

**Torino – novembre 2011    SSST – 2° anno**

(Elena Camino e Alice Benessia)

Dalla scienza tradizionale a quella inter- e trans-disciplinare  
Dalla 'sustainability science' alla 'scienza post-normale'



IRIS: [www.iris.unito.it](http://www.iris.unito.it)

E. Camino: [elena.camino@unito.it](mailto:elena.camino@unito.it)

A. Benessia: [abenessia@yahoo.it](mailto:abenessia@yahoo.it)

Siamo passati dagli esperimenti alle esperienze...

La moderna tecnoscienza ci rende tutti 'stakeholders', portatori di interesse



Democratizzare la scienza

Rendere 'esperta' la società civile

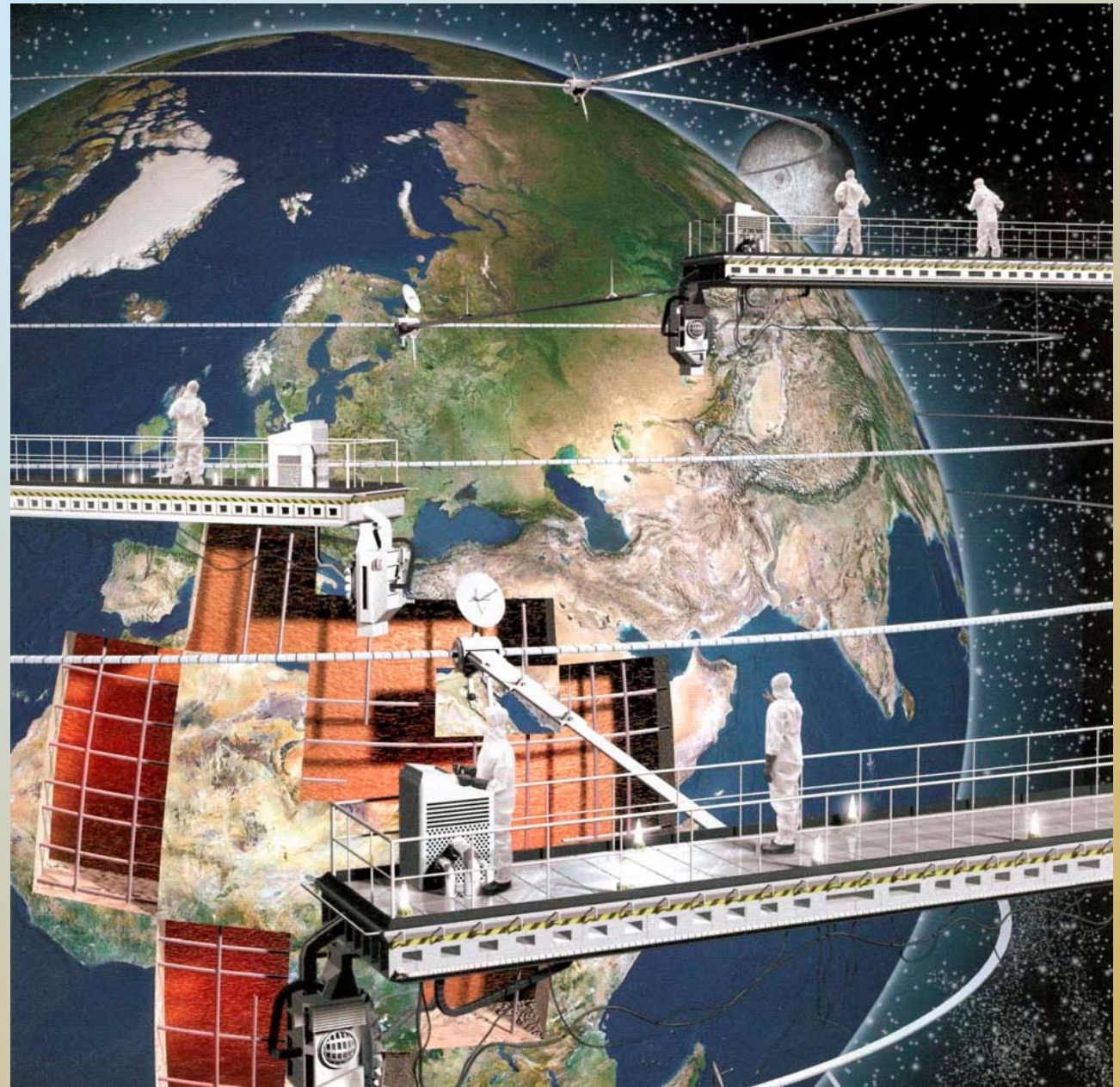
Sostenibilità... come  
definirla? Come misurarla?

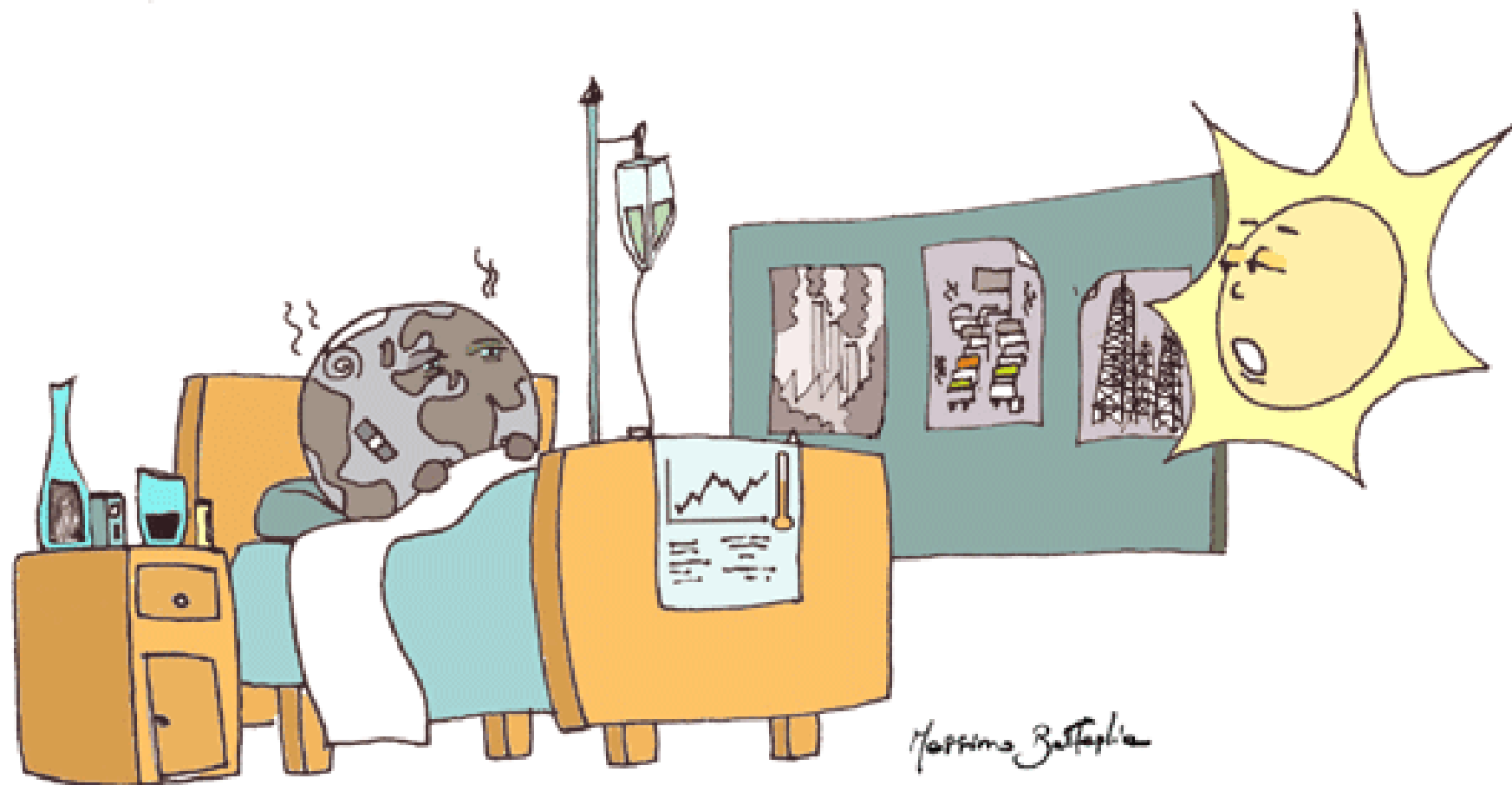
“Sostenibilità” deriva da ‘sostegno’ – ‘sostenere’.

Secondo te,  
quando si parla di sostenibilità ambientale,  
**chi/che cosa SOSTIENE chi/che cosa?**

Ciascuno prova a scrivere il suo parere sul foglietto,  
poi li raccogliamo e ne leggiamo alcuni







- Le radiografie parlano chiaro: è un brutto caso da Homo sapiens....Coraggio passerà presto! -

**SOSTENIBILITA'  
DEBOLE**



consente la sostituibilità  
tra capitale naturale e capitale prodotto

**SOSTENIBILITA'  
FORTE**



non consente la sostituibilità  
tra capitale naturale e capitale prodotto

**APPROCCI  
TECNOCENTRICI**

**APPROCCI  
ECOCENTRICI**

consumo  
pro capite

livelli  
di benessere

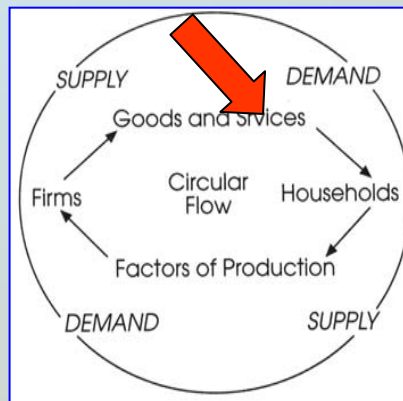
conservazione del  
capitale naturale

stabilità degli  
ecosistemi

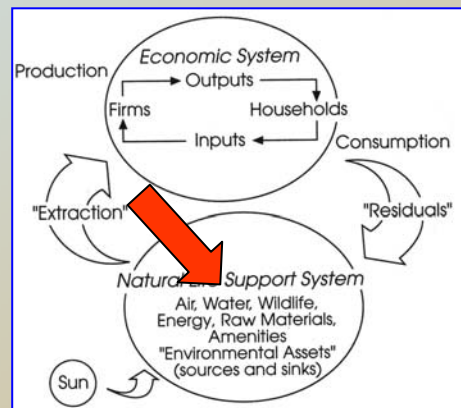


## I 'FRAMES' – gli 'sguardi', gli schemi concettuali, le 'narrative' con cui si interpreta il mondo

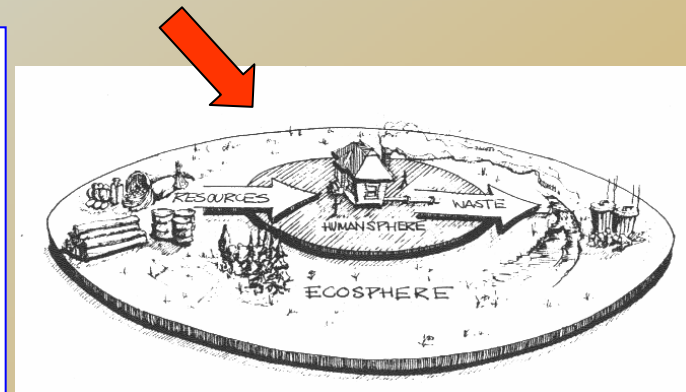
Costruire uno schema (una 'cornice') concettuale vuol dire selezionare alcuni aspetti di una realtà percepita e metterli in evidenza in un testo comunicativo, in modo tale da favorire una specifica definizione del problema, un'interpretazione delle cause, una valutazione morale, ed eventualmente una raccomandazione sul problema descritto. Le 'cornici' sono spesso date per scontate, non soggette ad alcun tipo di domanda: perciò sono spesso invisibili nella pratica quotidiana.



ECONOMIA classica



ECONOMIA ecologica



ECOLOGIA



Un sguardo è quello dell'Economia e Sociologia – una visione antropocentrica:

il sistema economico, i flussi monetari, il capitale

**le parole chiave:** linearità, crescita, PIL, benessere individuale

Uno sguardo è quello delle Scienze Naturali – una visione bio- e geo-centrica:

gli ecosistemi, i cicli biogeochimici, la biosfera

**le parole chiave:** complessità, interdipendenza, confini, locale / globale, rinnovabilità

# E la TECNOSCIENZA??????

**le parole chiave**

GRAINN = *Genetics, Robotics, Artificial Intelligence,  
Nanotechnology, Neuroscience*

GRAINN = *scienza specialistica, approccio  
riduzionistico-lineare, alta potenza*

**SUMMIT URGED TO CLEAN UP FARMING**

Nature 17 nov 2011

**THE ENERGY RESEARCH IMPERATIVE**

Science 18 nov 2011

**TIME TO STOP CELEBRATING THE  
POLLUTERS**

Nature 17 nov 2011

**HOW hard are we pushing the land?**

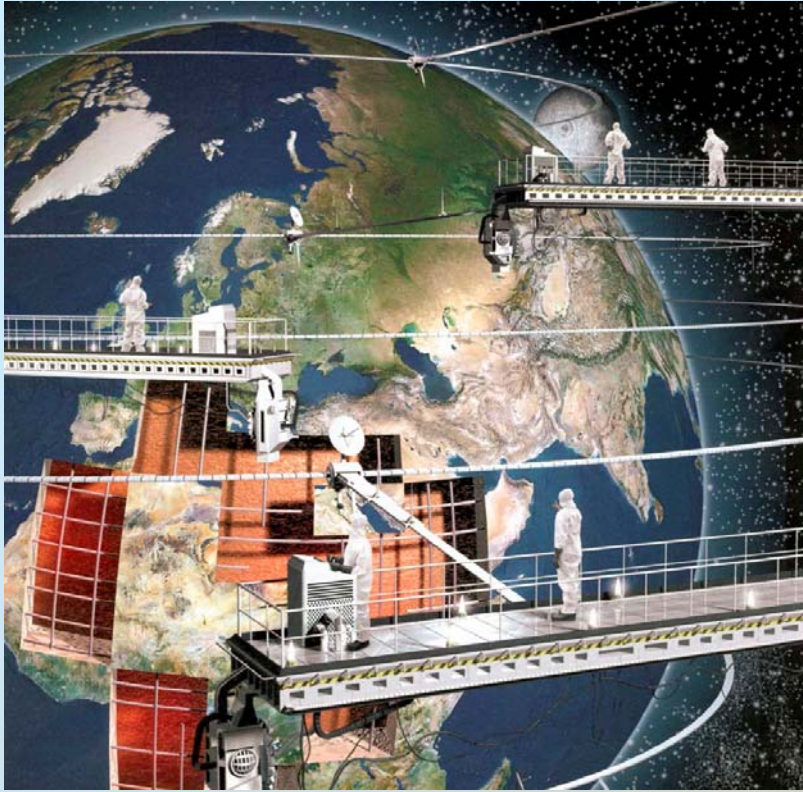
NASA 14 dec 2010

**A BROKEN BIOGEOCHEMICAL CYCLE**

Nature 6 oct 2011

**RECONNECTING TO THE BIOSPHERE**

AMBIO, 6 oct 2011



Da "Le Scienze"

*Fundamental knowledge about the natural world will lead to human progress' (Alberts, Science, 2008)*

Diverse epistemologie e intenzionalità...

Seeding clouds with sea salt could control our climate  
Nature 464, 656 30 March 2010

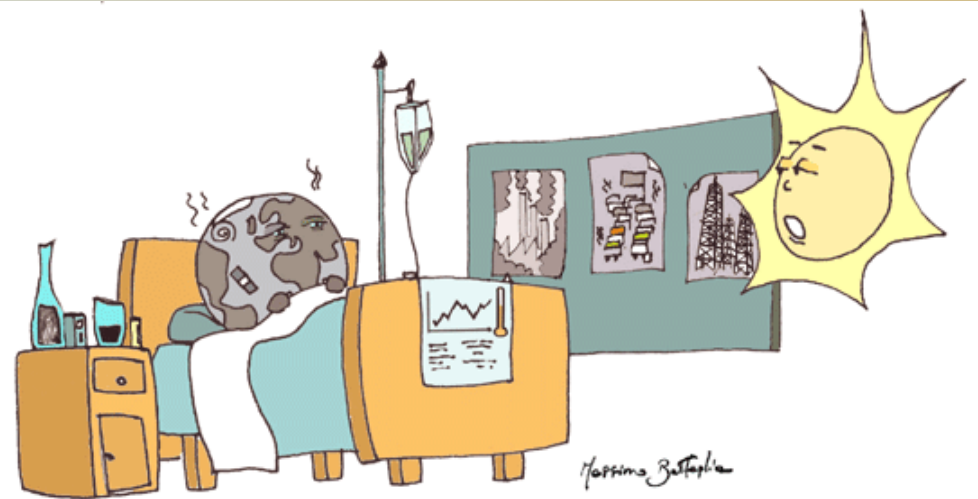




© Fantasia, di W. Disney

... diverse modalità nei  
**processi decisionali** e nelle  
**scelte operative**

Quando dobbiamo decidere in  
condizioni di ignoranza, sappiamo di  
poter sbagliare. La scelta più  
razionale è quella più **REVERSIBILE**



- Le radiografie parlano chiaro: è un brutto caso  
da Homo sapiens....Coraggio passerà presto! -

**La percezione della scienza da parte del pubblico – della società civile e delle istituzioni – influenza le scelte su problemi di rilevanza globale.**

### **Public supports geoengineering research, survey finds**

First international survey on the perception of geoengineering finds 72% of respondents approve of research

The Guardian - Monday 24 October 2011

The Sixth Framework Programme (2002-2006), was conceived at the Lisbon Summit of March 2000, when European heads of state and governments set the **ambitious objective** of Europe becoming the **most competitive knowledge-based economy** in the world

Nanotechnology and nanosciences, knowledge-based multifunctional materials and new production processes and devices (NMP) has been chosen as one of seven thematic priorities in the FP6 programme





## Visioni & misure

Il mondo 'globalizzato' consente nuove misure



## Indicatori dello stato del mondo

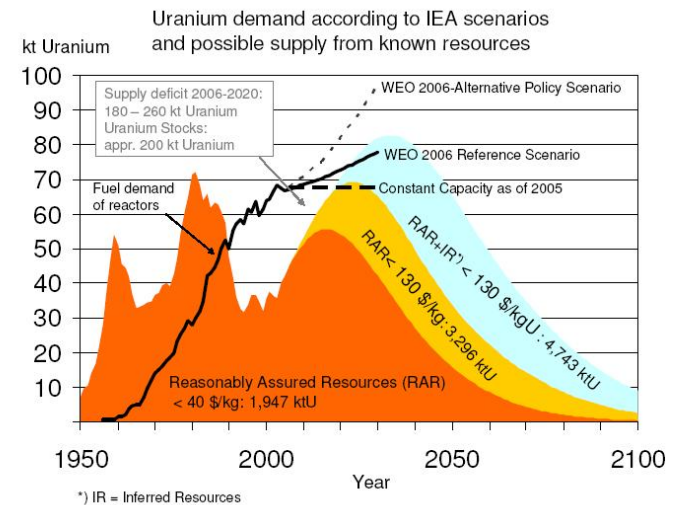
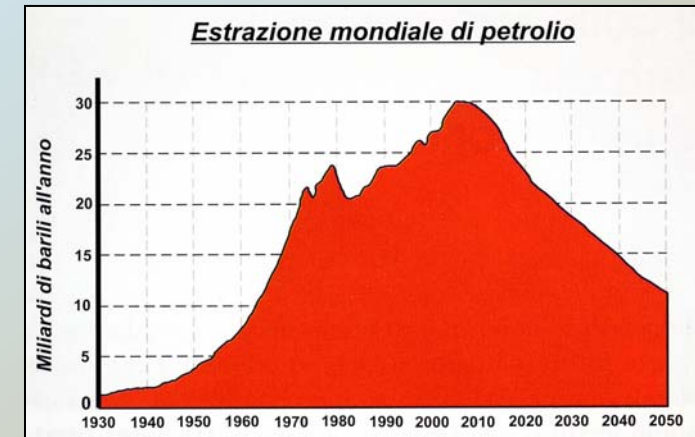
- misure economiche e **misure biofisiche**
- indicatori di sviluppo, di **consumo**, di equità...

## Un dato ricorrente: misure di 'picchi'

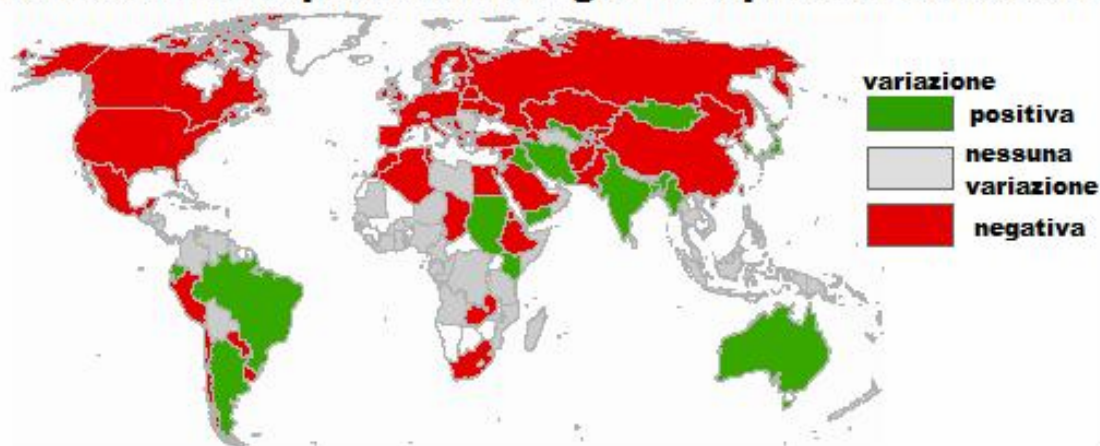
Il 'picco' del petrolio, dell'uranio, dei fosfati, del grano...

Materie prime NON rinnovabili... ma anche quelle rinnovabili... stanno diminuendo

Il petrolio richiederà sempre più energia per essere estratto.....



## Variazioni della produzione di grano rispetto al 2009/2010



# PIL = Prodotto Interno Lordo

esprime il valore complessivo dei **beni e servizi prodotti** all'interno di un Paese in un certo intervallo di tempo (solitamente l'anno) e **destinati ad usi finali** (consumi finali, investimenti, esportazioni nette).

Viene calcolato su scale temporali BREVI. Non tiene conto di molti aspetti **sociali e ambientali**

**FMI. Nel 2011 Pil mondiale in crescita più 4,4%, Italia più 1%**

Gennaio 2011

**FMI. Rivede al ribasso le stime del Pil mondiale 2011 e 2012. I rischi principali? Eurolandia e Stati Uniti**

Agosto 2011

**FMI. Mondo In Fase Pericolosa, Taglio Stime Pil 2011 e 2012**

Settembre 2011

## Human Development Index

***Indice dello Sviluppo Umano (ISU).*** Una misura composita dei risultati ottenuti da un Paese in tre dimensioni fondamentali dello sviluppo umano: una vita lunga e sana, l'accesso alla conoscenza e uno standard di vita dignitoso.

# Time to stop celebrating the polluters

The United Nations must include sustainability in its quality-of-life index to encourage countries to develop responsibly

Who leads this ranking? The usual suspects: the United States, Canada and Australia are all among the top six.

The UN goes out of its way to promote sustainable development, yet the **Human Development Index** (HDI) mostly ignores sustainability.

As the UN prepares to return to Rio de Janeiro for the Earth Summit 2012, it must lead by example. From next year, it should change the way it calculates the HDI. The revised index should include each nation's per capita carbon emissions, and so become a Human Sustainable Development Index (HSDI).

**Chuluun Togtokh: a professor of ecosystem and sustainability sciences at the National University of Mongolia**

(Nature 17 november 2011)

HDI > <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2011/>

# Indice di sviluppo economico SOSTENIBILE (ISEW)

## Index of Sustainable Economic Welfare

riconosce come **positive** attività che nel PIL non sono incluse:

- Equità e giustizia nella distribuzione del reddito
- Livello di self-reliance economico (indipendenza da esportazioni e importazioni, per es. **di petrolio**)
- Misure di prevenzione nella salute pubblica
- Il livello di risparmio dei privati
- **L'efficienza energetica**
- **La prossimità al pieno impiego**
- Il livello di democrazia del posto di lavoro (incluso il coinvolgimento dei lavoratori, la partecipazione alla proprietà dell'azienda ecc.)
- La percentuale di pratiche di commercio libere ed eque



Dall'ISEW vengono sottratte varie **esternalità** che spesso risultano invisibili nell'economia classica:

- **Inquinamento e danni ambientali**
- **Grado di riduzione delle risorse naturali**
- **Perdita di terra fertile** (desertificazione, erosione, perdita di zone umide e di terreno agricolo)
- Spese sanitarie conseguenti a situazioni di **scarsa salubrità** indotta
- Produzioni militari
- Consumo di prodotti inutile, soprattutto 'usa e getta' (e > **rifiuti**)
- Spese per controllare / frenare i crimini (incluse le spese di polizia e prigioni)
- Produzione di prodotti 'nocivi' (sigarette, liquori, droghe, cibo non sano ecc.)
- Costi di pubblicità

Le 'esternalità' sono costi

- sociali
- ambientali

che **ricadono sulla collettività**, e che non sono sostenuti da chi li ha generati

### USA Genuine Progress Indicator

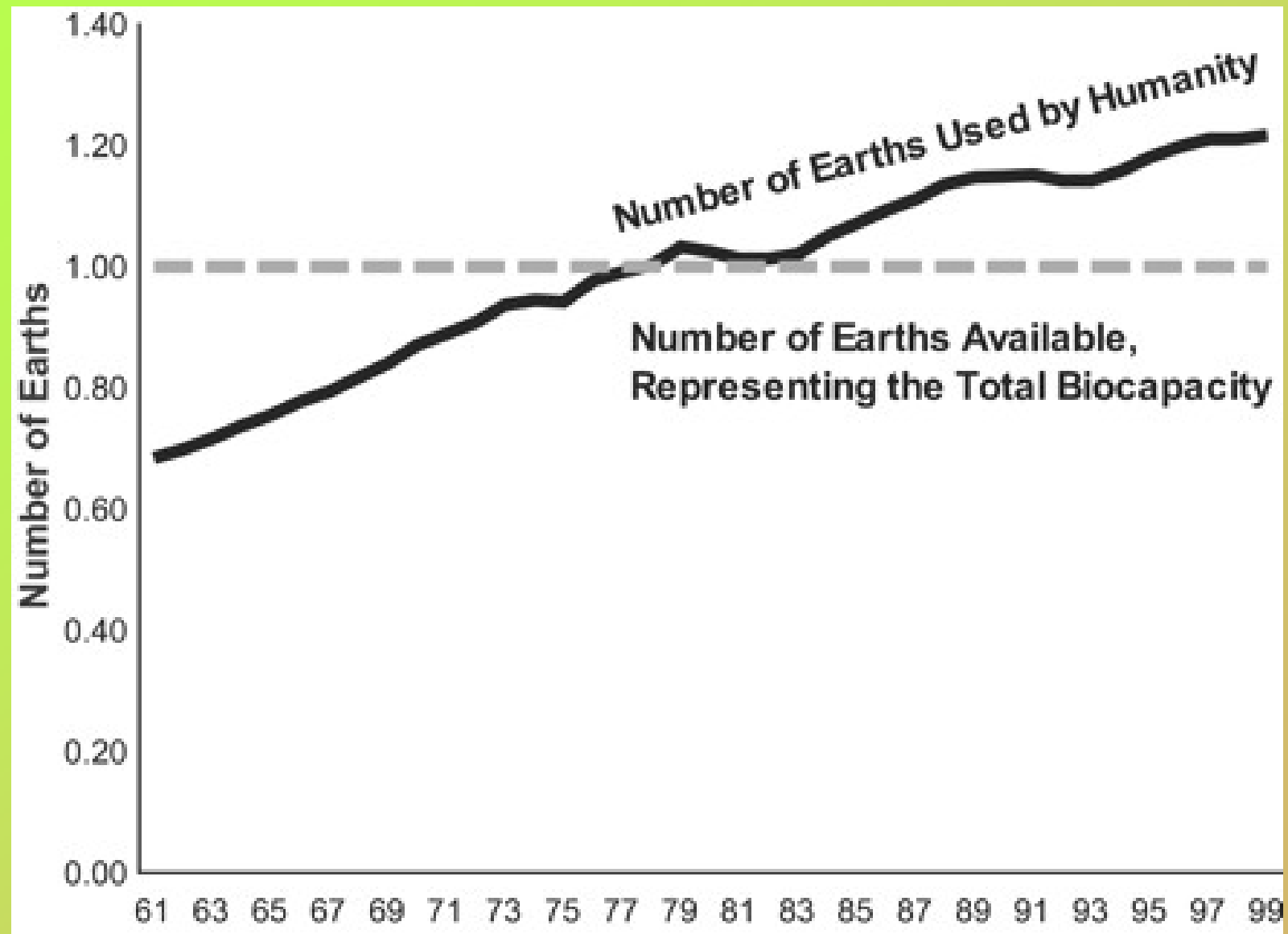


Aumenta il PIL, ma  
diminuisce il  
'benessere'..

... aumentano il degrado  
ambientale e i conflitti  
per le risorse.

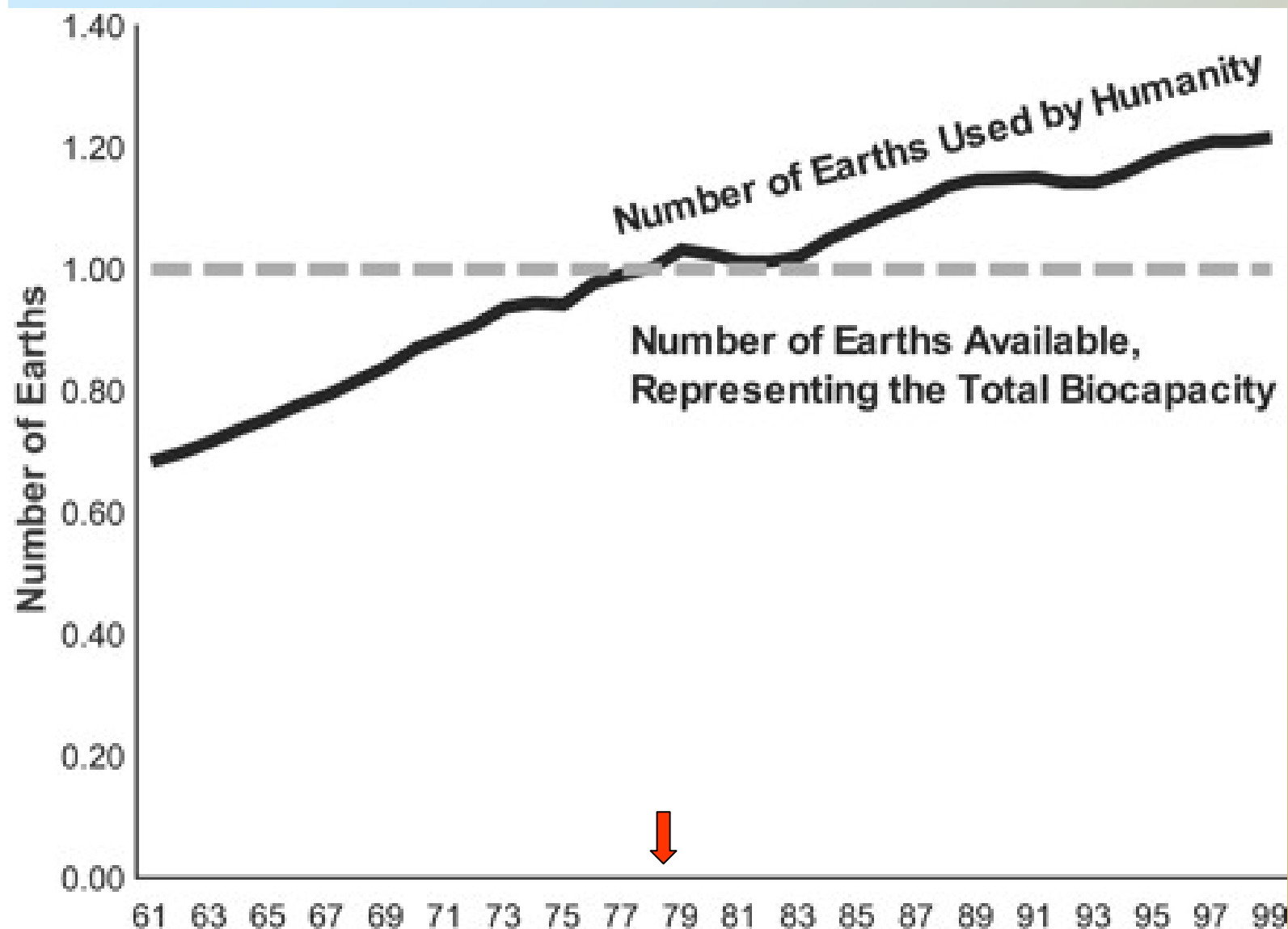
E' sostenibile questo trend?

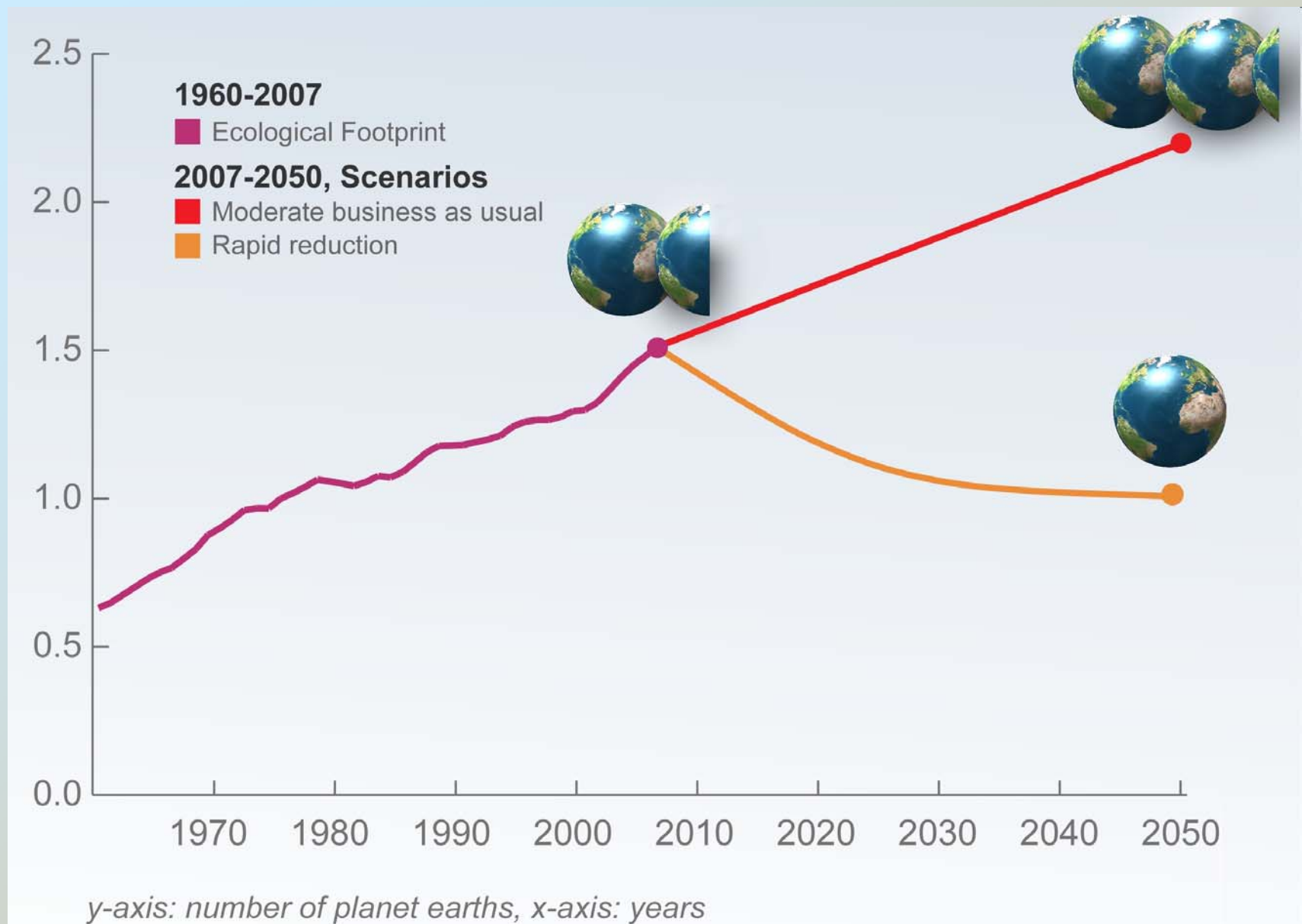
Che cosa ci dice questo grafico?



La capacità di carico del pianeta è stata superata negli anni '80.

Wackernagel et al, PNAS, 2002.





[http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world\\_footprint/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/)



**Il 27 settembre 2011**

è il giorno in cui abbiamo esaurito la biocapacità della Terra per l'anno in corso

Occorre circa un anno e mezzo per generare i servizi ecologici (produzione di risorse e assorbimento di CO<sub>2</sub>) che l'umanità richiede in un anno.

[ world biocapacity / world Ecological Footprint ] x 365 = earth overshoot day



# Biocapacità

## Definizione di Biocapacità

E' l'insieme dei *servizi ecologici* erogati dagli *ecosistemi locali*, stimata attraverso la quantificazione della superficie dei terreni ecologicamente produttivi che sono presenti all'interno della regione in esame.



- **IE**: stima i servizi ecologici *richiesti* dalla popolazione locale.
- **BC**: stima la capacità potenziale di *erogazione* di servizi naturali a partire dagli ecosistemi locali.

$$\text{DEFICIT/SURPLUS ECOLOGICO} = \text{BC} - \text{EF}$$

# Impronta Ecologica e Biocapacità

## LA SITUAZIONE MONDIALE...

Impronta Ecologica

2,7 gha/pc

Biocapacità

1,8 gha/pc

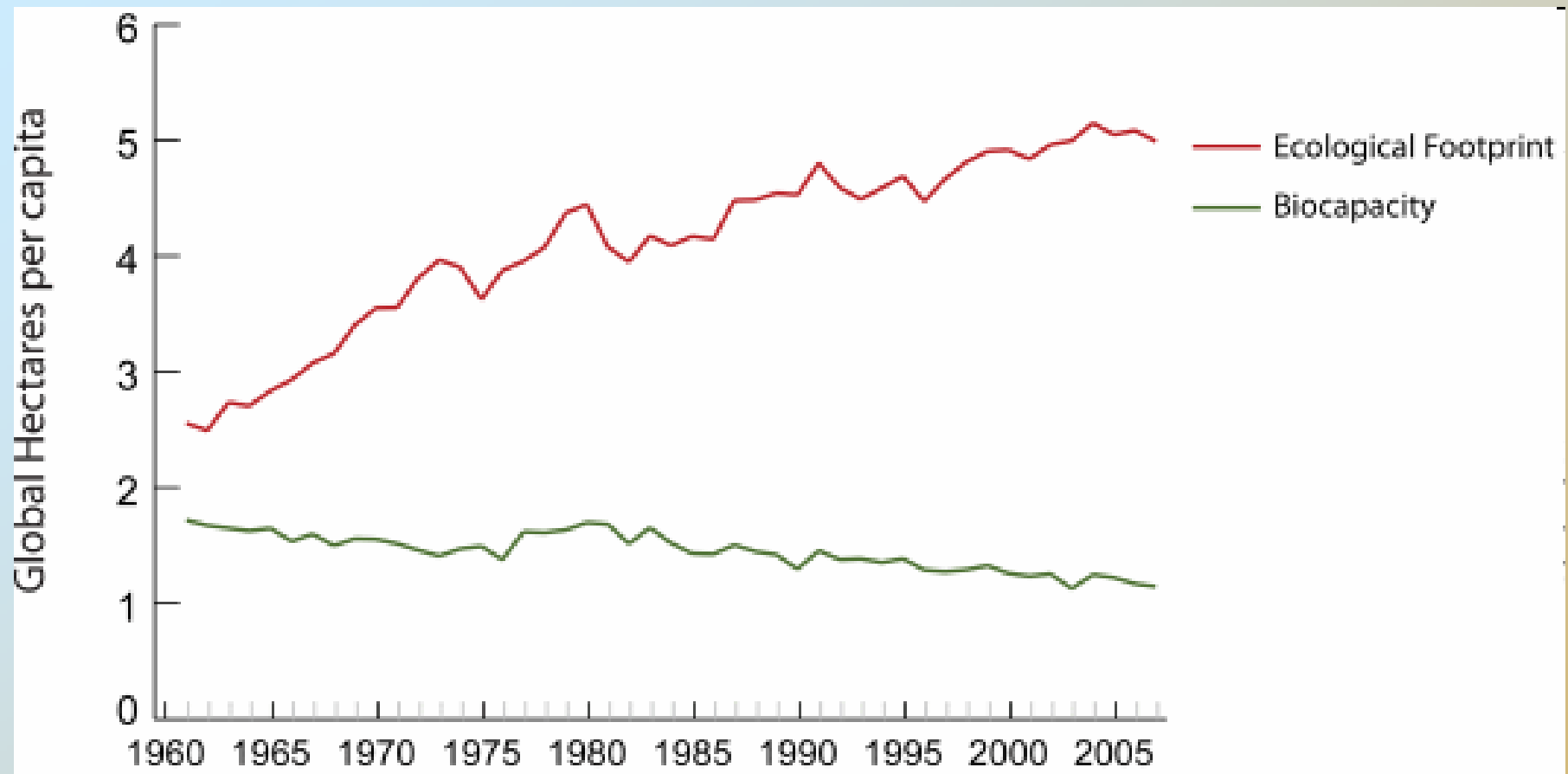
Deficit ecologico mondiale:

0,9 gha/pc



*Impoverimento del capitale naturale del pianeta*

## ... e la situazione italiana



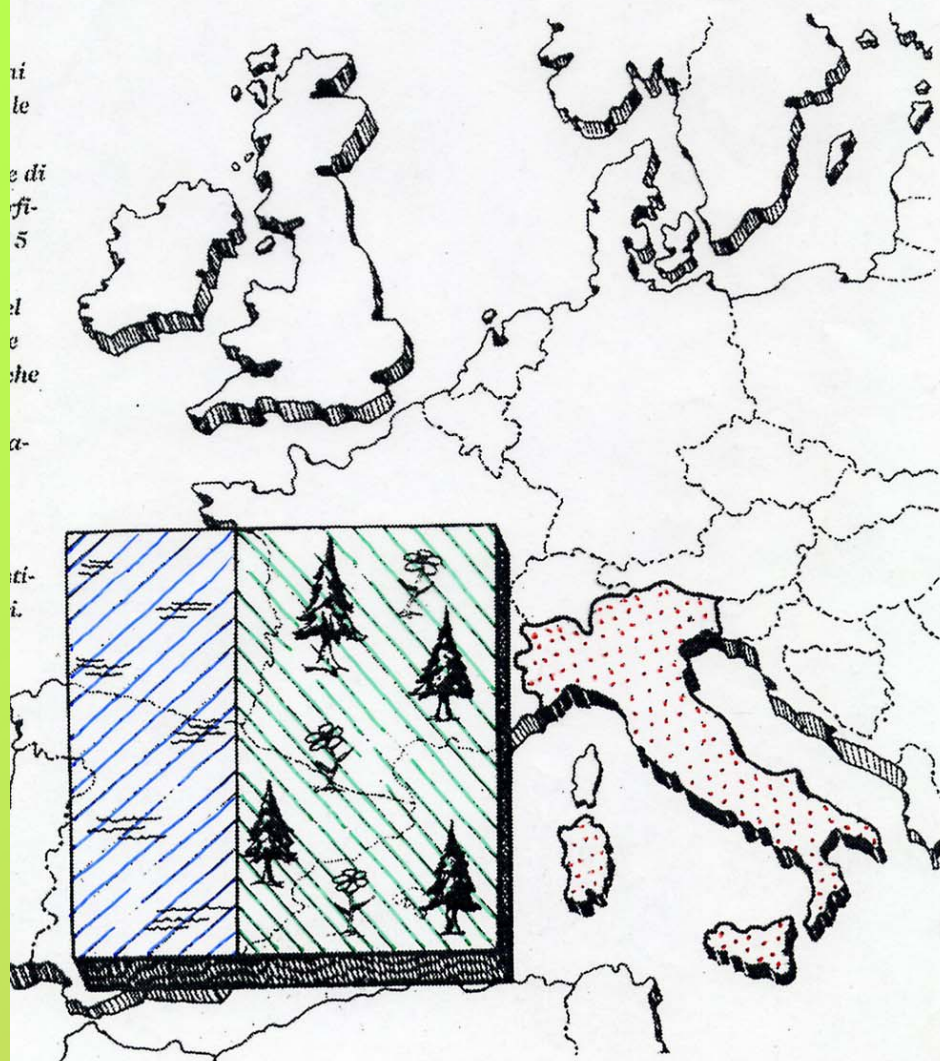
La richiesta di risorse (IE)

e la disponibilità di risorse (BC) in ITALIA dal 1961.

<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/italy/>

L'IMPRONTA  
ECOLOGICA

DELL' ITALIA



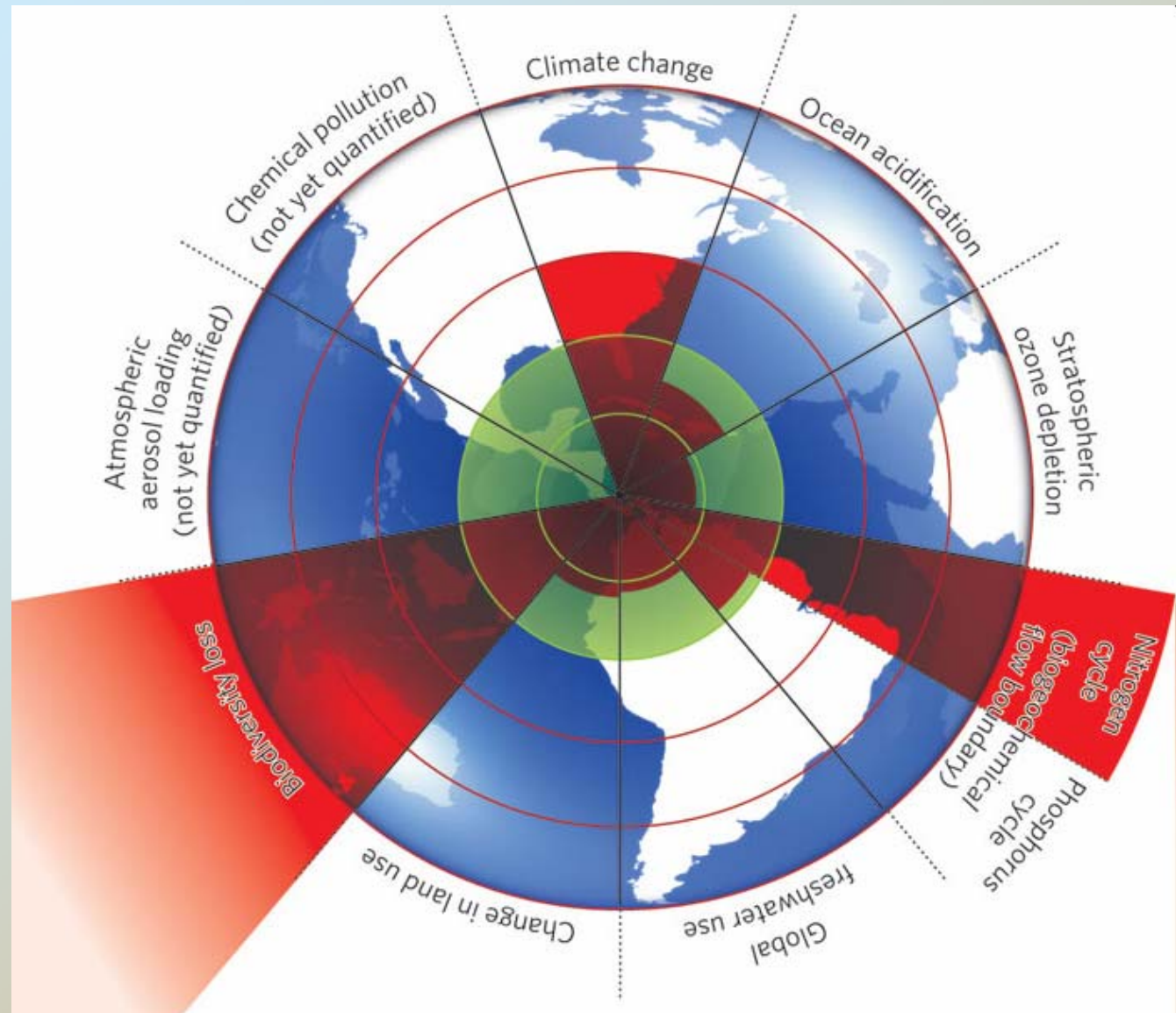
L'IE degli italiani è 5 volte più  
grande della superficie  
dell'Italia...

?????????

Dalla misura di variabili e indicatori... alla salute degli ecosistemi e di Gaia

## Di nuovo: le 10 'soglie'

Nel 2009 sono state identificate e quantificate le **soglie biofisiche** di 10 processi globali: superarle può avere conseguenze disastrose per l'umanità.



Rockström et al. **A safe operating space for humanity**  
*Nature* **461**, 472-475 (24 September 2009)

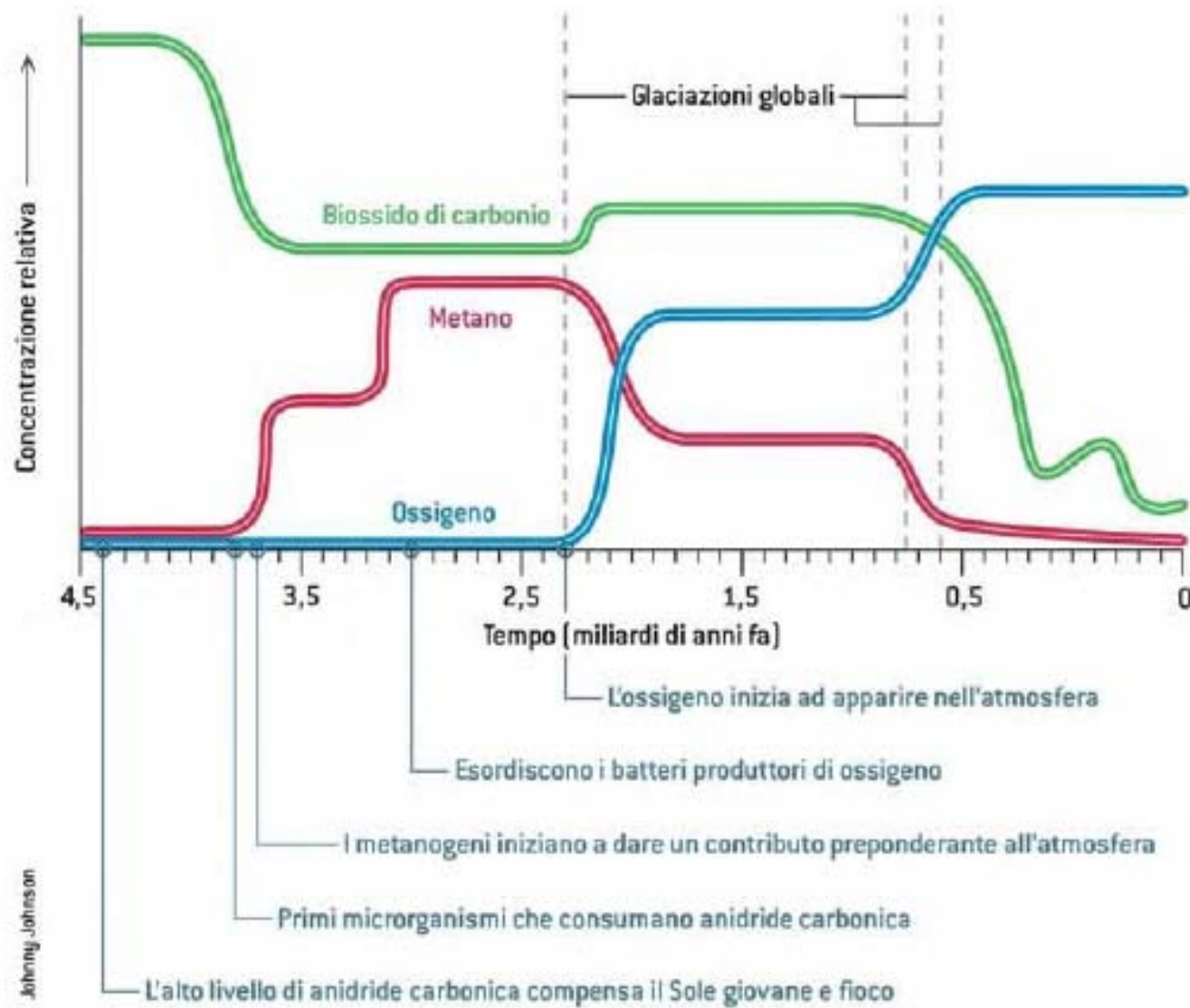


## SOGLIE di PROCESSI **GLOBALI**

...diamo uno sguardo al nostro pianeta...

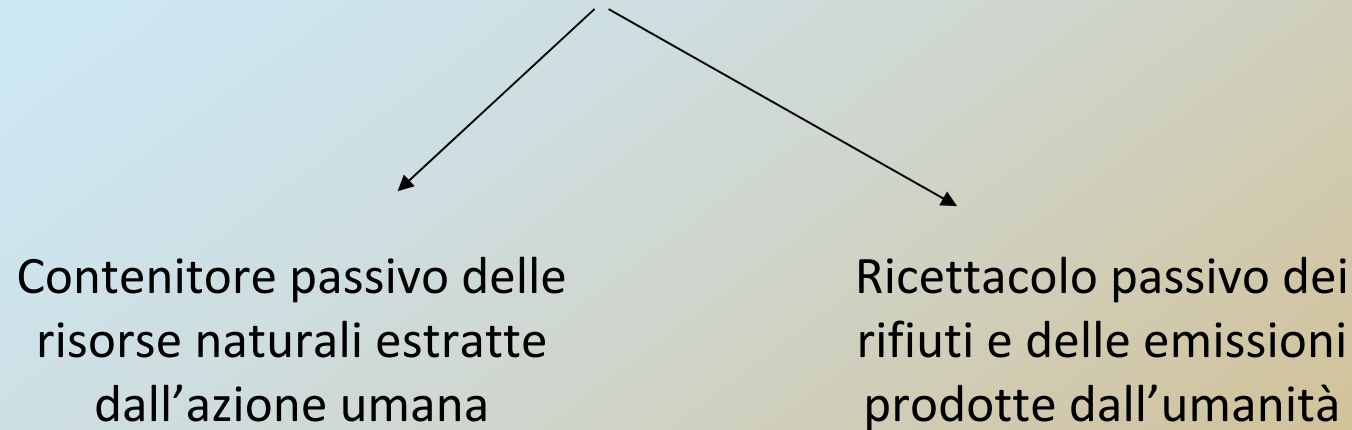
# Composizione chimica dell'atmosfera dei pianeti

	Venere	Terra	Marte
			
CO <sub>2</sub>	96	0,038	95,3
N <sub>2</sub>	3,5	78	2,7
O <sub>2</sub>	assente	21	0,13
T media (°C)	460°	14°	- 63°
P media (atm)	90	1	0,01



J.F. Kasting. Quando il metano dominava il mondo. Le Scienze 432, agosto 2004

## **IL RUOLO DEGLI ECOSISTEMI: da supporto passivo a componente attiva**



**Il ruolo degli ecosistemi è tutt'altro che passivo...**

# SERVIZI ECOLOGICI

## FUNZIONI DI REGOLAZIONE

- Regolazione **composizione atmosfera** ( $O_2/CO_2$ ),  $O_3$ , ecc.
- Regolazione **clima** (inclusa redistribuzione dell'umidità)
- Regolazione **cicli biogeochimici**, ciclo dell'acqua
- Formazione e stabilizzazione suolo, controllo erosione
- Regolazione **nutrienti** e fissazione azoto nei suoli
- **Decomposizione e riciclo rifiuti organici**
- Controllo biologico di organismi e malattie

## FUNZIONI DI PRODUZIONE

- Conversione energia solare in biomassa
- Formazione ed evoluzione di materiale genetico
- Produzione di risorse medicinali

## FUNZIONI DI HABITAT

Creazione di habitat adatti alla vita e riproduzione di piante e animali

## FUNZIONI DI CONOSCENZA E INFORMAZIONE

Creazione di informazioni estetiche, culturali, ricreative, ecc.

## **ECOSISTEMI E SCALA SPAZIALE: dal livello locale a quello globale**

### **GLI ECOSISTEMI SONO SISTEMI SPAZIALMENTE LOCALIZZATI**

- Azioni di origine umana che provocano danni all'ambiente locale: es. inquinamento del suolo
  - Incendi localizzati: emissione e diffusione di CO<sub>2</sub>
    - Piogge acide: distruzione di foreste. Causata anche da emissioni "lontane"
    - Effetto serra: variazione globale della CO<sub>2</sub> atmosferica, bilanciata solo a livello globale

**SOLO AL LIVELLO GLOBALE  
IL SISTEMA E' REALMENTE CHIUSO**

# QUANTIFICARE I SERVIZI DEGLI ECOSISTEMI



**VALUTAZIONI  
MONETARIE**  
**Valore economico**  
(Costanza et al., 1996)

## **INDICATORI BASATI SUI FLUSSI DI MATERIA**

Material Flow Analysis  
Wuppertal Institut, IFF, 2000



**INDICATORI BASATI  
SULLA PRODUZIONE**  
NPP (Vitousek, 1986)  
HANPP (IFF Austria)

## **INDICATORI BASATI SULL'ENERGIA**

**LCA, eMergy** (Odum, 1996);  
exergy (Jorgensen, 1998);  
Energy Flow Analysis (IFF)



## **INDICATORI DI AREA/ VOLUME**

Spazio ambientale (Opshoor, 1995)  
Superficie produttiva,  
**Impronta Ecologica**  
(Rees, Wackernagel, 1996)





L'uranio, il petrolio, il rame, elementi chimici rari, il cibo...  
sono sempre più oggetto di **conflitto e di guerra**

Estrazione di **materia ed energia** (materiali da costruzione, minerali, gas)

Appropriazione di **risorse genetiche** (selvatiche o agricole)

Sottrazione di **suolo** per costruzioni di strade, oleodotti, dighe, porti...o per coltivazioni o allevamenti intensivi da esportazione

Occupazione o super sfruttamento di **aree di pesca**

Sversamento **rifiuti** locali (discariche) e transnazionali (composti di zolfo, esportazione di sostanze tossiche)

**Rischi** disuguali di fronte a eventi catastrofici

....

**Perturbazione di serbatoi e flussi**  
**Conflitti**

# Misure di squilibrio globale

## ANTROPOCENE

Un'era geologica 'segnata' dalla presenza umana.

Un indizio per i futuri geologi?

La dispersione mondiale di polvere radioattiva prodotta dai test nucleari del 1945.



Science, 7 ottobre 2011

## **Punti di 'discontinuità', di 'rottura' dell'omeostasi del pianeta Terra**

Transizioni non lineari in cui un piccolo cambiamento può fare una grande differenza sono stati descritti come 'TIPPING POINTS'

Le nostre conoscenze attuali suggeriscono che una varietà di TIPPING POINTS potrebbero raggiungere soglie critiche in questo secolo.

Lenton et al., **Tipping elements in the Earth's climate system** PNAS **February 12, 2008** vol. 105 no. 6 **1793**

La pallina rappresenta lo stato del sistema.

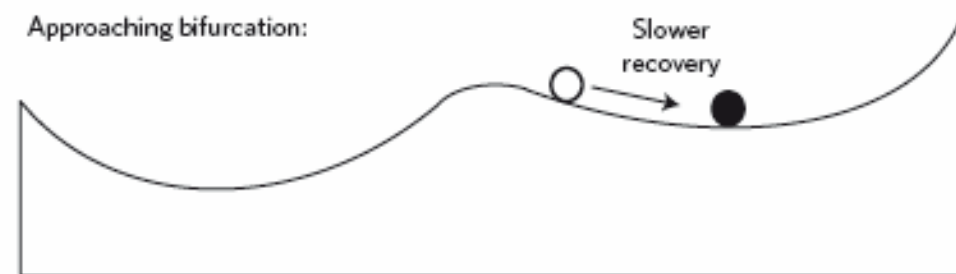
Via via che la 'buca' diventa meno profonda (per effetto delle perturbazioni) la pallina torna sempre più lentamente allo stato iniziale, e alla fine si sposta e trova un nuovo stato di equilibrio.

Far from bifurcation:

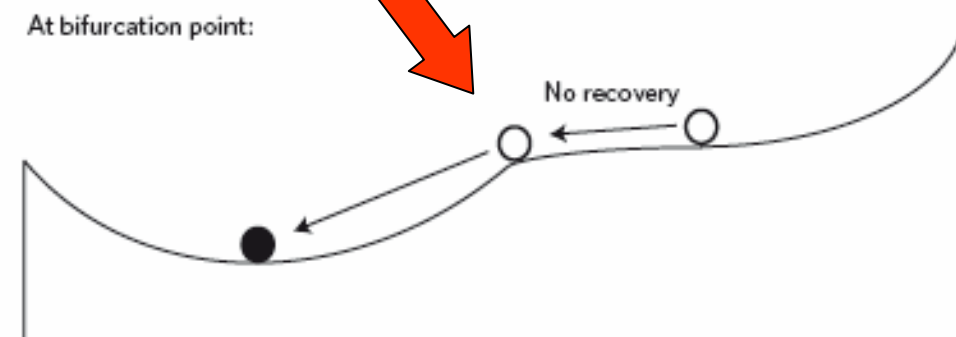


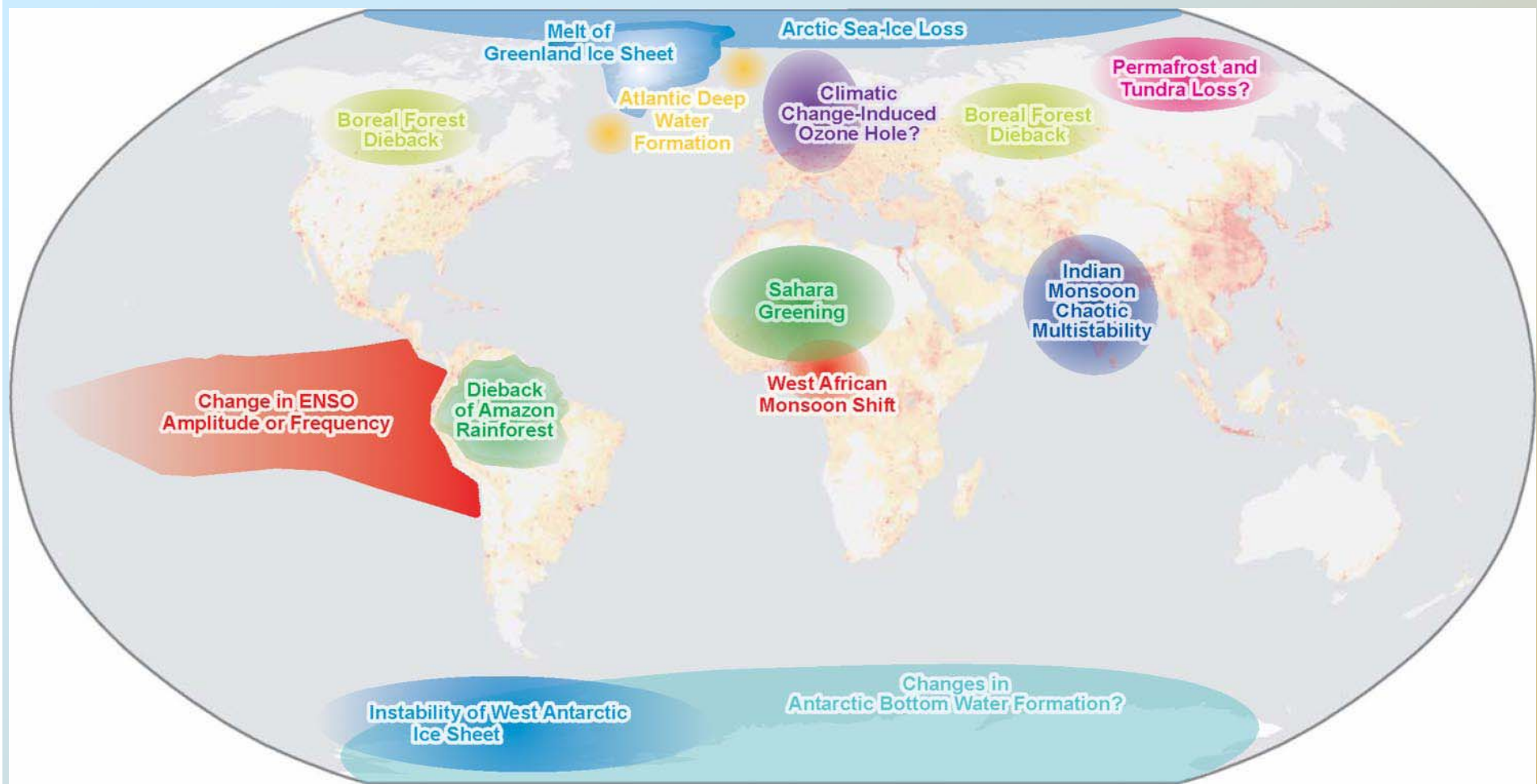
Larger deviations

Approaching bifurcation:



At bifurcation point:



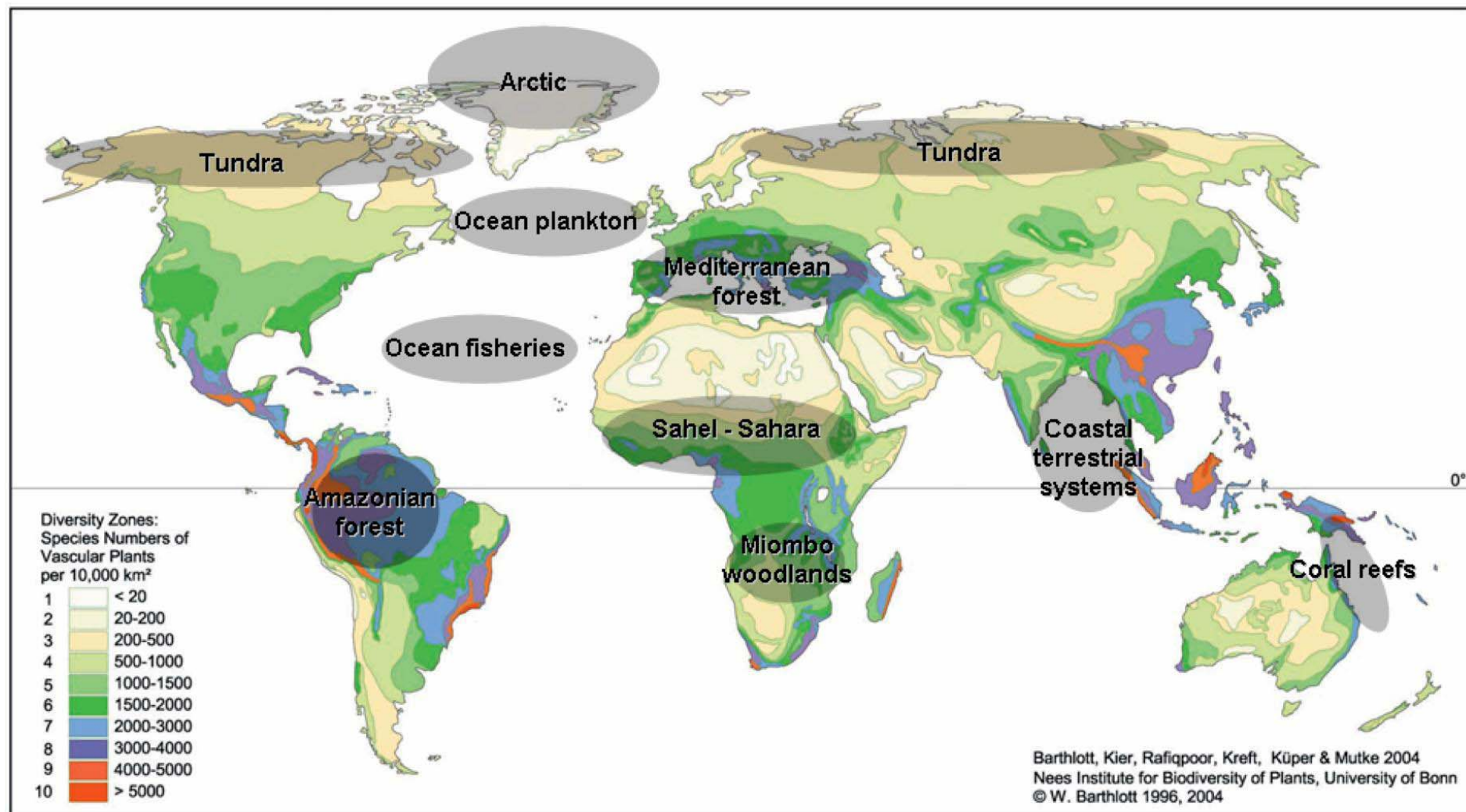


I 'TIPPING POINTS'. Tra le perturbazioni segnalate:  
il monzone indiano, la corrente El Niño. i ghiacciai artici, il  
permafrost, la foresta amazzonica, l'anossia oceanica...



## Global Biodiversity Outlook 3

*A map of key biodiversity tipping points*



## **Torniamo alle 'soglie'. Tre sono state già superate:**

1. Cambiamento climatico
2. Perdita di biodiversità
3. Perturbazioni del ciclo dell'azoto

### **Le altre sono:**

4. Inquinamento chimico
5. Carico di aerosol in atmosfera
6. Acidificazione degli oceani
7. Assottigliamento dello strato di ozono
8. Cambiamento di uso delle terre
9. Cambiamento di uso delle acque dolci
10. Variazioni del ciclo biogeochimico del fosforo

**Ipotizziamo alcune delle CAUSE???**





1. Cambiamento climatico
2. Perdita di biodiversità
3. Perturbazioni del ciclo dell'azoto
4. Inquinamento chimico
5. Carico di aerosol in atmosfera
6. Acidificazione degli oceani
7. Assottigliamento dello strato di ozono
8. Cambiamento di uso delle terre
9. Cambiamento di uso delle acque dolci
10. Variazioni del ciclo biogeochimico del fosforo

Produzione di CO<sub>2</sub> e di polveri sottili da combustibili fossili e processi industriali

Occupazione delle aree fertili per costruire strade, case, capannoni, viadotti...

Produzione di nuove sostanze chimiche non biodegradabili (liquide, solide e gassose) e con eventuali effetti cumulativi

Pratiche agricole intensive con uso di combustibili fossili, fosfati e nitrati

Produzione di beni di consumo > aumento dei rifiuti

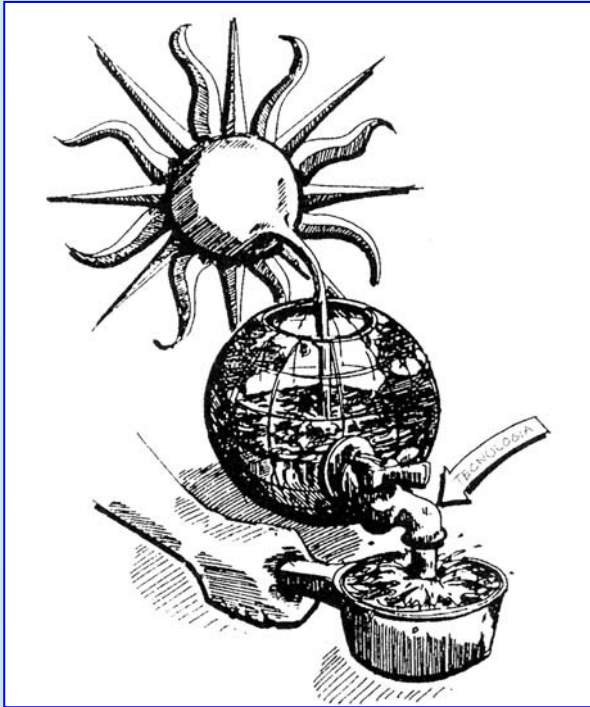
Costruzione di argini e dighe



Il 'flusso' dal Sole rappresenta  
l'energia catturata dall'umanità



Che cosa rappresenta il  
rubinetto?



La tecnologia: un 'rubinetto' che può aumentare la velocità e l'intensità con cui 'utilizziamo' la natura.

Wackernagel & Rees, 1996.

Crescenti flussi di **Energia e Materia**  
sono attinti da e riversati in  
**ecosistemi complessi – anche molto distanti  
tra loro...**

# Chi controlla il 'rubinetto' della tecnologia?

**Se il Mondo fosse un villaggio con 100 abitanti...**

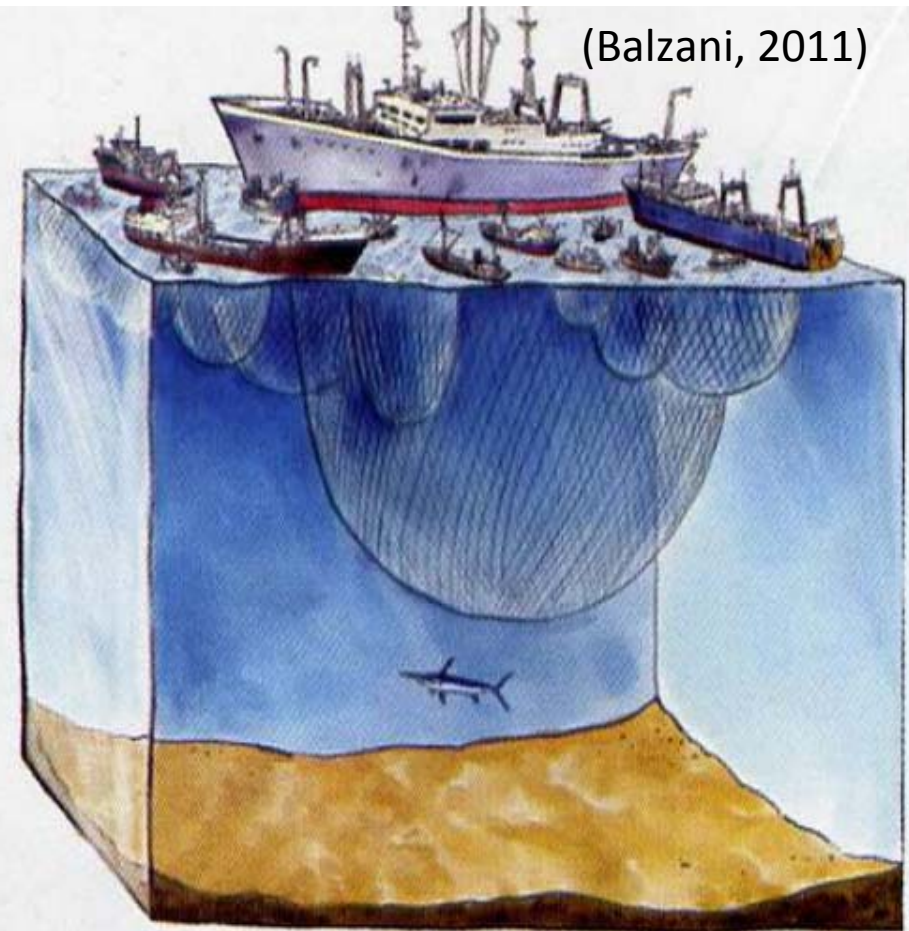
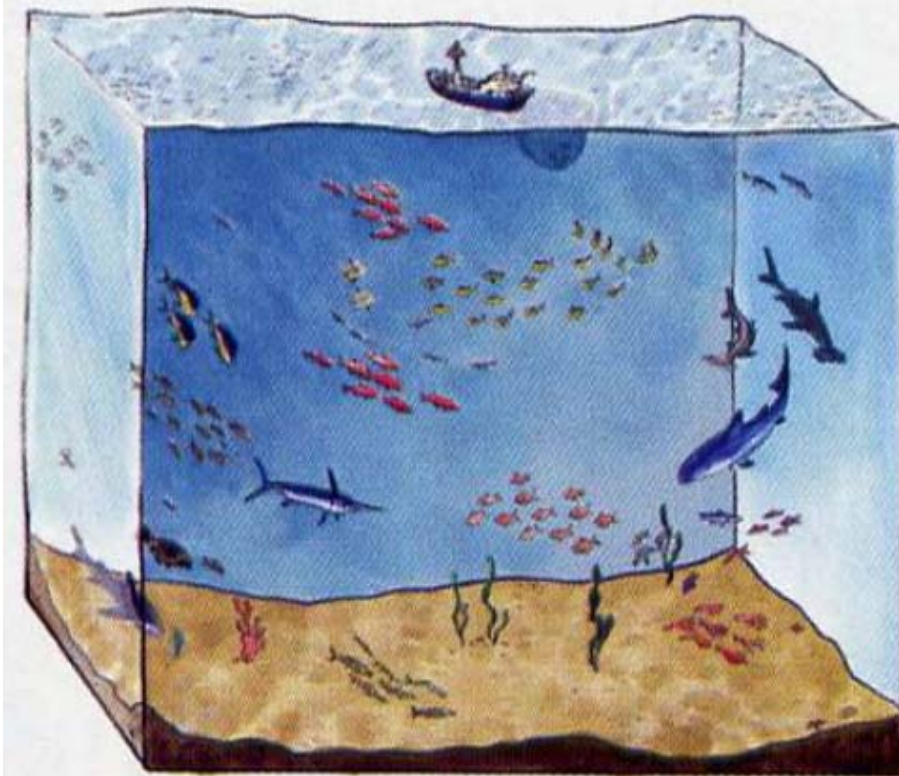
20 persone avrebbero l' 82,7% della ricchezza totale

21 persone vivrebbero con meno di 1 € al giorno

Ricchezza implica

- **POTERE** finanziario, economico, politico...
- **POTENZA** tecnoscientifica

(Balzani, 2011)



## A LIVELLO LOCALE: COMPETIZIONE PER RISORSE SCARSE

Conflitti tra **popolazioni locali** di pescatori e **proprietari** di grandi pescherecci si sono moltiplicati negli ultimi vent'anni in tutte le coste del mondo



## A LIVELLO GLOBALE: IMPREVISTI PER TUTTI

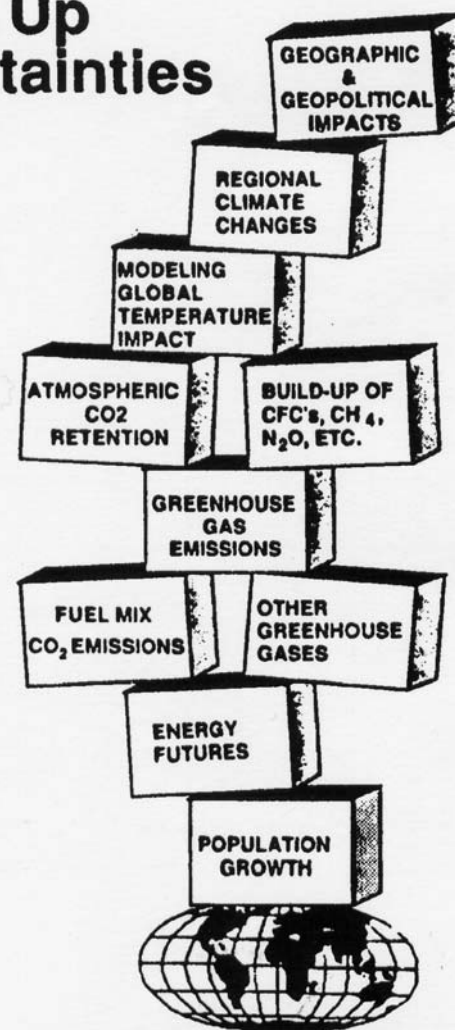
Nelle situazioni reali i sistemi sono **complessi**, con uno stretto accoppiamento tra livelli diversi.

La conoscenza di un sistema è sempre **incompleta**, la **sorpresa inevitabile**.

Una **irriducibile incertezza** può sorgere da fenomeni non lineari all'interno dei processi di auto – organizzazione

### GLOBAL CLIMATE CHANGE

#### Piling Up Uncertainties





## Unprecedented Arctic ozone loss in 2011

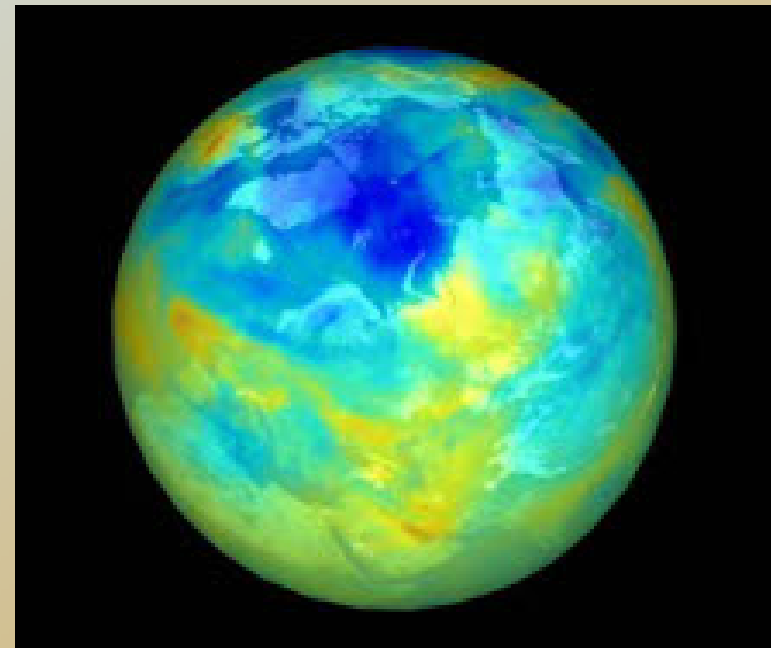
Nature 2 october 2011

Dimostriamo che la distruzione chimica dello strato di ozono sull'Artico nei primi mesi del 2011 è stata – **per la prima volta** – paragonabile a quella sull'Antartico.

(Articolo inviato a Nature nel marzo 2011)

### L'allarme degli scienziati per la salute umana

Nel 2011 per la prima volta nella storia si è aperto sull'Artico un buco nello strato di **ozono** di dimensioni pari a tre volte la superficie della Germania, è il più grande registrato nell'Emisfero Settentrionale.



# A LIVELLO GLOBALE: DOMANDE IRRISOLTE

Climate Change **An Unsung Carbon Sink**  
(Christina Larson)

If you think of the global carbon cycle like a bank account, we're trying to keep track of all the deposits and withdrawals impacting the level of CO<sub>2</sub> in the atmosphere.

Right now, the numbers don't all add up: There's a missing carbon sink scientists are hunting for.

*Science 18 November 2011: Vol. 334 no. 6058 pp. 886-887*

Vivere oltre i limiti...

Qualcuno ha definito gli abitanti del mondo industrializzato come 'mangiatori di petrolio'.

Come mai? Secondo voi è da interpretare in senso reale o metaforico?

Spiegate il vostro punto di vista con esempi ...



## **Tre possibili risposte: è una espressione...**

- metaforica, e vuole indicare che per sostenere questo stile di vita consumiamo molto petrolio
- reale e indiretta: si riferisce precisamente all'alimentazione, in quanto la produzione attuale di cibo dipende moltissimo dal petrolio
- reale e diretta, mangiamo davvero petrolio (in forma di sostanze chimiche derivate direttamente dal petrolio)

# L'agricoltura moderna è l'uso della terra per convertire petrolio in cibo

*(Albert Bartlett)*

Sussidi energetici:

- La pratica dell'irrigazione è il maggior costo energetico
- Nei campi non irrigati i fertilizzanti sono il maggior 'peso energetico'
- Produzione di fertilizzanti a base di N utilizza un processo che richiede  $\text{CH}_4$  per fornire H a effettuare sintesi di ammonio da N atmosferico
- Macchine agricole (costruzione e uso)
- Pesticidi

In totale i 'sussidi' energetici sono aumentati di **90 volte** dal 1900, con un aumento della resa di circa **5 volte** (Smil, 2008)



Un eccesso di **fosforo** sta inquinando l'ambiente, mentre le risorse estraibili di questo nutriente essenziale si stanno riducendo in modo preoccupante. (Nature 2011)

La sintesi Haber-Bosch  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  permette di catturare **azoto** atmosferico e renderlo disponibile per le pratiche agricole (Smil, 2002)

#### TIPPING POINTS

- Cambiamento climatico
- Perdita di biodiversità
- **Perturbazioni del ciclo dell'azoto**
- Inquinamento chimico
- Carico di aerosol in atmosfera
- Acidificazione degli oceani
- Assottigliamento dello strato di ozono
- Cambiamento di uso delle terre
- Cambiamento di uso delle acque dolci
- **Variazioni del ciclo biogeochimico del fosforo**

$$\text{EROI} = E_o / E_i = \text{Energy Return On Energy Investment}$$

EROI = rapporto tra l'energia fornita (da un cibo, un combustibile, ecc.) e l'energia richiesta per ottenerlo (estrarlo, produrlo, trasformarlo, spostarlo ecc.)

## Il caso dell'alimentazione

è il rapporto tra il contenuto energetico fornito da un prodotto alimentare e l'energia che è stata necessaria per produrlo, trattarlo, impacchettarlo, e conservarlo)

nelle società **tradizionali**  
e pre-industriali

$E_o/E_i$  fino a 100

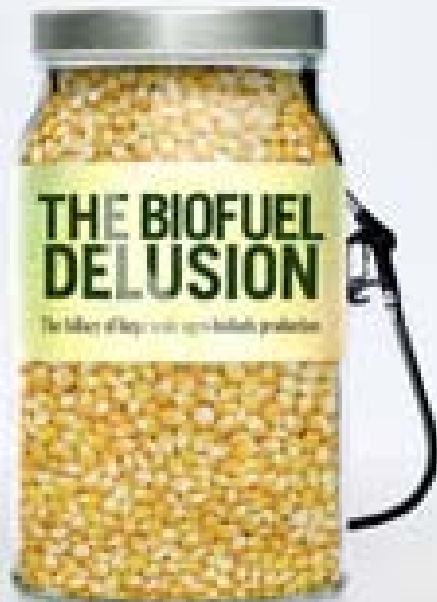
nei prodotti della **grande**  
**distribuzione**

$E_o/E_i$  anche inferiore a 1

## Il caso dei biocarburanti

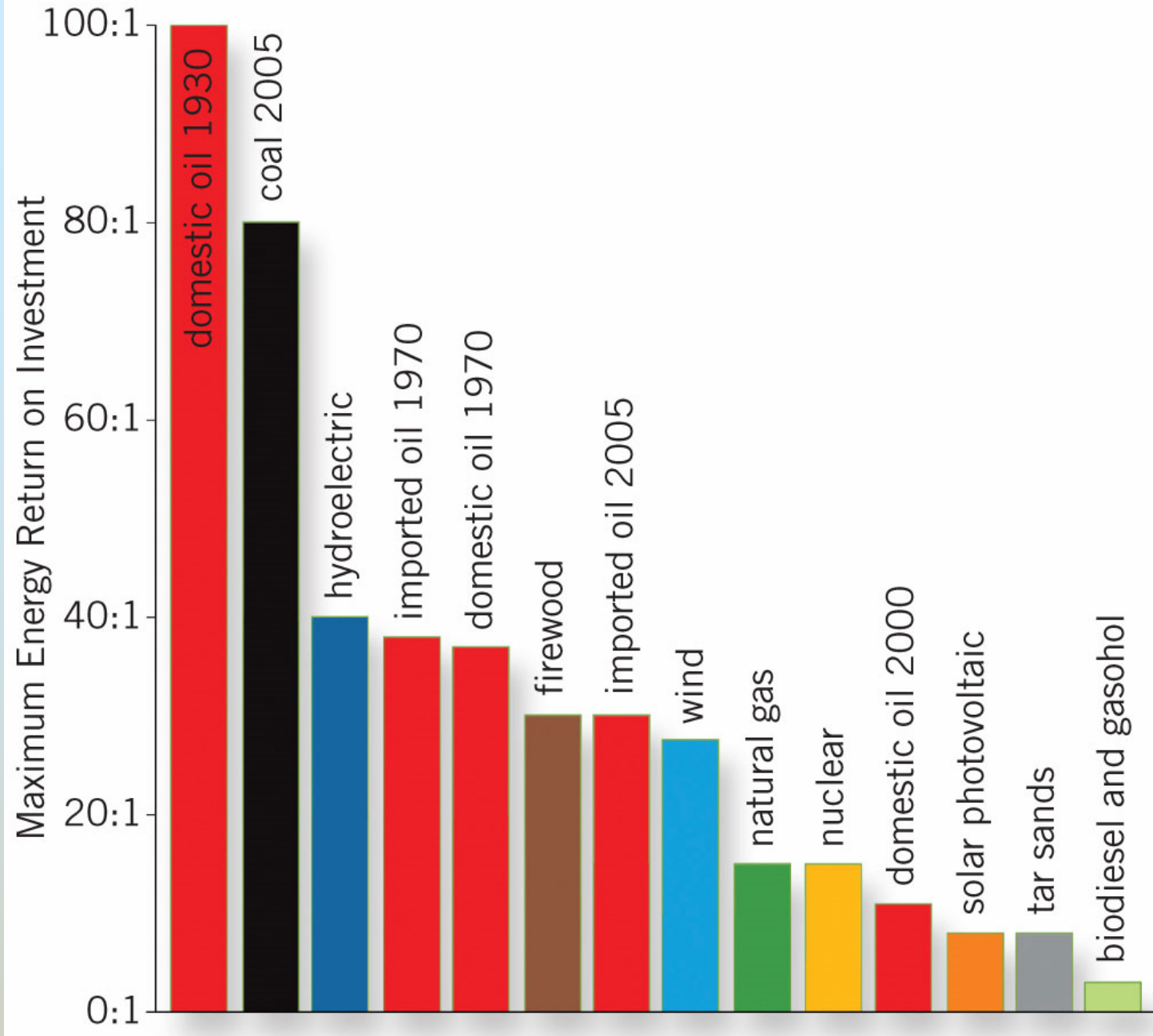
EROI dell'etanolo ???

Earthscan, 2009



Mario Giampietro  
Kozo Mayumi







Lo **zaino ecologico** misura in chili il carico di natura che ogni prodotto o servizio si porta sulle “spalle” . Esso include tutte le risorse utilizzate per la produzione, il trasporto tra le fabbriche e dalla fabbrica al consumatore.



Per fabbricare un PC occorrono 1700 Kg di materiali vari, tra cui 240 Kg di petrolio. Esso consuma  $\frac{3}{4}$  dell'energia del suo ciclo di vita prima ancora di essere acceso.

# Energia & Materia ... e la POTENZA?

$$\text{Potenza} = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}} \text{ [J/s = Watt]}$$

100 W Potenza di una lampadina

**200 W Potenza di una persona che svolge con continuità un lavoro manuale**

1500 W Potenza media di un distributore automatico di cibo

2000 W Potenza (metabolismo) di un elefante

60.000.000 W Potenza media di un aereo passeggeri Boeing 747 in volo

$$\text{Energia} = \text{Potenza} \times \text{tempo} \text{ [W} \times \text{s]}$$

Un Wattora corrisponde a 3 600 *joule*

$$(1 \text{ Wh} = 1 \text{ W} \times 3\,600 \text{ s} = 3\,600 \text{ W} \cdot \text{s} = 3\,600 \text{ J})$$

# POTENZA umana

L'attività fisica di una persona può essere espressa con una grandezza fisica, la potenza, che rappresenta la quantità di energia che il nostro corpo è in grado di fornire continuamente, in ogni secondo, per tenere la nostra temperatura a 37 °C, per svolgere tutte le funzioni del corpo (respirare, digerire, ecc.) e per muoverci (camminare, scrivere, ecc.).

Può variare tra 60 e 100 W

Un uomo in buona salute può generare una potenza di circa 800 watt (W) per un tempo breve, per esempio salendo di corsa una rampa di scale.

In un lavoro manuale continuativo (per esempio in campagna) può sviluppare una potenza di **200 W**, e **fornisce in un'ora un'energia di**

$$200 \text{ W} \times 1\text{h} = 200 \text{ Wh} = 200 \times 3600 \text{ J} = 720.000 \text{ J}$$



Distribuendo in modo equo la potenza attualmente utilizzata nel mondo, si ottiene un **valore medio pro-capite di 1,5 kW**.

Eppure....

- ✓ un cittadino USA consuma 10.000 W
- ✓ un europeo 5-6.000 W
- ✓ un cinese 2.000 W
- ✓ un indiano 1.000 W
- ✓ ... le fasce più povere delle popolazioni 200 – 300 W

Come è possibile?

Agli 'schiavi umani' si sono (in parte) sostituiti gli

### **SCHIAVI ENERGETICI**

Uno 'schiavo energetico' è una 'macchina' che svolge lavori al posto nostro

- 'mangia' petrolio (consuma 100 W)
- 'respira': nel processo di combustione emette CO<sub>2</sub>

## Una 'civiltà' ad ALTA POTENZA

1900: agricoltore USA con un tiro di 6 cavalli - 5 kW (5000 W)

2000: agricoltore USA con un trattore - 250 kW (250.000 W)

1900: macchinista USA di un treno a vapore a 100 Km/h - 1 MW (1.000.000 W)

2000: pilota di un Boeing 747 a 900 Km/h - 120 MW (120.000.000 W)

Per far correre un'auto in autostrada ci vogliono 1600 schiavi energetici. Per far decollare uno dei più moderni aerei passeggeri ci vuole l'energia di tutti gli abitanti di Milano: è come se 1,6 milioni di persone si fermassero ed iniziassero a pedalare.

L'esaurimento di risorse e l'accumulo di rifiuti...

Le alterazioni dei cicli biogeochimici...

I riempimenti e svuotamenti di serbatoi (di CO<sub>2</sub>, N, P...)...

L'inquinamento di terra, acqua e aria...

**... sono in grande misura conseguenza di una recente e abbondante disponibilità e di un uso improprio di energia**

- di elevata densità (E x unità di peso o di volume)
- usata per sviluppare grande potenza (E disponibile nell'unità di tempo)
- non rinnovabile
- distribuita in modo non equo tra gli abitanti del pianeta

**“The world will no longer be divided by the ideologies of  
‘left’ and ‘right,’ but by those who accept ecological limits  
and those who don’t.”**

Wolfgang Sachs, Wuppertal Institute

Le considerazioni **economiche** devono ‘fare i conti’  
con i dati **biofisici**...

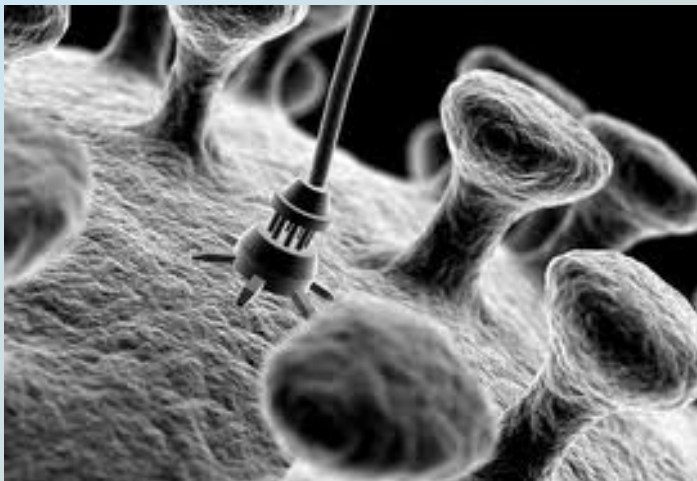
## **Ma anche all'interno della comunità 'scientifica' ci sono posizioni molto diverse, e controversie in atto...**

- La Scienza come modo 'privilegiato' di conoscere, neutrale e oggettivo – universale...
- Una scienza tante scienze: il problema della frammentazione nelle specializzazioni disciplinari
- Scienze e Tecnologia: è possibile separarle?
- Scienza e Società: le grandi narrative del progresso e dell'innovazione
- Scienza e Potere...

Geoingegneria?

Salmoni geneticamente modificati?

Nanoparticelle e nanotecnologie?



Chi se ne occupa? Sono argomenti che ci riguardano?

Esistono potenziali benefici? Rischi? Come si distribuiscono?

Di chi sono le responsabilità???

*L'esperto: "Con lo sviluppo della nanotecnologia saremo in grado di mantenere indefinitamente i nostri corpi e cervelli in uno stato ottimale di salute" (1)*

*L'UE: "La fiducia del pubblico, e l'accettazione delle nanotecnologie sarà cruciale per lo sviluppo a lungo termine" (2)*

### ➤ Dalle nanovisioni ai prodotti di mercato

Oggigiorno si possono trovare nanoparticelle in più di 1300 prodotti per consumatori: dai componenti elettronici ai cosmetici, filtri per sigarette, tessuti e spray antimicrobici, schermi solari, prodotti per la pulizia della casa, scioline.

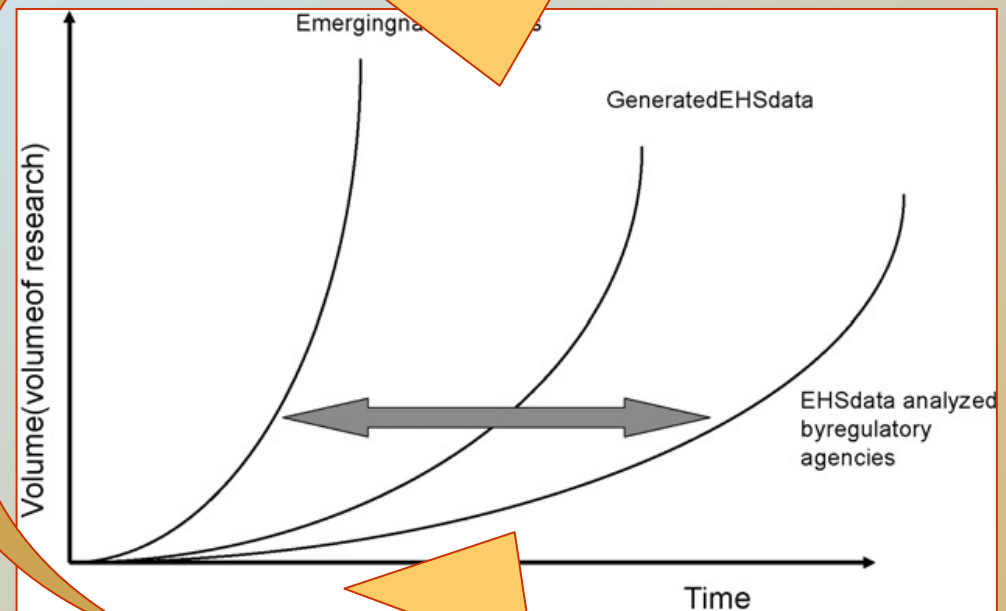
### ➤ Dall'euforia alla preoccupazione

Un insieme crescente di ricerche indica che i materiali a scala nanometrica si comportano diversamente dai loro omologhi di dimensioni rispettivamente maggiori e minori.



**Importante è studiare l'intero ciclo di vita...  
con uno sguardo interdisciplinare  
e una visione sistemica!**

... ma questo richiede tempo e denaro,  
consapevolezza delle relazioni di  
interdipendenza nei sistemi naturali,  
volontà politica...



Dalle fasi iniziali della produzione, all'uso, allo smaltimento, ad ogni tappa si presentano possibilità di interazione tra le nanoparticelle e l'ambiente esterno, sia esso il luogo di lavoro degli operai addetti alla produzione, il corpo dei pazienti sottoposti a un esame medico, il contatto cutaneo dei consumatori con creme, tessuti, carte ecc., e infine il luogo di rilascio finale – aria, acqua o suolo.



# I salmoni GM – una questione aperta

## ➤ La ricerca applicata

*Dopo oltre dieci anni di incroci la salute e il benessere di AAS non differisce dal Salmone Atlantico selvatico (Aqua Bounty Technology, 2010)*

## ➤ La ricerca di base

*Si può dire che le alterazioni genetiche influenzano in modi non facilmente prevedibili le condizioni ecologiche (Sundström et al, 2007).*

## Aspetti controversi

*Scienziati di base e ricercatori dell'azienda presentano dati e conclusioni differenti. Ciò deriva dalle diverse domande di ricerca che si pongono i due gruppi di studiosi, come diverse sono le preoccupazioni e le prospettive, e diversi sono i confini dei sistemi considerati nelle ricerche svolte.*

Il problema, presentato con un approccio riduzionista come di pertinenza degli esperti di genetica, si rivela ben più articolato, e chiama in causa – oltre ad altre discipline scientifiche – anche rilevanti aspetti di natura sociale ed etica.



Osorio, L., Rios, A., Lobato, R., Ortiz, M. & Del Castillo, X Á (2009). An epistemology for sustainability science: a proposal for the study of the health/disease phenomenon. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 16 (1), 48 — 60.

## Reconnecting to the biosphere

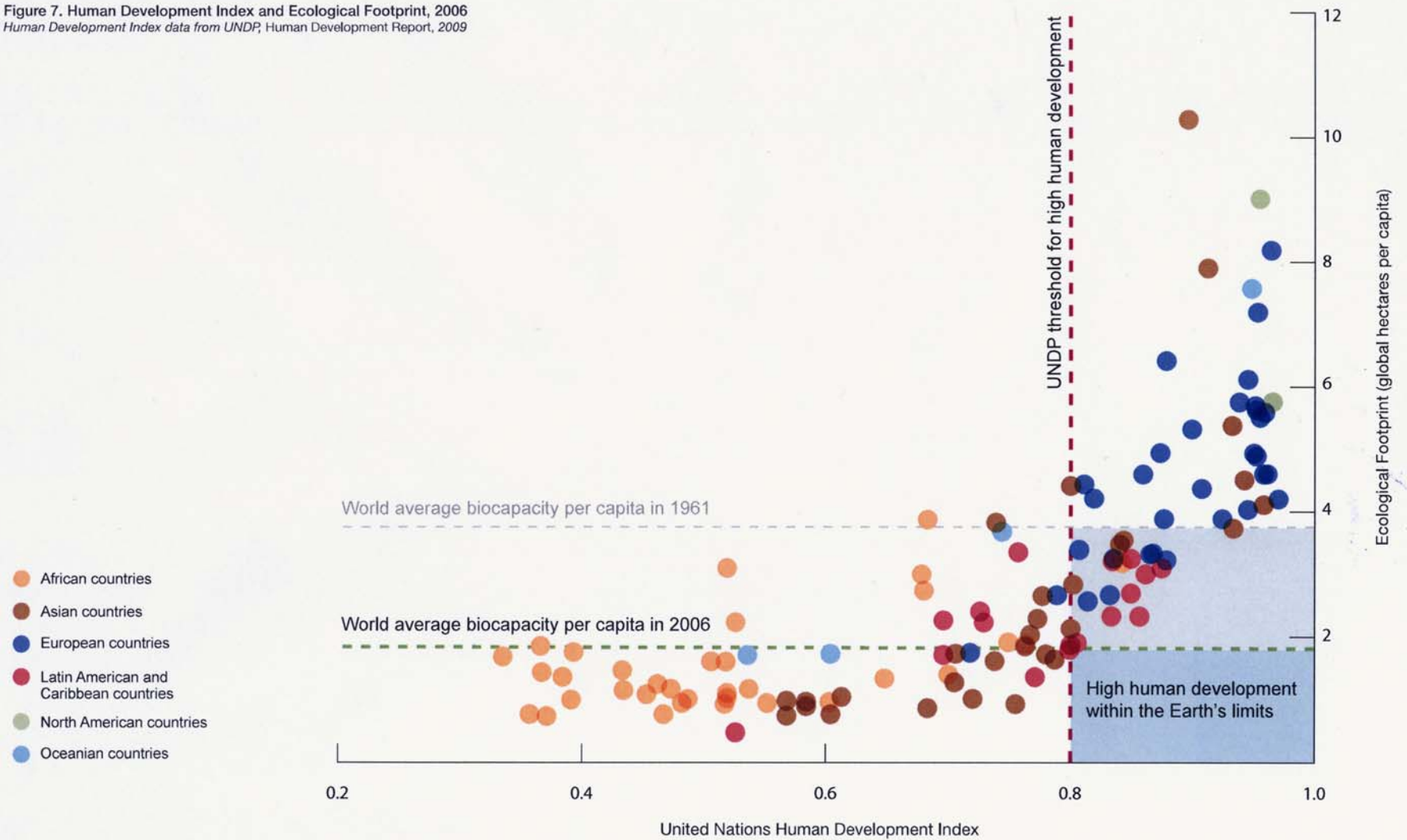
Humanity has emerged as a major force in the operation of the biosphere, with a significant imprint on the Earth System, challenging social–ecological resilience.

This new situation calls for a fundamental shift in **perspectives, world views, and institutions.**

Human development and progress must be reconnected to the capacity of the biosphere and essential ecosystem services to be sustained.

Folke et al., 2011

Figure 7. Human Development Index and Ecological Footprint, 2006  
 Human Development Index data from UNDP, Human Development Report, 2009



## Relazioni STS

### Public supports geoengineering research, survey finds

First international survey on the perception of geoengineering finds 72% of respondents approve of research

The Guardian - Monday 24 October 2011

The British, American and Canadian public is largely in favour of research into engineering the planet's climate to combat global warming, according to a study published on Monday. But critics said the paper was "not exactly disinterested science" because one of the authors is the founder and president of a geoengineering company.

The first international survey on the perception of geoengineering, published in the Environmental Research Letters of the Institute, comes at a critical stage as a major UK test project was recently postponed.

Scientists from Cambridge, Oxford, Reading and Bristol universities **had planned to send a balloon with a hose attached 1km into the sky above Norfolk within months, to test the future feasibility of pumping hundreds of tonnes of minute chemical particles a day into the thin stratospheric air to reflect sunlight and cool the planet.** But late in September, they delayed the test, citing the need to "allow time for more engagement with stakeholders."





1 TEP (tonnellata di petrolio equivalente) = 11.600.000 Wh

➤ Energia erogata da un contadino in 1 ora = 200 Wh

➤ **Energia di un TEP = 58.000 ore di lavoro**

➤ 1 barile di petrolio = 0,146 TEP = 1.693.600 Wh

➤ Energia di un barile di petrolio = 8.648 ore di lavoro, **1.058 giornate da 8 ore**

- Ogni cittadino americano, per l'energia che consuma, è come se avesse a disposizione 24 ore su 24 un centinaio di “schiavi energetici”. Per un cittadino italiano, che in media usa un terzo dell'energia usata da un americano, il numero degli “schiavi energetici” perennemente a disposizione è di circa 30
- Di questi 30 schiavi 12 hanno il compito di far funzionare la lavatrice, la TV, lo stereo, l'aspirapolvere, il freezer...

Altri popoli – e molte persone all'interno di ogni nazione – ne hanno molti meno...

(Questi dati sono tratti da **“LA CRISI ENERGETICA: SFIDA ED OPPORTUNITÀ”**, di Armaroli e Balzani  
<http://www.legambientetrieste.it/Documenti/ChimicaEnergia.pdf>)