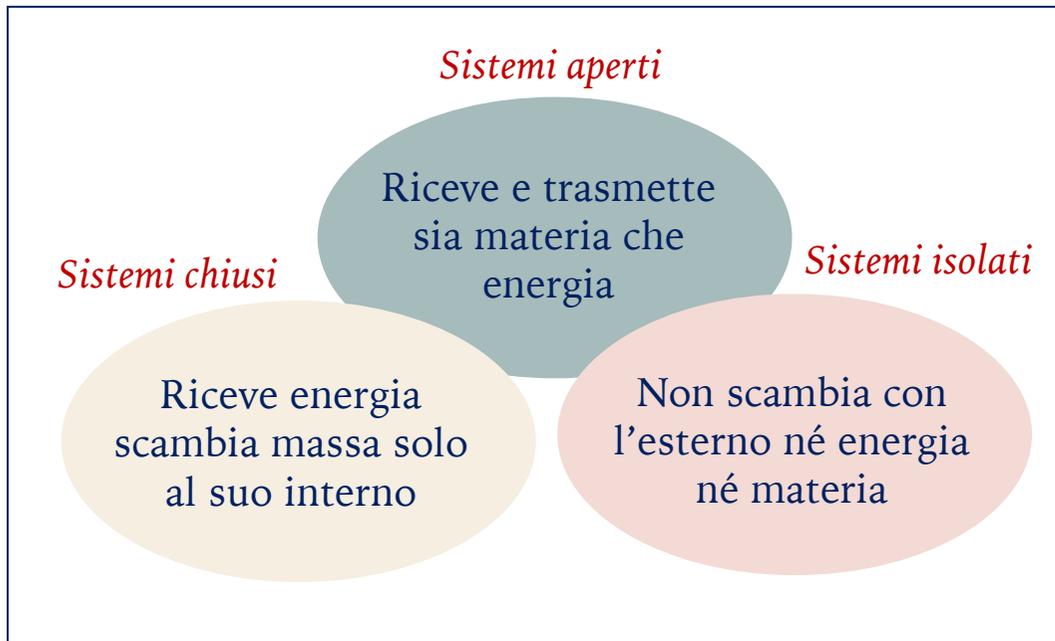
Immagine di A. Tozzi ®

# CONCETTI BASE: SISTEMA

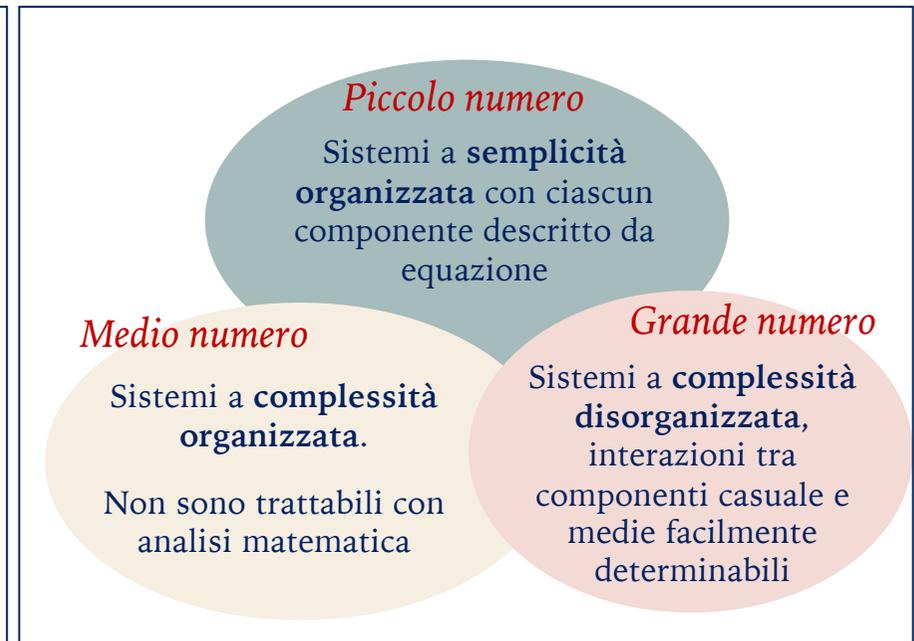
## DEFINIZIONE DI SISTEMA

- ✓ Insieme di due o più componenti che interagiscono tra loro, circondate da un ambiente con cui può interagire o meno (Hall & Fagan, 1956).
- ✓ Unità complessa nello spazio e nel tempo, costituita in modo tale che le sub-unità che lo compongono preservino la loro configurazione interna e tendano a restaurarla dopo perturbazioni non distruttive (Weiss, 1971).

## Classificazione su base termodinamica



## Classificazione in base al numero

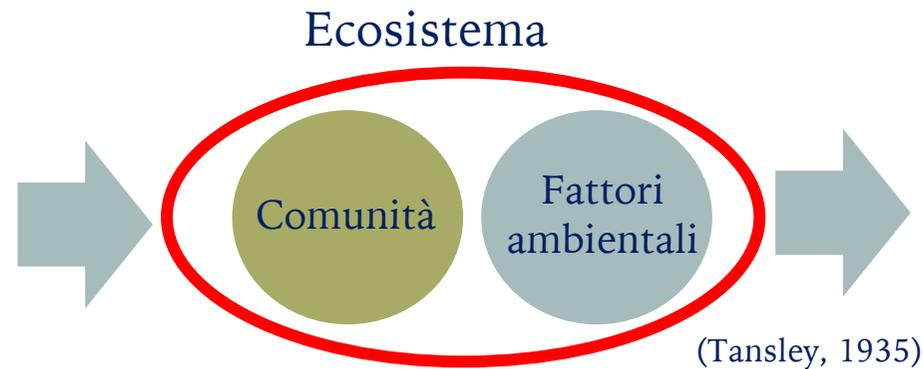


Unione delle componenti abiotiche con quelle biotiche.

Gli ecosistemi sono **sistemi aperti** che scambiano materia ed energia con l'esterno.

Le componenti principali sono tre:

- comunità e reti trofiche
- cicli della materia
- flusso di energia



*I sistemi ecologici sono APERTI*

La BIOSFERA è un sistema **CHIUSO** (\*)

*(\*) sebbene una minima parte di materia sia persa nello spazio interplanetario*

Il sistema solare è un **sistema ISOLATO** può essere, infine, costituito dal sistema solare, in quanto include oltre alla materia anche la sorgente di energia.

L'**ecosistema** è la più piccola unità che può sostenere in isolamento la vita sulla biosfera, in isolamento da tutto tranne che dalla atmosfera circostante (Morowitz, 1968).

# ECOSISTEMA DEFINIZIONE

Ecosistemi complessi presentano reti di interconnessioni e flussi energetici notevolmente sviluppate



Progetto BIOSFERA 2 (Deserto di Sonora) è durato solo 15 giorni

# GERARCHIA: DISPOSIZIONE ENTRO UNA SERIE ORDINATA DI COMPARTI



## ESEMPI DI SCALE GERARCHICHE



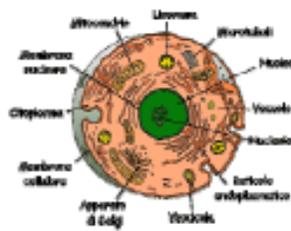
Provincia



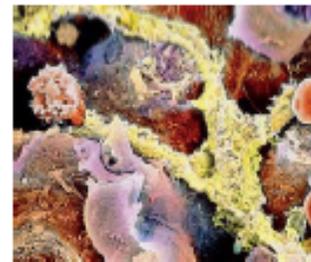
Regione



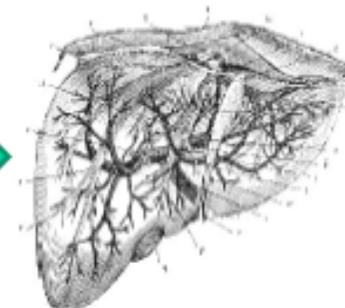
Nazione



cellula



tessuto



organo

# Gerarchie ecologiche

## INTRODUZIONE ALL'ECOLOGIA

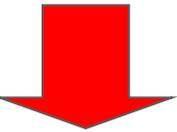
### Ecosistema

Un sistema consiste “*di componenti interdipendenti che regolarmente interagiscono e che formano un tutt'uno*”

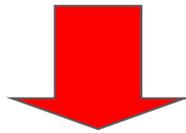
(Webster's Collegiate Dictionary)



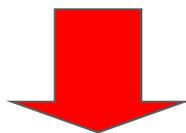
### Paesaggio



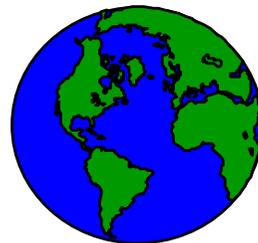
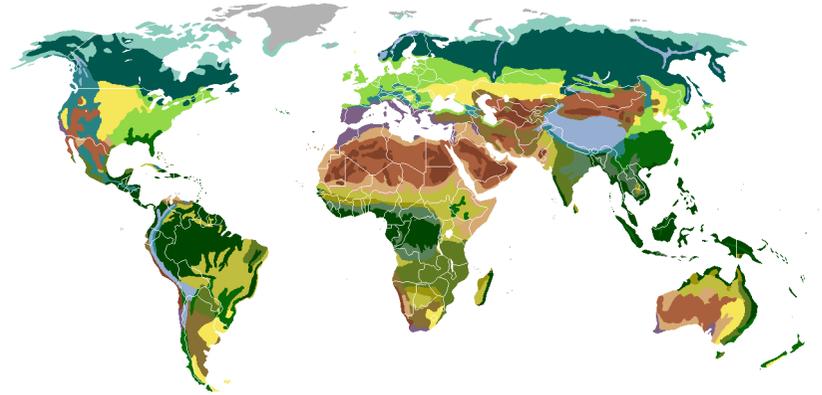
### Biomi



### Regione biogeografica



### Biosfera o ecosfera



*Per comprendere alcuni aspetti della complessità dei sistemi naturali, lo studio dell'Ecologia fa riferimento ai concetti della organizzazione gerarchica.*

# Stato stabile pulsante

## INTRODUZIONE ALL'ECOLOGIA

Ciascun livello gerarchico  
influenza ciò che accade  
nel livello vicino



### Stato stabile pulsante

I grandi ecosistemi sono  
meno variabili nel tempo  
delle loro componenti

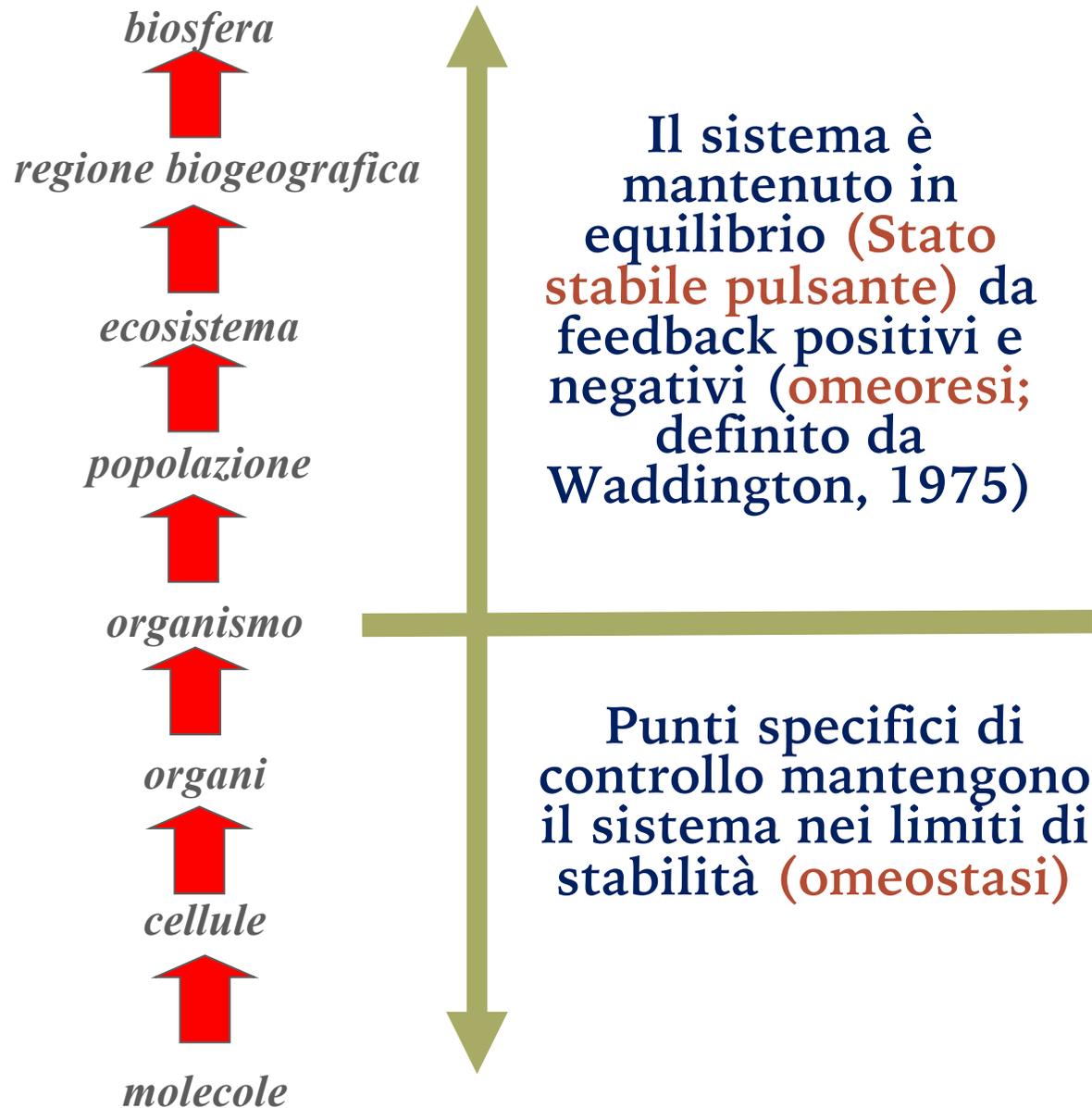
Le interazioni ai livelli  
gerarchici superiori  
sono più stabili e lente  
(a lungo termine)

Interazione  
ospite/parassita  
**Disequilibrio ciclico**  
**spesso caotico**

*Sebbene le conoscenze  
dei livelli di base  
siano necessarie non  
sono sufficienti per  
comprendere il  
funzionamento del  
livello superiore*

# OMEOSTASI E OMEORESIS

## INTRODUZIONE ALL'ECOLOGIA



Es. Livello di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Non esistono controlli puntiformi (tipo termostati o chemiostati)

Es. Regolazione della temperatura corporea da parte del sistema nervoso centrale

# Proprietà emergenti

Sebbene le conoscenze dei livelli di base siano necessarie non sono sufficienti per comprendere il funzionamento del livello superiore.

La somma delle singole parti non è sufficiente a descrivere il sistema nella sua complessità.



Una delle principali conseguenze dell'organizzazione gerarchica degli ecosistemi è che tutte le componenti si combinano tra loro per produrre un insieme funzionale più grande.

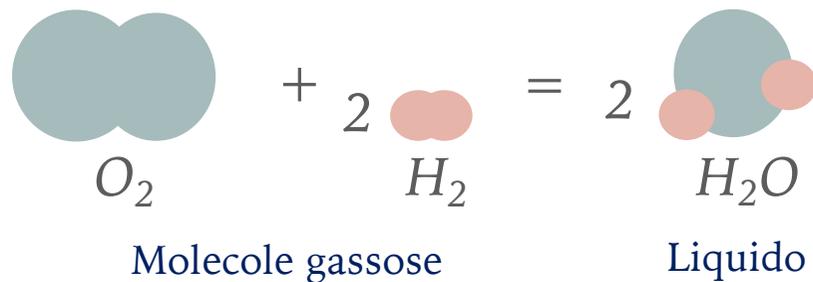
Questo esprime, spesso, nuove proprietà che non sono evidenti al livello inferiore.

Si definisce **proprietà emergente** di un livello ecologico, una proprietà che si forma come risultato dall'interazione funzionale fra le sue componenti



*L'intero è più della somma delle sue singole parti  
Una foresta è più che la somma degli alberi*

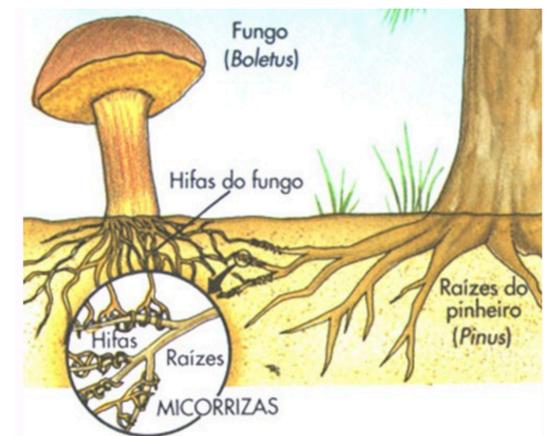
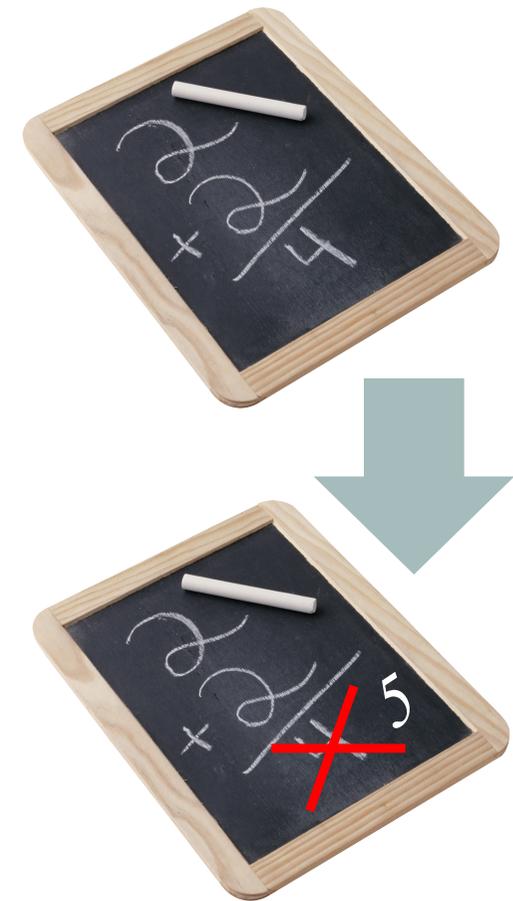
# Proprietà emergenti - Esempi



I polipi dei Celenterati evolvono insieme ad alcune alghe per formare il corallo, si origina la barriera corallina, difficilmente immaginabile come somma tra polipo e alga unicellulare



Produzione di materia, riciclo, e funzionamento degli ecosistemi **sono caratteristiche emergenti**. Anche la capacità auto-regolativa, auto-organizzativa e risposta alle perturbazioni.



<https://slideplayer.it/slide/4848455/>

# IPOTESI GAIA



Lovelock (1979) ha formulato la **“Gaia Ipotesi”** secondo cui la biosfera è un super-organismo, in grado di regolare le caratteristiche dell’ambiente fisico in cui vive.

*Secondo Lovelock, **gli organismi non solo si adattano all’ambiente fisico** ma la loro azione combinata negli ecosistemi fa sì che **l’ambiente geochimico si adatti alle loro necessità.***

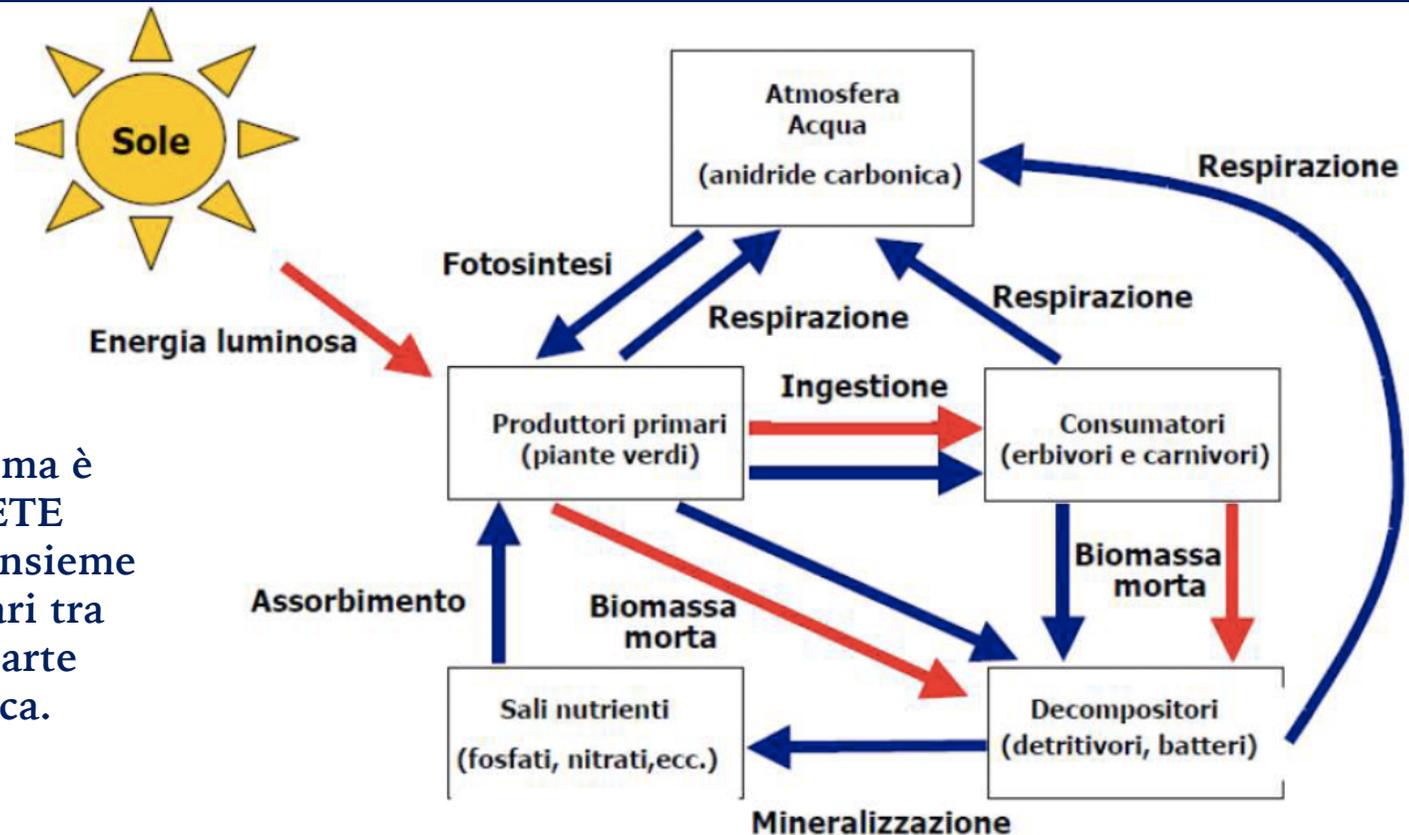
(\*) azoto-fissazione e denitrificazione per l’azoto  
fotosintesi e decomposizione per l’ossigeno.

- I pianeti più vicini hanno una composizione chimica dell’atmosfera molto simile tra di loro, dominata da CO<sub>2</sub> e molto diversa da quella della Terra.
- Le concentrazioni dei due gas più abbondanti in atmosfera (N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) **sono controllate da processi biotici(\*) che si realizzano negli ecosistemi.**

# ECOSISTEMA E RETI TROFICHE

Energia e materia nell'ecosistema si trasferiscono tramite le reti alimentari o la catena del detrito

All'interno di un ecosistema è più corretto parlare di RETE TROFICA, intendendo l'insieme delle interazioni alimentari tra gli organismi che fanno parte della componente biologica.



Numero di specie (S) (es. 3)  
Numero di connessioni (L) (es. 3)



**Connettanza:** rapporto tra connessioni reali e connessioni possibili (C)

$$C = L/S(S-1) \text{ (es. } 0,5)$$

**Linkage density:** numero medio di connessioni per specie (D)

$$D = L/S \text{ (es. } 1)$$

- **Livello trofico:** posizione di un organismo all'interno della rete trofica.
- **Connessione trofica:** relazione alimentare tra organismi.

# CLASSIFICAZIONE TROFICA DEGLI ORGANISMI

Gli organismi sono classificati in **base alla loro funzione** senza tenere conto della specie a cui appartengono

- Fotosintetizzanti, produttori, primo livello trofico



- Erbivori, consumatori primari, secondo livello trofico



- Carnivori, consumatori secondari, terzo livello trofico



*Il luccio (Esox lucius, L.) a che livello trofico appartiene?*

*Planctivoro da giovane, carnivoro secondario e terziario da adulto*

<http://www.anonimacucchiaino.it/2014/12/30/il-grande-luccio-in-fiume-aspi-e-lucci-seconda-parte/>

## BIOMASSA

In ecologia la massa di materia organicata dalla specie è un parametro importante.

La maggior parte è rappresentata dai produttori primari e da piante e alghe nei sistemi acquatici

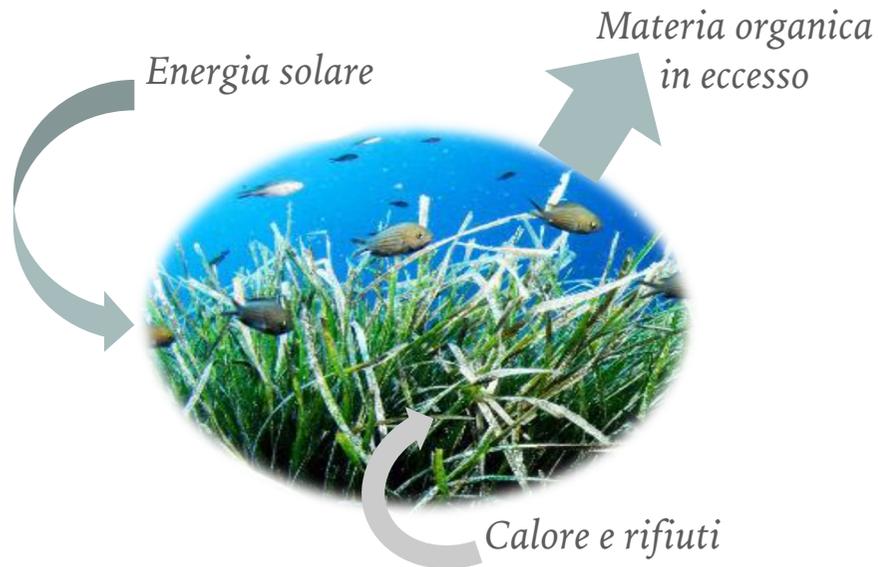
La massa dei batteri chemiosintetici è generalmente irrilevante

BIOMASSA è la quantità di massa per unità di superficie (o di volume)

Si misura come sostanza organica secca per unità di superficie

# Tipi di Ecosistemi

## Ecosistema Autotrofo



Attività autotrofe ed eterotrofe sono in equilibrio

## Ecosistema eterotrofo



Varie specie (ostriche, vermi, crostacei, mitili)

Consumano più energia di quanta ne producano

# FUNZIONI DELL'ECOSISTEMA

## Funzioni in termini di flusso energetico

### Organicazione

Produzione di materia organica autotrofi con utilizzo di energia luminosa (fotosintesi) o di energia chimica (chemiosintesi).

### Trasferimento

Reti alimentari in cui gli organismi consumano e sono consumati in una serie di legami preda-predatore.

### Decomposizione

Degradazione della materia organica morta (detrito). Si realizza attraverso una interazione tra microrganismi (batteri e microfunghi), organismi decompositori (detrivori), loro predatori e caratteristiche abiotiche.

## Funzioni in termini di ciclizzazione nutrienti

### Cicli biogeochimici

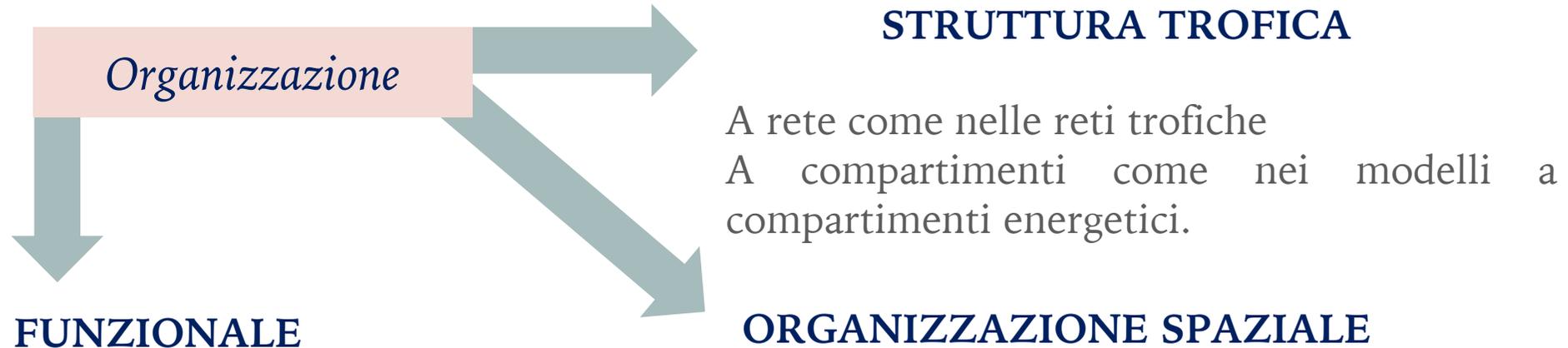
Percorsi di riciclaggio sono principalmente (Odum, 1988):

- per decomposizione microbica del detrito
- per escrezione animale
- per riciclaggio diretta da pianta a pianta attraverso microrganismi simbiotici
- per via fisica attraverso l'azione diretta dell'energia solare
- attraverso l'uso di **combustibili** (i.e. fissazione industriale dell'azoto).



Immagine di A. Tozzi ®

# Organizzazione DELL'ECOSISTEMA



Invasione sotto il controllo del disturbo e del reclutamento degli individui

Coevoluzione

La disponibilità di energia e le modalità di ripartizione della stessa e delle risorse controllano principalmente il tipo di organizzazione dell'ecosistema.

Ecosistemi bi-dimensionali (e.g. praterie, savane)

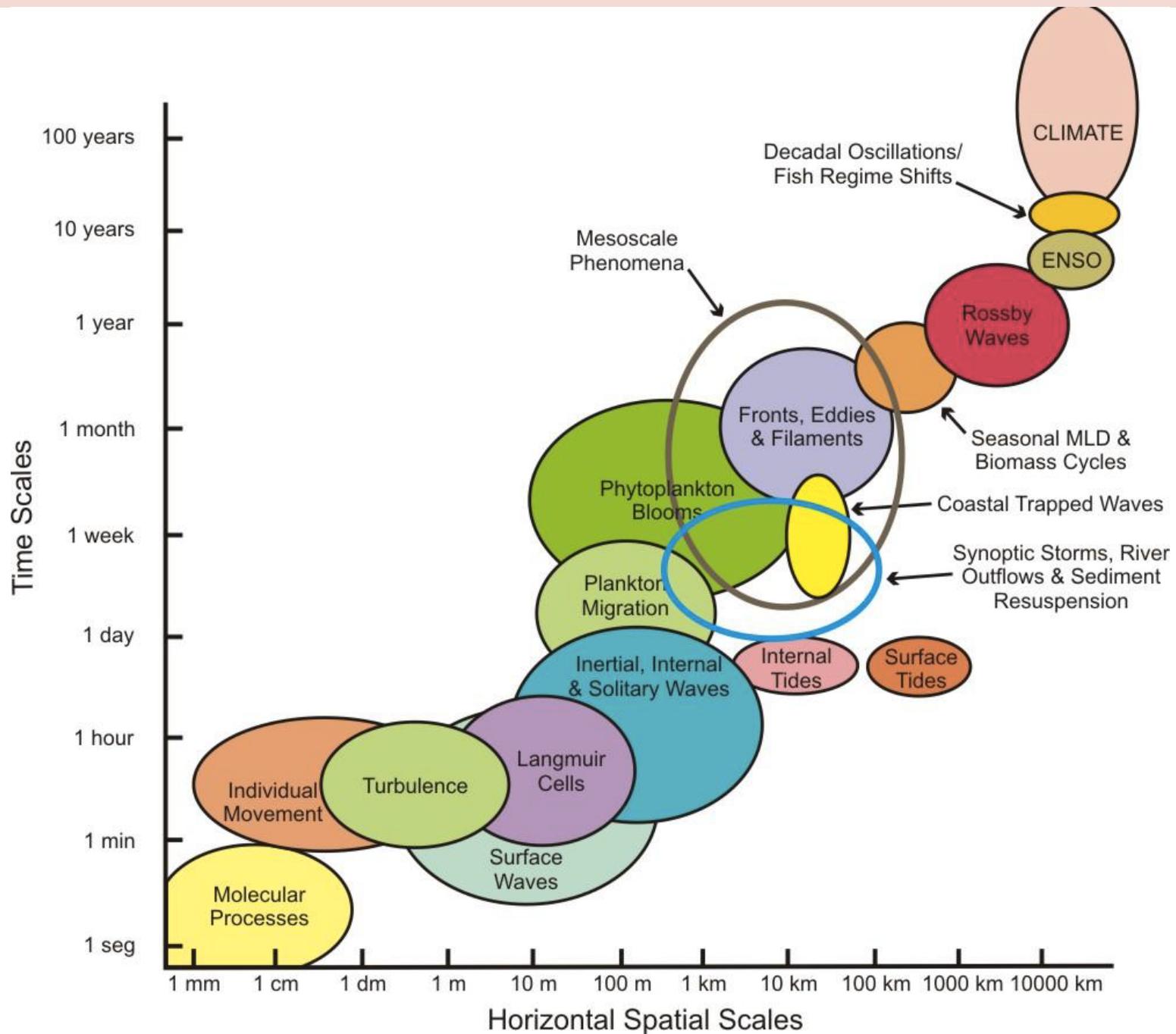
Ecosistemi tri-dimensionali (e.g. mare, laghi, foreste tropicali pluviali).

## DIMENSIONE SPAZIALE DELL'ECOSISTEMA

**Limite spaziale** di un ecosistema: limite geografico massimo oltre il quale le interazioni del sistema con il suo intorno sono trascurabili

L'uomo, con le sue attività, è uno dei principali agenti di modificazione delle dimensioni spaziali degli ecosistemi, attraverso una frammentazione crescente che rappresenta una delle più forti pressioni perturbative sull'ambiente.

# SCALE SPAZIALI E TEMPORALI DEI FENOMENI



# STABILITA' DELL'ECOSISTEMA

Stabilità = Proprietà di mantenere la condizione di equilibrio (persistenza) e di recuperarla dopo una perturbazione non distruttiva (Holling, 1973; Underwood, 1989)

- Stabilità di resistenza (Boesch, 1974); Persistenza (Margalef, 1969), Inerzia (Oriens, 1974; Underwood, 1989):

Capacità di un ecosistema evitare lo spostamento dallo stato in cui si trova. È definibile come entità minima di una perturbazione che induce un cambiamento.

- Stabilità di resilienza (Boesch, 1974); Elasticità (Oriens, 1974):

Velocità con cui l'ecosistema ritorna al suo stato di equilibrio dopo essere stato perturbato.

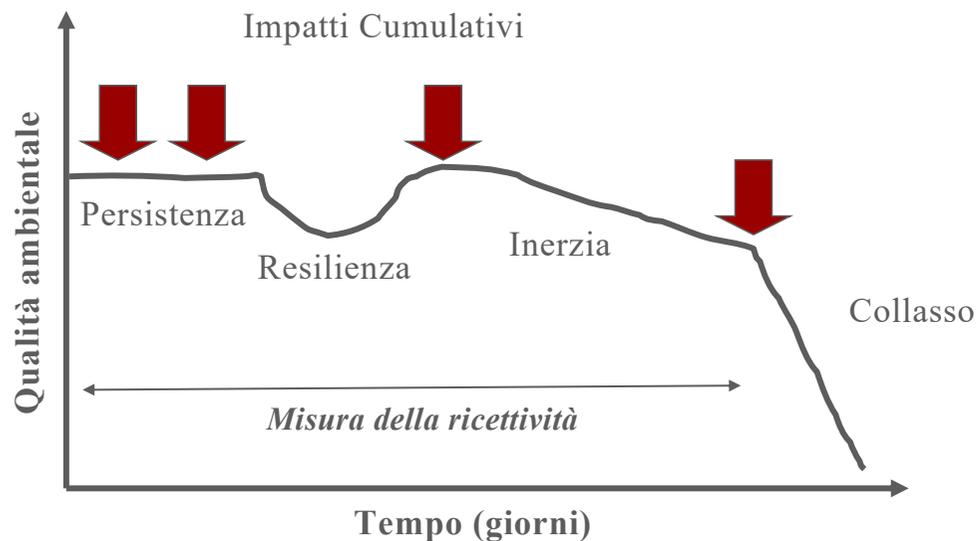
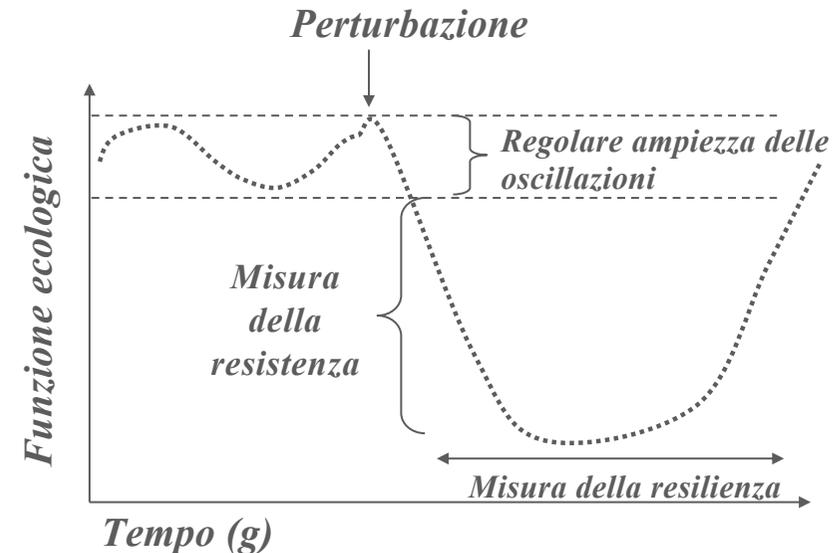
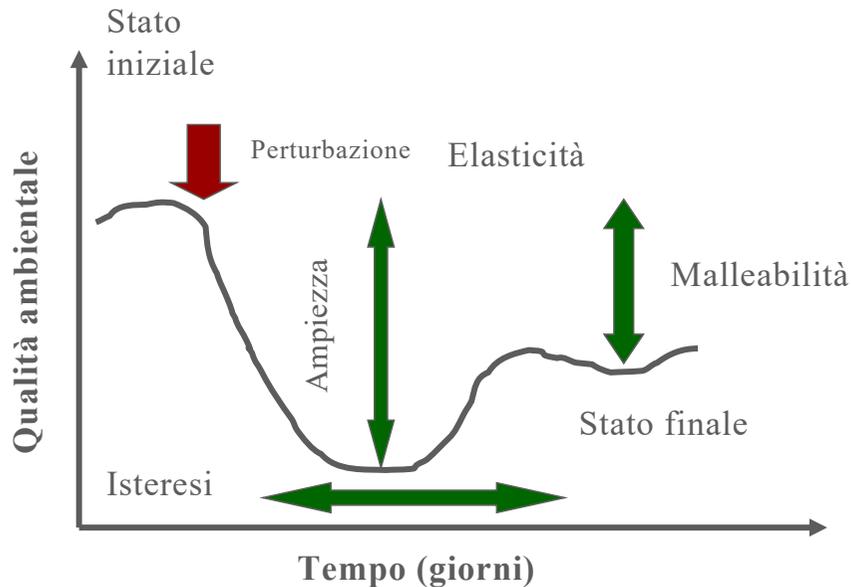
In funzione della prevalenza di una delle due componenti di stabilità (i.e. resistenza e resilienza) in un ecosistema, possiamo definire la fragilità e robustezza dello stesso ecosistema.

- *la foresta di conifere californiana è molto resistente al fuoco, ma se divampa un incendio essa recupera molto lentamente o per nulla;*
- *la vegetazione della macchia mediterranea si incendia molto facilmente, ma recupera velocemente in pochi anni.*

# Resistenza e Resilienza

Stabilità locale: tendenza a ritornare allo stato iniziale (o prossimo) dopo una piccola perturbazione.

Stabilità globale: tendenza a ritornare alle condizioni iniziali dopo una grande perturbazione.



**Capacità portante di un ecosistema o ricettività ambientale**

Livello oltre il quale non è più possibile lo sfruttamento della risorsa

**RESILIENZA: Tempo necessario all'ecosistema per tornare allo stato iniziale a seguito di una perturbazione**

# Ridondanza

In ogni gruppo funzionale (organismi aventi simili esigenze trofiche) le specie sono ridondanti e sostituibili.

Solo poche specie chiave sono fondamentali per il resto del sistema

Se presenti tutti i gruppi funzionali, pur mancando alcune specie all'interno del gruppo, i processi dell'ecosistema non variano.

## IPOTESI STABILITA' - DIVERSITA'

La stabilità delle funzioni è regolata dalla biodiversità per compensazione di abbondanza di specie con diverse capacità adattative e coesistenti.

Il sistema è tanto più stabile quante più specie sono presenti in grado di svolgere funzioni diverse.

## IPOTESI DELLA RISPOSTA IDIOSINCRATICA

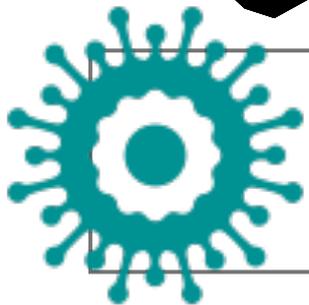
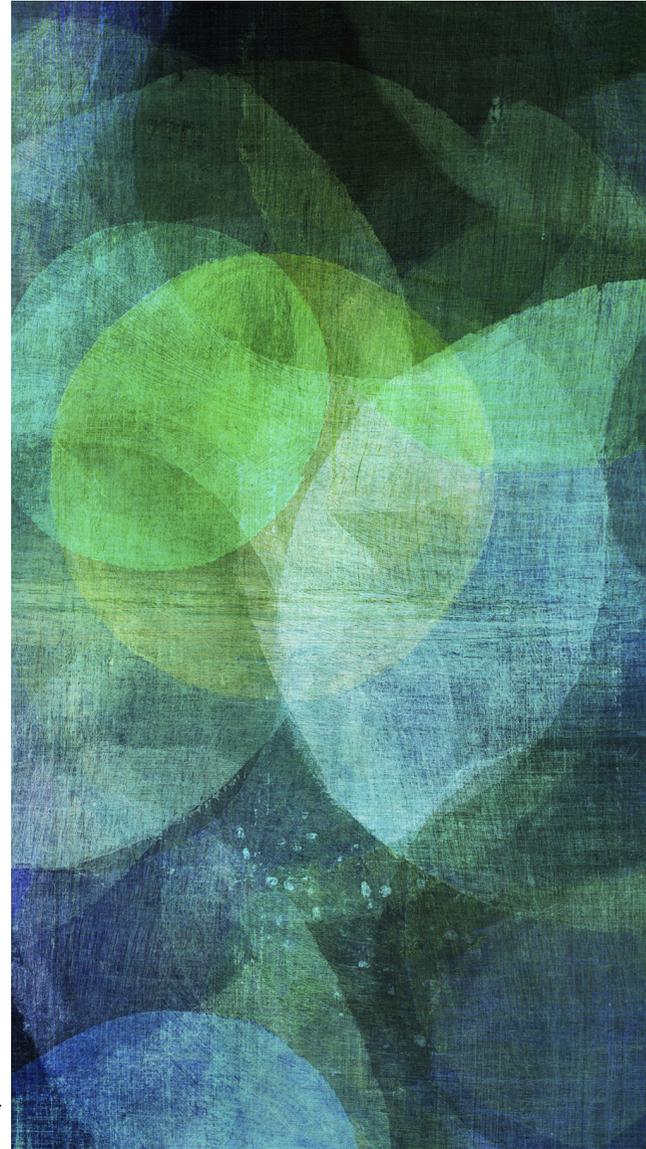
Il funzionamento è alterato dalla perdita di specie, ma la direzione/grandezza delle risposte alle perdite è imprevedibile.

## IPOTESI DEI RIVETTI

Le specie sono come i rivetti che tengono unita la struttura di un aeroplano, la loro rimozione sopra un valore soglia determina il cedimento.

Solo per valori di diversità elevata è ammessa ridondanza (ovvero è ammessa l'ipotesi che alcune specie possano essere non necessarie).

È necessario conoscere il livello di diversità necessario per mantenere stabile il funzionamento dell'ecosistema. La funzionalità degli ecosistemi dipende dalla ridondanza di specie e dalla presenza di alcune specie chiave.



**DOMANDE??**