

Conferenza

**“Parco Nazionale Arcipelago Toscano:
biodiversità terrestre e marina da tutelare”**



Livorno 20 maggio 2017

c/o Acquario di Livorno, Piazzale Mascagni, 1. Terrazza Mascagni 57127 LIVORNO

Metriche della Biodiversità

Romano T. Baino
ARPAT - Settore Mare

che cos'è ?

un tonno



... o un tonnetto ? (60cm)

ha 177 nomi comuni (dall'arabo al wolof) di cui 24 in Italia



<http://www.fishbase.org>



Euthynnus alletteratus (Rafinesque, 1810)



... perchè nel **1810** Constantine Samuel **Rafinesque-Schmaltz** pubblica:

(Galata, 22 ottobre 1783 – Filadelfia, 18 settembre 1840) biologo e archeologo statunitense, di origine franco-tedesca [cfr smartbiblio].

Indice d'ittiologia siciliana; ossia, catalogo metodico dei nomi latini, italiani, e siciliani dei pesci, che si rinvencono in Sicilia disposti secondo un metodo naturale e seguito da un'appendice che contiene la descrizione de alcuni nuovi pesci siciliani. Messina: 1–70, 2pls.

La Metrica '*SPECIE*' è stata definita da Linneo nel 1758



CAROLI LINNÆI
EQUITIS DE STELLA POLARIS.
ARCHIATRI REGII, MED. & BOTAN. PROFESS. UPSAL.
ACAD. UPSAL. HOLMENS. PETROPOL. BEROL. IMPER.
LOND. MONSP. TOLOS. FLORENT. SOC.

**SYSTEMA
NATURÆ**

PER
REGNA TRIA NATURÆ,
SECUNDUM
CLASSES, ORDINES,
GENERA, SPECIES,
CUM
CHARACTERIBUS, DIFFERENTIIS,
SYNONYMIS, LOGIS.

TOMUS I.

EDITIO DECIMA, REFORMAT.

Com Privilegio Sæ R. M. M. S. S. S.

HOLMIÆ,

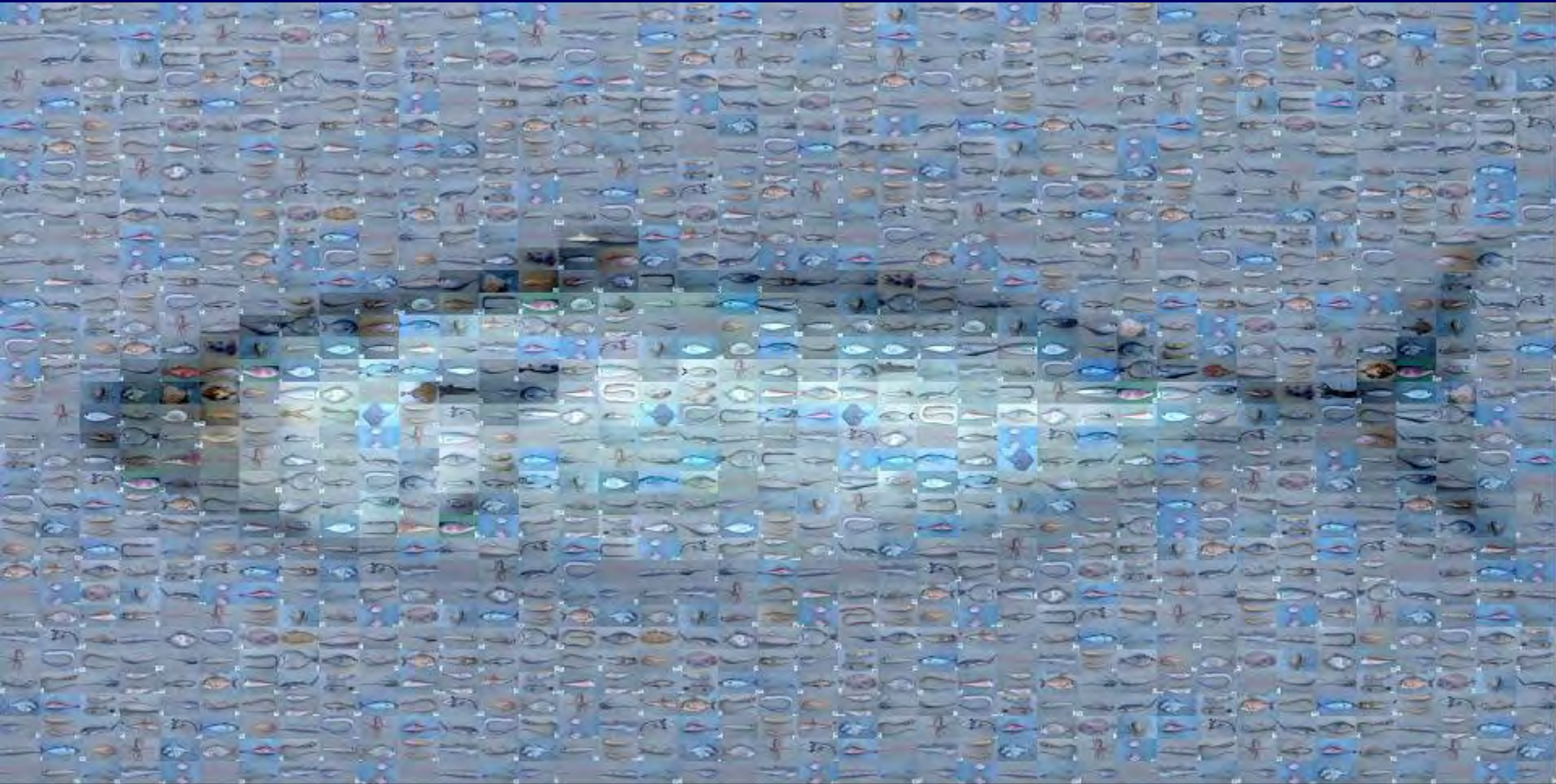
IMPENSIS DIRECT. LAURENTII SALVII,
1758.

Carl Nilsson Linnaeus

Caroli Linnaei

Carl von Linné ... *quando è diventato nobile!*

... passando dal Biologico a sistemi più complessi



occorre individuare Metriche più generali.

**Usiamo una Metrica, *misura*, *distanza*, ...
che sia bella, comoda e generale**



ad es. il Metro della Rivoluzione francese



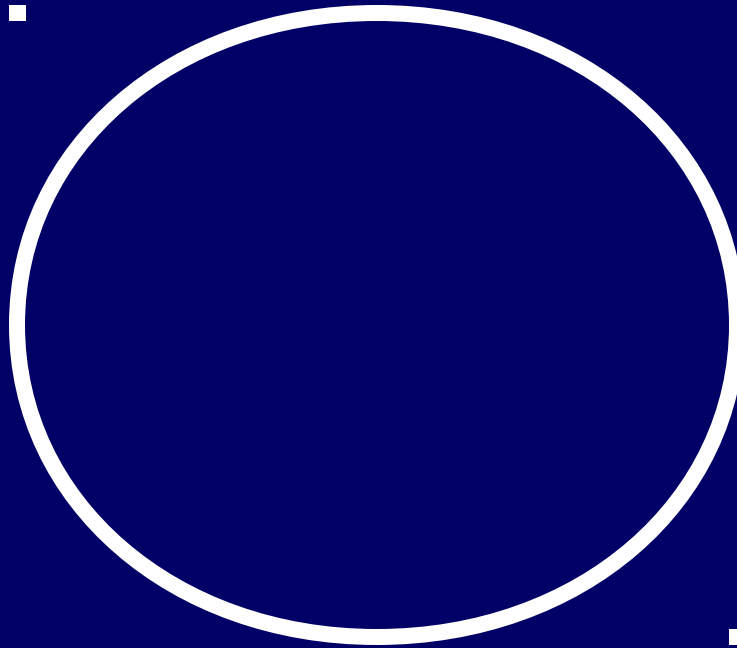
= 1

Oggetto facile ...



lato = 1
area = 1

Oggetto un po' meno facile ...

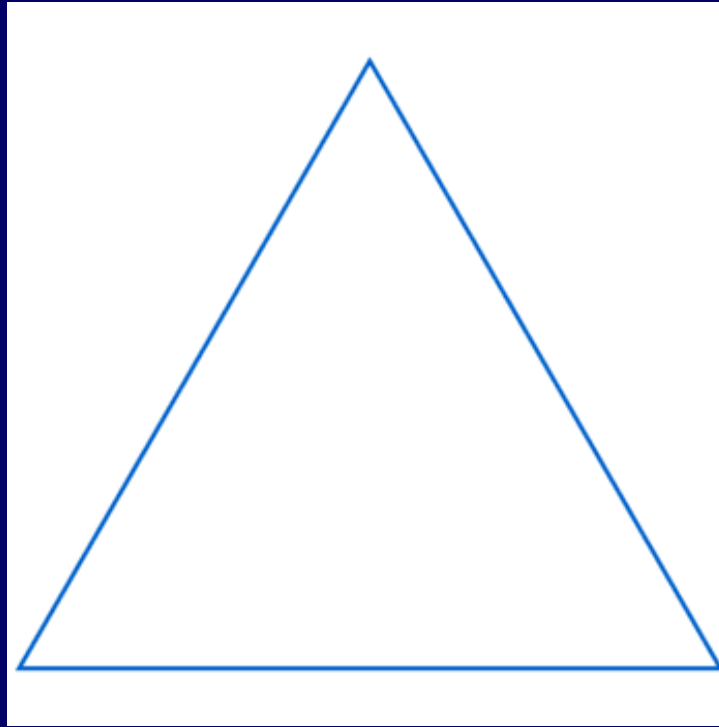


diametro = 1

area = 3,14159265358979323846...

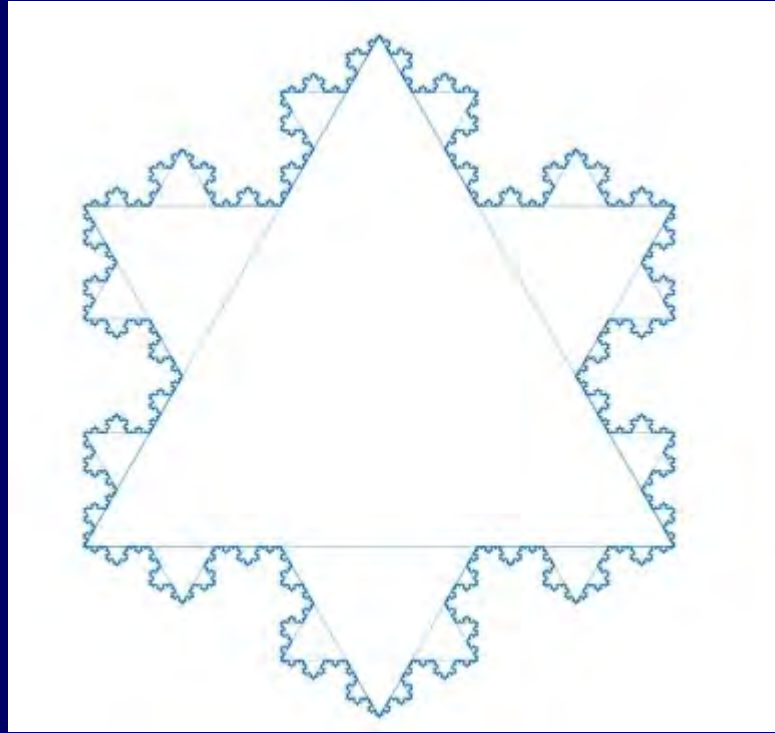
cui seguono finora altri 1241 miliardi di cifre (nel 2002)

poi ci sono oggetti che creano problemi alla metrica



fiocco di Koch (1904)

poi ci sono oggetti che creano problemi alla metrica

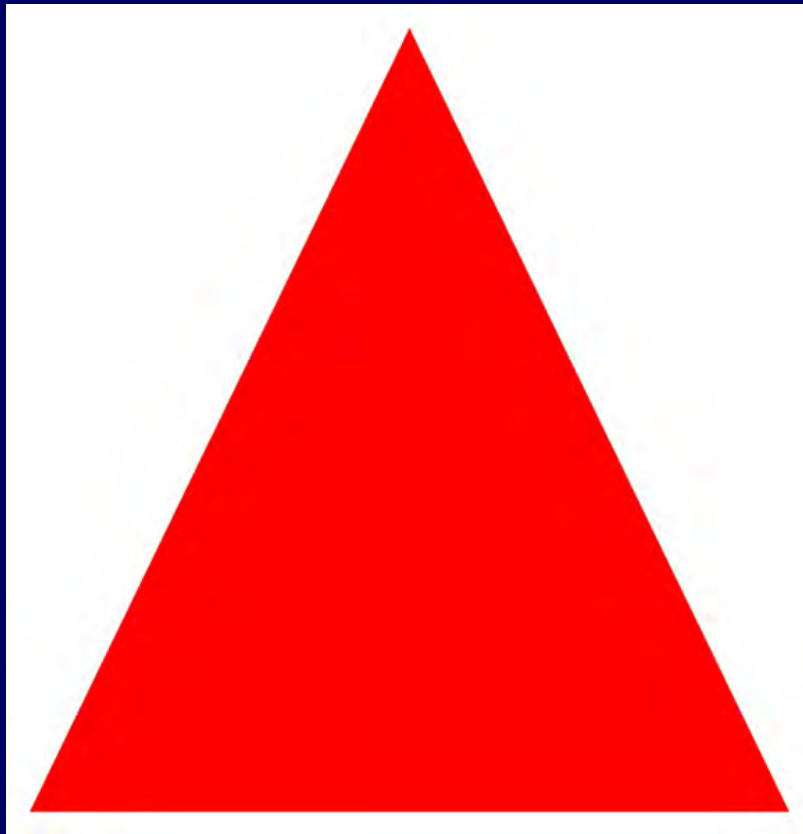


area = è *definita*

ma il perimetro diventa infinito !

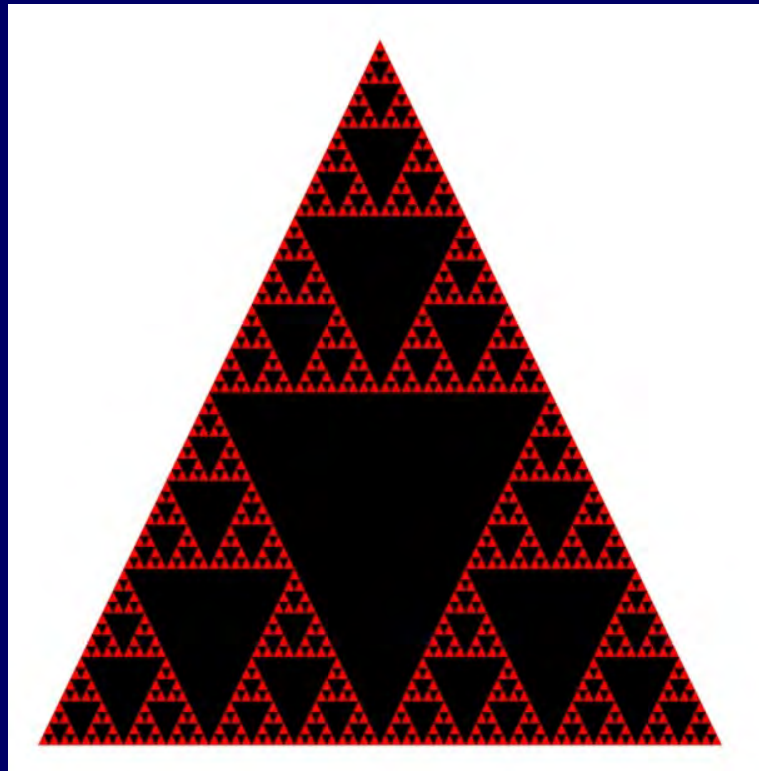
e non c'è metrica che lo possa gestire (o quasi)

o peggio ancora ...



il triangolo di Sierpinski (1915)

o peggio ancora ...



**il perimetro è infinito (*come nel fiocco di Koch*)
ma l'area diventa nulla
cioè *il triangolo non esiste***

QUINDI

**Esistono
molteplici
formulazioni
degli indici di
biodiversità !**

**NON POSSIMO
USARE UN
SINGOLO METRO**

Index	Measures	Formula
Species richness (<i>S</i>)	Number of species	<i>S</i>
Margalef (<i>D</i>)	Number of species for given number of individuals	$(S - 1)/\ln N$
Menhinick's (<i>D</i>)	Number of species for given number of individuals	$S/\sqrt{N}$
Shannon–Wiener (<i>H'</i>)	Richness and equitability	$-\sum p_i \ln p_i$
Evenness (for <i>H'</i>)	Evenness	$H'/H'_{\max}$ or $H'/\ln S$
Brillouin (<i>HB</i>)	Richness and equitability	$(\ln N! - \sum \ln n_i)/N$
Pielou evenness (for <i>HB</i>)	Evenness	$HB/HB_{\max}$
Simpson's (<i>D</i>)	Dominance	$\sum (n_i(n_i - 1)/N(N - 1))$
Hill <i>N</i> ₀	Number of species	<i>S</i>
Hill <i>N</i> ₁	Number of 'abundant' species	$\exp H'$
Hill <i>N</i> ₂	Number of 'very abundant' species	$1/D$
Taxonomic diversity (Δ)	Species diversity with taxonomic separation	$\left[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j \right] / [n(n - 1)/2]$
Taxonomic distinctness (Δ^*)	Taxonomic distinctness without species diversity	$\left[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j \right] / \left[\sum \sum_{i < j} x_i x_j \right]$
Taxonomic distinctness (Δ^+)	Taxonomic distinctness for presence/absences data	$\left[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij} \right] / [s(s - 1)/2]$

$$H = - \sum_{j=1}^S \left[\frac{n_j}{N} * \log_2 \left(\frac{n_j}{N} \right) \right]$$

$$\frac{Ex_{st}}{RT} = \sum \beta_i \frac{c_i}{c_t}$$

Evoluzione degli indici di biodiversità, ovvero misure della biodiversità su scala temporale:

– 10^4 anni – 10.000 anni

CONTEGGIO (N)

es. graffiti del paleolitico superiore di Altamira, 13.000ac

– 10^3 anni – 1000 anni

NUMERO DI SPECIE (S)

es. Storia degli animali di Aristotele, 400ac

– 10^2 anni – 100 anni

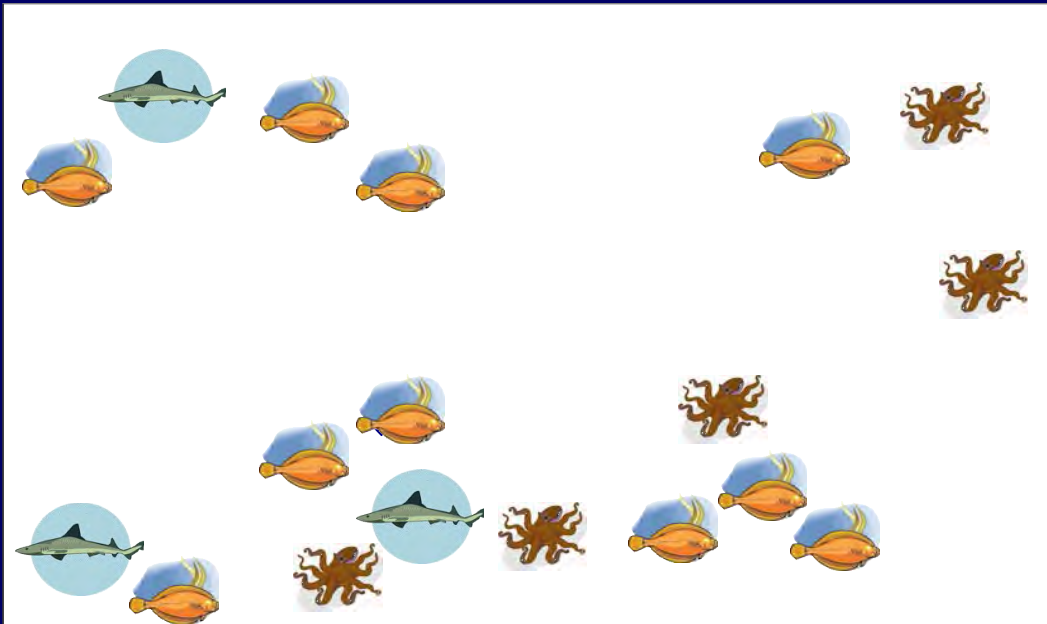
BILANCIAMENTO (H)

es. indici di Shannon-Weaver, 1949 o di Margalef, 1958

– 10^1 anni – 10 anni

GENETICA (Ex)

es. contenuto evolutivo dell'ecosistema di Jørgensen, 1997



Ambiente a

$a = [10, 5, 3]$

$N_a = 18$

n°specie $S_a = 3$

$S_a < S_b$

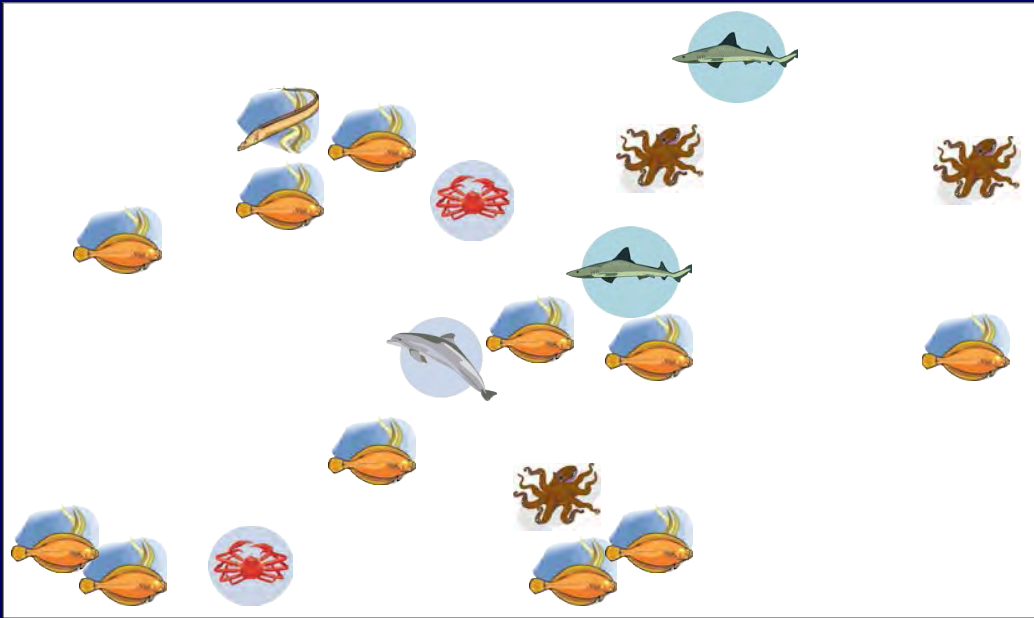


Ambiente b

$b = [7, 5, 3, 2, 1]$

$N_b = 18$

n°specie $S_b = 5$



Ambiente C

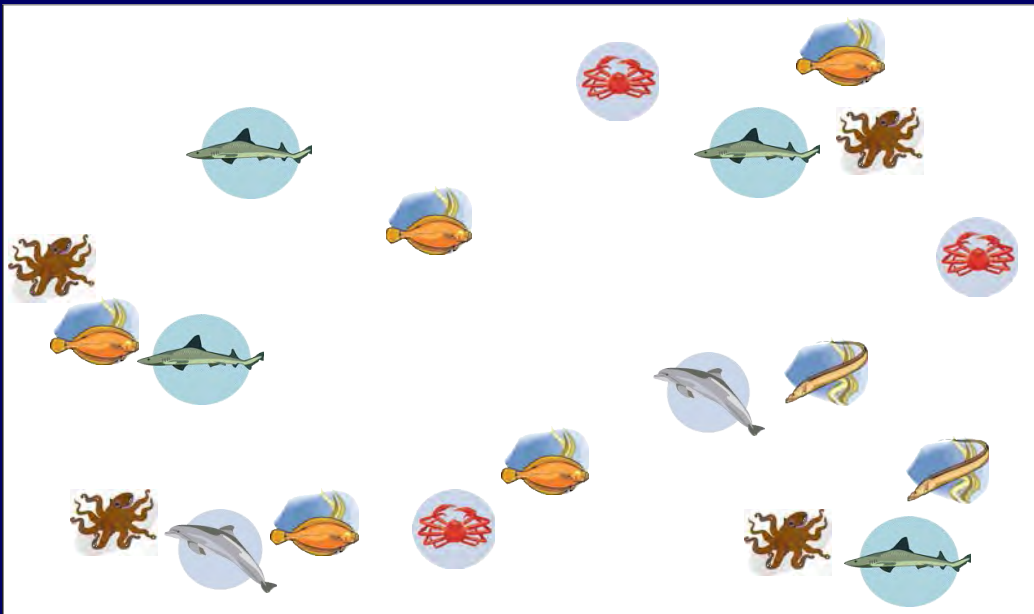
$c = [11, 3, 2, 2, 1, 1]$

$N_c = 20$

$S_c = 6$

$H'_c \text{ Shannon} = 2,0$

$H'_c < H'_d$



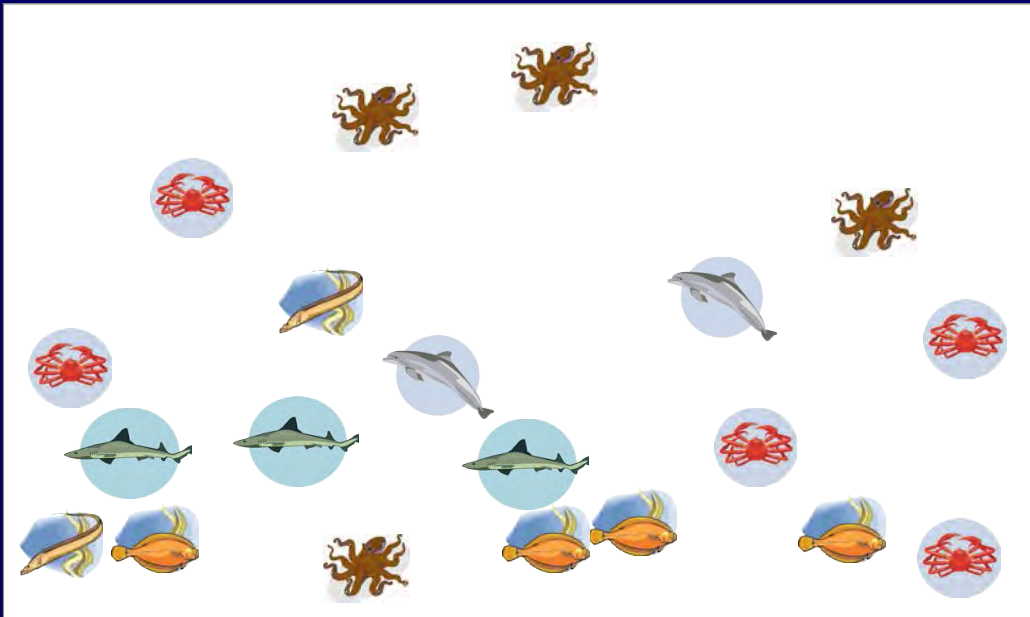
Ambiente d

$d = [5, 4, 4, 3, 2, 2]$

$N_d = 20$

$S_d = 6$

$H'_d \text{ Shannon} = 2,5$



Ambiente e

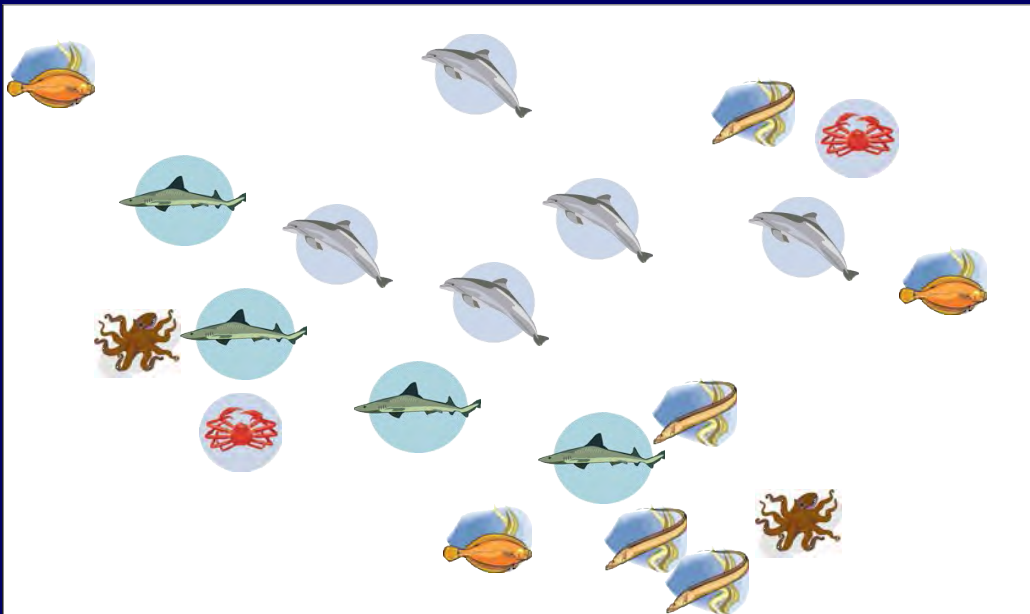
$e = [5, 4, 4, 3, 2, 2]$

$N_e = 20$

$S_e = 6$

$H'_e = 2,5$

$Ex_e \text{ Jørgensen} = 535$



$Ex_e < Ex_f$

Ambiente f

$f = [5, 4, 4, 3, 2, 2]$

$N_f = 20$

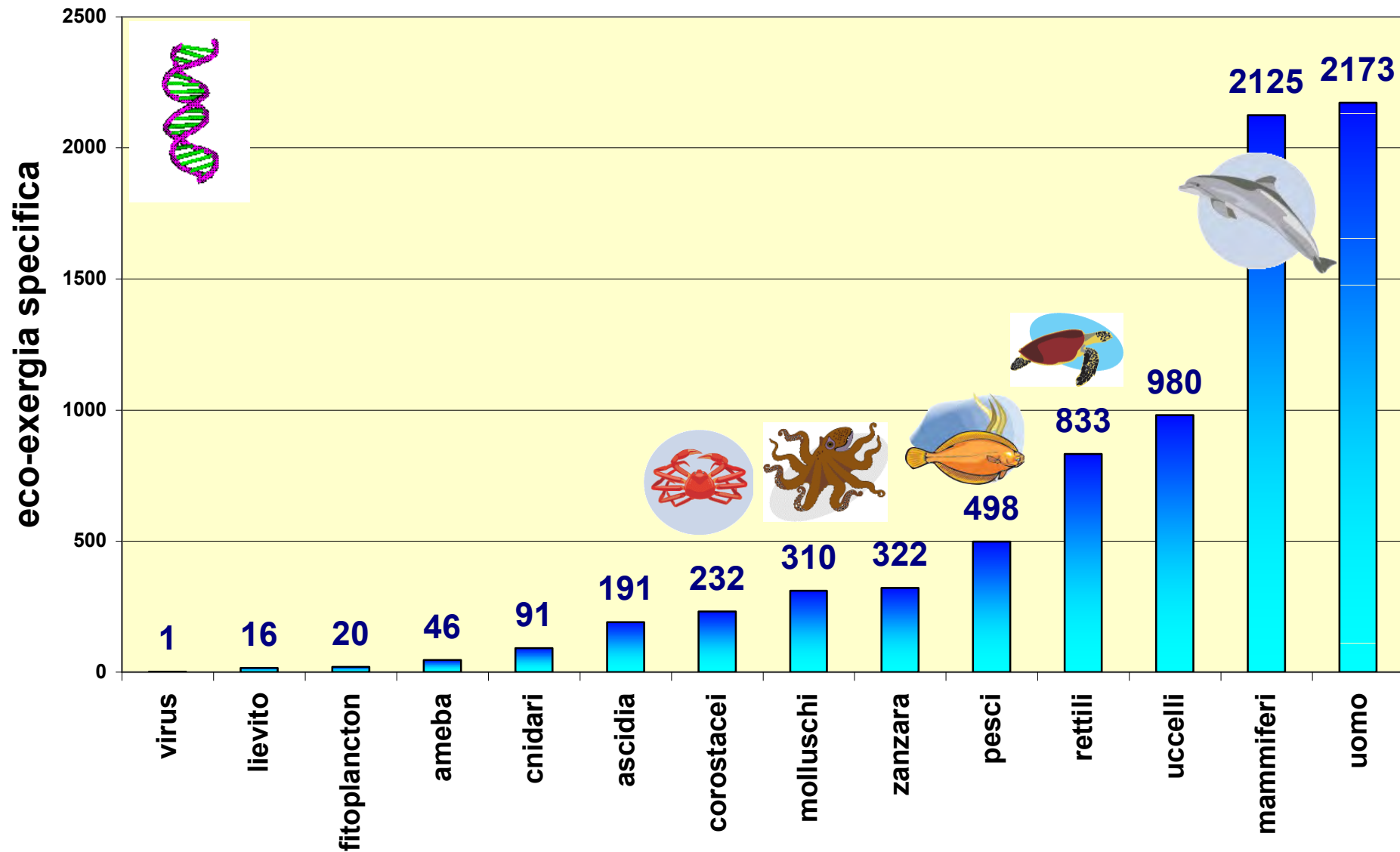
$S_f = 6$

$H'_f = 2,5$

$Ex_f \text{ Jørgensen} = 825$

BIODIVERSITÀ = ECO-EXERGIA STRUTTURALE

$$\frac{Ex_{st}}{RT} = \sum \beta_i \frac{c_i}{c_t}$$



Maggiori dettagli anche sul sito ARPAT

www.arp.at.toscana.it

**e in Segnali Ambientali in Toscana:
Relazione sullo stato dell'ambiente in
tema di conservazione della natura.**

con gli indici di:

- **Brillouin**
- **Hill**
- **Margalef**
- **Menhinick**
- **Pielou**
- **Shannon-Weaver**
- **Simpson**

Nuove applicazioni possibili:

R. M. Warwick (1986)

- Metodo ABC: Abundance Biomass Comparison

S.E. Jorgenson (1997)

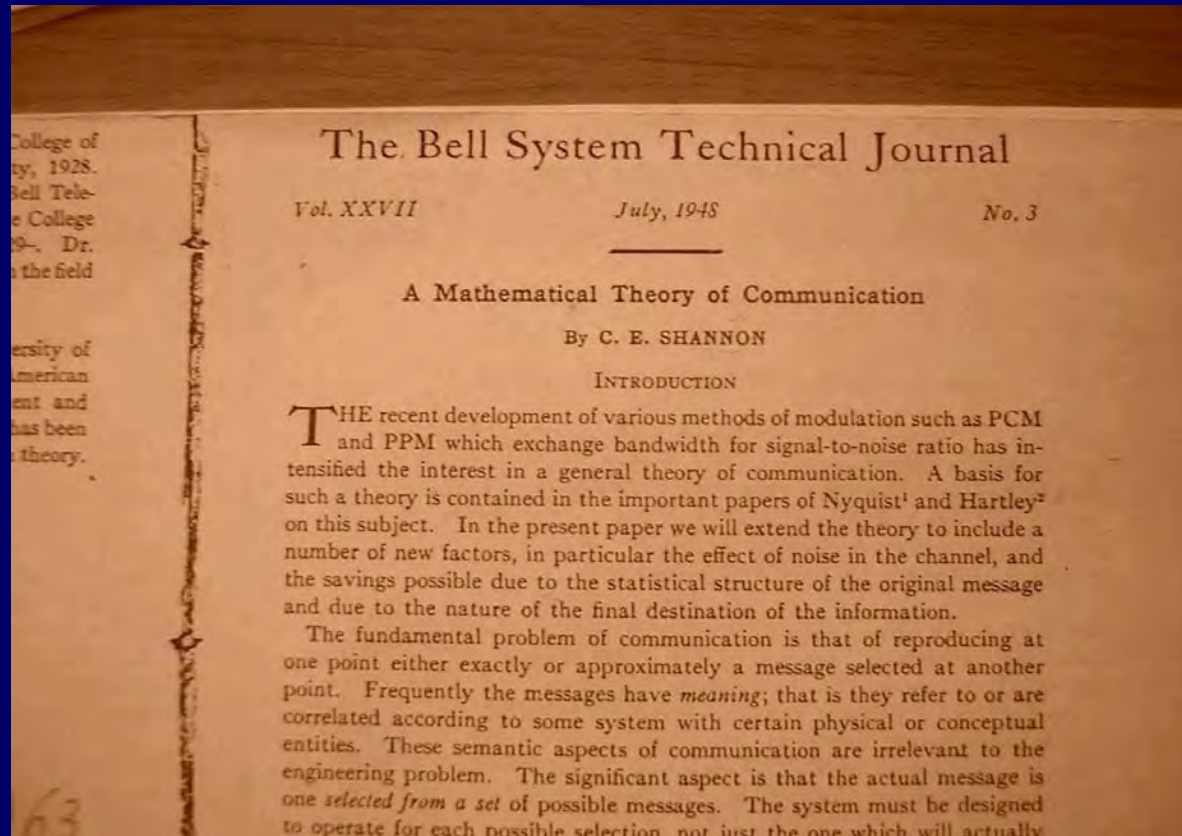
- Eco-Exergia come distanza evolutiva dal brodo primordiale ($4 \cdot 10^9$ anni fa)

L. Kernegger, J. Carstensen, J. Zaldívar (2008)

- Applicazione dell'ecoexergia ai dati FAO

Usiamo l'Indice H di Shannon (1948)

anche se è nato per tutt'altro (*misurare il contenuto di informazione*)



$$H = - \sum_{j=1}^S \left[\frac{n_j}{N} * \log_2 \left(\frac{n_j}{N} \right) \right]$$

dove: S= numero totale di specie

n_j = numero di individui pr ogni j-esima specie

N= numero totale di individui delle S specie

Claude Shannon & Marvin Minsky (Bell Labs, MIT, 1952)

“ Ultimate machine “

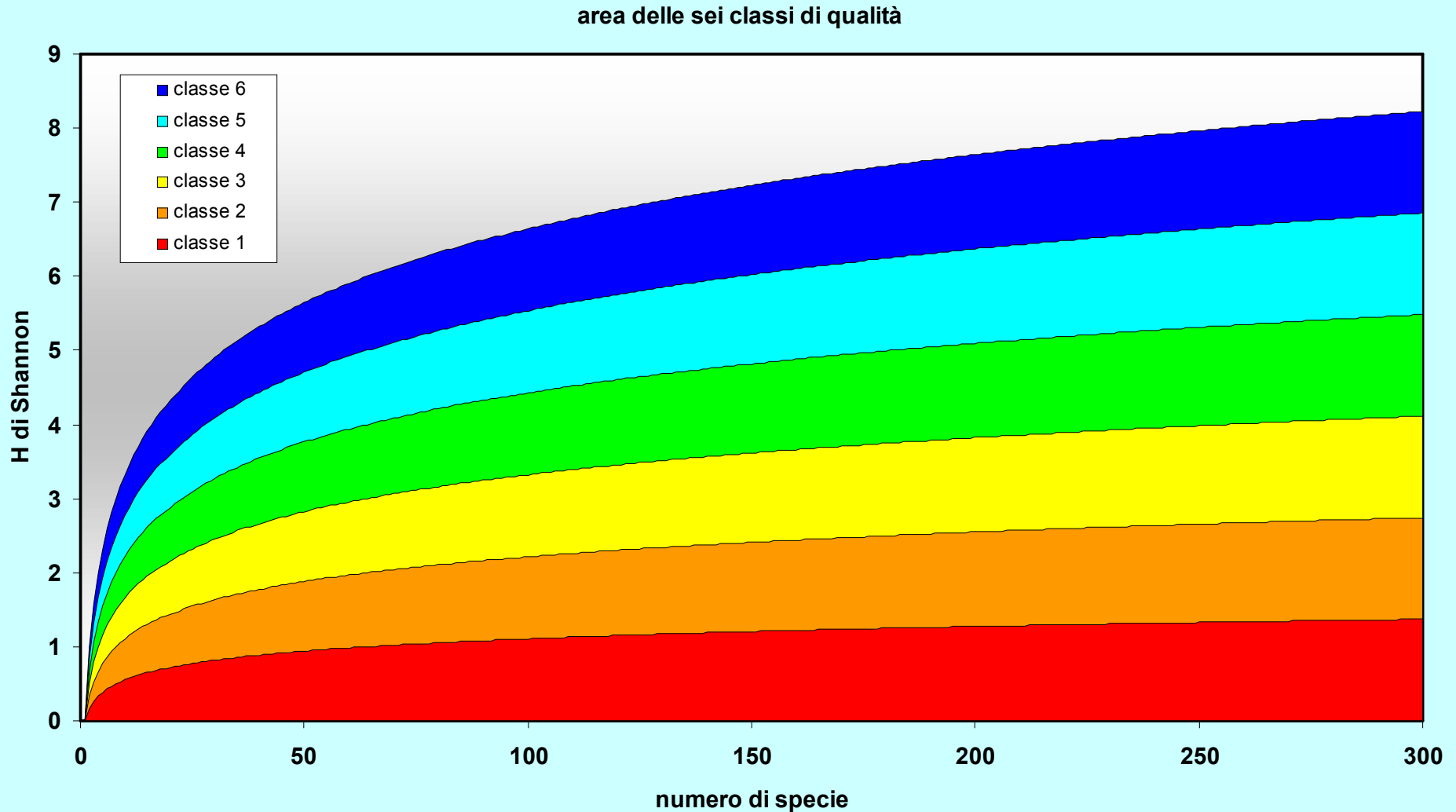
“ Useless machine “

“ Leave me alone box “



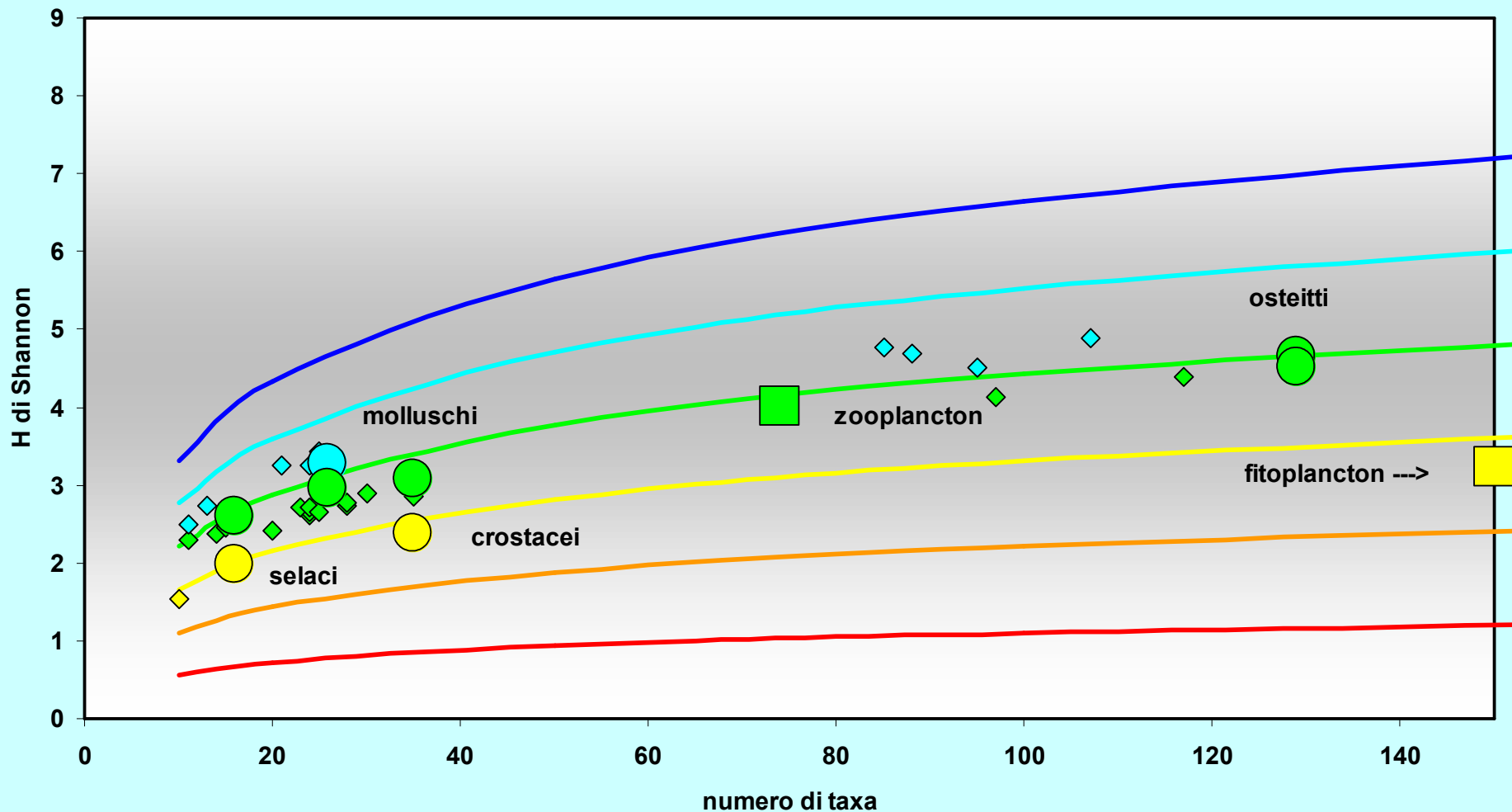
dettagli in M. Malvaldi, 2017 “Le due teste del tiranno” Rizzoli, pp. 256.

La Biodiversità con la metrica H solitamente non supera il valore di 6-8

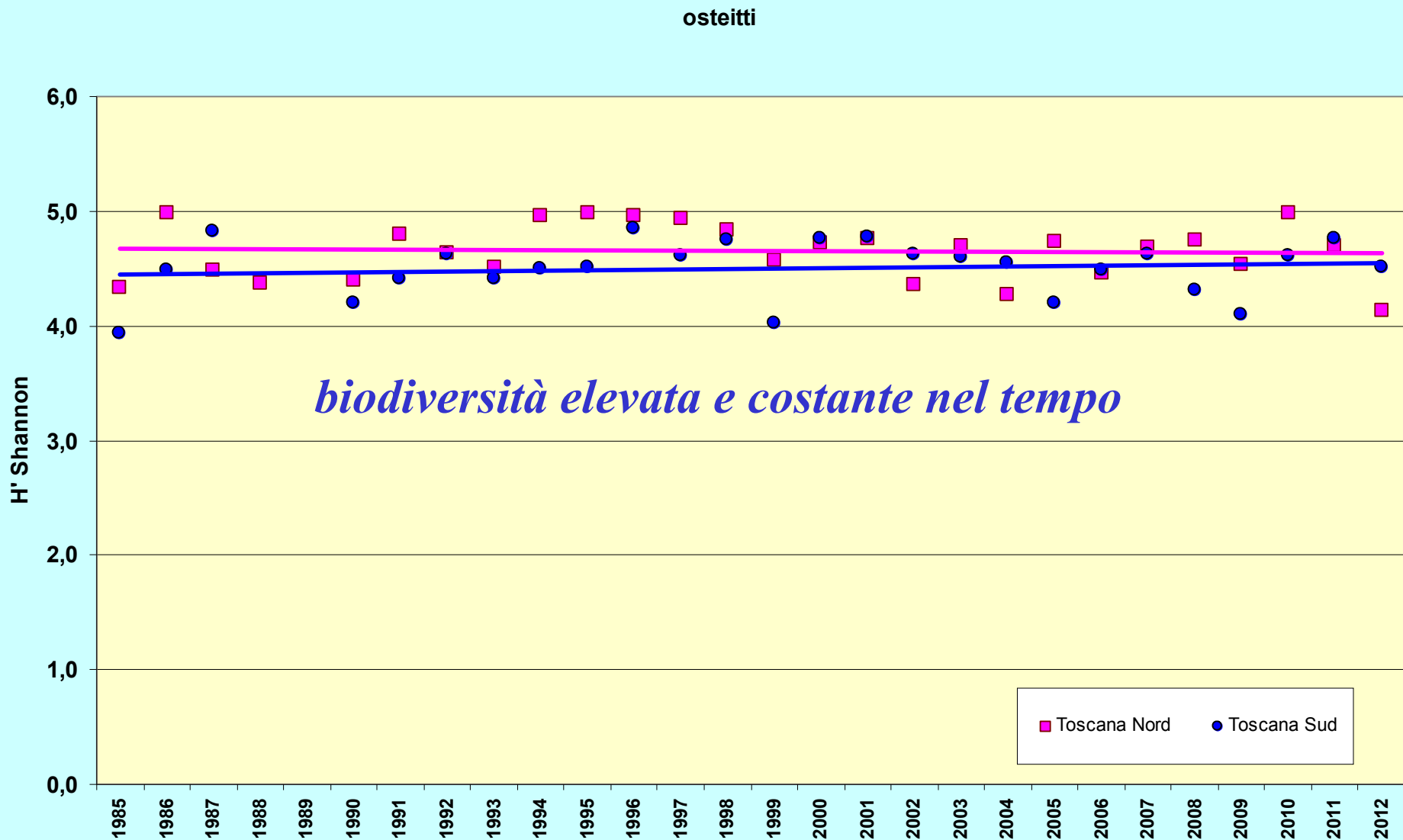


La Biodiversità in Toscana per gruppi

le specie provengono da survey Grund e Medits, i due valori sono Toscana Nord e Toscana Sud

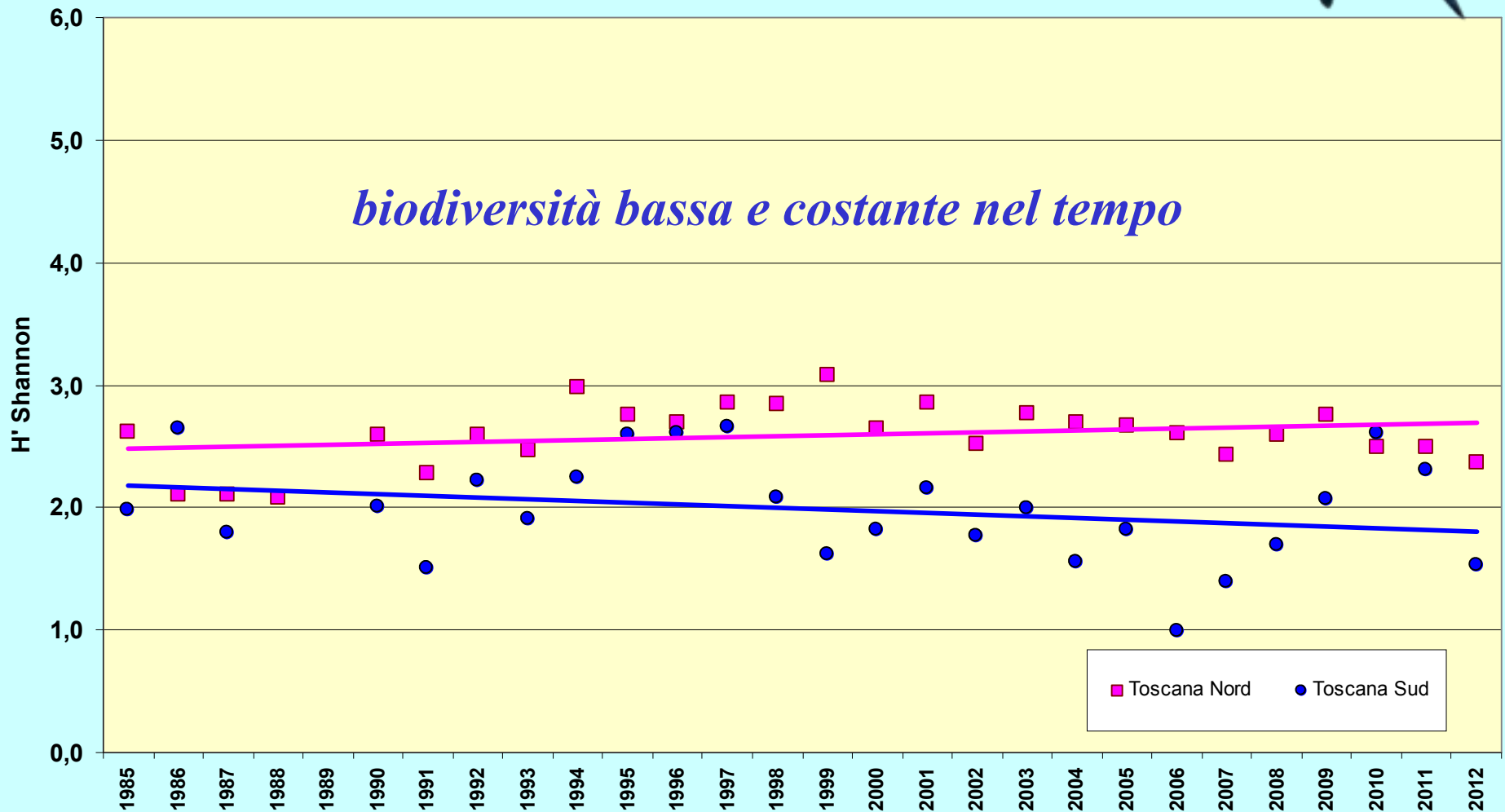


Trend Biodiversità in Toscana – PESCI OSSEI



Trend Biodiversità in Toscana – ELASMOBRANCHI

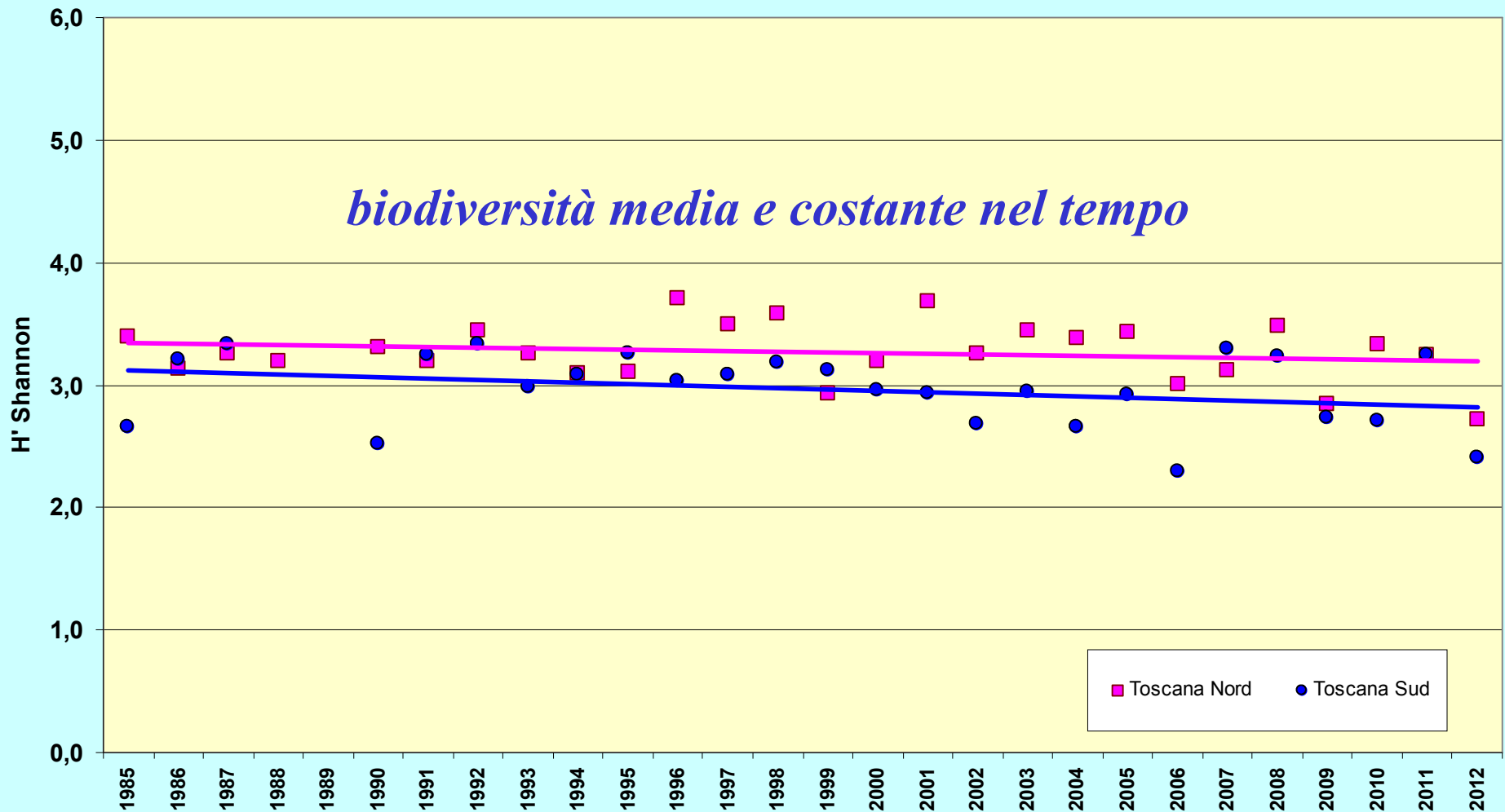
selaci



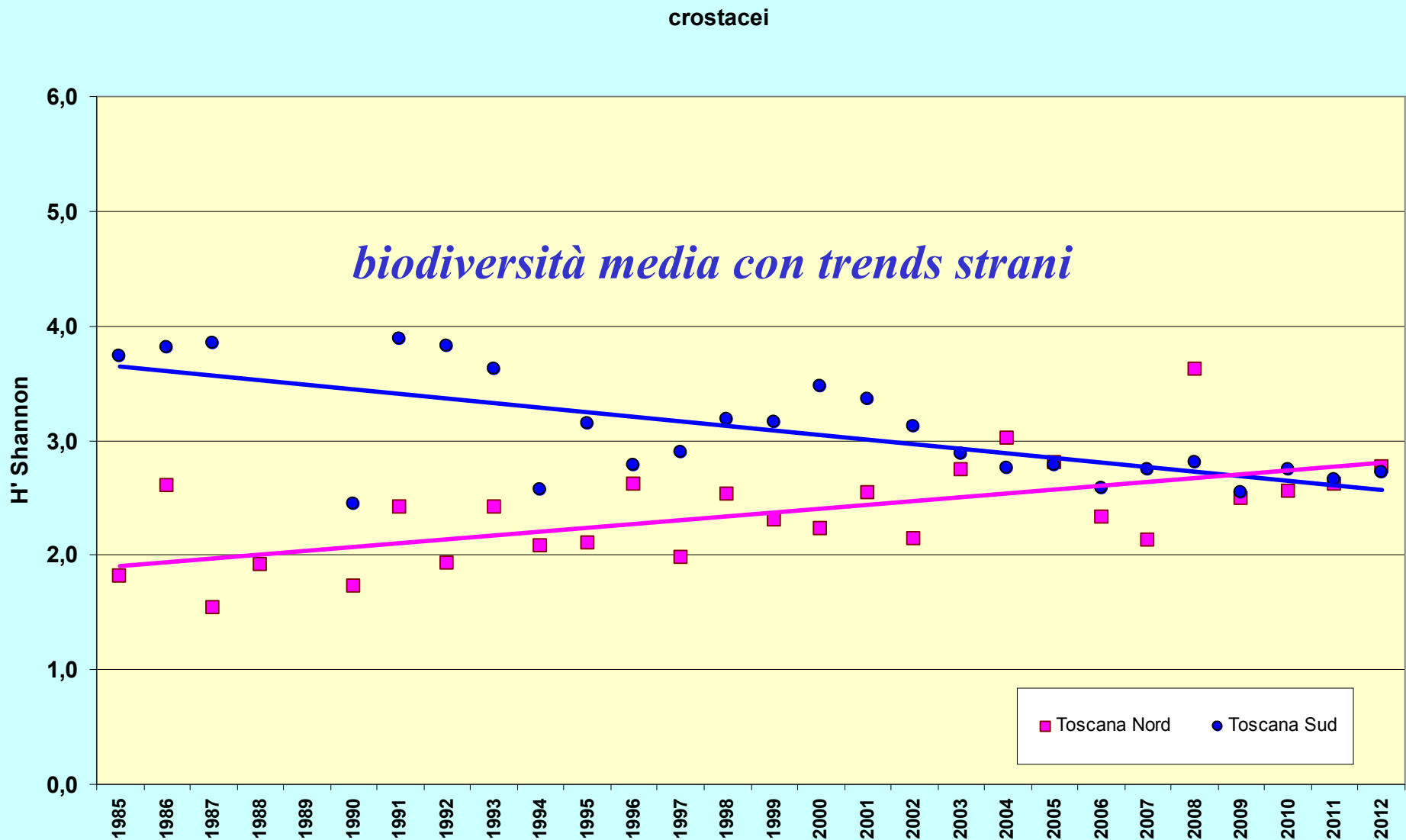
Trend Biodiversità in Toscana – CEFALOPODI



molluschi



Trend Biodiversità in Toscana – DECAPODI



Se si riuscisse a misurare “bene” “tutta” la biodiversità ...
... allora si misurano anche perimetro, superficie e volume di questa spugna
(Menger, 1926)

