

**Università degli Studi di Trieste – a.a. 2022-2023**  
**Corso di Studio in Scienze e Tecnologie per L'ambiente e la Natura**

**213SM – Ecologia**  
**213SM-3 – Ecologia Generale**

**PERDITA DI BIODIVERSITA'**  
**DISTURBO ANTROPICO**

**Prof. Stanislao Bevilacqua ([sbevilacqua@units.it](mailto:sbevilacqua@units.it))**

# Pressione antropica

Our World  
in Data

## The size of the world population over the last 12.000 years

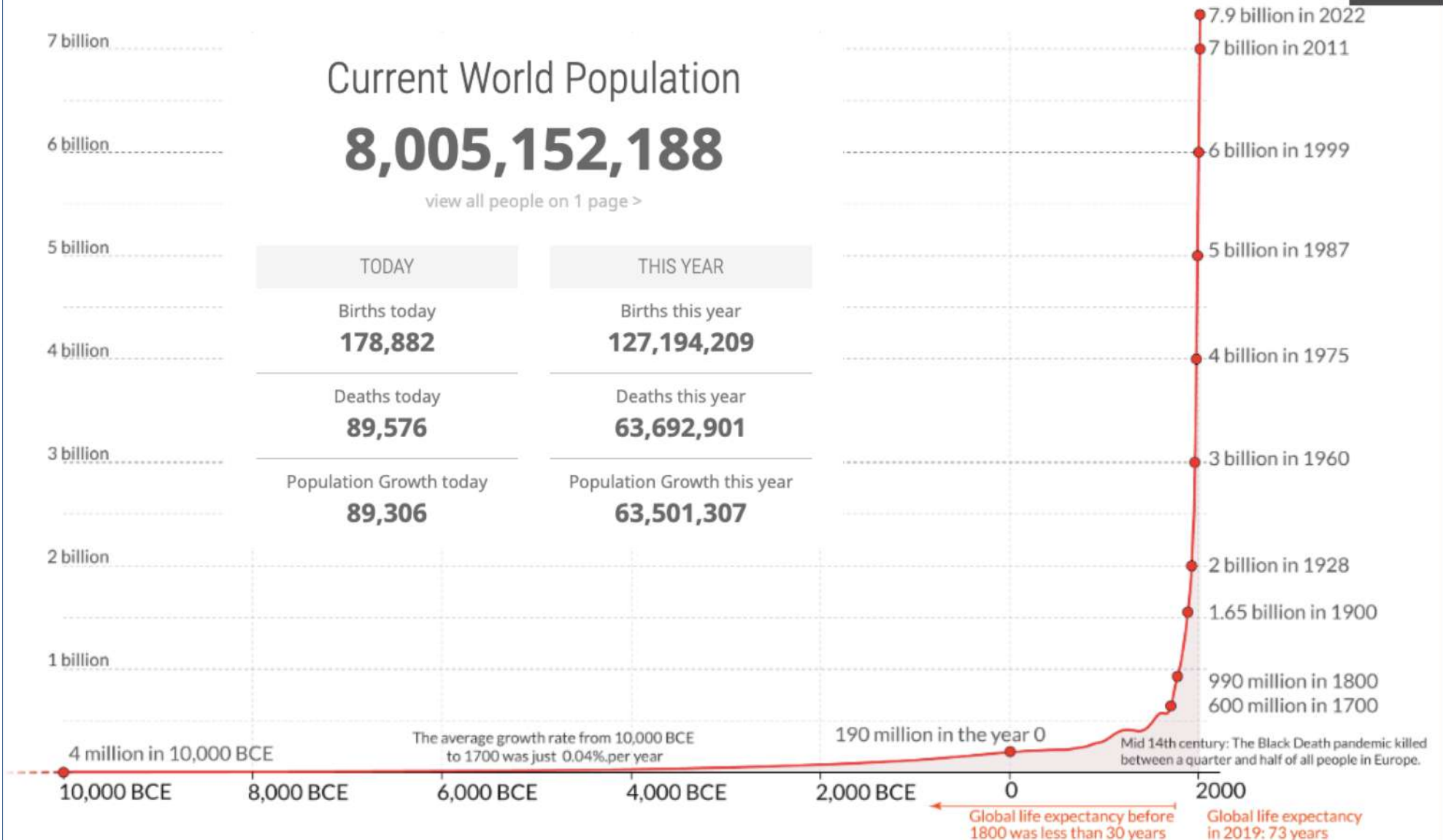
Demographers expect rapid population growth to end by the end of the 21st century. The UN demographers expect a population of about 11 billion in 2100.

### Current World Population

**8,005,152,188**

[view all people on 1 page >](#)

TODAY	THIS YEAR
Births today <b>178,882</b>	Births this year <b>127,194,209</b>
Deaths today <b>89,576</b>	Deaths this year <b>63,692,901</b>
Population Growth today <b>89,306</b>	Population Growth this year <b>63,501,307</b>



Based on estimates by the History Database of the Global Environment (HYDE) and the United Nations. On [OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org) you can download the annual data.

This is a visualization from [OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org).

Licensed under [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) by the author Max Roser.

# Pressione antropica



Chimica



Fisica



Biologica

Non tutte le attività umane determinano necessariamente un impatto sulle comunità e gli ecosistemi. Solo quelle che generano dei livelli di pressione sufficienti a modificare significativamente la loro struttura e i processi.

Esempio: coltivazione agricola – input di nutrienti inorganici nei corsi d'acqua – aumento N e P – cambiamento nella struttura della comunità

Produzione industriale – emissioni di anidride carbonica – aumento dell'acidità delle acque marine – aumento della mortalità di specie marine con conseguenze sulle loro popolazioni

**Activity**



**Drivers**

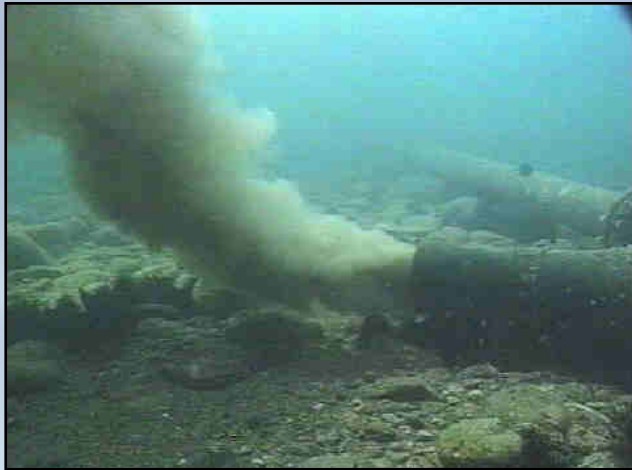


**Pressure**



**Impact**

# Inquinamento organico e inorganico



L'introduzione diretta di nutrienti o di sostanza organica nei sistemi. Gli effetti possono essere diversi a seconda **dell'entità** dell'immissione, del potere di **diluizione** del sistema, e dal tipo di arricchimento. In generale si assiste ad un cambiamento nella struttura della comunità attorno alla sorgente di emissione, con un aumento delle abbondanze di specie effimere e opportuniste.

# Eutrofizzazione

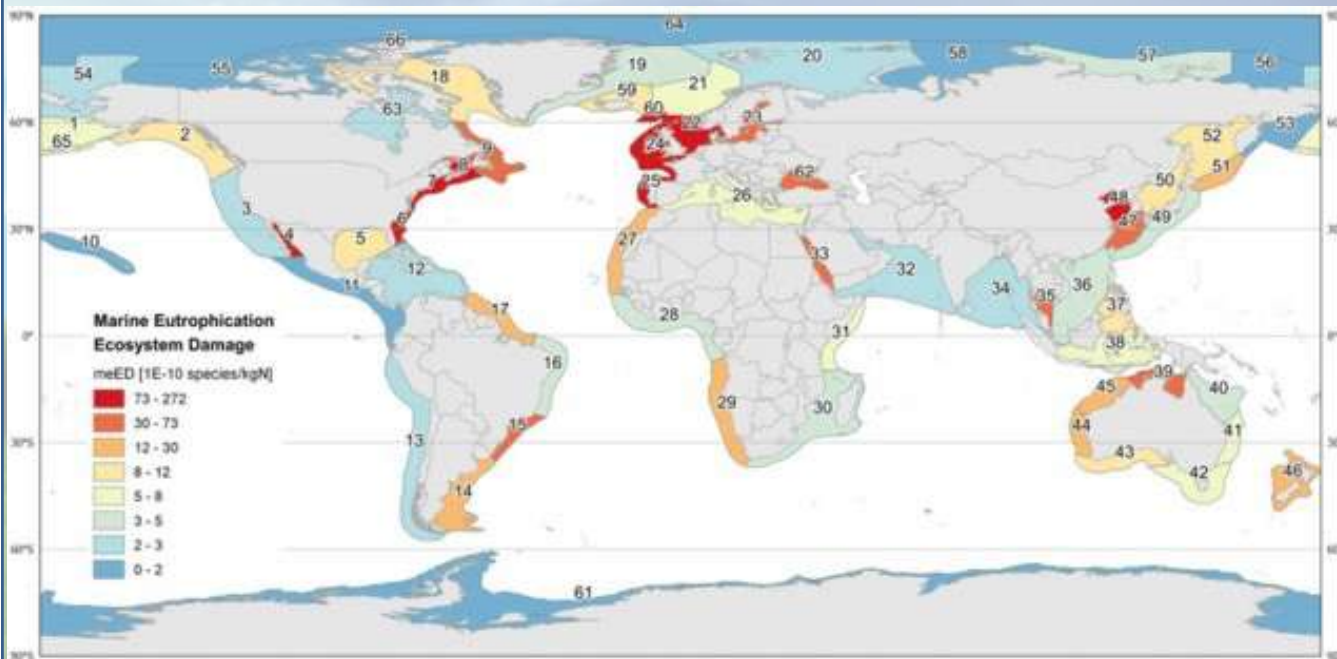
Apporti anormali di nutrienti o di sostanza organica



Ipossia, anossia, produzione di  $\text{CH}_4$ , produzione di  $\text{H}_2\text{S}$ , cambiamento della comunità

# Eutrofizzazione

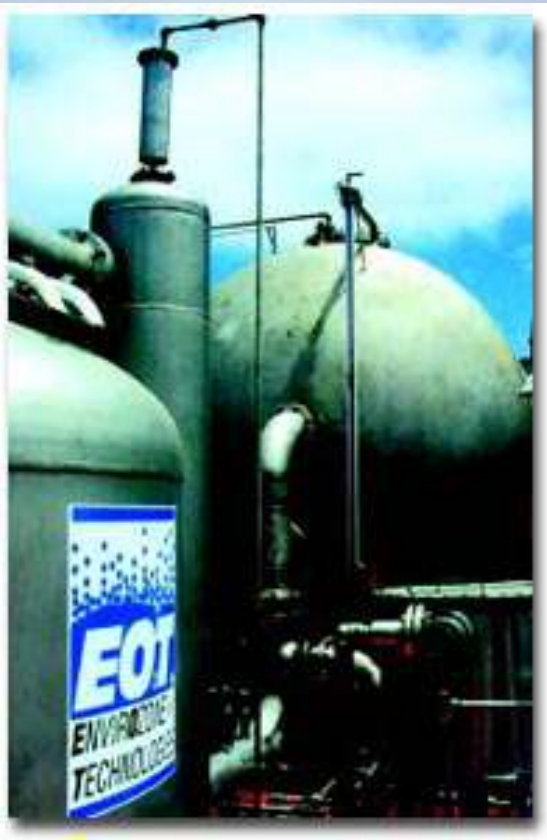
L'aumentato apporto dei nutrienti inizialmente stimola la produzione primaria a di conseguenza quella secondaria. Un arricchimento eccessivo però può portare ad un surplus di produzione di fitoplancton. Questo aumenta la torbidità che deprime la produzione primaria bentonica. Inoltre, la proliferazione algale può coinvolgere anche specie tossiche che possono causare l'avvelenamento degli organismi bentonici e dei pesci. Se la produzione di biomassa fitoplanctonica (o algale) è molto elevata, il processo di degradazione ossidativa può consumare larga parte dell'ossigeno disciolto, causando fenomeni anossici mentre la decomposizione anaerobica può portare alla produzione di acido solfidrico e metano, con conseguente defaunazione.



Cosme et al. 2017

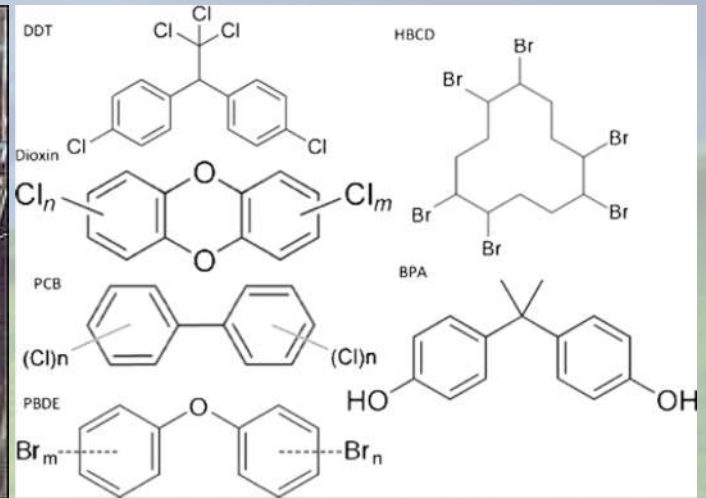
# Composti di sintesi

Migliaia di composti chimici di nuova sintesi vengono prodotti ogni anno e immessi nell'ambiente (contaminazione accidentale, scarichi, dilavamento dei suoli). Non essendo sostanze naturali gli organismi viventi non possiedono difese adatte a neutralizzare il loro effetto, e ovviamente non hanno abbastanza tempo per evolverle.



## POP

(inquinanti organici persistenti)



# Composti di sintesi

## Persistent organic pollutants: The "dirty dozen" TABLE 4.3

Persistent organic pollutant	Use
Aldrin	Insecticide
Chlordane	Insecticide
DDT (dichlorodiphenyl-trichloroethane)	Insecticide
Dieldrin	Insecticide
Endrin	Rodenticide and insecticide
Heptachlor	Fungicide
Hexachlorobenzene	Insecticide; fire retardant
Mirex™	Insecticide
Toxaphene™	Insecticide
PCBs (polychlorinated biphenyls)	Industrial chemicals
Dioxins	By-products of certain manufacturing processes
Furans (dibenzofurans)	By-products of certain manufacturing processes

La maggior parte delle sostanze è poco solubile in acqua, cosa che aumenta la loro persistenza nell'ambiente e accumulo nella matrice del sedimento. In molti casi queste sostanze sono modificatori endocrini, mutageni, teratogenici e cancerogeni.



100 pagine con 1082 sostanze...

Monitoraggio obbligatorio in Italia e  
Unione Europea

**La sporca dozzina**



# Bioaccumulo e magnificazione biologica

Il bioaccumulo consiste nell'accumulo di sostanze contaminanti all'interno dei tessuti degli organismi, per cui la concentrazione di questi contaminanti è maggiore nel corpo degli organismi rispetto all'ambiente. L'accumulo avviene per contatto diretto, respirazione, ingestione. Molti composti organoclorurati (es. DDT) hanno tendenza al bioaccumulo.

La magnificazione biologica invece consiste nella concentrazione degli inquinanti lungo la rete trofica

e.g., Hg (metile)

- Danni al sistema nervoso
- Danno genetico
- Reazioni allergiche
- Riduzione fertilità e difetti nella prole



# Effetti sugli organismi

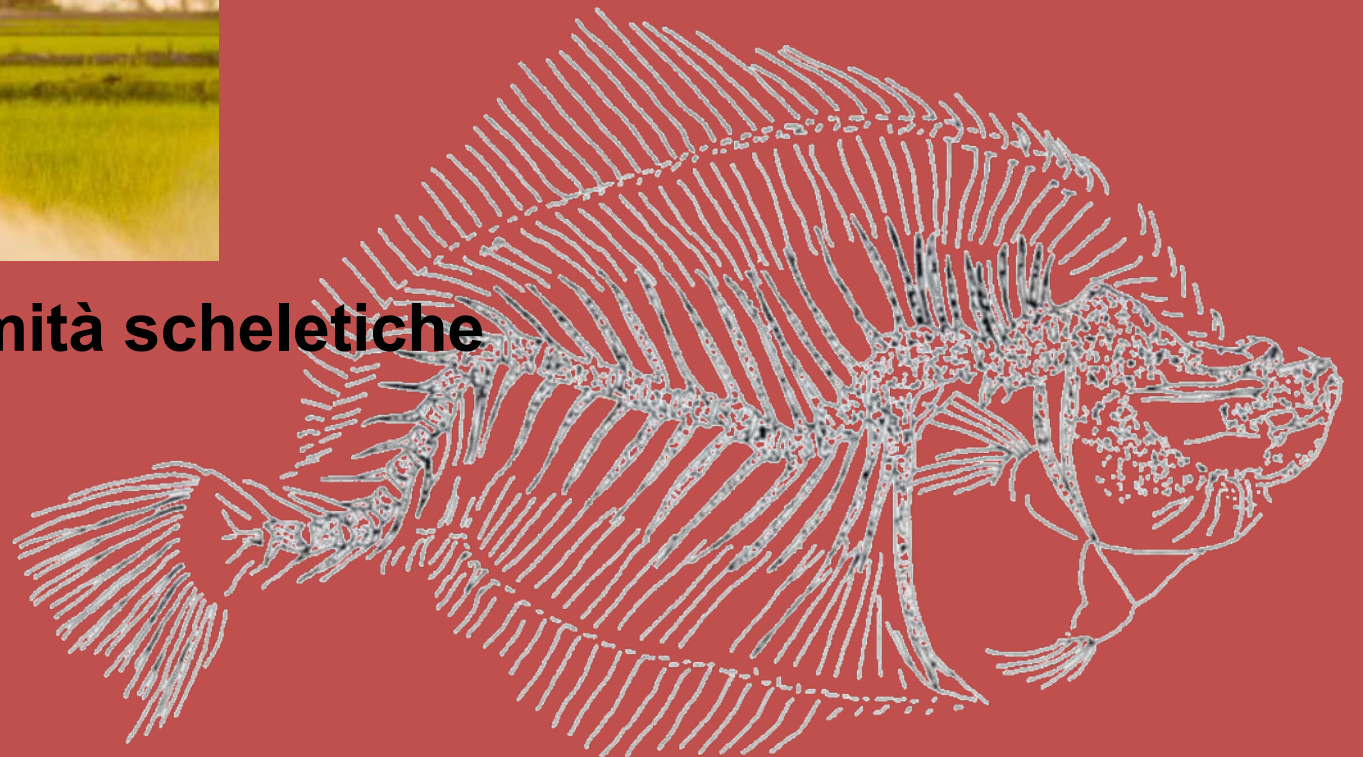
Il glifosato e composti derivati sono tra gli erbicidi più diffusi al mondo e possono diffondersi nel mezzo acquatico specialmente nelle aree a forte uso agricolo del suolo (Myers et al. 2016).

Gli effetti sugli organismi marini ad esempio è poco conosciuto e alcuni studi hanno dimostrato che queste sostanze possono interferire con i meccanismi biochimici nelle cellule di invertebrati (Matozzo et al. 2018).



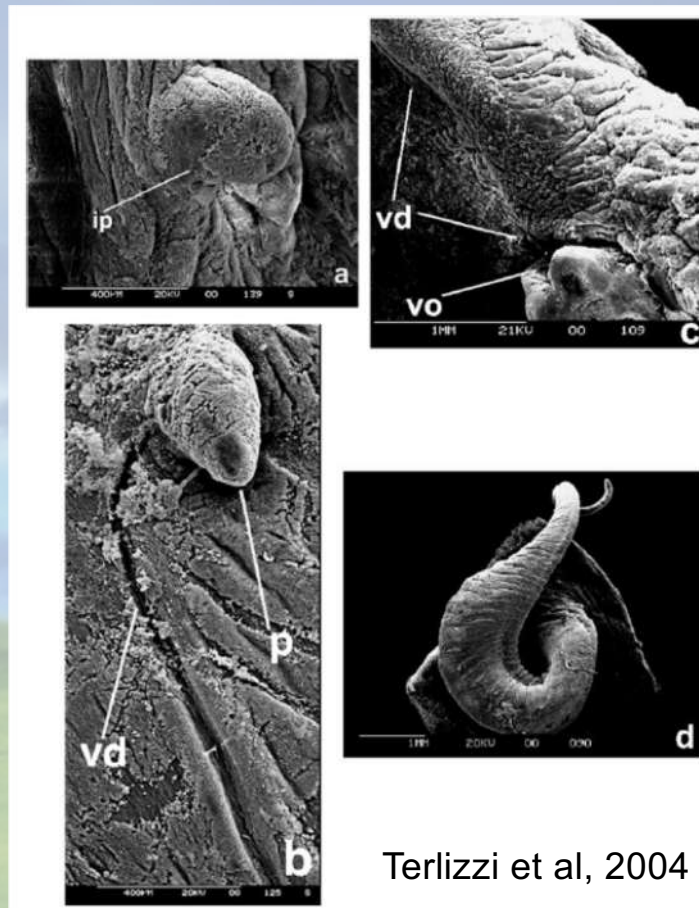
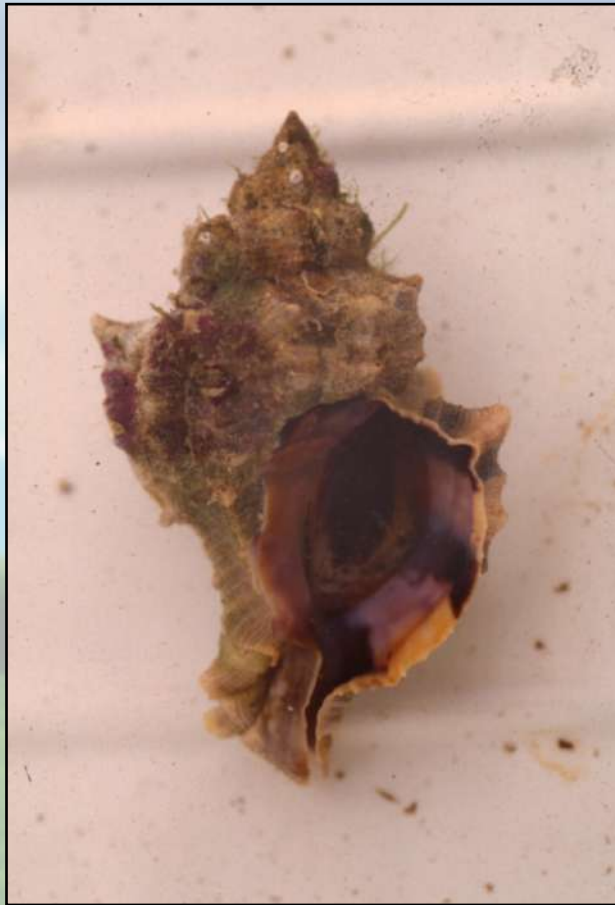
**Toxaphene: deformità scheletriche  
nei pesci**

Bengtsson, 1979



# Imposex

Emafroditismo indotto da sostanze organoclorurate (TBT, tributil stagno) in molluschi marini a sessi separati.



Terlizzi et al, 2004

# Metalli pesanti

In alte concentrazioni alterano  
il metabolismo cellulare



Cu Hg  
Pb Cd  
Zn

Scarichi urbani

Rimessaggio imbarcazioni

Acciaierie e industria pesante (chimica, mineraria, cartiere)

Attività portuali

Dragaggio

Inceneritori

# Idrocarburi

Mauritius 2020

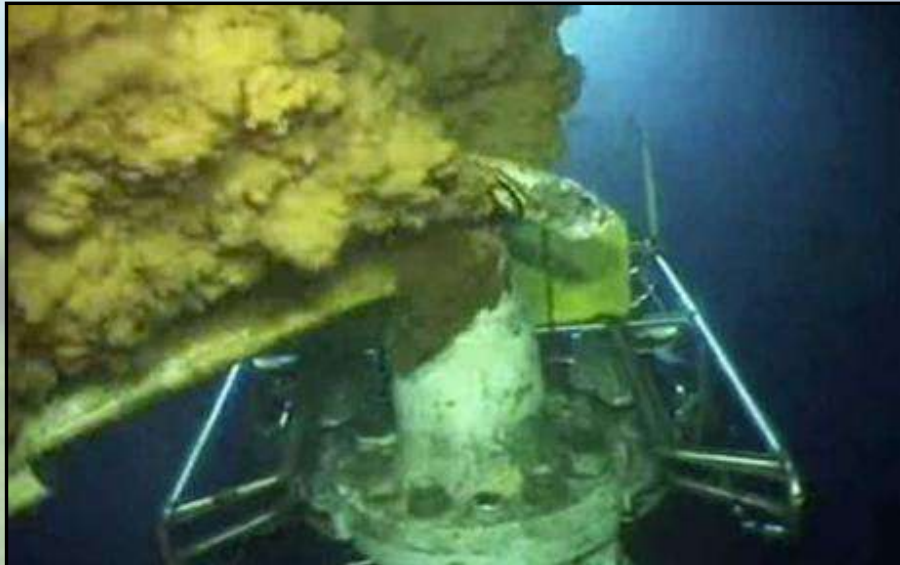


Alaska, 1989 (*Exxon Valdez*)

Galapagos, 2001 (*Jessica*)

Galicia, 2002 (*Prestige*)

BP's *Deepwater Horizon* oil spill Gulf of Mexico, 2010



# Sversamenti

Riduzione della diversità, cambiamenti nella struttura della comunità, morte, effetti cancerogeni negli invertebrati.

**Riduzione** nella **capacità isolante** delle pellicce nei mammiferi marini (lontre marine, foche, ecc.) e **idrorepellente** del piumaggio degli uccelli marini. Morte diretta per soffocamento e avvelenamento.

Pesci e molluschi spesso non sono esposti immediatamente, ma possono entrare in contatto con il mescolamento degli idrocarburi lungo la colonna. Gli effetti consistono nella riduzione **dell'accrescimento**, erosione delle pinne, riduzione della **fertilità** e del **successo riproduttivo**.



# Plastica



Marine Pollution Bulletin

Volume 44, Issue 9, September 2002, Pages 842-852



Review

## The pollution of the marine environment by plastic debris: a review

José G.B. Derraik  



La minaccia principale riguarda gli effetti meccanici dovuti all'ingestione delle plastiche e all'attorcigliamento di imballaggi, cordame sintetico, lenze, reti. Altri effetti includono un ridotto appetito, scompensi digestivi e ormonali, compromissione della riproduzione, morte.

Pesci, cetacei, uccelli marini

Contaminazione da PCBs. Micro and Nano-?



5000 miliardi di pezzi

### Highlights

- At least 690 species have encountered marine debris.
- At least 17% of impacted species listed on the IUCN [Red List](#) as near threatened or above.
- 92% of the individual encounters with marine debris related to encounters with plastic.
- At least 10% of the species encountering marine debris had ingested microplastics.

# Marine litter



Top 10 oggetti raccolti dalla Ocean Conservancy's International Coastal Cleanup nel 2017.

## Top 10 ITEMS COLLECTED

-  1. CIGARETTE BUTTS  
2,412,151
-  2. FOOD WRAPPERS  
1,739,743
-  3. PLASTIC BEVERAGE BOTTLES  
1,569,135
-  4. PLASTIC BOTTLE CAPS  
1,091,107
-  5. PLASTIC GROCERY BAGS  
757,523
-  6. OTHER PLASTIC BAGS  
746,211
-  7. STRAWS, STIRRERS  
643,562
-  8. PLASTIC TAKE OUT/  
AWAY CONTAINERS  
632,874
-  9. PLASTIC LIDS  
624,878
-  10. FOAM TAKE OUT/  
AWAY CONTAINERS  
580,570

## HOW LONG TO DECOMPOSE\* AT SEA



apple core  
2 MONTHS



disposable diaper  
450 YEARS



aluminium beverage can  
200 YEARS



cigarette butt  
1-5 YEARS



Chewing-gum  
>25 YEARS



fishing line  
600 YEARS



plastic bottle  
450 YEARS



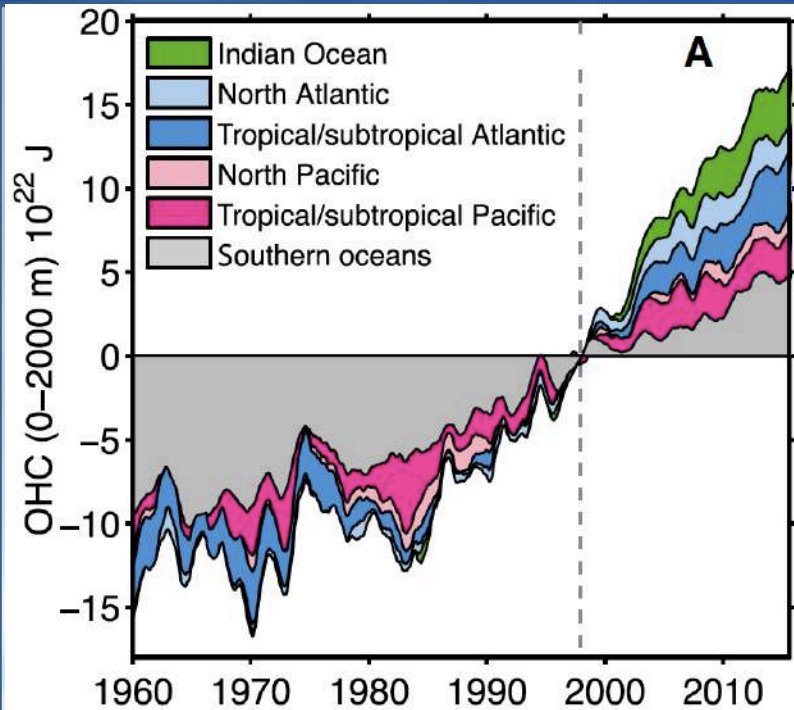
glass bottle  
UNDEFINED



plastic bag  
10-20 YEARS



# Riscaldamento globale

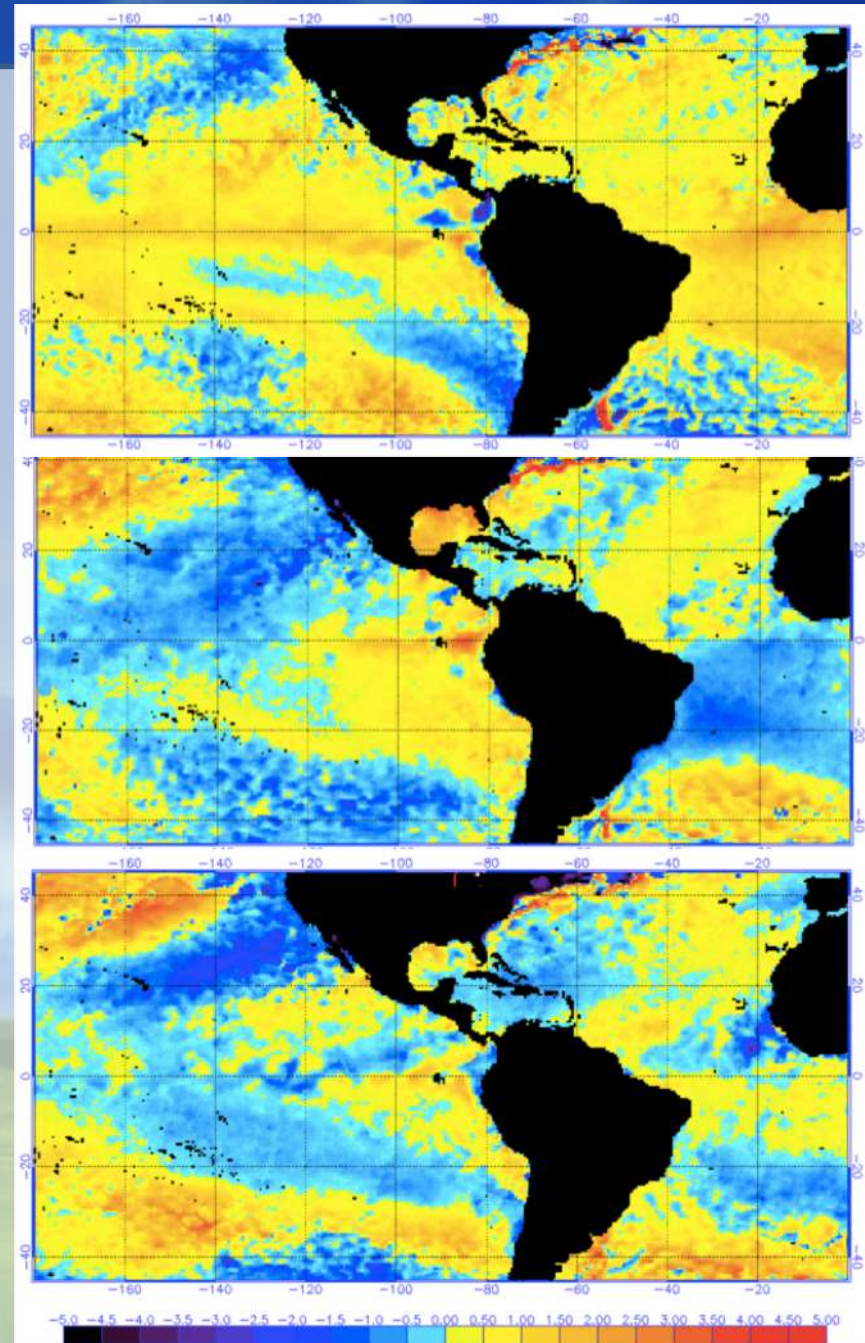


Il 90% dell'incremento in calore è assorbito dagli oceani, mentre la parte restante si manifesta attraverso il riscaldamento atmosferico e del suolo e lo scioglimento dei ghiacci.

Aumento dell'intensità e frequenza dei fenomeni atmosferici estremi

Aumento del livello del mare

Desertificazione



2019

2012

2009

# Acidificazione

ipcc

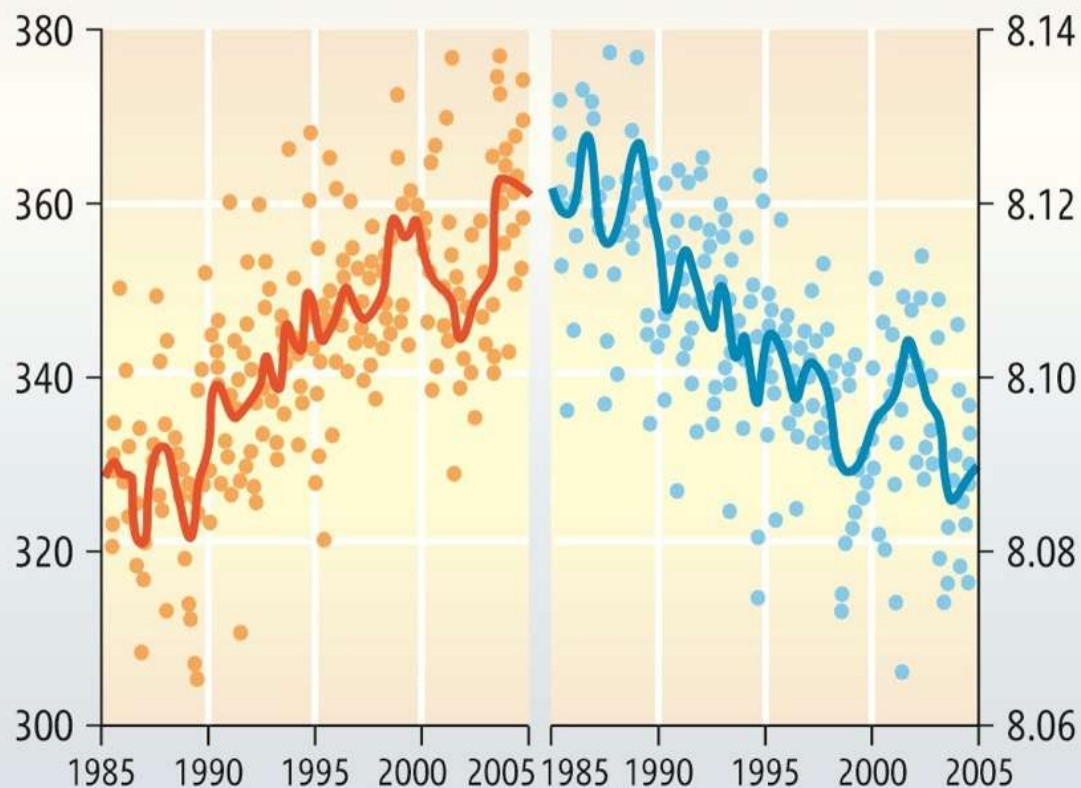
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



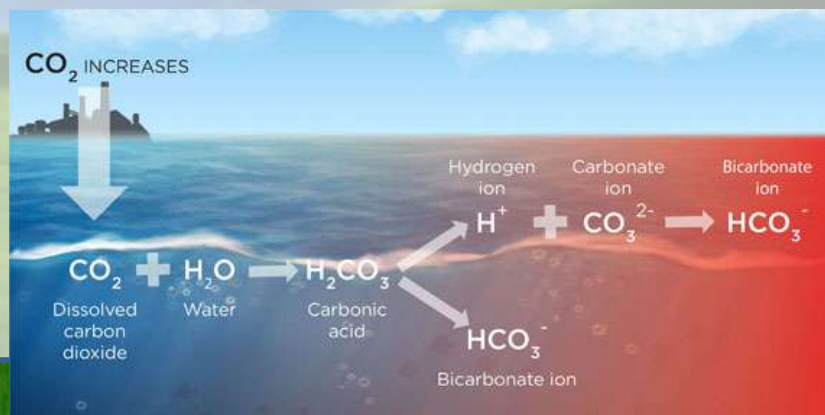
## Global ocean acidification

Oceanic CO<sub>2</sub> concentration  
atm

Ocean water acidity  
pH



L'oceano assorbe circa metà della CO<sub>2</sub> atmosferica. L'aumento di questa si traduce con un maggiore concentrazione in acqua. Questo porta ad un aumento degli ioni H<sup>+</sup> e quindi ad una diminuzione del pH.



# Sostanze radioattive

Produzione energetica



Esperimenti



Medicina



Armi e  
mezzi  
militari



# Inquinamento termico

## Acque di raffreddamento



Crescita fitoplanctonica, cambiamenti nelle comunità bentoniche, rifugio per specie ad affinità calda

# Inquinamento acustico

Table 1. Typical sources of anthropogenic noise. Omni: omnidirectional; CW: continuous wave; V: vertical; H: horizontal; 10 000 lb = 4536 kg; 98 lb = 44 kg

Sound source	Source level (dB re 1 $\mu$ Pa @ 1 m)	Power (W)	Total energy per pulse (J)	Bandwidth $\Delta = 10$ dB (Hz)	Source direction	Pulse duration (s)
Ship shock trial (10000 lb explosive)	304	$0.021 \times 10^{15}$	$0.042 \times 10^{15}$	0.5–50	Omni	2
Torpedo MK-46 (98 lb explosive)	289	$0.66 \times 10^{12}$	$0.066 \times 10^{12}$	10–200	Omni	0.1
Air-gun array	260	$0.21 \times 10^9$	$6.2 \times 10^6$	5–300	$60 \times 180^\circ$ V	0.03
US Navy 53C ASW sonar	235	$0.77 \times 10^6$	$1.5 \times 10^6$	2000–8000	$40 \times 360^\circ$ H	2
SURTASS LFA sonar	235	$0.59 \times 10^6$	$0.029 \times 10^9$	100–500	$30 \times 360^\circ$ H	6–100
Pile-driving 1000 kJ hammer	237	$0.46 \times 10^6$	$0.023 \times 10^6$	100–1000	$15 \times 360^\circ$ H	0.05
Multibeam sonar deep-water EM 122	245	$0.077 \times 10^6$	760	11 500–12 500	$1.0 \times 120^\circ$ V	0.01
Seal bombs (2.3 g charge)	205	$2.6 \times 10^3$	79	15–100	Omni	0.03
Multibeam sonar shallow EM 710	232	$2.2 \times 10^3$	4.5	70 000–100 000	$0.5 \times 140^\circ$ V	0.002
Sub-bottom profiler SBP 120	230	$2.1 \times 10^3$	210	3000–7000	$3 \times 35^\circ$ V	0.1
Acoustic harassment device	205	$1.3 \times 10^3$	330	8000–30 000	$90 \times 360^\circ$	0.15–0.5
Cargo vessel (173 m length, 16 knots)	192	66	–	40–100	$80 \times 180^\circ$	CW
Acoustic telemetry SIMRAD HTL 300	190	42	–	25 000–26 500	$90 \times 360^\circ$	CW
Small boat outboard engine (20 knots)	160	$42 \times 10^{-3}$	–	1000–5000	$80 \times 180^\circ$	CW
Acoustic deterrent device	150	$4.2 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-3}$	5000–160 000	$90 \times 360^\circ$	0.2–0.3
Operating windmill turbine	151	$2.6 \times 10^{-3}$	–	60–300	$15 \times 360^\circ$ H	CW

Hildebrand, 2009

>160 dB re 1  $\mu$ Pa 1m disturbo - > 240, danni fisici o morte



# Inquinamento luminoso



Effetti sulle migrazioni  
nictemerali, sulla  
riproduzione e  
comportamenti associati  
(deposizione uova,  
nidificazione)



# Alterazione della linea di costa

## Cambiamenti nei regimi sedimentari



Degradazione  
degli ecosistemi



# Sedimentazione



Erftemeijer and Lewis, 2006

Table 3  
Critical thresholds of seagrasses for sedimentation (cm/year)

Species	Location	Sedimentation (cm/yr)	Reference
<i>Cymodocea nodosa</i>	Mediterranean (Spain)	5	Marba and Duarte (1994)
<i>Cymodocea rotundata</i>	Philippines	1.5	Vermaat et al. (1997)
<i>Cymodocea serrulata</i>	Philippines	13	Vermaat et al. (1997)
<i>Enhalus acoroides</i>	Philippines	10	Vermaat et al. (1997)
<i>Halophila ovalis</i>	Philippines	2	Vermaat et al. (1997)
<i>Posidonia oceanica</i>	Mediterranean (Spain)	5	Manzanera et al. (1995)
<i>Zostera noltii</i>	Mediterranean (Spain)	2	Vermaat et al. (1997)



# Strutture artificiali



# Danno meccanico

## Ancoraggio

Strascico vietato su praterie di *Posidonia oceanica* o altre fanerogame marine/ coralligeno o maerl / e sotto i 1000 m di profondità.

Aumento della sedimentazione

Distruzione dell'habitat

Rimozione degli organismi e bycatch



Loss of sessile, emergent, high biomass species, increase in small-bodied infauna  
70% reduction of maerl<sup>a</sup> habitat over 4 years

Decreased number of organisms, biomass, species richness, species diversity, and biogenic habitat structure

Trawl reduced density of large epifauna about 15% on each pass; trawl flown 15 cm above seafloor had no detectable impact on large epifauna

Decreased abundance of large epifauna and infaunal species abundance

Decreased density of common echinoderms, polychaetes, and molluscs

Direct mortality of 5–60% for species following single passage of trawl  
Removal of biogenic and physical habitat structure  
Decreased diversity in trawled plots

Decrease in small-scale heterogeneity of sediment texture after trawling

Thrush and Dayton, 2002

# Frammentazione e distruzione dell'habitat

La frammentazione si può definire come **l'interruzione di continuità** di un dato sistema ecologico (può essere un paesaggio, una comunità, un ambiente).

La frammentazione dell'habitat è, quindi, l'interruzione di continuità strutturale all'interno di un dato paesaggio.

Per habitat, in questo caso, intendiamo un insieme biologico caratteristico, con una struttura fisica originale.

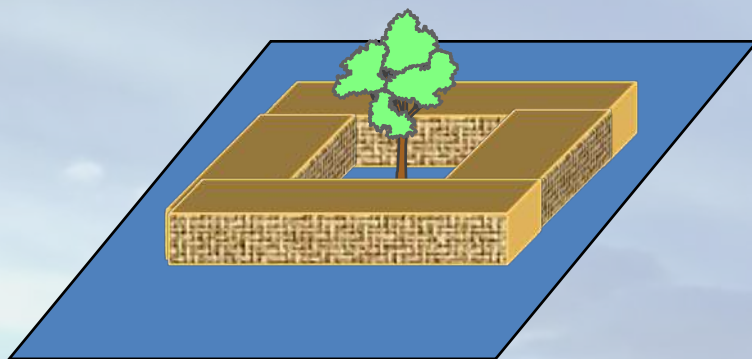
Esistono processi di *frammentazione naturale* dovuti a cambiamenti climatici come le glaciazioni, o incendi, e altri eventi catastrofici (frane, tsunami, inondazioni, eruzioni vulcaniche ecc.): in pratica ogni fenomeno naturale che suddivide un ambiente in unità di scala inferiore.



# Frammentazione e distruzione dell'habitat

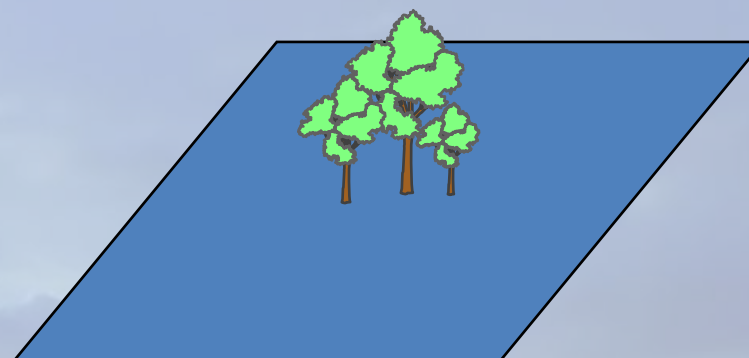
Frammentazione antropica

Deforestazione per la conversione dei terreni (ad es. agricoltura, pascolo ecc.), per l'utilizzo del legname o per la preparazione del carbone da uso domestico, la costruzione di strade, ferrovie ed altre vie di comunicazione, incendi.



Isolamento

la creazione di barriere che non permettono lo spostamento delle specie



Riduzione

la riduzione in superficie dell'area originaria dell'habitat.

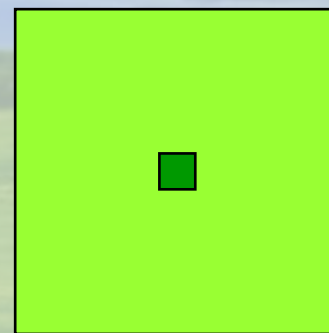
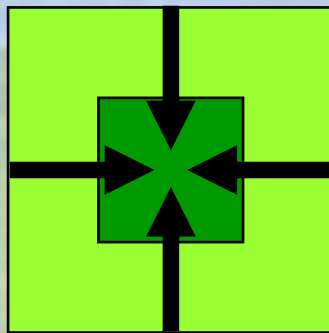
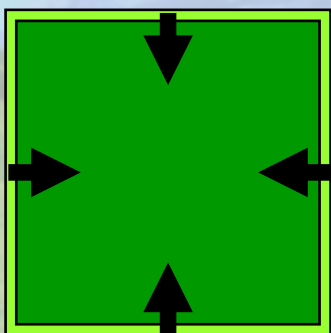
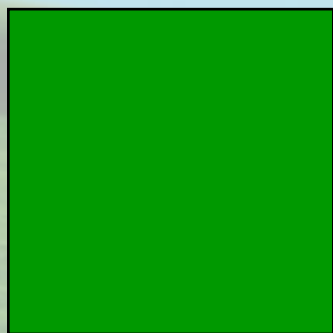
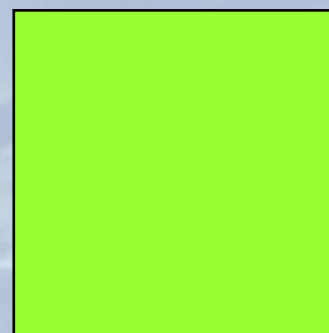
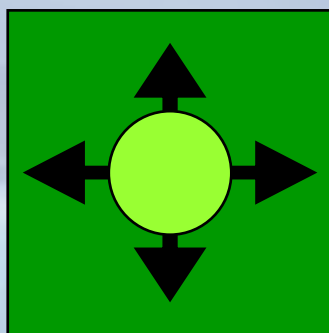
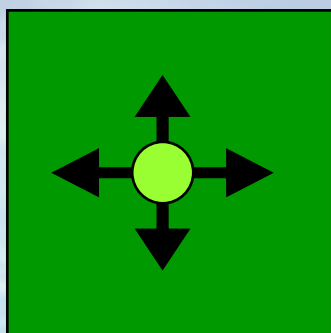
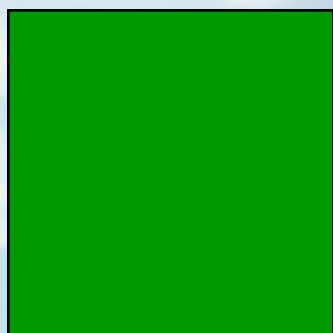


# Modalità di frammentazione

Il processo di frammentazione può avere due sviluppi:

1 - la **perforazione**, quando il processo di distruzione avviene dall'interno della matrice naturale verso l'esterno. La direzione è centrifuga. È il caso della costruzione di una strada o delle "radure" che vengono create nel caso di un'agricoltura primitiva.

2 - l'**isolamento**, quando il processo di distruzione avviene dall'esterno della matrice naturale verso l'interno. La direzione è centripeta. È il caso delle grandi deforestazioni per la creazione di campi coltivati.



# Effetti

Diminuzione lieve della composizione ed abbondanza specifica della fauna e flora associate a quello che si è perso: è il rilassamento, al quale segue, nel tempo, il debito di estinzione.



Le strutture create dall'uomo (strade, aree urbane e campi coltivati) inibiscono notevolmente lo **spostamento** di molte specie, soprattutto animali e, potenzialmente, di piante (soprattutto quelle che usano gli animali come vettore di dispersione).

Quando un'area viene isolata dalla distruzione degli habitat naturali circostanti, le densità di popolazione delle specie animali dotate di movimento inizialmente crescono nel frammento. La crescita iniziale della densità di popolazione, in queste aree isolate, è seguita dal collasso della specie per sovraffollamento.

# Specie vulnerabili alla frammentazione

Specie rare, endemiche



Specie strettamente dipendenti dall'habitat



Specie di grandi dimensioni



Specie con scarse capacità dispersive

Specie interne



Specie che nidificano a terra



Specie a bassa fecondità

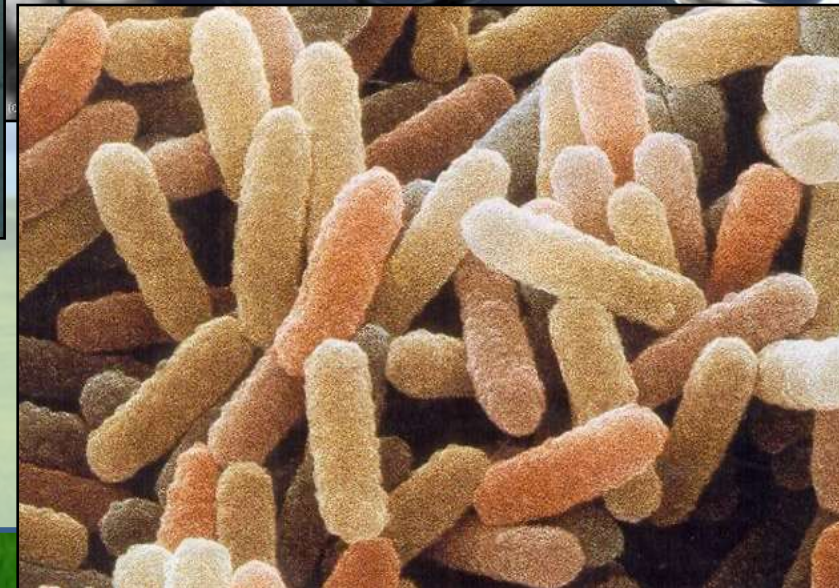
# Patogeni



**Virus, batteri, protozoi, parassiti**

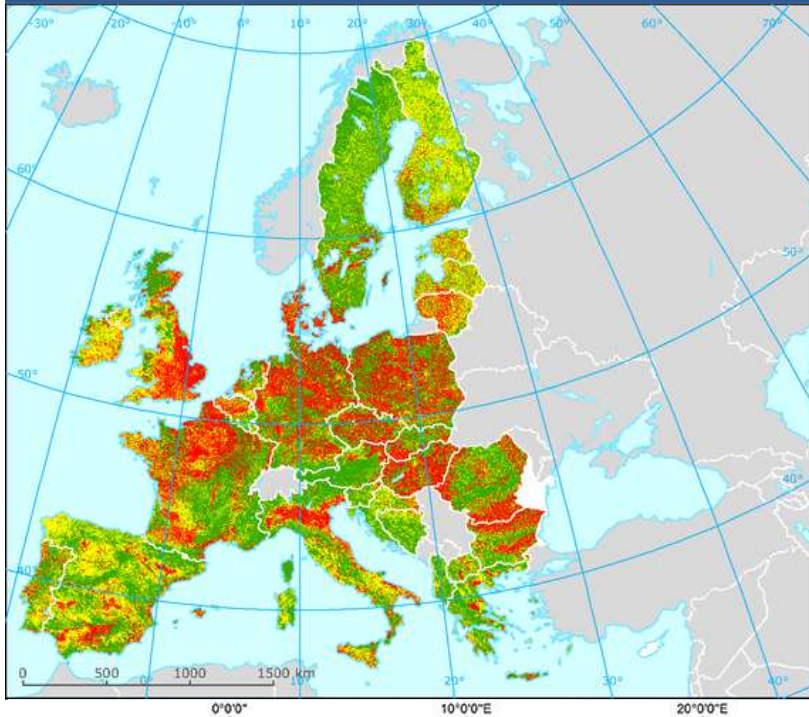


Infezioni propagate dagli  
impianti di acquacoltura, o  
importazione di organismi





# Introduzione di specie



## direct economic causes

### introduction of species for commercial purposes

e.g. aquaculture, seeds, crops, livestock, food, biofuels

### introduction of species for control purposes

e.g. biocontrol, landscape restoration

### introduction of species for lifestyle and aesthetic purposes

e.g. pets, ornamental plants, aquariums

## unintentional or accidental introductions

e.g. contaminated imports, hitch-hikers in freight or luggage, ballast water, dumping

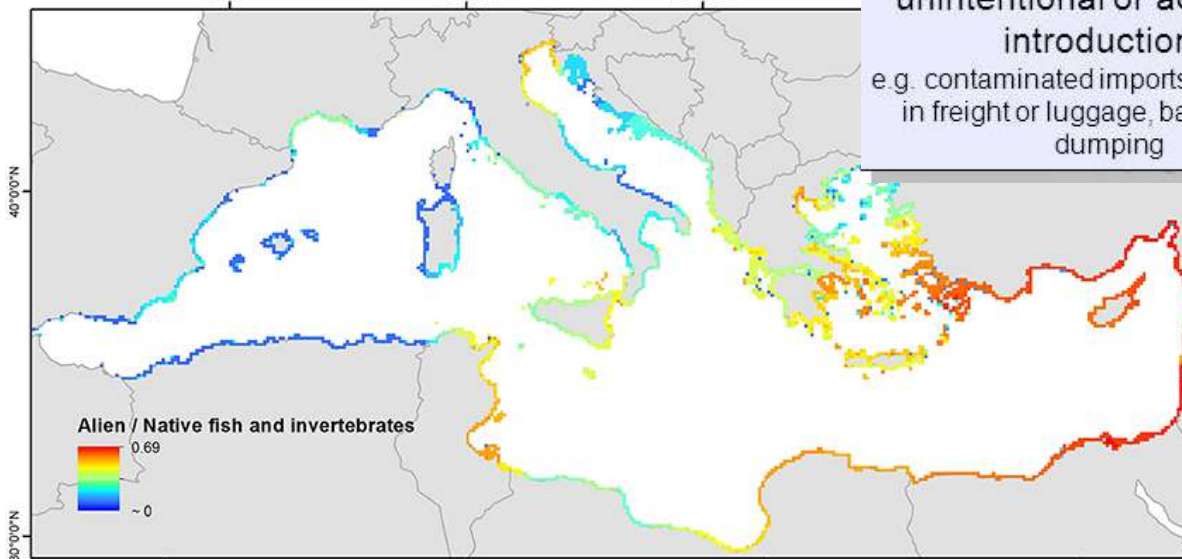
## indirect economic causes

### forces and conditions which determine trade, production and consumption practices and preferences

e.g. expanding travel & trade, globalisation, subsidies to production, trade and investment incentives, market demand and consumer preferences, low fines, high reliance of economy on imports

### forces and conditions which determine land and resource use practices and preferences

e.g. high reliance of economy on particular productions sectors, incentives to clear land and replace native species, price support to exotic monocrops, unclear institutions and property rights, lack of budgets and funding to conservation



# Effetti sugli ecosistemi



Nutria (*Myocastor coypus*)  
Sud America



Tartaruga dalle orecchie rosse  
(*Trachemys scripta elegans*)  
Nord America

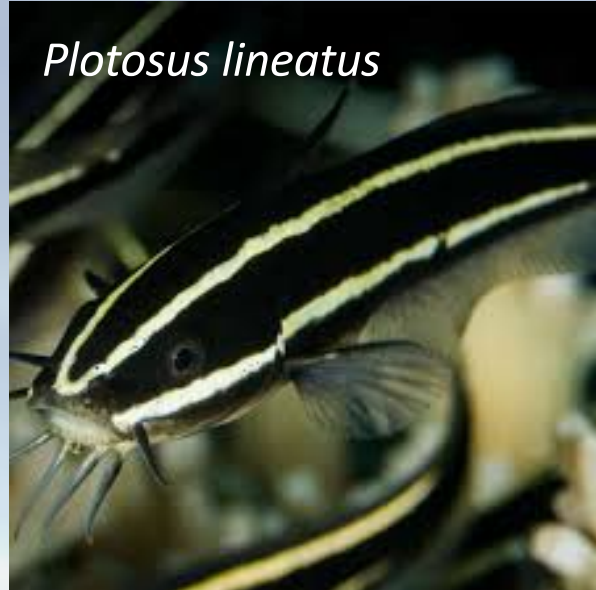


Giacinto d'acqua (*Eichhornia crassipes*)  
Amazzonia



Zebra mussel  
(*Dreissena polymorpha*)  
Sud della Russia

# Specie aliene pericolose



## The Mediterranean Sea

Its history and present challenges

Metamorphoses: Bioinvasions 2014  
in the Mediterranean Sea

B.S. Galil and Menachem Goren

# Casi emblematici di specie invasive



*Mneniopsis leidyi*

Nativo delle coste atlantiche e estuari del Nord e Sud America. Introdotto per la prima volta attraverso le acque di zavorra nel Mar Nero. Si diffonde nel Mar di Marmara e poi nell'Egeo (1990). A metà degli anni 2000 appare in Francia e nel Nord Adriatico. Oggi presente anche in Spagna.

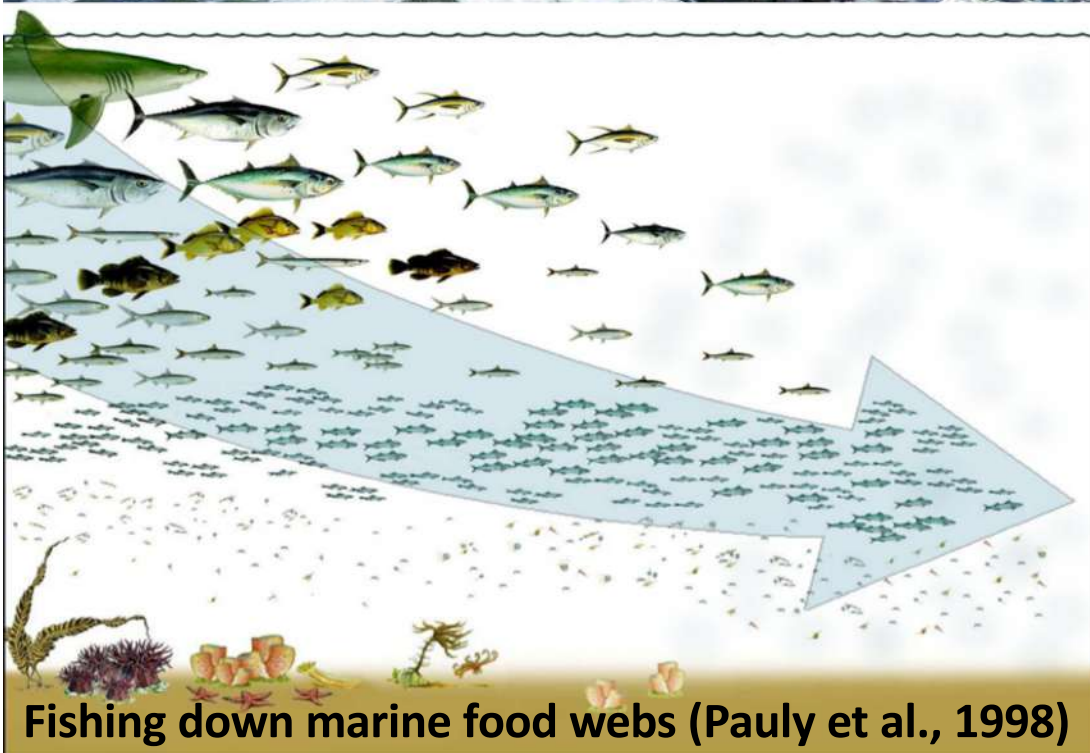
Possibile predazione intensa su stadi giovanili di pesci con potenziale collasso della pesca.



*Caulerpa cylindracea*

*C. cylindracea* originaria dell'Australia sud occidentale. Non si conoscono le cause dell'introduzione. Il traffico marittimo e l'acquariofilia sembrano essere i vettori più probabili. Competizione con specie native, intrappolamento di sedimenti, produzione di metaboliti secondari nocivi per specie commerciali.

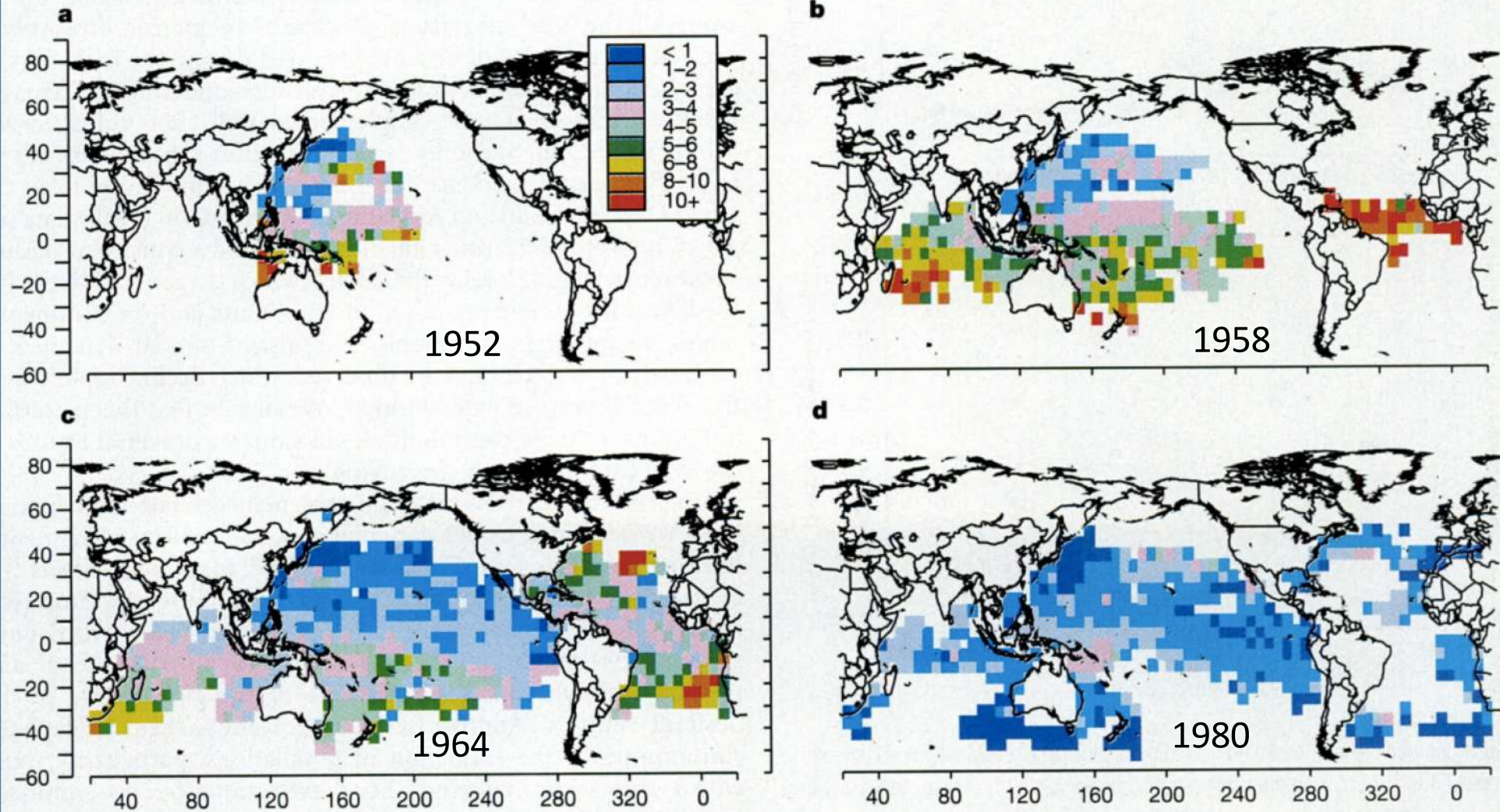
# Overfishing



Fishing down marine food webs (Pauly et al., 1998)



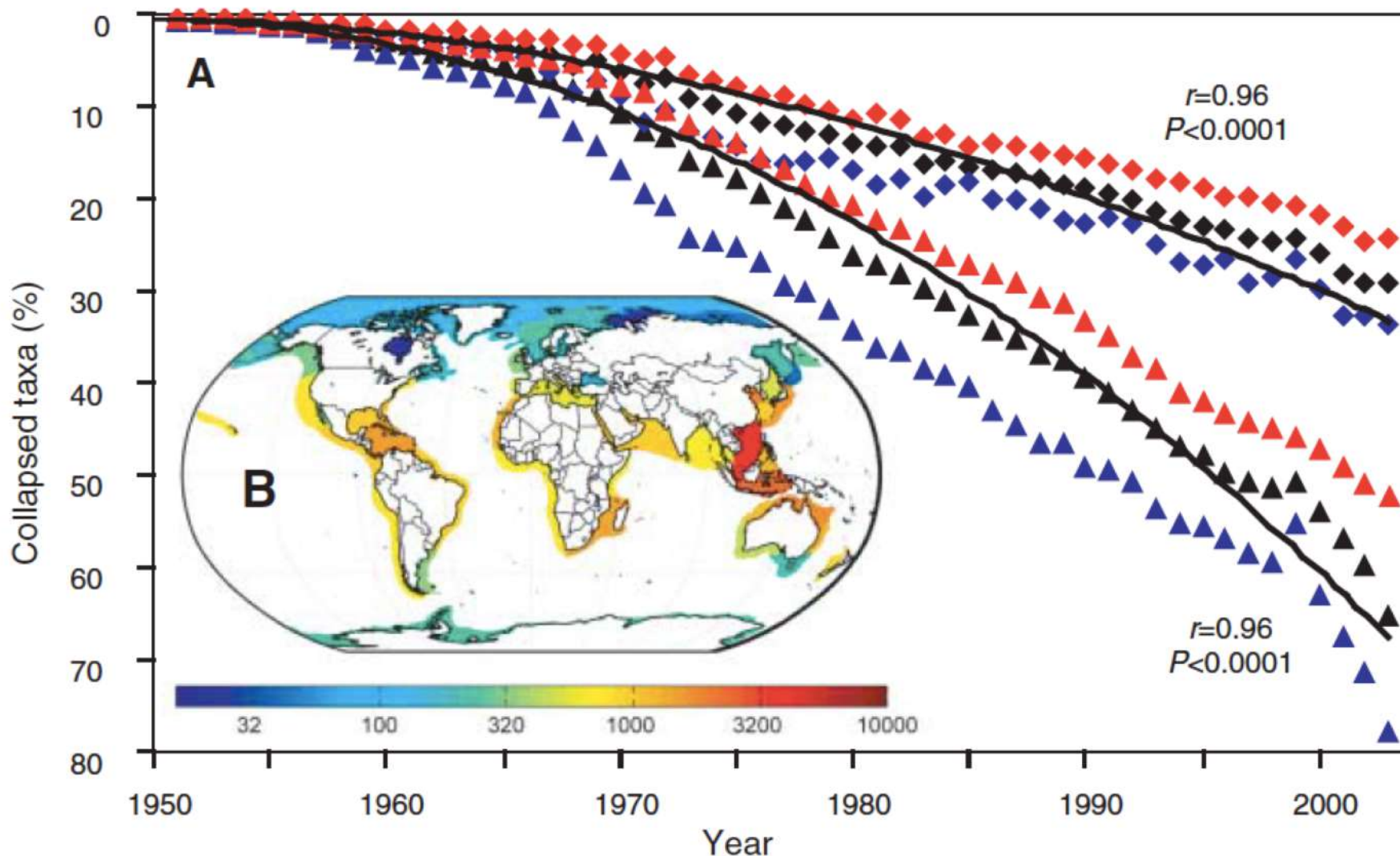
# Overfishing



Myers & Worm 2003

**Diminuzione nelle catture di predatori apicali (pesci)**

# Overfishing



Lo sforzo di pesca è molto elevato su moltissime specie

Collasso della pesca su pesci e invertebrati

# Acquacoltura

## Environmental Risks of Marine Aquaculture

Il problema del foraggiamento dei pesci allevati

Introduzione di medicinali e altre sostanze

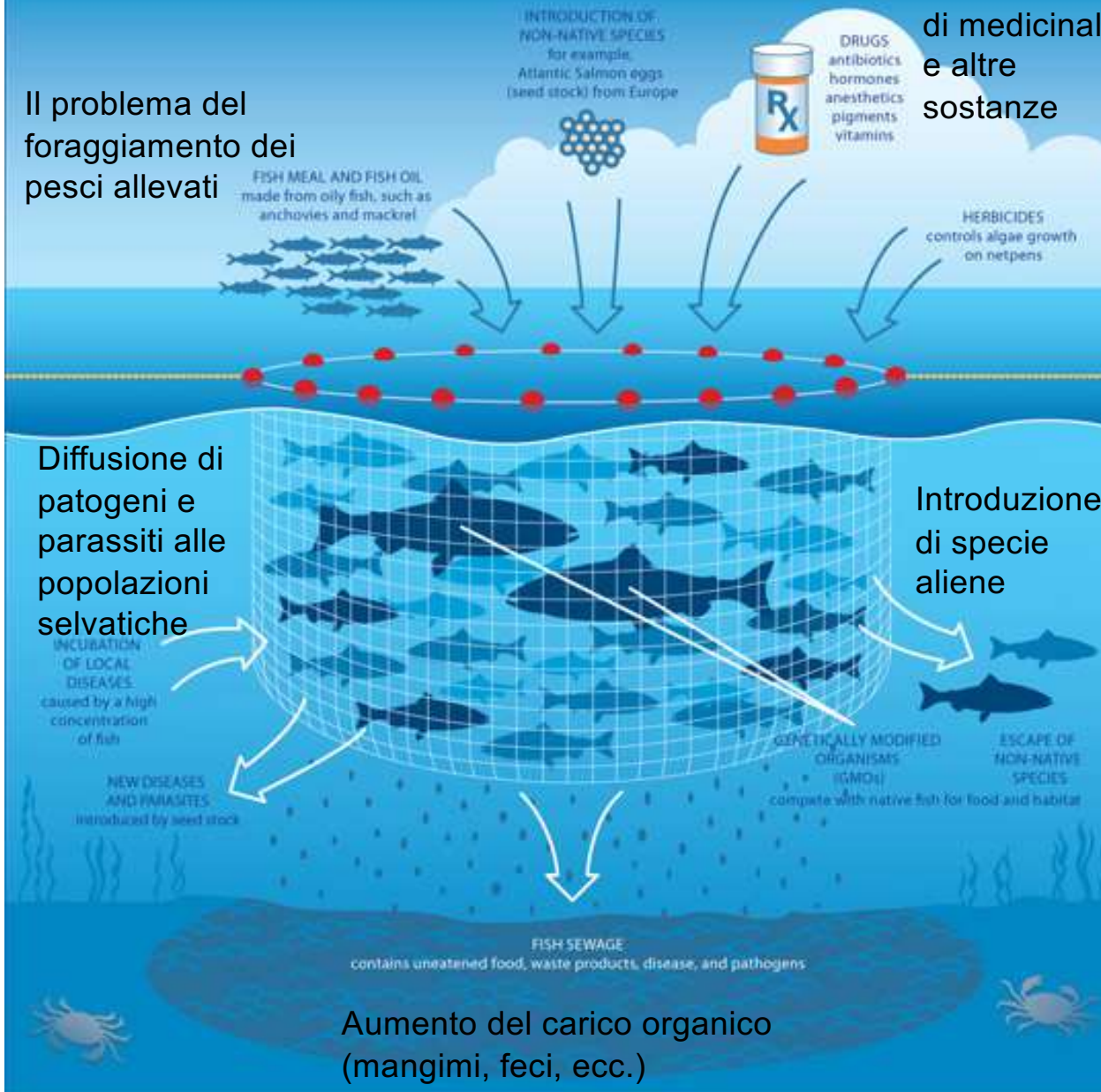
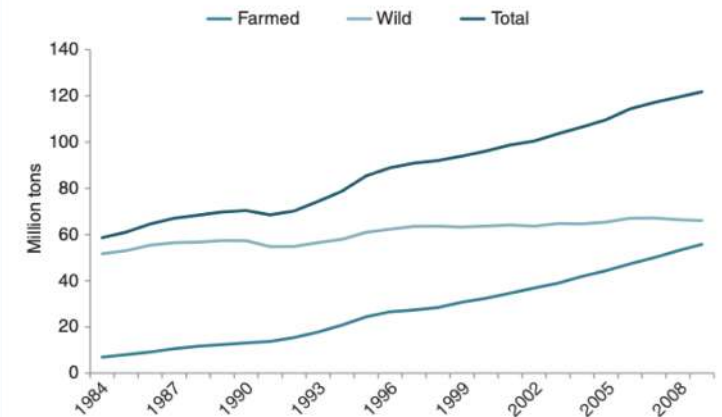


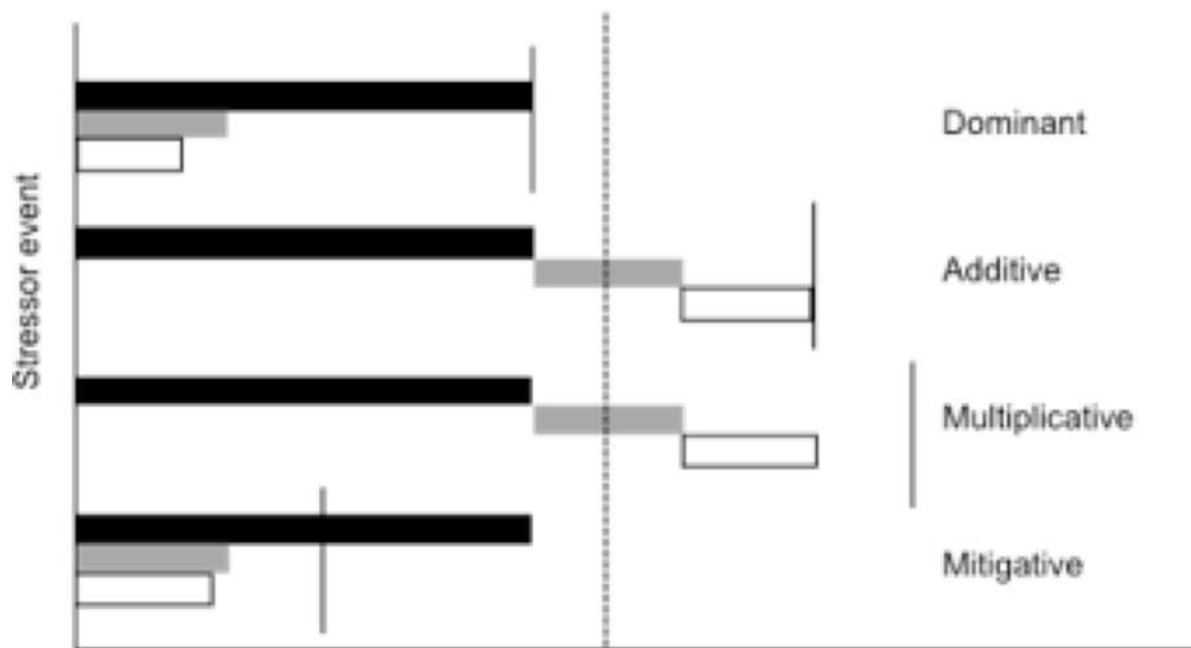
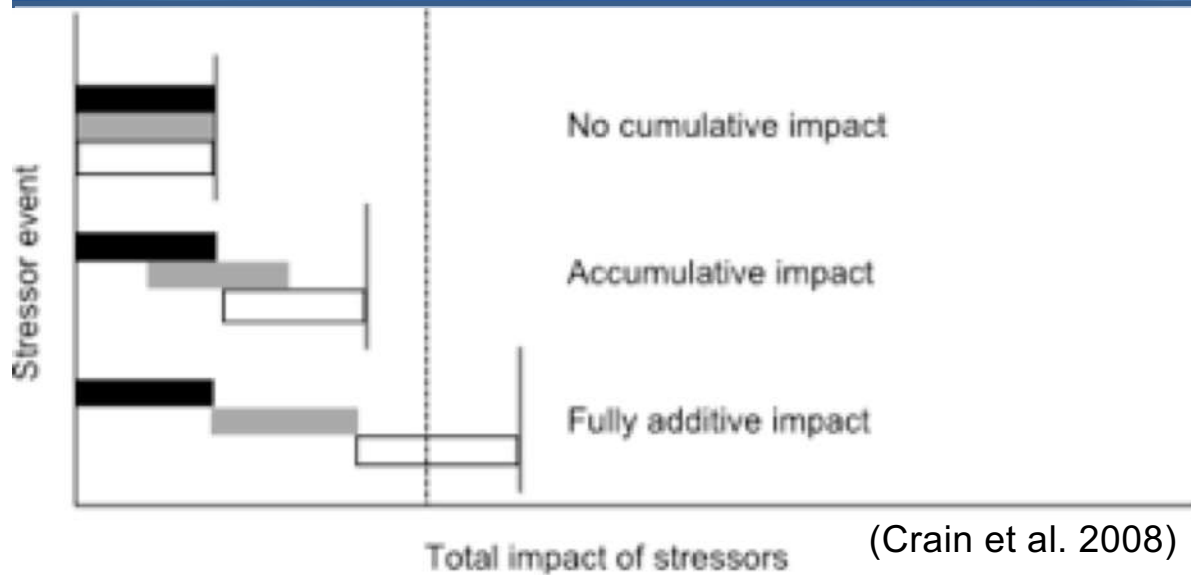
FIGURE 1.2: Evolution of World Food Fish Production, 1984–2009



Source: FishStat.



# Interazione tra impatti



Per lungo tempo gli impatti sono stati considerati singolarmente. In effetti, più sorgenti di disturbo antropico sono spesso presenti in una singola area. Le comunità si trovano quindi a fronteggiare simultaneamente impatti multipli.

Questi interagiscono nel determinare la risposta degli ecosistemi.

Il loro effetto cumulativo può essere differente a seconda del sistema colpito e della natura degli impatti coinvolti.

