

# Università degli Studi di Trieste

## Corso di Studio in Scienze e Tecnologie Biologiche

---

### Introduzione al corso:

- ❖ Metodologie della disciplina
- ❖ *Take home message*

### ECOLOGIA

Prof. Monia Renzi (BIO/07)

[mrenzi@units.it](mailto:mrenzi@units.it)

III anno – I Semestre

Definizioni

**Spazio** e **tempo** sono le due dimensioni che caratterizzano la vita degli organismi sulla Terra.

L'ecologia indaga le cause che determinano la distribuzione nello spazio e la variazione della consistenza numerica nel tempo delle popolazioni.

Le caratteristiche genetiche degli organismi che si studiano **sono fisse** e non in evoluzione sotto la spinta della selezione naturale.

Non sempre le variazioni della struttura genetica di una popolazione avvengono lentamente



Utilizza (spesso) una scala temporale di osservazione **non evolutiva**



Singola specie



Comunità



L'ecologia si occupa dei livelli organizzativi **biologici più complessi** e meno conosciuti, quelli cioè costituiti da **popolazioni, comunità, ecosistemi** fino ad arrivare alla intra biosfera (ecologia globale o macroecologia)

**L'unica #10YearChallenge**

2009

2019



**di cui dovrebbe importarci<sup>2</sup>**

Definizioni

Metodi

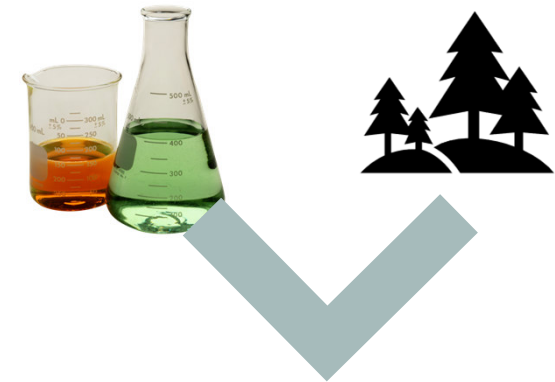
I problemi ecologici hanno le seguenti  
caratteristiche:



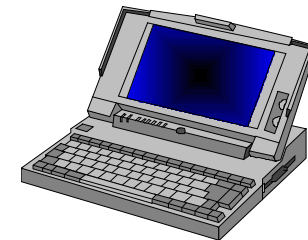
**Non è possibile condurre osservazioni  
sperimentali in laboratorio** in condizioni  
controllate sull'oggetto di studio dell'ecologia



Le **osservazioni in natura** non sono ripetibili,  
le condizioni non sono controllate e non  
possono essere variate a piacimento e la  
variabilità naturale potrebbe essere sottostimata



Alla ripetitività degli esperimenti in laboratorio **va  
sostituita l'osservazione di caratteristiche  
comuni ad ecosistemi tra di loro simili**



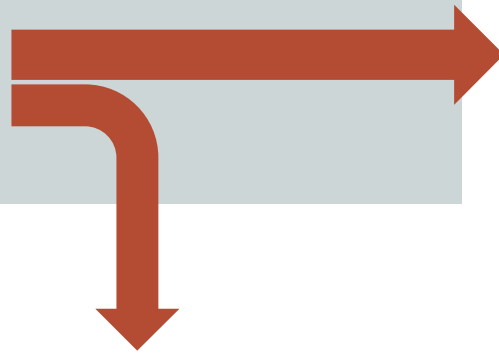
**Ricerche di laboratorio +  
Campo +  
Teoriche =**

**Ecologia**

Le **campagne sono costose** e sono  
poco note le relazioni tra variabili, i  
piani di campionamento sono svolti  
mediante **acquisizioni a tappeto,**  
**spesso molto ridondanti.**

Le problematiche dell'ecologia possono essere approcciate in modo:

- Strutturale o descrittivo
- Funzionale o di processo
- Evoluzionistico



*Come è fatto?  
Da che parti è  
composto?*

*Quali forze selettive hanno  
determinato il tipo di  
struttura e il funzionamento  
che osserviamo oggi?*

*Come funziona?  
Come interagiscono le unità?  
Quale è il prodotto dell'interazione?*

Per studiare sistemi complessi occorre sviluppare versioni semplificate che possano rispondere a tali quesiti.

Nel mondo scientifico tali versioni semplificate sono dette modelli.

La scienza traduce l'insieme caotico delle nostre esperienze sensoriali in un sistema di pensiero logicamente uniforme rappresentandone la semplificazione in un modello.



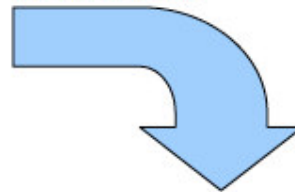
# I Modelli

I modelli sono una **descrizione semplificata** della realtà che ne permette la **comprensione** e la **previsione della sua evoluzione**.

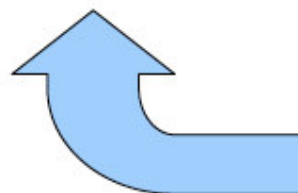
sistema reale



astrazione



modello



interpretazione

Nella forma più semplice i **modelli possono essere verbali o grafici** costituiti cioè da una semplice descrizione o da un disegno grafico

Definizioni

Metodi

## Modelli fisici



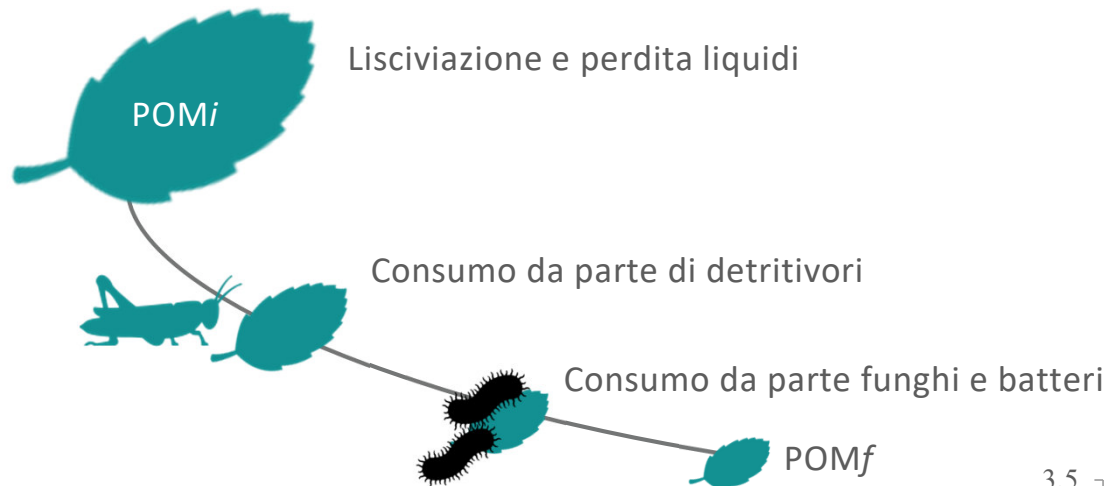
Rappresenta un fenomeno reale per spiegarne il funzionamento per studiarlo mediante relazioni matematiche.

Il modello matematico è l'astrazione di quanto dimostrato sperimentalmente con il modello fisico.

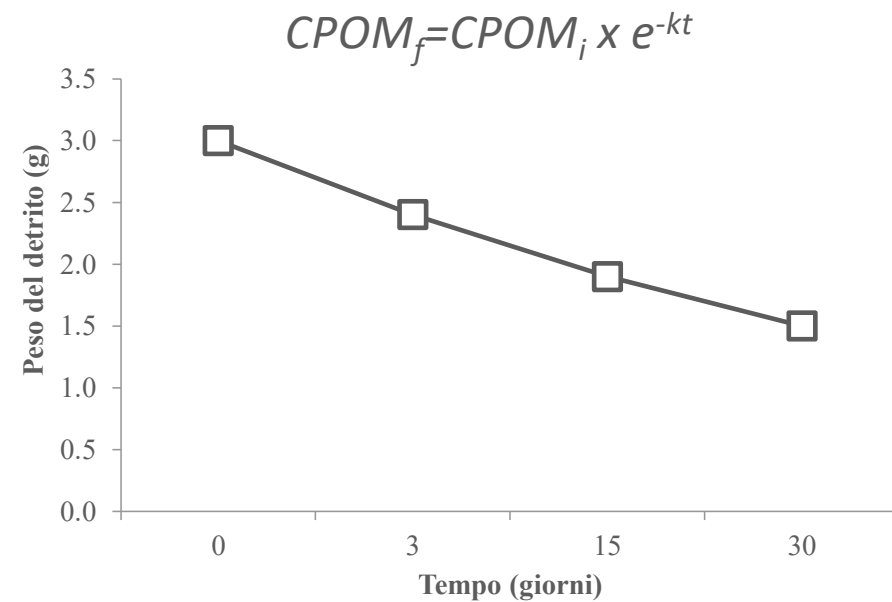


*Sono detti anche «modelli in scala ridotta» e trovano applicazione ideale per l'analisi di fenomeni localizzati, quando i fattori in gioco sono molteplici, non completamente noti, difficilmente calcolabili.*

## Modelli matematici



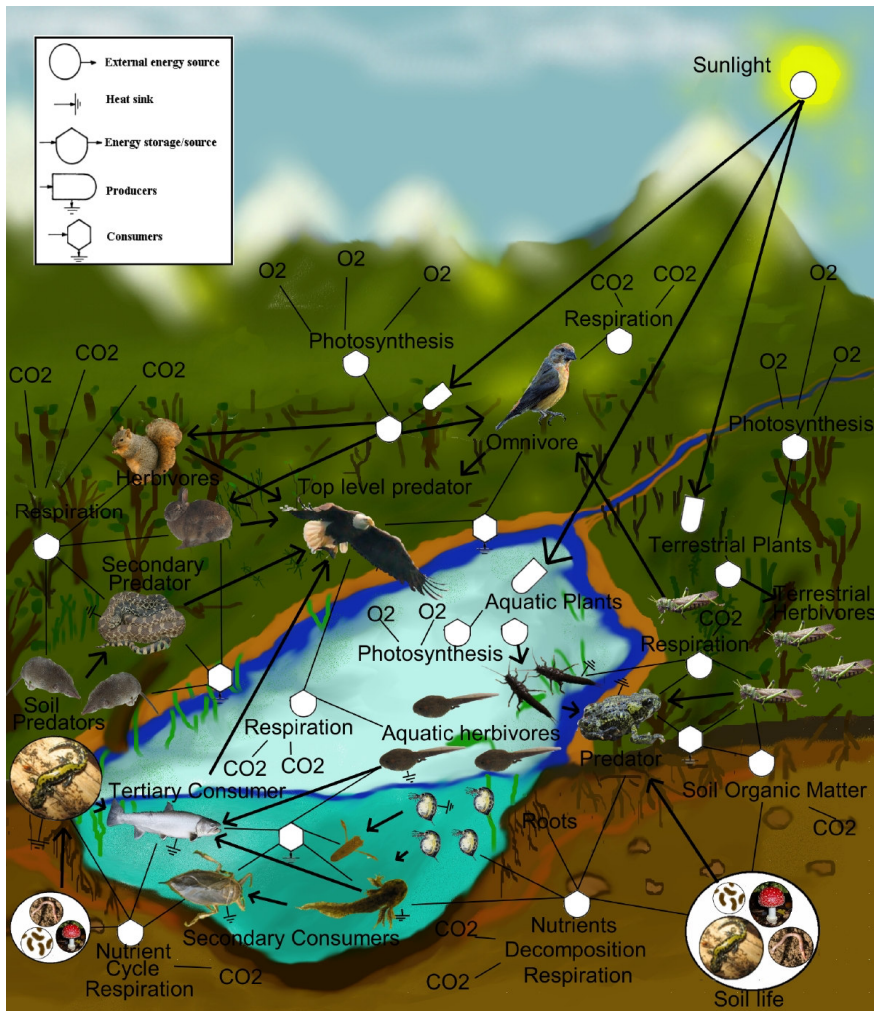
Tempo (giorni)	Peso detrito (g)
0	3,1
3	2,5
15	2,0
30	1,5



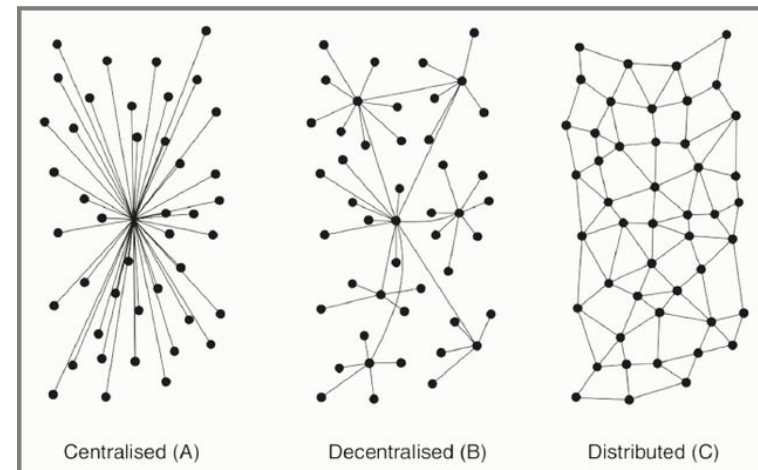
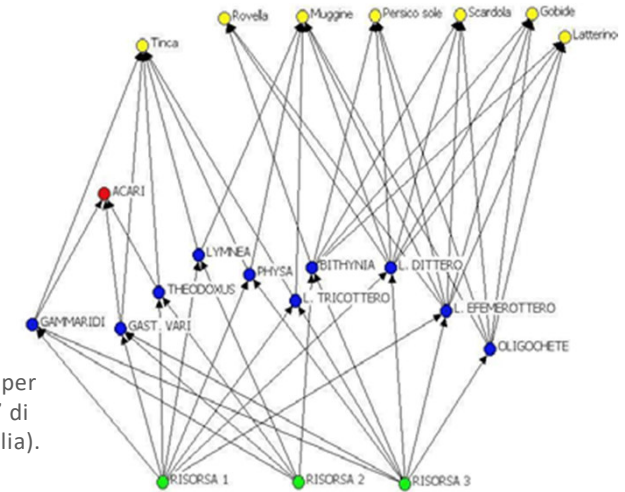
Definizioni

Metodi

# Modelli Concettuali



Carlino et al., 2006. Analisi degli Isotopi Stabili per l'identificazione della rete trofica "community" di un lago vulcanico (lago di Bracciano, Centro Italia).



Network models by Paul Baran (1964)



Definizioni

Metodi

## Modelli Concettuali

**Proprietà (P)**, variabile di stato

**Forze (E)**, funzioni di forza) costituite da sorgenti esterne o forze che guidano il sistema

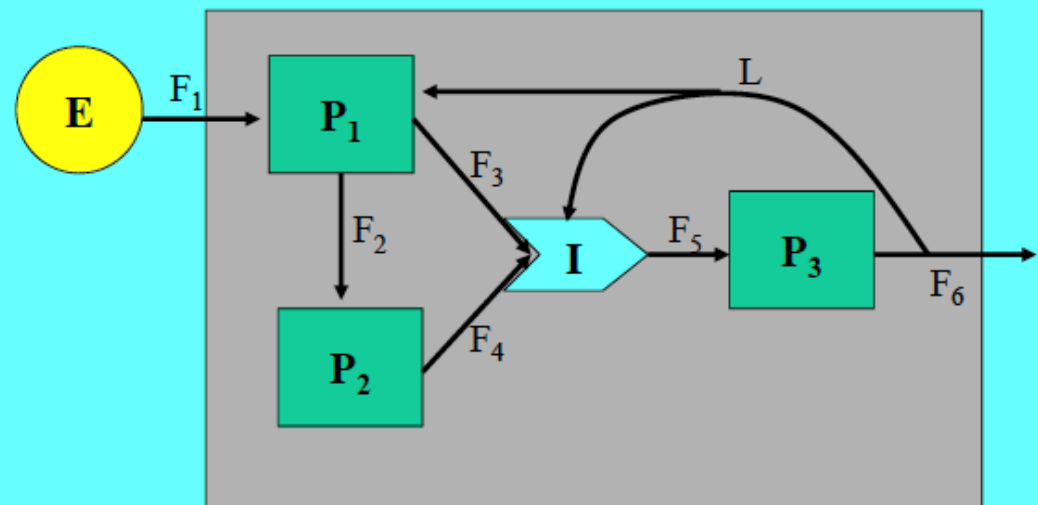
**Vie di flusso (F)** mostrano come energia e trasferimento dei materiali si colleghino con proprietà e forze

**Interazioni (I)**, funzioni di interazione), mostrano come forze e proprietà interagiscano per modificare, ampliare, controllare i flussi

**Anelli di feedback (L)**, che indicano come una uscita possa essere rimessa in circolo, per influenzare un componente o flusso a monte

Un modello in ecologia deve avere almeno cinque componenti

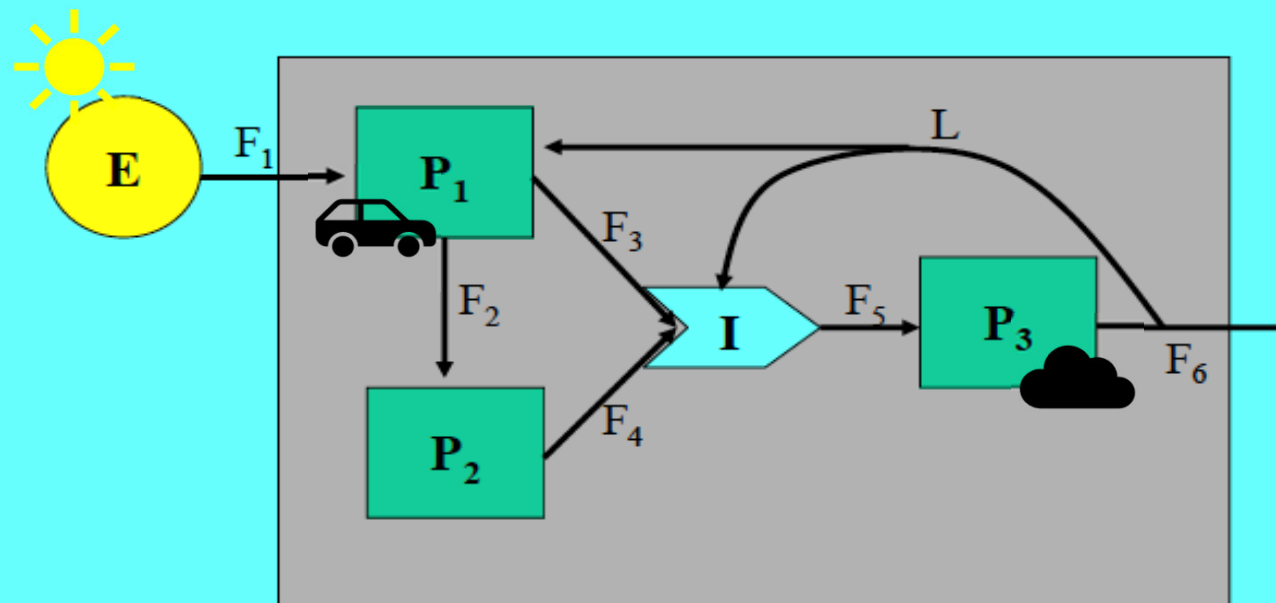
### DIAGRAMMA FUNZIONALE DI UN ECOSISTEMA



P: Proprietà. E: Forze. F: Vie di flusso. I: Interazioni. L: Anelli di feedback.

## Modelli Concettuali - esempi

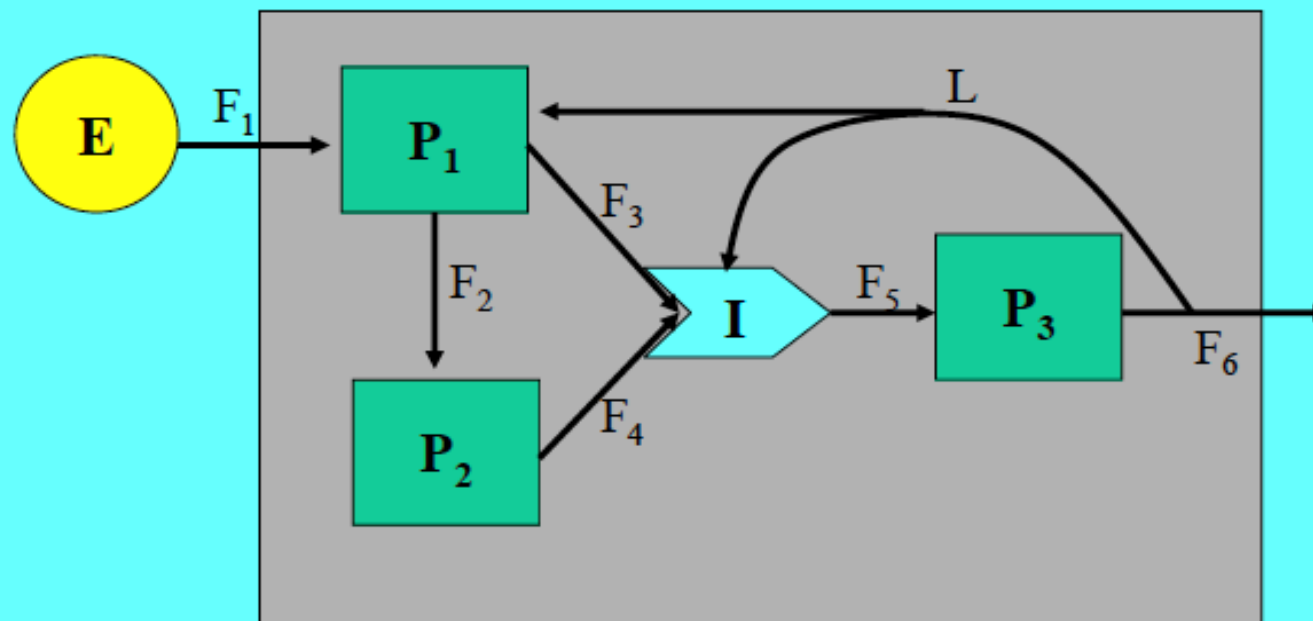
### DIAGRAMMA FUNZIONALE DI UN ECOSISTEMA Applicazioni: Produzione di smog fotochimico



**E:** energia solare. **P<sub>1</sub>:** idrocarburi prodotti dalle auto. **P<sub>2</sub>:** ossidi di azoto.  
**P<sub>3</sub>:** smog fotochimico. **I:** funzione di interazione (sinergica)

## Modelli Concettuali - esempi

### DIAGRAMMA FUNZIONALE DI UN ECOSISTEMA Applicazioni: ecosistema di prateria



**E:** energia solare. **P<sub>1</sub>:** piante. **P<sub>2</sub>:** animali erbivori. **P<sub>3</sub>:** animali onnivori (volpe).  
**I:** funzione di interazione (ad es. stagionale, soglia....)

Definizioni

Metodi

Take home  
message

## Definire lo scopo dello studio

*A che domanda rispondere?*

## Definire il sistema di studio

Ipotesi principali sul funzionamento (confini geografici e funzionali, tempo di osservazione, specie coinvolte, popolazione ecc.)

## Raccolta dati ed informazioni

## Costruzione del modello

## Calibrazione & Validazione

## Analisi delle proprietà del modello

## Uso, applicazioni per scopi gestionali

## Sviluppo di modelli: cenni

Compromessi tra realismo e affidabilità

- ❑ Semplicità vs Complessità
- ❑ Trattabilità vs Realismo
- ❑ Generalità vs Accuratezza
- ❑ Generalità vs Precisione

I modelli possono avere diversa complessità

- Non necessariamente i modelli più complessi sono migliori

Definizioni

Metodi

Take home  
message

Esempi

Il modello descrive l'equilibrio complesso tra le popolazioni di fitobenthos (macroalghe e fanerogame) in relazione alla fluttuazione dei parametri chimico-fisici delle acque e di forzanti ambientali (vento, caratteristiche del sedimento).

Il modello matematico, sviluppato sulla base del know-how specifico sui trend storici del sito è testato con verifiche in campo (calibrazione dei modelli con dati di campo).



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Modelling

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolmodel](http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel)



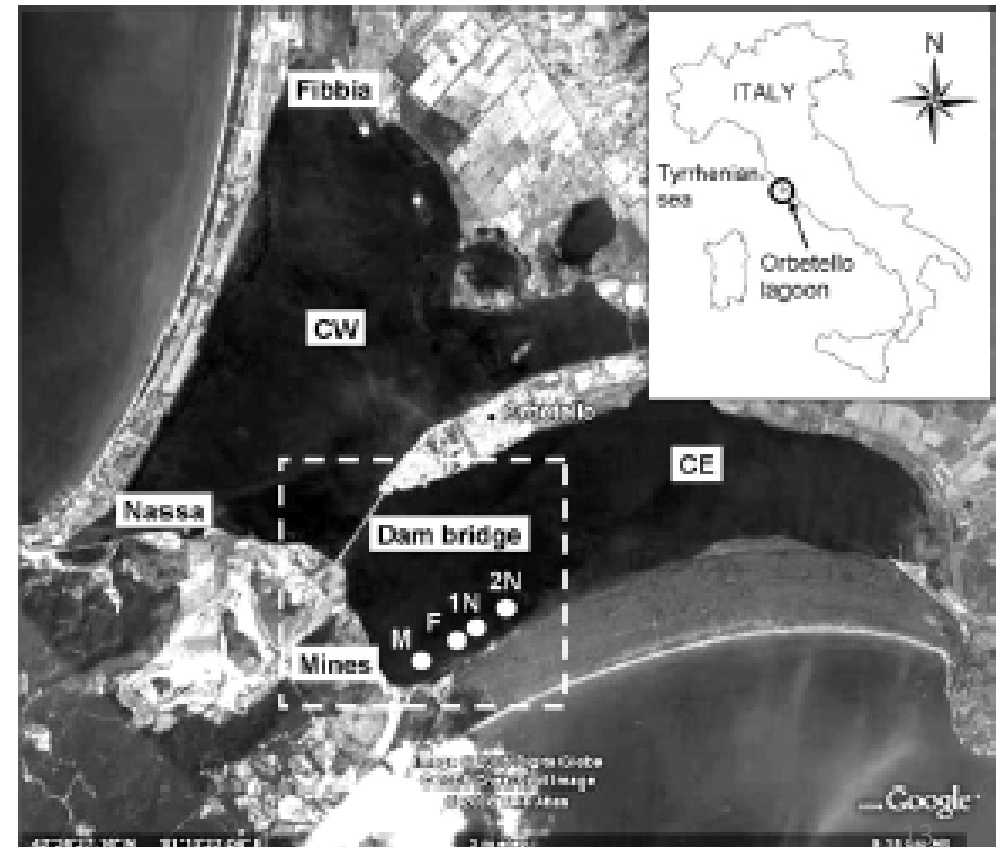
### Assessment of spatial distribution of submerged vegetation in the Orbetello lagoon by means of a mathematical model

Elisabetta Giusti<sup>a</sup>, Stefano Marsili-Libelli<sup>a,\*</sup>, Monia Renzi<sup>b,c</sup>, Silvano Focardi<sup>b,c</sup>

<sup>a</sup> Department of Systems and Computers, University of Florence, Via S. Maria 3, 50139 Florence, Italy

<sup>b</sup> Research Centre of Lagoon Ecology, Fishery and Aquaculture, University of Siena at Grosseto, via Lungolo del pescatori, 58015 Orbetello, GR, Italy

<sup>c</sup> Department of Environmental Science, University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy



Definizioni

Metodi

Take home  
message

Esempi

Rispondenza del modello ai descrittori delle acque. I punti rappresentano i dati ARPAT (2006), le linee i risultati del modello, in grigio l'intervallo di confidenza della simulazione.

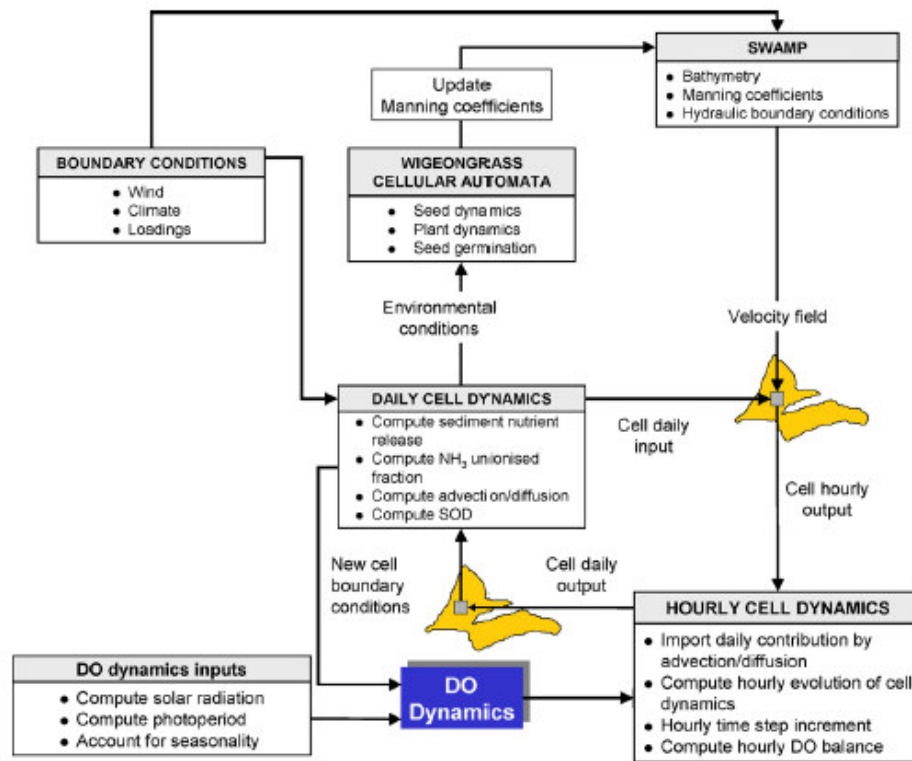
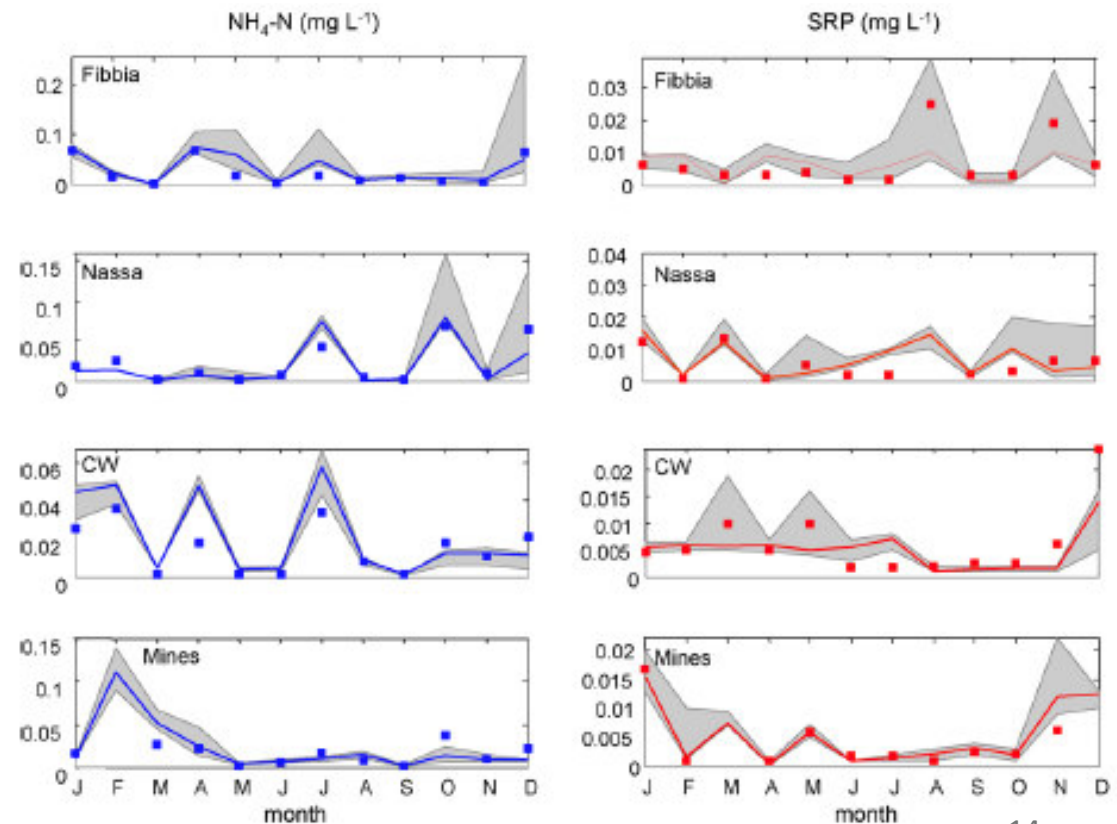


Diagramma funzionale del modello LaguSoft 3.0

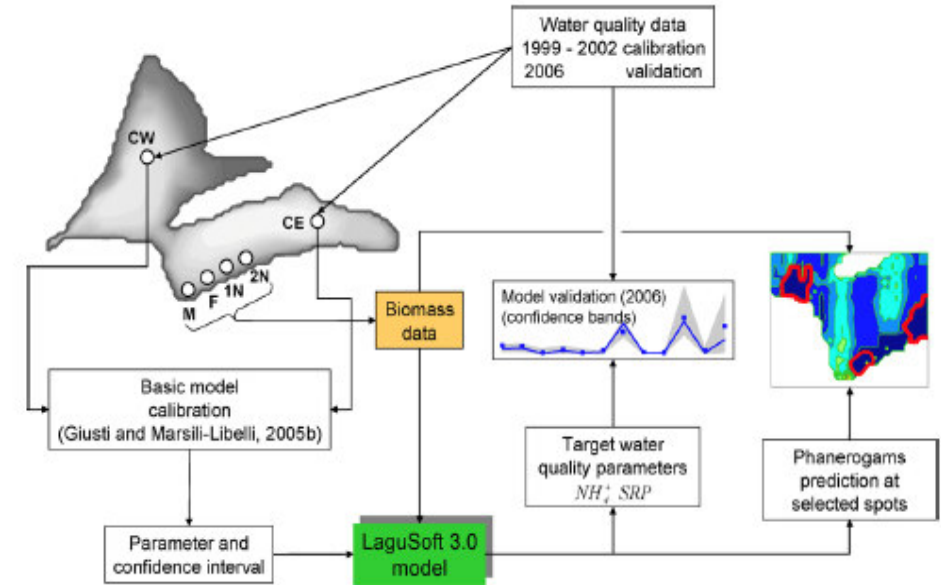
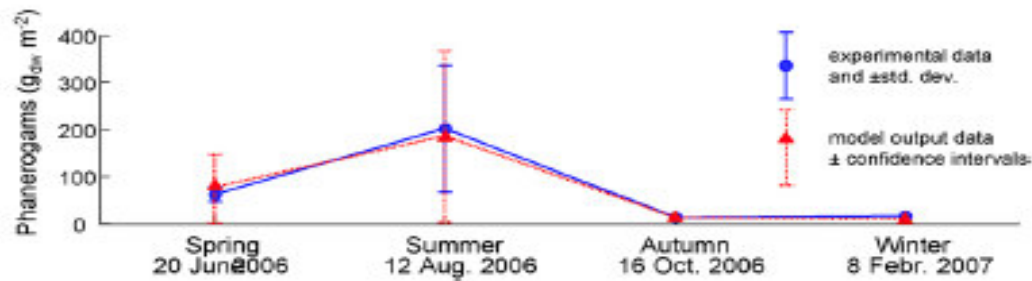
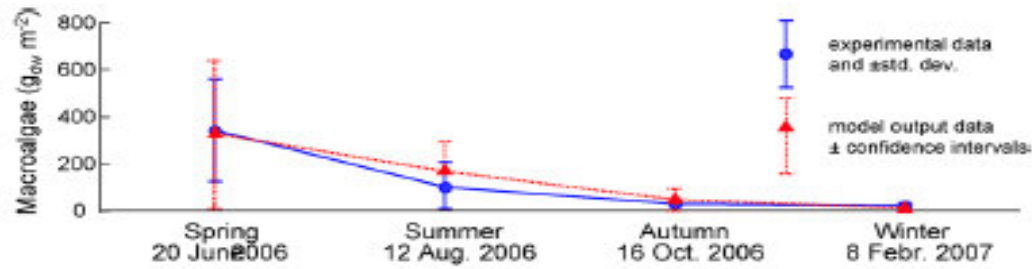


Definizioni

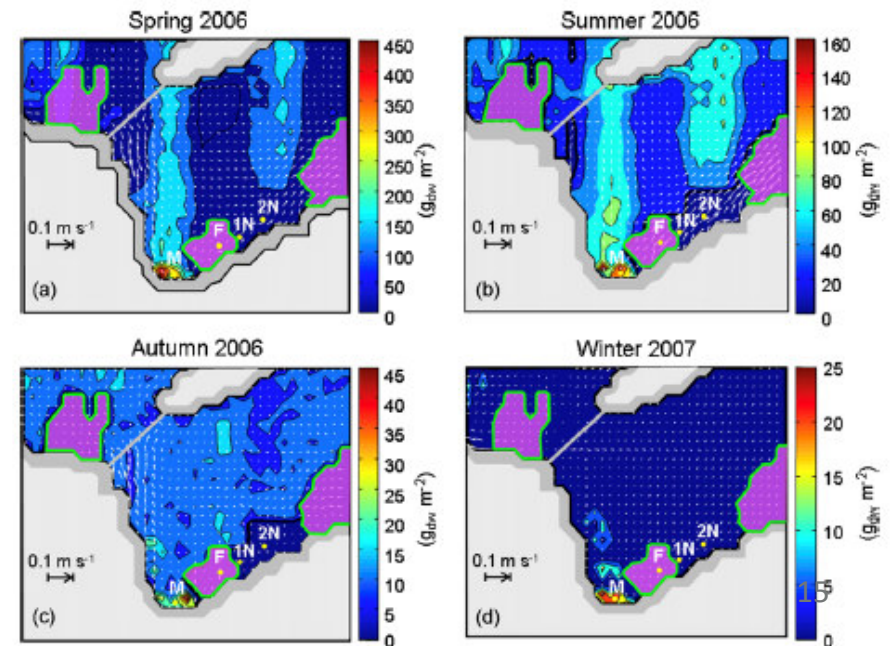
Metodi

Take home  
message

Esempi



Modello concettuale per la calibrazione di LaguSoft 3.0 per la predizione delle biomasse.



Definizioni

Metodi

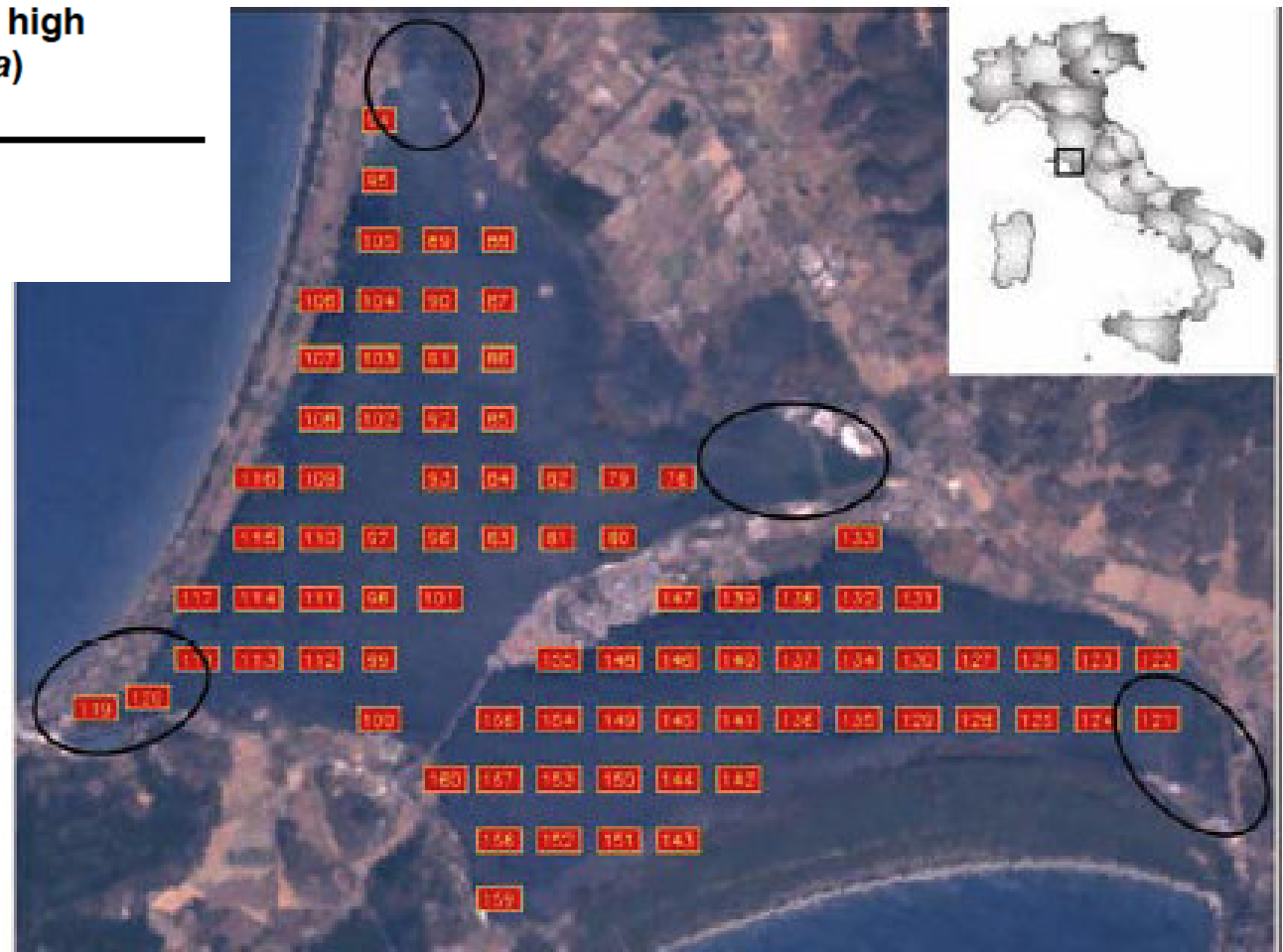
Take home  
message

Esempi

### Mathematical modelling of sediment chemico-physical parameters in a coastal lagoon to estimate high density seagrass meadow (*Ruppia cirrhosa*) distribution

M. Renzi\*, E. Franchi, A. Tozzi,  
M. Volterrani and S.E. Focardi

Il modello descrive la relazione tra i livelli di parametri chimico-fisici ( $pH$ ,  $Eh$ ,  $G$ ,  $TN$ ,  $TP$ ,  $TOC$ ) del sedimento e la densità delle fanerogame presenti.





Definizioni

Metodi

Take home  
message

Esempi

Figure 4 Map of the pH sediment values in the Orbetello lagoon

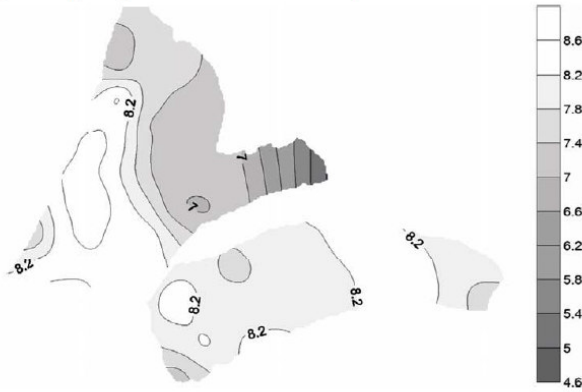


Figure 5 Map of the Eh sediment values in the Orbetello lagoon (data expressed in mV)

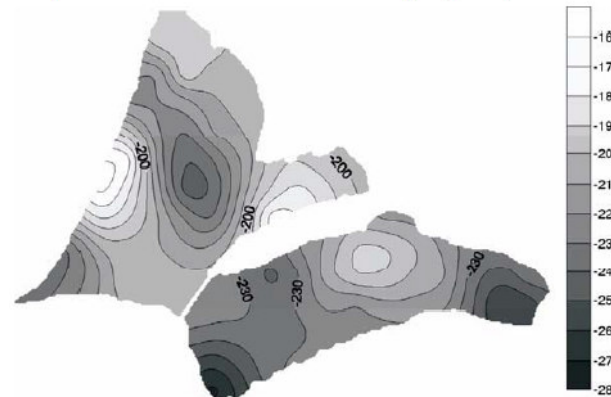


Figure 2 Map of the values of Total Phosphorus in the Orbetello lagoon sediment (data expressed in  $\text{mg}^{-1} \text{kg d.w.}$ )

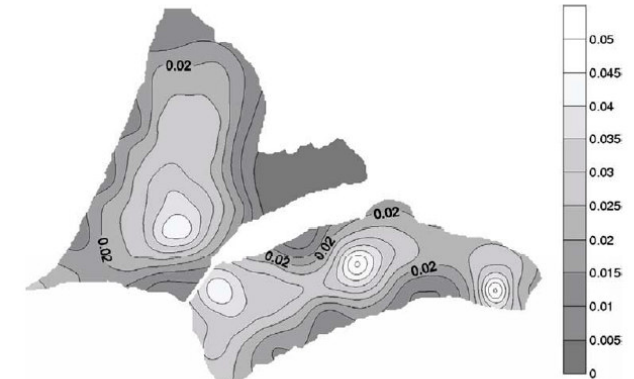
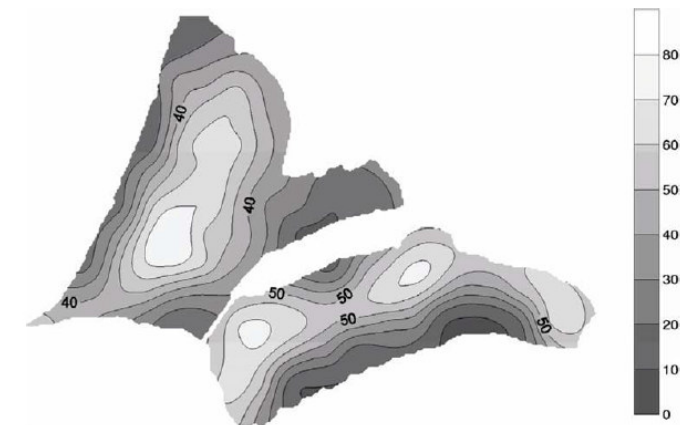


Figure 3 Map of the granulometric fractions (G) < 63  $\mu\text{m}$  in the Orbetello lagoon (data expressed in %)



*Le distribuzioni  
possono converge in un  
modello matematico*

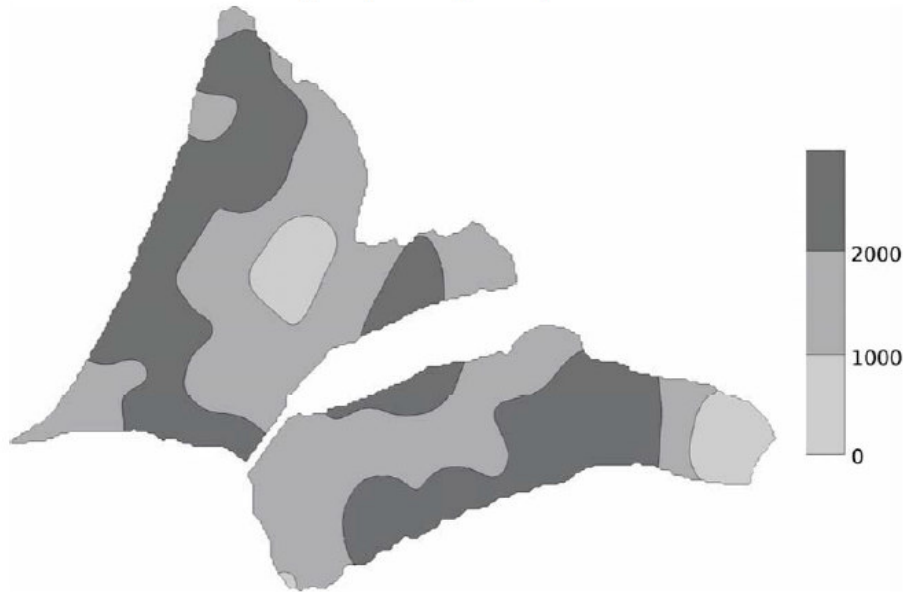
$$Y = b \left( \frac{\ln(\text{Eh} + 400) \times \text{pH}}{\text{TP} \times \text{G}} \right)^a$$

or, equivalently:

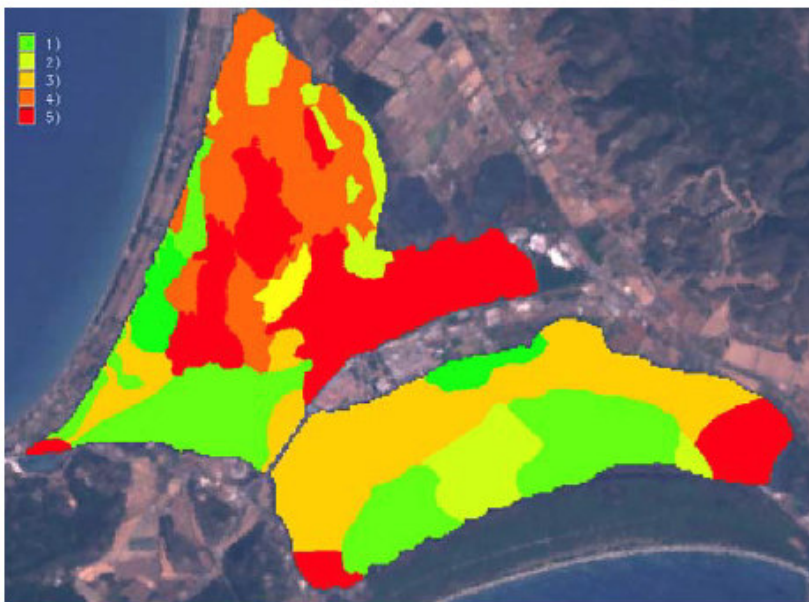
$$\ln Y = a \{ \ln [\ln (\text{Eh} + 400)] + \ln \text{pH} - \ln \text{TP} - \ln \text{G} \} + b$$

where  $Y$  is the density of the seagrass biomass expressed in  $\text{g w.w.m}^{-2}$ .

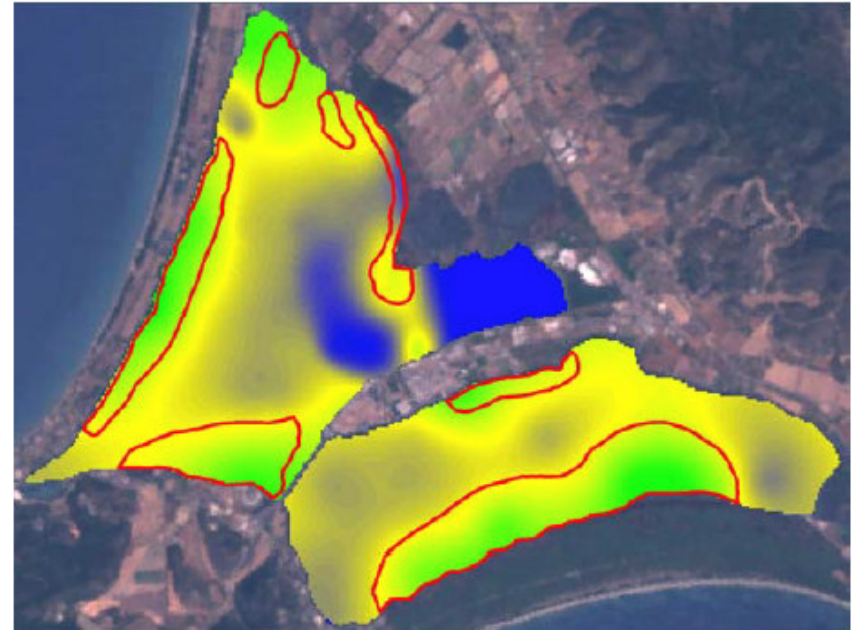
**Figure 6** Geo-referenced map of the seagrass meadow density distribution elaborated by the mathematical model (data expressed in  $\text{g w.w.m}^{-2}$ )



Geo-referenced map of the seagrass meadow density distribution obtained through estimates based on samplings carried out in the field (1) high density ( $> 1500 \text{ g w.w.m}^{-2}$ ); (2) thick ( $1500\text{--}800 \text{ g w.w.m}^{-2}$ ); (3) rare ( $800\text{--}400 \text{ g w.w.m}^{-2}$ ); (4) very rare ( $< 400 \text{ g w.w.m}^{-2}$ ) and (5) absent (rarefied meadow, single installations and isolated spots) (for colours see online version)



**Figure 8** Map obtained through the superimposition of the maps in Figures 6 and 7 (for colours see online version)



Note: Green areas localise the high density seagrass meadows zones elaborated by the mathematical model ( $> 1500 \text{ g w.w.m}^{-2}$ ) while the thick red profiles represent the high density seagrass distribution obtained through estimates based on samplings carried out in the field (Figure 7).

**Table 1** Regression diagnostic elaborated for the validation of the mathematical model concerning the seagrass meadow

<i>Residuals</i>					
	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.32557	-0.32047	-0.08182	0.24797	2.56888
<i>Coefficients</i>					
	Estimate	SE	<i>t</i> -value	<i>Pr</i> ( $> t $ )	
<i>b</i> (intercept)	3.25445	0.15445	21.07	$< 2 e^{-16}$	
<i>a</i>	0.53727	0.03606	14.90	$< 2 e^{-16}$	

Note: Residual SE: 0.5489 on 81 d.f., Multiple *R*-Squared: 0.7327, Adjusted *R*-Squared: 0.7294, *F*-statistic: 222 on 1 and 81 d.f., *p*-value:  $< 2.2 e^{-16}$ .

Definizioni

Metodi

Take home  
message

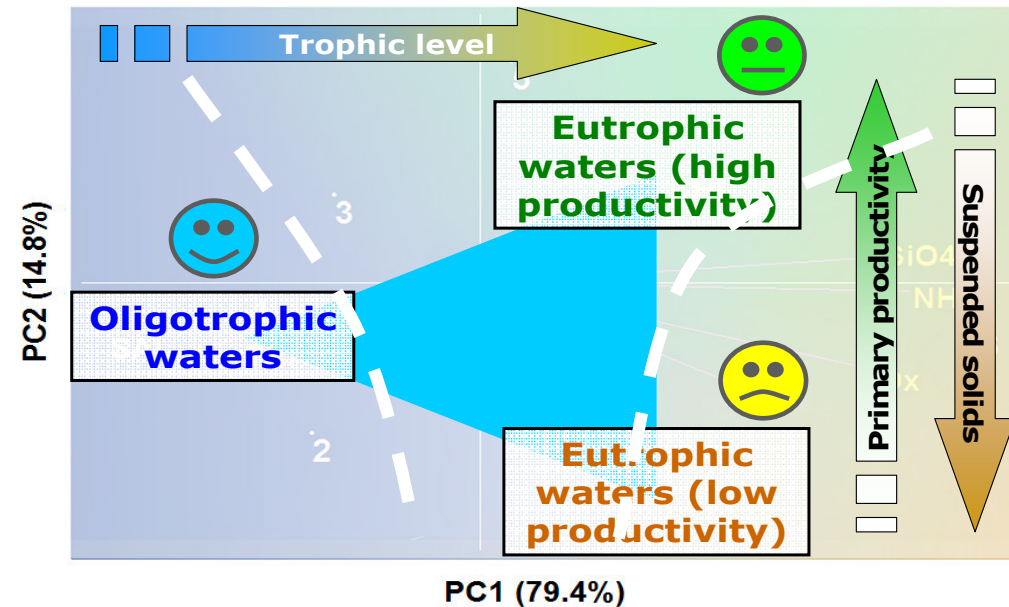
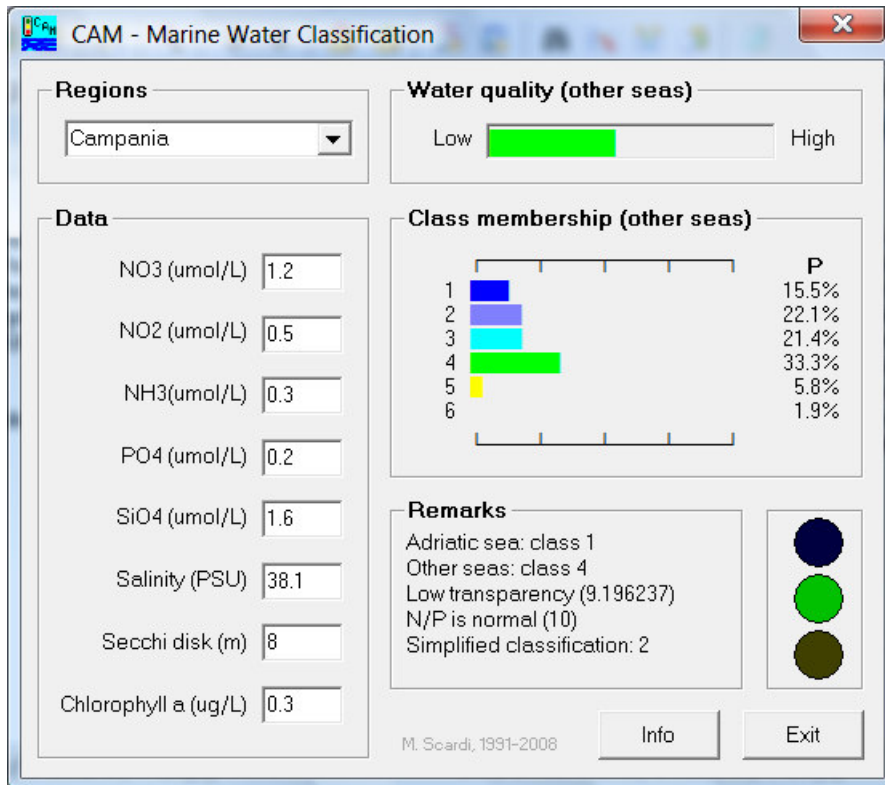
Esempi

$$TRIX = \frac{\log(Chl \cdot aD\%O \cdot N \cdot P) - (-1.5)}{1.2}$$

Range = 0-10

CAM (Classificazione delle Acque Marine)

Qualità delle acque in ambito marino



[www.mare-net.com/mscardi/work/cam/cam.htm](http://www.mare-net.com/mscardi/work/cam/cam.htm) (background info and CAM GUI available for download)  
[http://www.minambiente.it/index.php?id\\_sezione=1110](http://www.minambiente.it/index.php?id_sezione=1110) (general info about monitoring activities and CAM)  
<http://www.tutelamare.it/cocoon/sidimar/app/it/index.html> (access to raw data and CAM classification)

Tratto da materiale gentilmente fornito dallo sviluppatore ed ideatore, Prof. M. Scardi, [mscardi@mclink.it](mailto:mscardi@mclink.it)

\* Vollenwieder et al., (1998). *Environmetrics*, 9: 329-357

\*\* Scardi et al. (2008). *Ecol. Inf.* 3: 55-63

Definizioni

Metodi

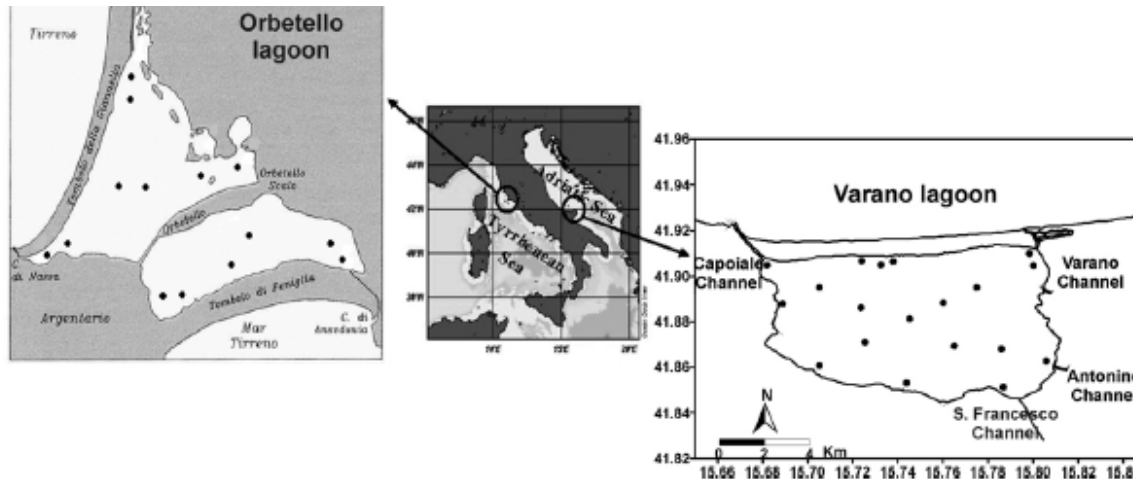
Take home  
message

Esempi



Environmental heterogeneity patterns and assessment of trophic levels in two Mediterranean lagoons: Orbetello and Varano, Italy

Antonietta Specchiulli<sup>a,\*</sup>, Silvia Focardi<sup>b</sup>, Monia Renzi<sup>c</sup>, Tommaso Scirocco<sup>a</sup>,  
Lucrezia Cilenti<sup>a</sup>, Paolo Breber<sup>a</sup>, Simone Bastianoni<sup>b</sup>

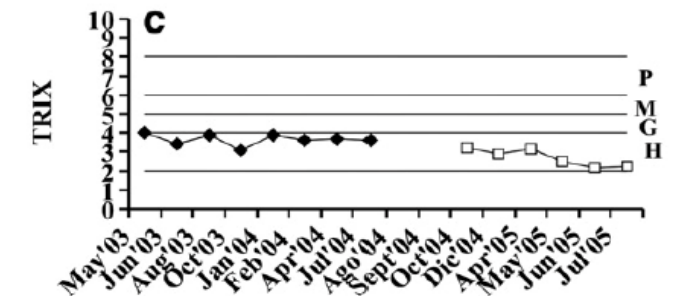
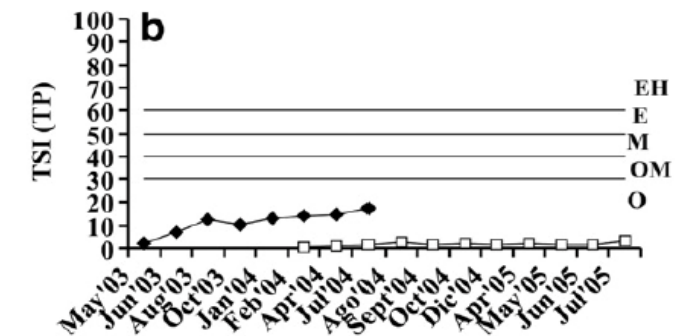
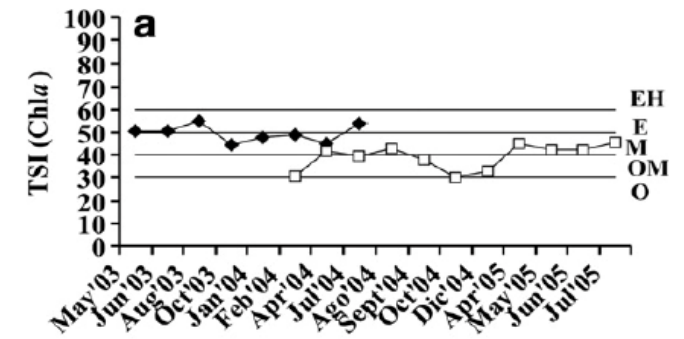


Indice di stato trofico di Carlson (TSI index; 1977) = range 0-100  
Sviluppato per gli ecosistemi acquatici dolci (USEPA, 2000)

Medie mensili di Clorofilla-a (microg/L) e TP (microM):

$$TSI(Chl a) = 9.81 \ln (Chl a) + 30.6$$

$$TSI(TP) = 14.42 \ln (TP) + 4.15.$$



◆ Orbetello □ Varano

Trend stagionali

Per TSI: O = oligotrofico; OM = oligomesotrofico; M = mesotrofico; E = eutrofico; EH = eutrofico-ipertrofico.

Per TRIX: H = alta qualità; G = buona qualità; M = mediocre; P = scarsa.

Definizioni

Metodi

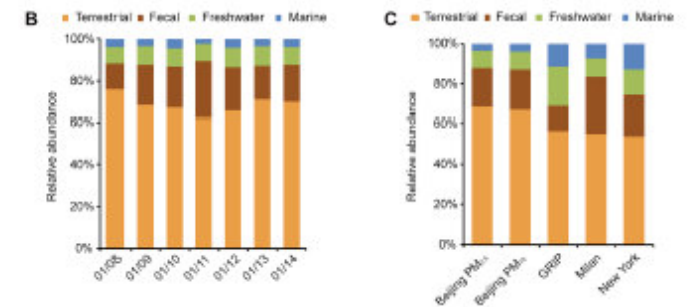
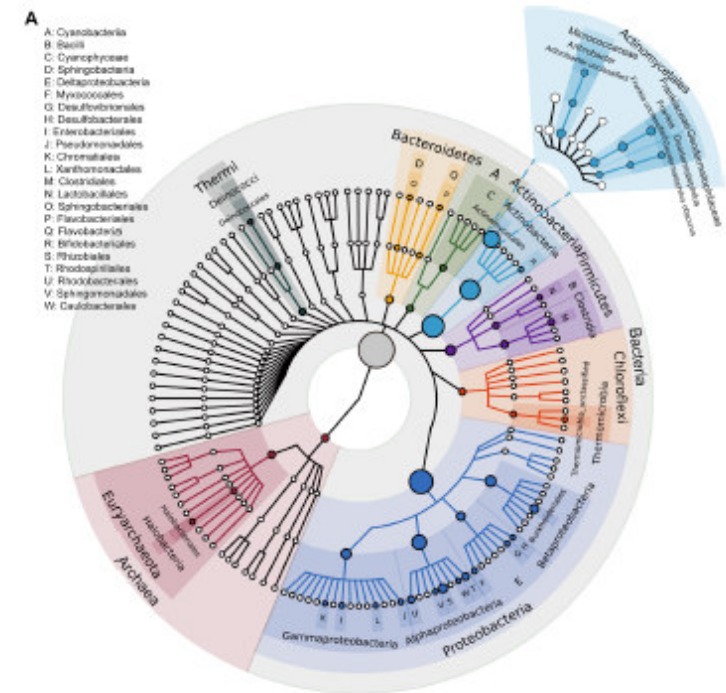
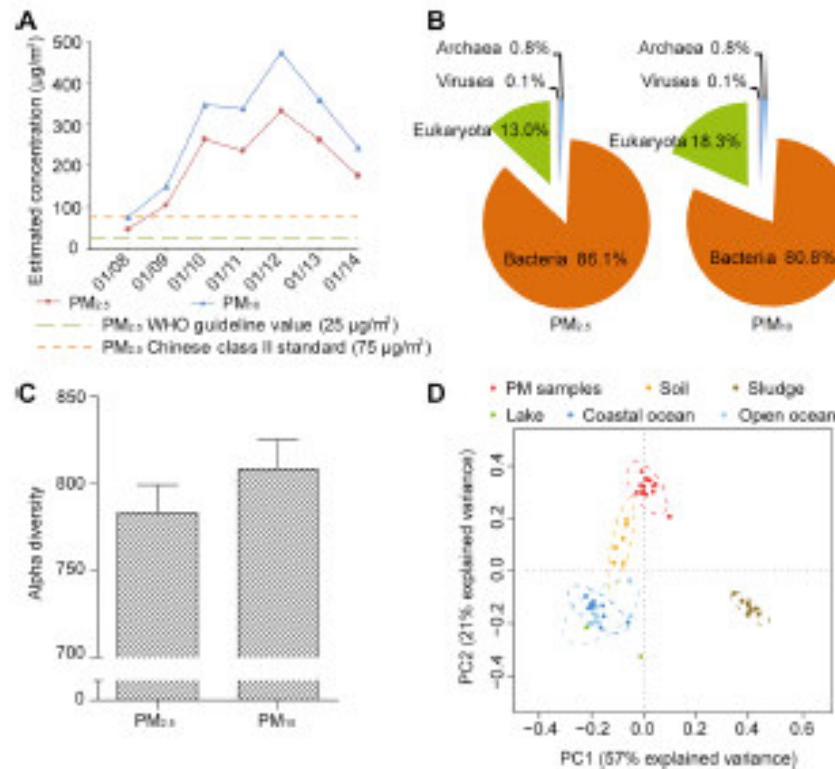
Take home  
message

Esempi

Contaminazione dell'aria da materia particolata  $PM_{(x)}$  nella città di Beijing.  
I microrganismi adesi al  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  sono responsabili di allergie e di problemi respiratori.

Sul materiale particolato analizzato, sono stati rilevati batteri, archea, funghi e DNA virale.

La concentrazione di patogeni inalabili è correlata all'aumentare della concentrazione di PM.



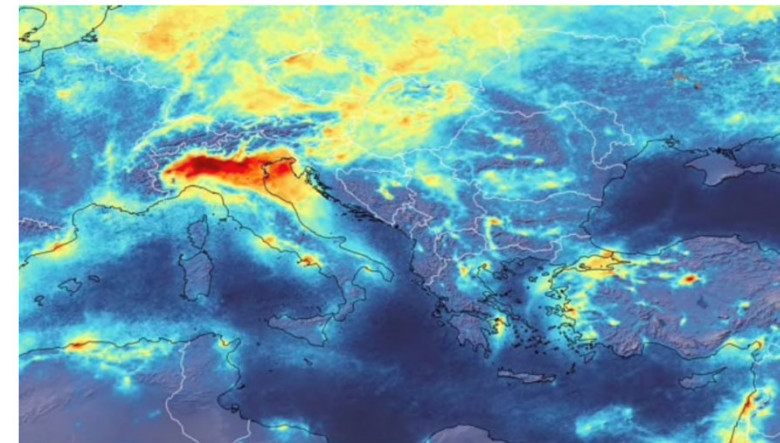
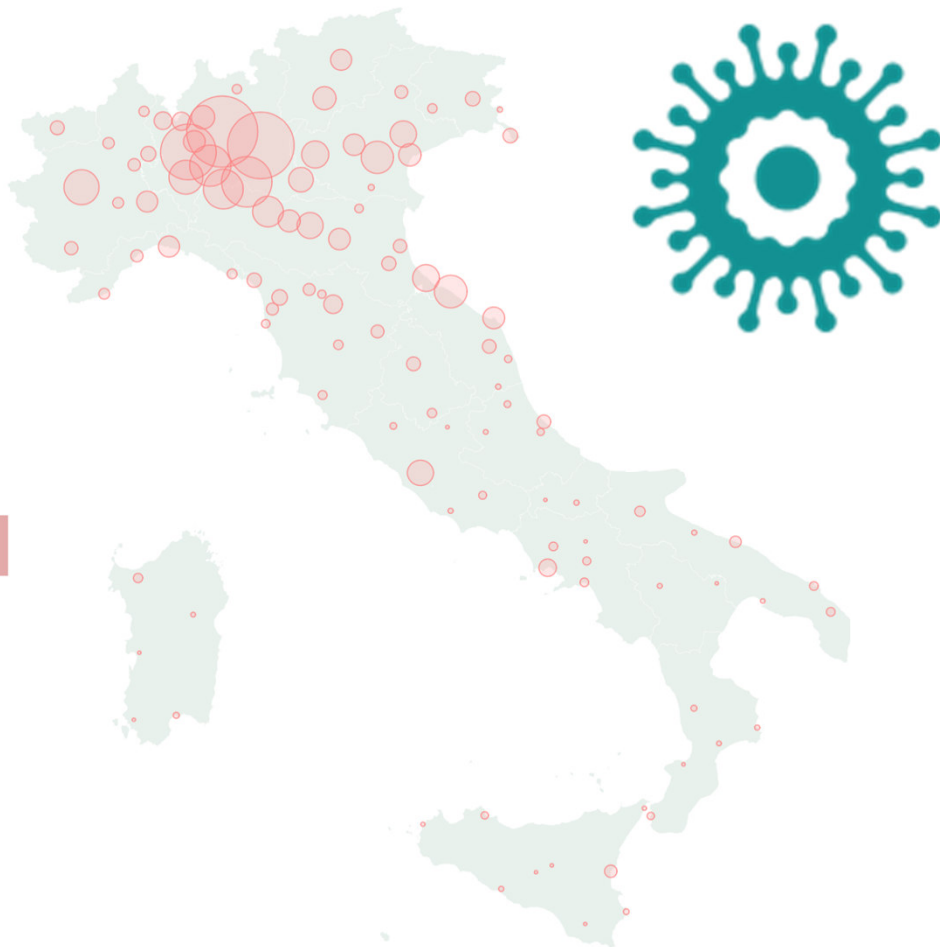
Definizioni

Metodi

Take home  
message

Esempi

## Distribuzione dei contagi – COVID-19 positivi (aggiornato al 18 marzo)



**Inquinamento dell'aria a metà  
gennaio 2020. Dati rilevati da satellite  
Sentinel-5P ESA**

**Link al video relativo all'andamento  
della contaminazione dell'aria nel tempo  
effetto del lockdown del 09 Marzo 2020**

<https://www.facebook.com/lifegate/videos/676835169723850/UzpfSTeWMDAwMDUxNDUxMzU5ODozMzk3MjA1ODQwMzA2NTMz/>

Definizioni

Metodi

Take home  
message

Esempi



*Contagi COVID-19*



*Distribuzione del manifatturiero*

Definizioni

Pensiero  
ecologico

Caratteristiche della  
disciplina

Interazione con  
altre discipline

Sfide future

Take home  
message 

**La statistica multivariata, la geostatistica e la modellistica sono strumenti utili in ecologia**

**La modellistica è ampiamente sviluppata con finalità descrittiva e previsionale**

**Spazio e tempo sono le due dimensioni che dominano la vita degli organismi**



**DOMANDE??**