



ASSOCIAZIONE "ABRAMO e PACE"

Corso di formazione per insegnanti delle scuole di ogni ordine e grado

AGENDA 2030

LE TRADIZIONI RELIGIOSE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

1 dicembre 2021

Margherita Venturi

Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician"

Università di Bologna

e-mail: margherita.venturi@unibo.it

**La formazione dei bambini e dei giovani
alla partecipazione e alla responsabilità
per lo sviluppo sostenibile**

Agenda 2030



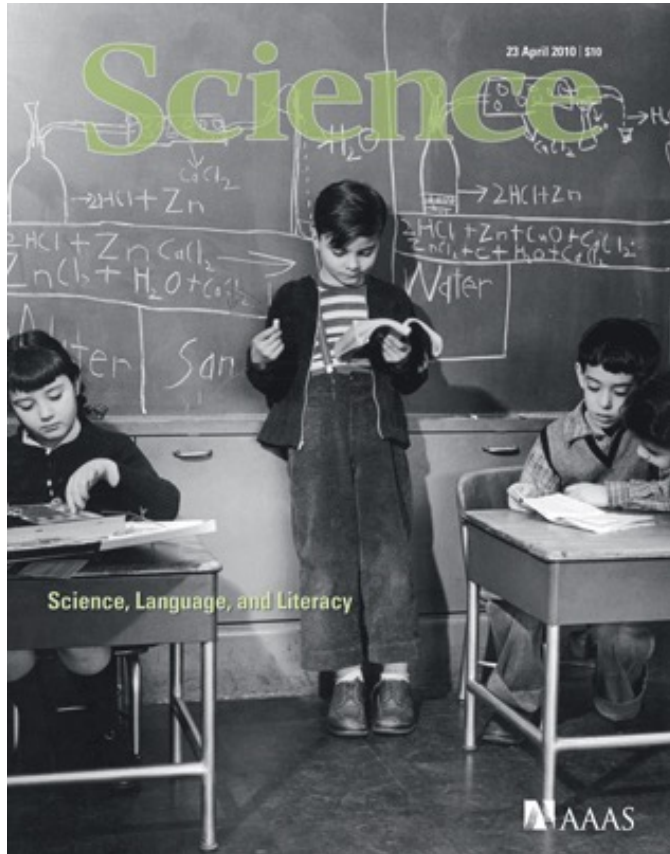
Una buona formazione in ambito scientifico è
fondamentale

Come insegnare le Scienze

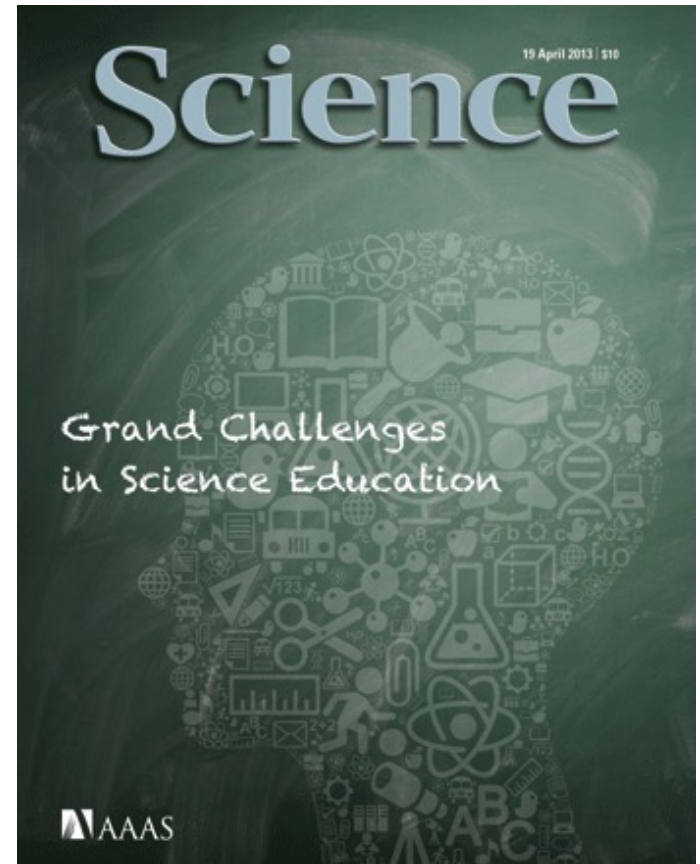


Come interessare,
coinvolgere e
traghettare gli
studenti nel mondo
della Scienza

Metodologie didattiche



Vol. 328, 23 aprile 2010



Vol. 340, 19 aprile 2013

People learn by doing, not by just watching and listening and they learn best what they want to know and need to know

D. Wood, J. Bruner, G. Ross, *The role of tutoring in problem solving*, Journal of child psychology and psychiatry, 1976, 17, 89

R. Felder , B. Brent, *Motivare ad apprendere attivamente*, Correggio, Italy, 2007

Per far sì che gli studenti si appropriino dei linguaggi e dei modi di operare della scienza

1. Didattica laboratoriale

People learn by doing (Se ascolto, dimentico; se vedo, ricordo; se faccio, imparo)

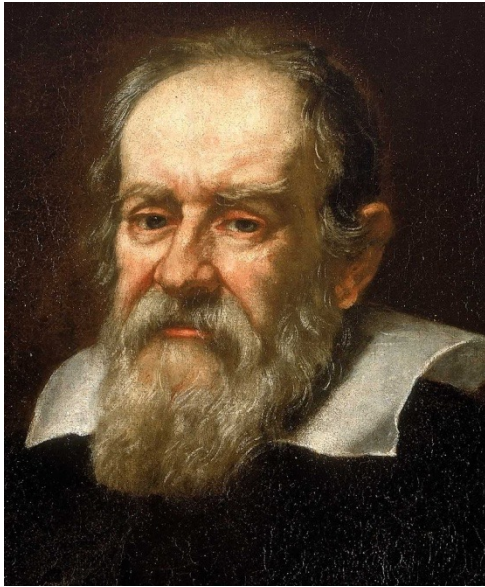
2. Affrontare temi collegati alla realtà quotidiana e al contesto sociale

People learn best what they want to know and need to know

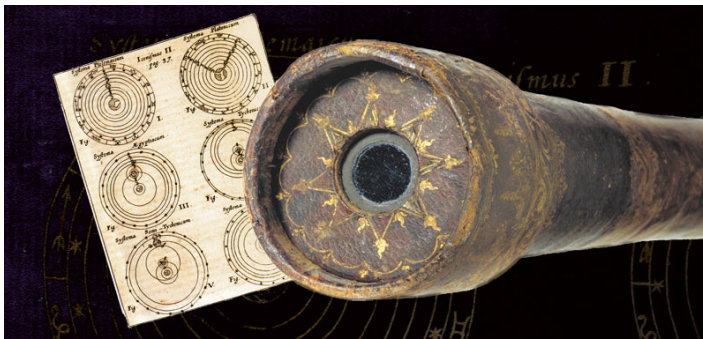
La didattica laboratoriale

tutti sanno cosa è, ma ...

Pioniere della Scienza



Galileo Galilei
(1564 - 1642)



Palazzo Bo, Padova



Un laboratorio didattico del 1896

Didattica laboratoriale

Va ben oltre il semplice contatto
con la realtà pratica del
laboratorio

Non significa spiegare la teoria e
poi proporre un'attività pratica
che di solito consiste nel
duplicare pedissequamente una
ricetta

Didattica laboratoriale

La didattica laboratoriale
consiste nel far nascere domande

Dai giusti interrogativi nasce
il desiderio di sapere

Il sapere non può essere dispensato:
la mente non è un magazzino da
riempire

Il sapere va costruito e conquistato
personalmente: la mente ha bisogno
di elaborare attivamente,
autonomamente e con fantasia ogni
momento del sapere

Life-long learning

Far entrare lo studente nel mondo
della scienza con lo stesso approccio
che si usa nella ricerca scientifica
che è l'attività umana che produce
conoscenza e dove tutto nasce dalla
curiosità

"... fatti non foste a viver
come bruti ma per seguir
virtude e canoscenza"

Inferno, canto XXVI, 116-120



Non ho particolari talenti, sono
soltanto appassionatamente
curioso

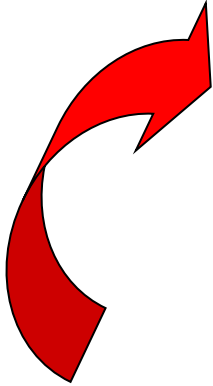
A. Einstein

Lettera a C. Seelig, 1952

curiosità

per soddisfare questa curiosità,
il ricercatore fa domande alla
Natura sotto forma di ...

esperimenti

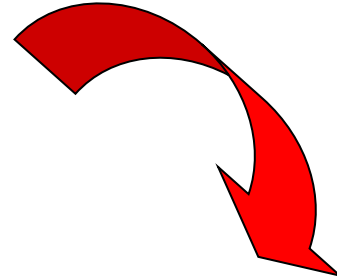
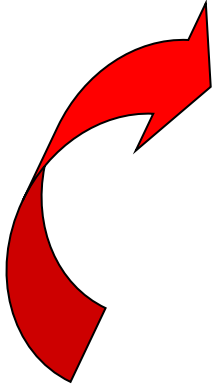


curiosità

Gli esperimenti vanno
ideati con fantasia,
preparati con cura,
eseguiti con rigore

Più è intelligente la
“domanda”, più importante
sarà la risposta

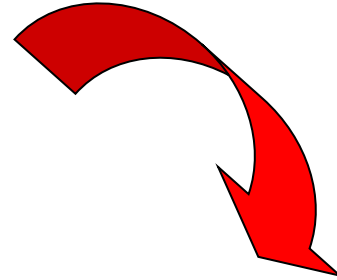
esperimenti



curiosità

risultati

esperimenti

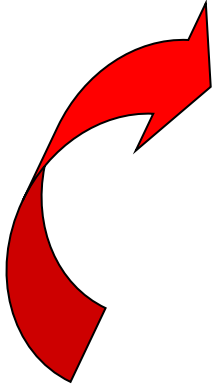


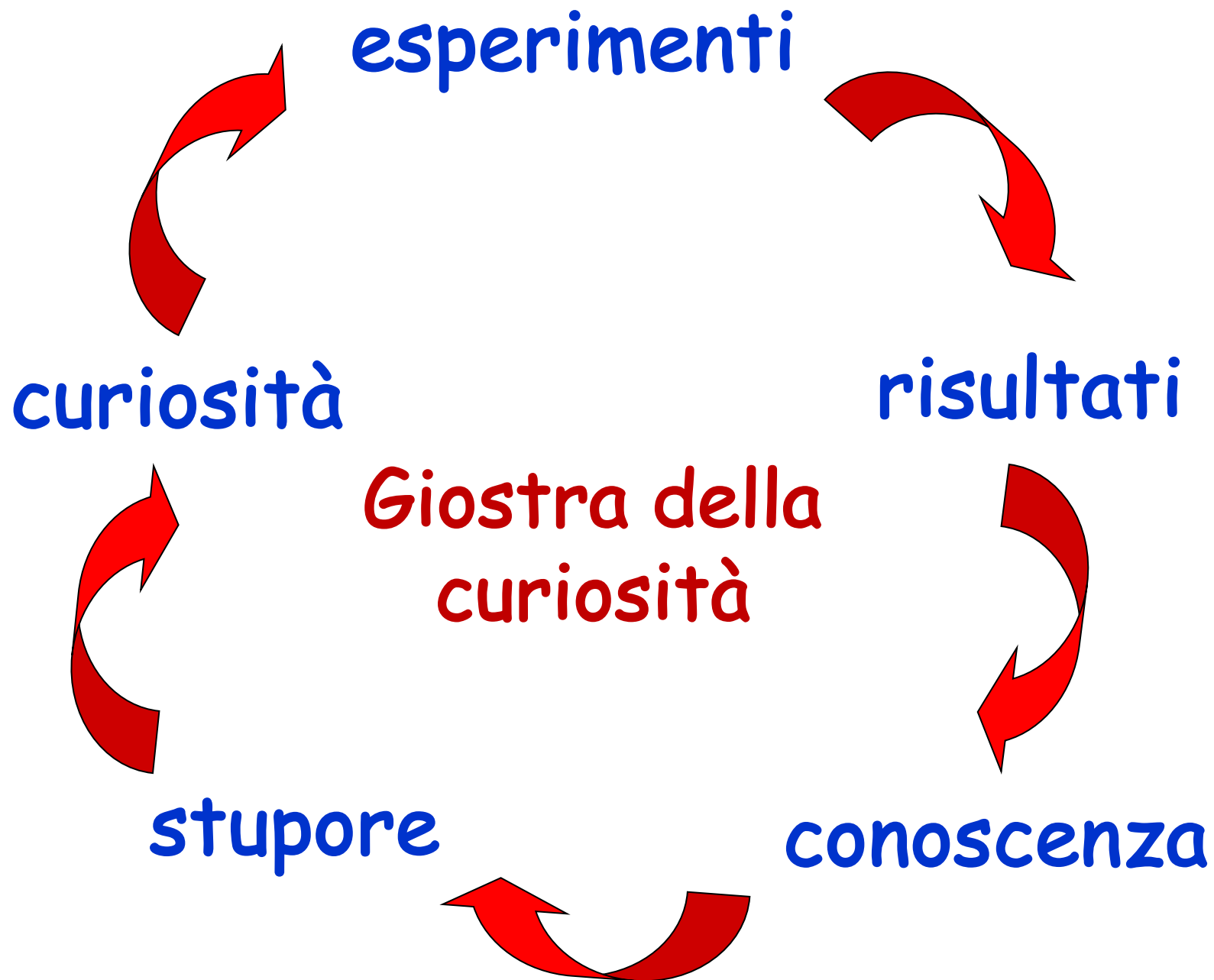
risultati



conoscenza

curiosità



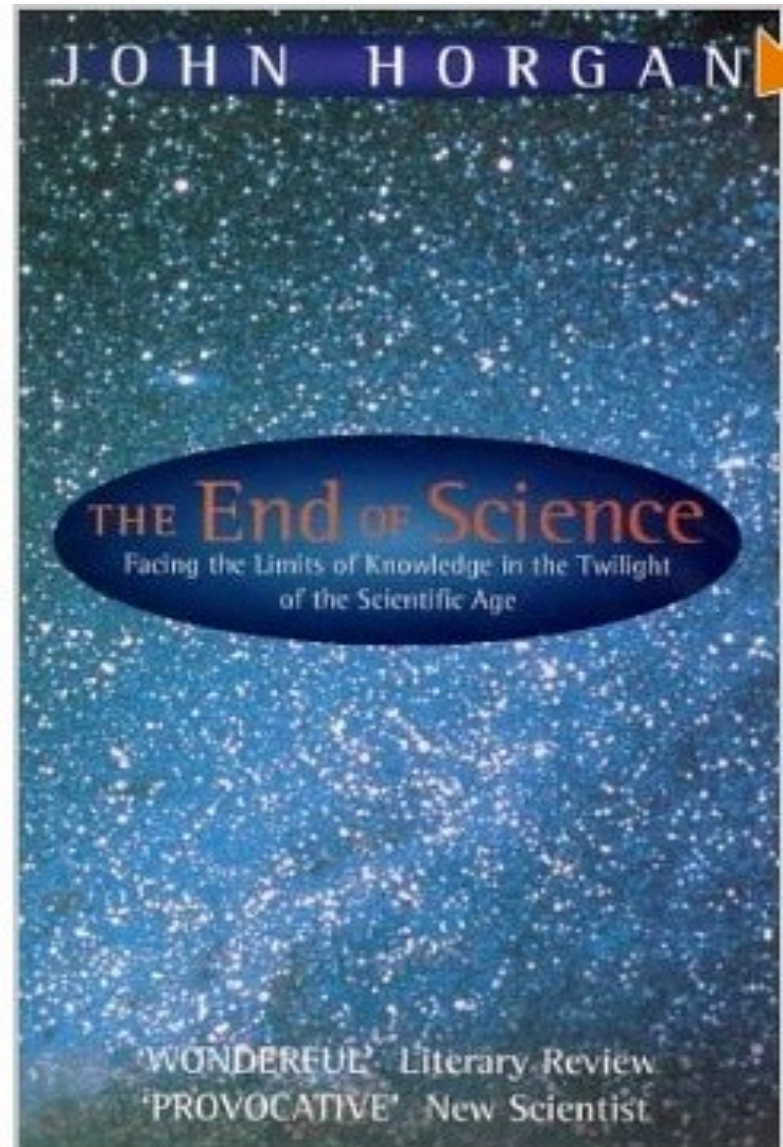
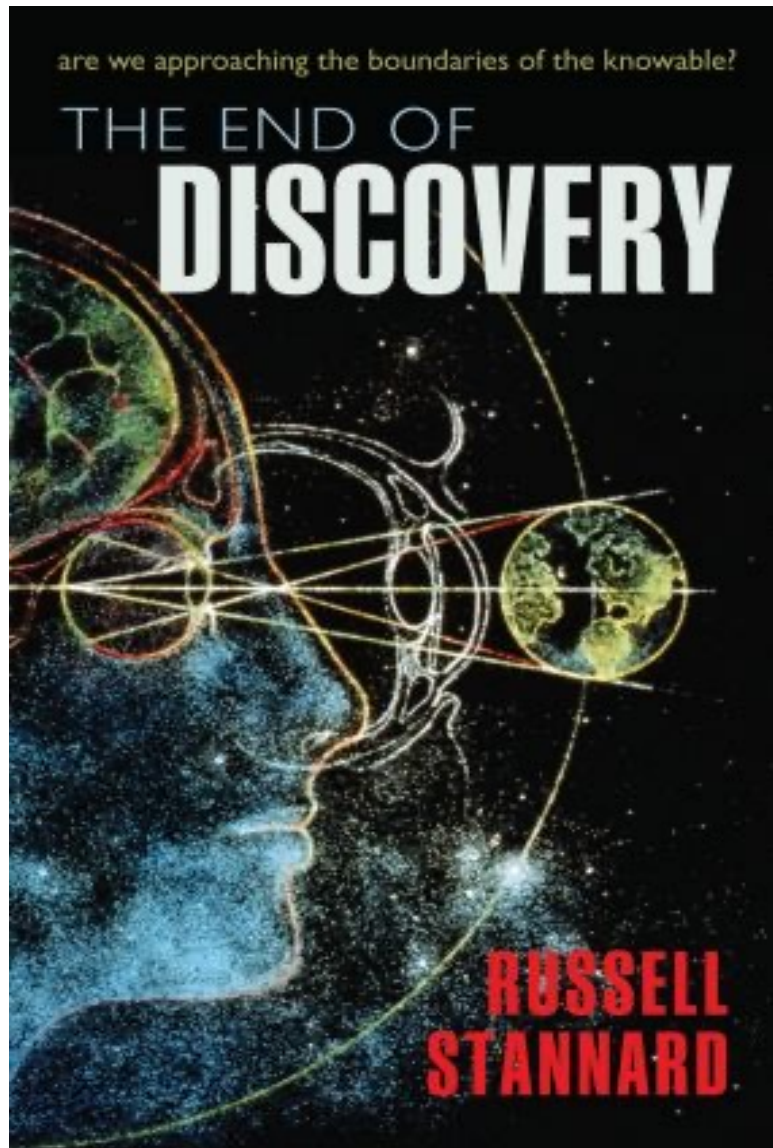


Cerchiamo
con il desiderio di trovare,
e troviamo
con il desiderio di cercare ancora

Sant'Agostino

Finirà questa giostra?

Qualcuno dice di sì



La scienza non finirà

Ogni scoperta scientifica genera
più domande di quelle a cui dà
risposta

"... più luce facciamo, più grati
dobbiamo essere, perché ciò
significa che abbiamo un maggior
orizzonte da contemplare"

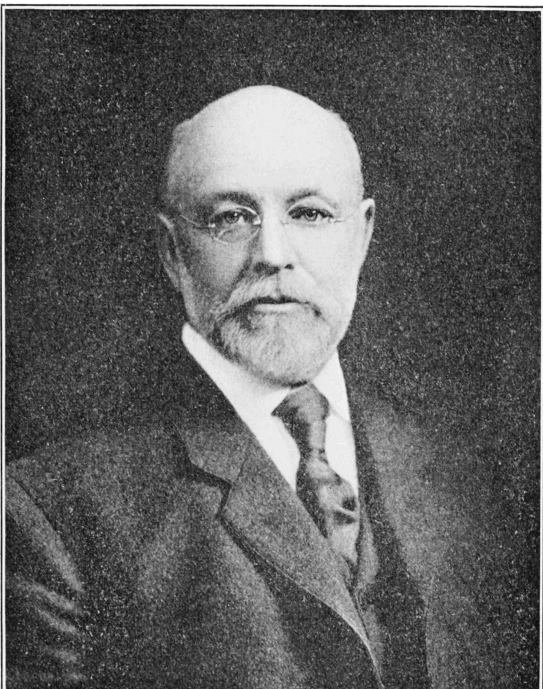
Joseph Priestley
Natural Philosophy, 1791

Didattica laboratoriale

La “versione didattica” della
ricerca scientifica

Inquiry-based Learning (IBL)
apprendimento per scoperta

Apprendimento per scoperta



Ira Remsen noto per la
sintesi della saccarina e
fondatore dell'attuale
rivista scientifica JACS

Ira Remsen

1846 - 1927

Leggendo un testo di Chimica arrivai alla frase “l’acido nitrico agisce sul rame”. Mi stavo stancando di leggere cose così assurde e allora decisi di vedere quale

*Quel
rimarchevole
"agisce sul"*

fosse il significato reale di quella frase. Il rame era per me un materiale familiare, perché a quei tempi le monete da un centesimo erano in rame. Avevo visto una bottiglia di acido nitrico sulla tavola dell’ufficio del dottore dove mi mandavano per passare il tempo. Non sapevo le proprietà dell’acido nitrico, ma ormai lo spirito di avventura era sceso su di me. Così, avendo rame e acido nitrico, potevo

imparare cosa significassero le parole “agisce sul”. In questo modo, la frase “l’acido nitrico agisce sul rame” sarebbe stata qualcosa di più che un insieme di parole. Al momento, lo era ancora. Nell’interesse della scienza ero persino disposto a sacrificare uno dei pochi centesimi di rame che possedevo. Ne misi uno sul tavolo, aprii la bottiglia dell’acido, versai un po’ di liquido sulla monetina e mi preparai ad osservare quello che accadeva.

Ma cos'era quella magnifica cosa che stavo osservando? Il centesimo era già cambiato e non si poteva dire che fosse un cambiamento da poco. Un liquido verde-blu schiumava e fumava dalla moneta e l'aria tutt'intorno si colorava di rosso scuro. Si formò una gran nube disgustosa e soffocante. Come potevo fermarla? Provai a disfarmi di quel pasticcio prendendolo con le mani per buttarlo dalla finestra. Fu così che imparai un altro fatto: l'acido nitrico "agisce" non solo sul rame, ma anche sulle dita. Il dolore mi spinse ad un altro esperimento non programmato. Infilai le dita nei calzoni e scoprii un altro fatto: l'acido nitrico "agisce" anche sui calzoni. Tutto considerato, quello fu l'esperimento più impressionante e forse più costoso della mia vita. Fu una rivelazione e mi spinse a desiderare di imparare di più su quel rimarchevole "agisce sul".



Didattica laboratoriale

Metodo delle 6 E

- *Engage*
- *Explore*
- *Explain*
- *Elaborate*
- *Exchange*
- *Evaluate*

Engage

Si affronta un problema, cioè una domanda, a cui non è stata ancora data risposta

Discussione in classe (brainstorming)
per stimolare gli allievi a:

- esplicitare le proprie idee
- motivarle
- confrontarle con quelle dei compagni

Explore

Gli studenti lavorano per trovare
"una" risposta alla domanda: può
essere una vera e propria
sperimentazione, ma può anche
essere un'attività teorica

Mani e mente sono in continuo
e proficuo collegamento

Explain

La necessità (il desiderio) di interpretare il risultato è una conseguenza spontanea

(proprio perché l'esperimento non è organizzato come una verifica)

Elaborate

ogni studente costruisce un proprio modello della realtà

- elaborato mediante osservazioni ed esperimenti

Il sapere scientifico è un sapere rigoroso e oggettivo

Elaborate

ogni studente costruisce un proprio modello della realtà

- verificato/modificato da meccanismi di feedback

L'apprendimento è un processo ciclico



Il sapere scientifico è un sapere
non dogmatico che tiene vivo il
dubbio

Nella scienza non esistono verità
assolute, ma solo verità in
divenire: le teorie nascono per
morire

L'incertezza è insita nella scienza
ed è un grande valore aggiunto

Elaborate

ogni studente costruisce un proprio modello della realtà

- maturato attraverso gli errori commessi

L'errore ha una grande valenza didattica, ma non solo

Nella ricerca scientifica è
stata rivalutata l'importanza
del “non risultato”

Non ogni verità indica una via
da seguire, ma ogni errore
indica una via da evitare

Exchange

Ogni studente costruisce un proprio modello di realtà e lo condivide con i suoi pari

“fa' e impara” è integrato con
“confrontati e impara”
(cooperative learning)

Lo studente impara a comunicare

Occorre coinvolgere gli studenti
in attività di tipo informale
(preparazione di festival della
scienza, mostre ed exhibit) per
divulgare presso altri studenti, le
famiglie e la cittadinanza ciò che
è stato affrontato nel corso
dell'anno scolastico

Queste attività, previste in molti progetti didattici di scienze finanziati dalla Comunità Europea, stimolano moltissimo gli studenti, anche quelli che generalmente non hanno prestazioni scolastiche buone, e permettono di sviluppare nuove competenze quali autonomia, creatività, capacità critica e autocritica

Evaluate

La figura del docente cambia

- non trasmettitore di nozioni
- regista del processo attraverso cui gli allievi costruiscono la propria conoscenza
- buon ascoltatore delle idee degli allievi

Insegnare è anche e soprattutto
imparare

Seneca

Limite della didattica laboratoriale

Dilatazione dei tempi

Non tutti gli obiettivi di apprendimento devono (o possono) essere perseguiti con questo approccio

Questo approccio può essere combinato efficacemente con le metodologie didattiche tradizionali

Non bisogna farsi prendere
dall'ansia del tempo e dare un
eccesso di informazioni

Informare ricalca quello che è
diventato un atteggiamento
comune della nostra società

Dove è la saggezza che abbiamo
perso con la conoscenza?
Dove è la conoscenza che abbiamo
perso con l'informazione?

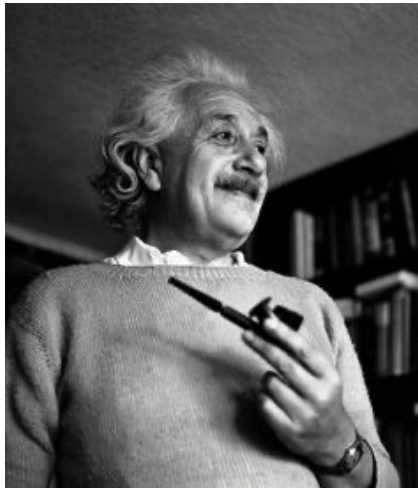
Thomas Stearns Eliot

Informare non è formare

Insegnare non è riempire un vaso, ma
accendere un fuoco

filosofi greci

Lo studio non è un dovere, ma
un'occasione invidiabile di imparare a
conoscere ...



A. Einstein
The Dink, 1933

Far entrare lo studente nel
mondo della scienza le
metodologie didattiche non
bastano

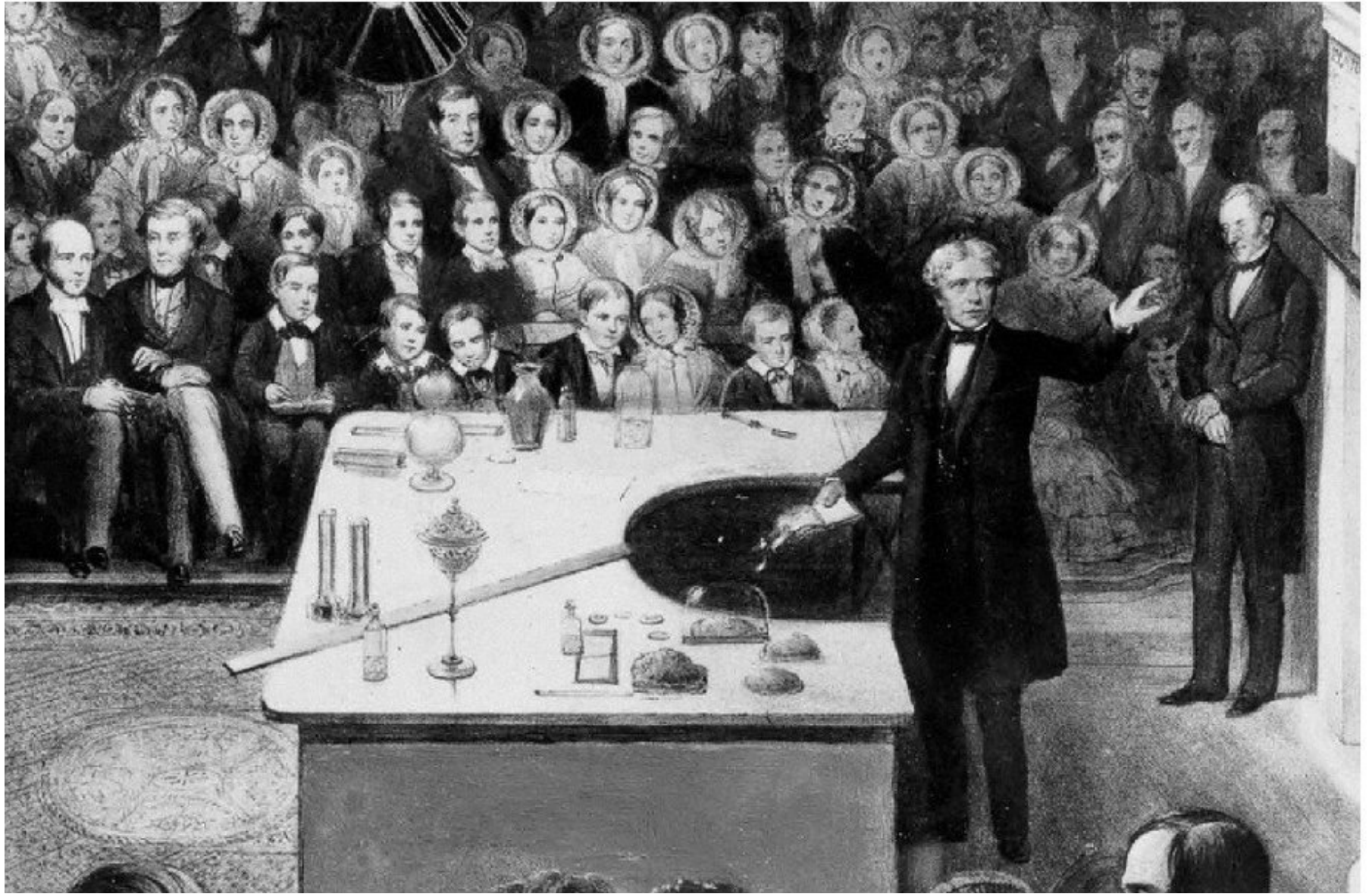
Per far sì che gli studenti si appropriino dei linguaggi e dei modi di operare della scienza

1. Didattica laboratoriale

People learn by doing (Se ascolto, dimentico; se vedo, ricordo; se faccio, imparo)

2. Affrontare temi collegati alla realtà quotidiana e al contesto sociale

People learn best what they want to know and need to know



Michael Faraday (1791 - 1867) spiega la combustione di una candela ai ragazzi e al pubblico intervenuti alla Royal Institution

Questi temi offrono notevoli
vantaggi

Motivano gli studenti

La scienza non è qualcosa che si
legge solo sui libri, ma riguarda la
vita di tutti

Adatti ad un approccio integrato inter- e trans-disciplinare

- Integrazione delle varie discipline scientifiche
- Integrazione con gli altri aspetti del sapere

Affrontare aspetti etici e sociali

Didattica trasversale

Didattica trasversale

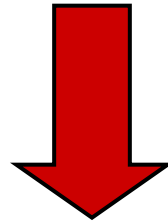
L'integrazione dei vari aspetti
permette di vedere il problema
nella sua globalità

Coinvolgere nell'insegnamento
delle scienze sia docenti di area
scientifica che docenti di area
umanistica con pari dignità
Ovviamente anche viceversa

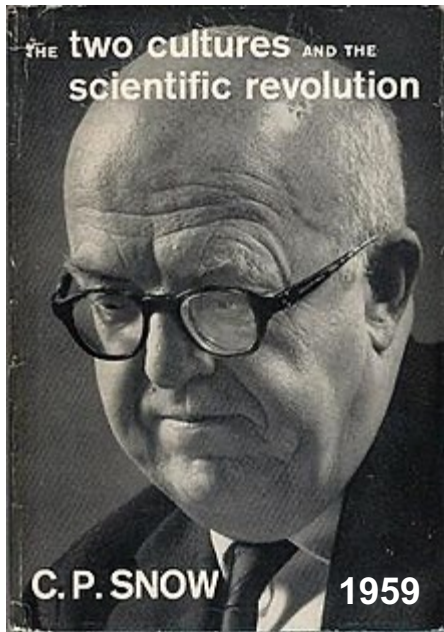
The philosopher Edgar Morin states that our teaching system separates subjects and fragments reality, actually making understanding of the world impossible and preventing awareness of fundamental problems which need a trans-disciplinary approach

E. Morin, *La Tête bien faite: Repenser la Réforme, Réformer la pensée*, Seuil, 1999

Ristabilire l'alleanza fra
cultura scientifica e cultura
umanistica



La frattura fra cultura
umanistica e scientifica



The two Cultures and the scientific revolution Charles P. Snow

Scientists have, for their own
nature, the future in their blood

Humanists have their eyes turned
to the past

L'integrazione fra le discipline
permette di:

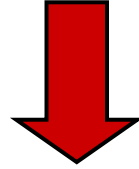
eliminare le differenze di sesso
nel processo di apprendimento
delle scienze

ridurre la dispersione scolastica

La didattica laboratoriale per unire le discipline

Questa metodologia non riguarda
in modo specifico le discipline
scientifiche e il luogo laboratorio,
ma è piuttosto da intendersi come
un approccio metodologico-
didattico di validità generale
applicabile a qualsiasi disciplina

Energia, Cibo, Ambiente, Acqua



Le risorse del pianeta

Tema adatto a qualsiasi livello scolastico a seconda del grado di approfondimento

Tema altamente interdisciplinare:
geografia, chimica, fisica, tecnologia, economia,
lettere, arte, filosofia, etc.

Educazione civica

Agenda 2030

1 SCONFIGGERE
LA POVERTÀ



2 SCONFIGGERE
LA FAME



3 SALUTE
E BENESSERE



4 ISTRUZIONE
DI QUALITÀ



5 PARITÀ DI GENERE



6 ACQUA PULITA
E SERVIZI
IGIENICO-SANITARI



7 ENERGIA PULITA
E ACCESSIBILE



8 LAVORO DIGNITOSO
E CRESCITA
ECONOMICA



9 IMPRESE,
INNOVAZIONE E
INFRASTRUTTURE



10 RIDURRE LE
DISUGUAGLIANZE



11 CITTÀ E COMUNITÀ
SOSTENIBILI



12 CONSUMO
E PRODUZIONE
RESPONSABILI



13 LOTTA CONTRO
IL CAMBIAMENTO
CLIMATICO



14 VITA
SOTT'ACQUA



15 VITA
SULLA TERRA



16 PACE, GIUSTIZIA E
ISTITUZIONI SOLIDE



17 PARTNERSHIP
PER GLI OBIETTIVI



Le risorse del pianeta: passato, presente, futuro

Partire dal passato, per discutere
del presente e porsi il problema
del futuro



La Terra, dopo la sua nascita avvenuta 4,5 miliardi di anni fa, ha subito modifiche profondissime per tempi lunghissimi misurabili in ere geologiche



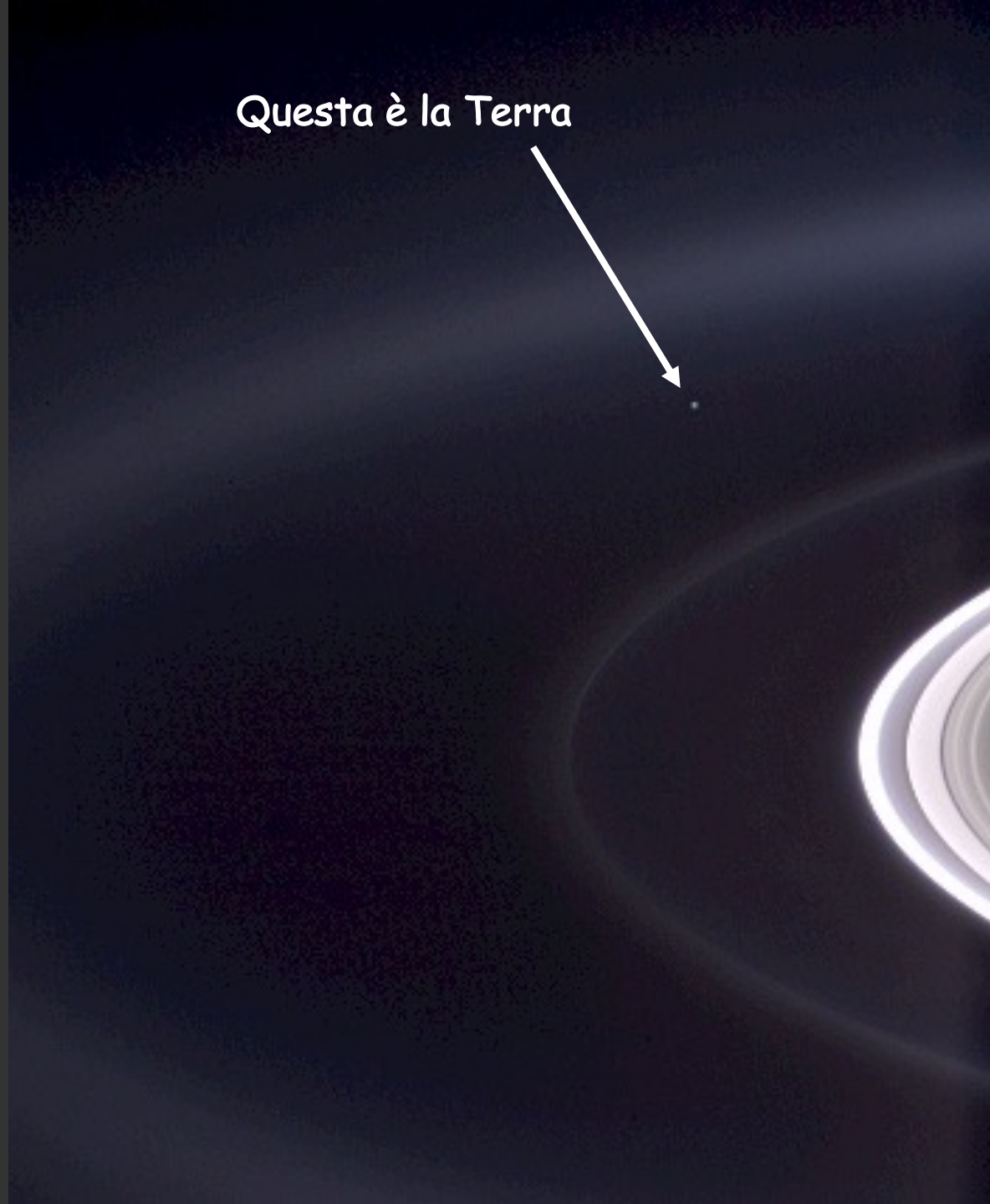
Poi piano piano si è
raggiunta una situazione
"di pace" dominata da due
importanti aspetti

Il flusso di energia
sempre rinnovato che
arriva dal Sole, unico
scambio che la Terra
ha con l'esterno



Foto scattata
dalla sonda
Cassini-Juygens
nel 2004,
quando si trovava
presso gli anelli
di Saturno

Questa è la Terra



La materia che troviamo oggi sulla Terra è quella che si è formata nei momenti iniziali di vita del pianeta

The Periodic Table of the Elements																	
group 1	2											13	14	15	16	17	18
1 1.00794 1 H Hydrogen 1s ¹	2 4.002602 2 He Helium 1s ²											3 10.811 3 B Boron 1s ² 2s ² 2p ¹	4 12.0107 4 C Carbon 1s ² 2s ² 2p ²	5 14.0067 5 N Nitrogen 1s ² 2s ² 2p ³	6 15.9994 6 O Oxygen 1s ² 2s ² 2p ⁴	7 18.998403 7 F Fluorine 1s ² 2s ² 2p ⁵	8 20.1797 8 Ne Neon 1s ² 2s ² 2p ⁶
3 6.941 3 Li Lithium 1s ² 2s ¹	4 9.012182 4 Be Beryllium 1s ² 2s ²											9 26.981538 9 Al Aluminum [Ne] 3s ² 3p ¹	10 28.0855 10 Si Silicon [Ne] 3s ² 3p ²	11 30.973762 11 P Phosphorus [Ne] 3s ² 3p ³	12 32.065 12 S Sulfur [Ne] 3s ² 3p ⁴	13 35.453 13 Cl Chlorine [Ne] 3s ² 3p ⁵	14 39.948 14 Ar Argon [Ne] 3s ² 3p ⁶
5 22.989769 5 Na Sodium [Ne] 3s ¹	6 24.3050 6 Mg Magnesium [Ne] 3s ²											15 69.723 15 Ga Gallium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ¹	16 72.64 16 Ge Germanium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	17 74.92160 17 As Arsenic [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	18 78.96 18 Se Selenium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	19 79.904 19 Br Bromine [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	20 83.798 20 Kr Krypton [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
7 39.0983 7 K Potassium [Ar] 4s ¹	8 40.078 8 Ca Calcium [Ar] 4s ²	9 44.95591 9 Sc Scandium [Ar] 3d ¹ 4s ²	10 47.867 10 Ti Titanium [Ar] 3d ² 4s ²	11 50.9415 11 V Vanadium [Ar] 3d ³ 4s ²	12 51.9962 12 Cr Chromium [Ar] 3d ⁵ 4s ¹	13 54.938045 13 Mn Manganese [Ar] 3d ⁵ 4s ²	14 55.845 14 Fe Iron [Ar] 3d ⁶ 4s ²	15 58.93219 15 Co Cobalt [Ar] 3d ⁷ 4s ²	16 58.9332 16 Ni Nickel [Ar] 3d ⁸ 4s ²	17 63.546 17 Cu Copper [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	18 65.38 18 Zn Zinc [Ar] 3d ¹⁰ 4s ²	19 69.723 19 Ga Gallium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ¹	20 72.64 20 Ge Germanium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	21 74.92160 21 As Arsenic [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	22 78.96 22 Se Selenium [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	23 79.904 23 Br Bromine [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	24 83.798 24 Kr Krypton [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
9 85.4678 9 Rb Rubidium [Kr] 5s ¹	10 87.62 10 Sr Strontium [Kr] 5s ²	11 88.90585 11 Y Yttrium [Kr] 4d ¹ 5s ²	12 91.224 12 Zr Zirconium [Kr] 4d ² 5s ²	13 92.90638 13 Nb Niobium [Kr] 4d ⁴ 5s ¹	14 95.96 14 Mo Molybdenum [Kr] 4d ⁵ 5s ¹	15 98.906 15 Tc Technetium [Kr] 4d ⁵ 5s ²	16 101.07 16 Ru Ruthenium [Kr] 4d ⁷ 5s ¹	17 102.9055 17 Rh Rhodium [Kr] 4d ⁸ 5s ¹	18 106.42 18 Pd Palladium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ⁰	19 107.8682 19 Ag Silver [Kr] 4d ¹⁰ 5s ¹	20 112.411 20 Cd Cadmium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ²	21 114.818 21 In Indium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹	22 118.710 22 Sn Tin [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	23 121.760 23 Sb Antimony [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	24 127.60 24 Te Tellurium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	25 126.9044 25 I Iodine [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	26 131.293 26 Xe Xenon [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶
11 132.9054 11 Cs Cesium [Xe] 6s ¹	12 137.327 12 Ba Barium [Xe] 6s ²	13 140.9076 13 La Lanthanum [Xe] 5d ¹ 6s ²	14 140.9076 14 Ce Cerium [Xe] 4f ¹ 6s ²	15 140.9076 15 Pr Praseodymium [Xe] 4f ³ 6s ²	16 144.242 16 Nd Neodymium [Xe] 4f ⁴ 6s ²	17 145 17 Pm Promethium [Xe] 4f ⁵ 6s ²	18 150.36 18 Sm Samarium [Xe] 4f ⁶ 6s ²	19 151.964 19 Eu Europium [Xe] 4f ⁷ 6s ²	20 157.25 20 Gd Gadolinium [Xe] 4f ⁷ 6s ²	21 158.9253 21 Tb Terbium [Xe] 4f ⁹ 6s ²	22 162.500 22 Dy Dysprosium [Xe] 4f ¹⁰ 6s ²	23 164.9303 23 Ho Holmium [Xe] 4f ¹¹ 6s ²	24 167.259 24 Er Erbium [Xe] 4f ¹² 6s ²	25 168.9342 25 Tm Thulium [Xe] 4f ¹³ 6s ²	26 173.054 26 Yb Ytterbium [Xe] 4f ¹⁴ 6s ²	27 173.054 27 Lu Lutetium [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²	28 175.054 28 Hf Hafnium [Xe] 4f ¹⁴ 5d ² 6s ²
13 223 13 Fr Francium [Rn] 7s ¹	14 226 14 Ra Radium [Rn] 7s ²	15 227 15 Ac Actinium [Rn] 6d ¹ 7s ²	16 232.0376 16 Th Thorium [Rn] 6d ² 7s ²	17 231.0368 17 Pa Protactinium [Rn] 5f ² 6d ¹ 7s ²	18 238.0289 18 U Uranium [Rn] 5f ³ 6d ¹ 7s ²	19 237 19 Np Neptunium [Rn] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	20 244 20 Pu Plutonium [Rn] 5f ⁶ 7s ²	21 247 21 Am Americium [Rn] 5f ⁷ 7s ²	22 251 22 Cm Curium [Rn] 5f ⁸ 7s ²	23 252 23 Bk Berkelium [Rn] 5f ⁹ 7s ²	24 257 24 Cf Californium [Rn] 5f ¹⁰ 7s ²	25 259 25 Es Einsteinium [Rn] 5f ¹¹ 7s ²	26 262 26 Fm Fermium [Rn] 5f ¹² 7s ²	27 267 27 Md Mendelevium [Rn] 5f ¹³ 7s ²	28 270 28 No Nobelium [Rn] 5f ¹⁴ 7s ²	29 270 29 Lr Lawrencium [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	30 270 30 Db Dubnium [Rn] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²

atomic mass
or most stable mass number
1st ionization energy
in kJ/mol

chemical symbol

name

electron configuration

atomic number

electronegativity

oxidation states
most common are bold

alkali metals

alkaline metals

other metals

transition metals

lanthanoids

actinoids

metalloids

nonmetals

halogens

noble gases

unknown elements

radioactive elements have masses in parentheses

electron configuration blocks

s

p

d

f

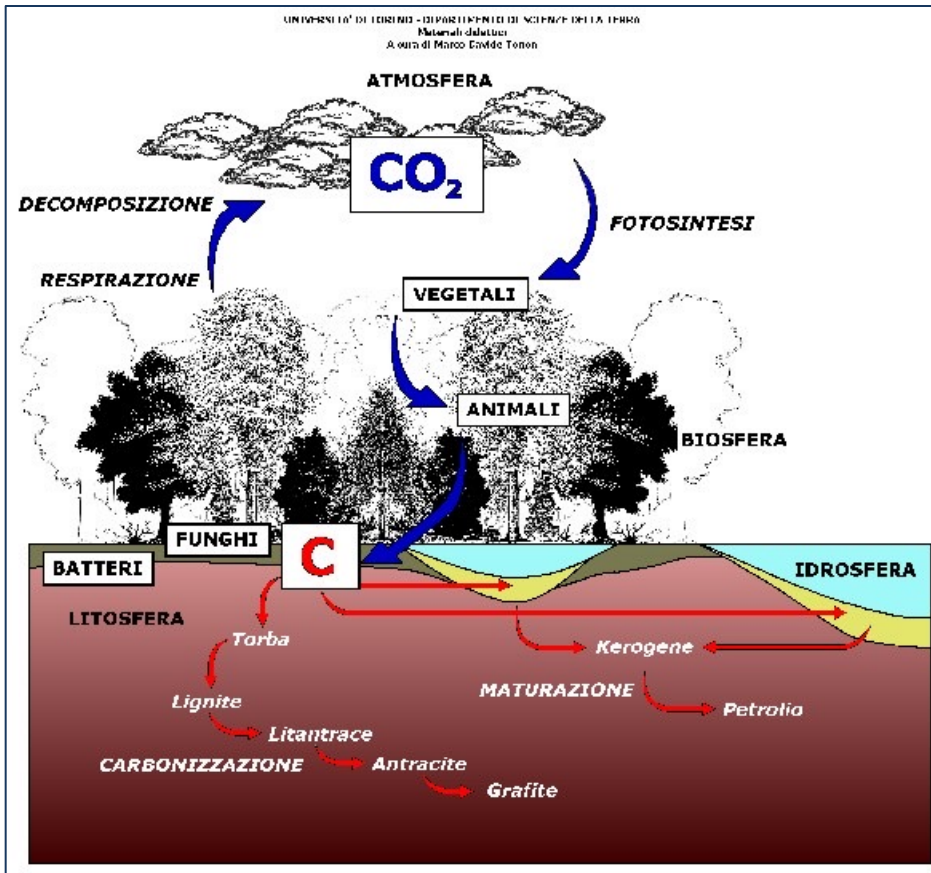
notes

• 1 kJ/mol = 96.485 eV
• all elements are implied to have an oxidation state of zero

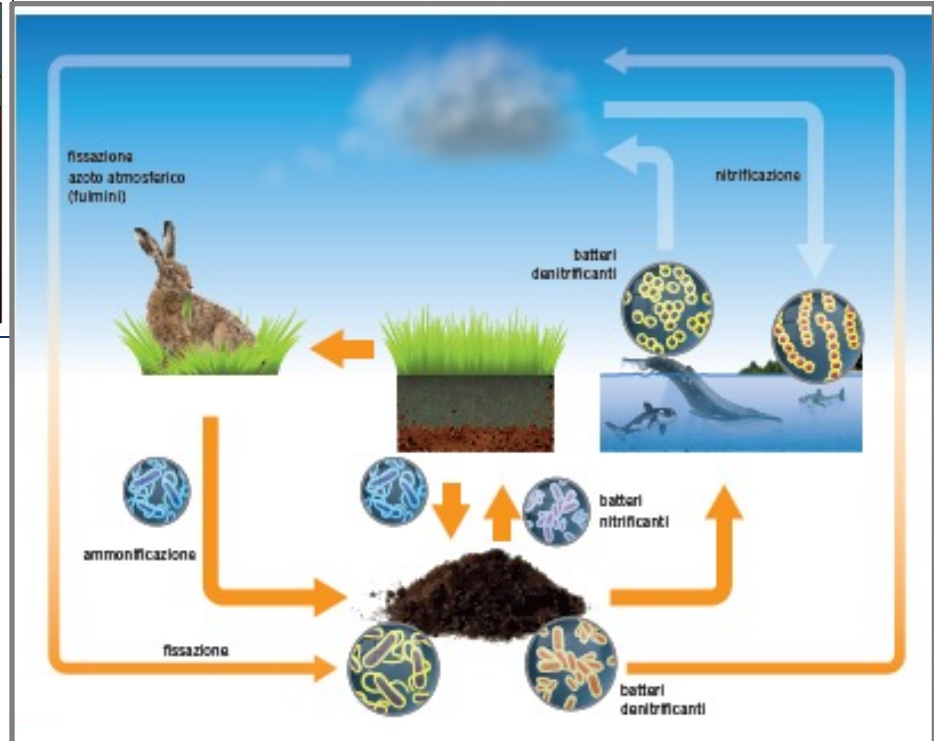
La quantità di ogni elemento presente sulla Terra è costante, ma in maniera dinamica: *ciclo della materia*

Cicli biogeochimici

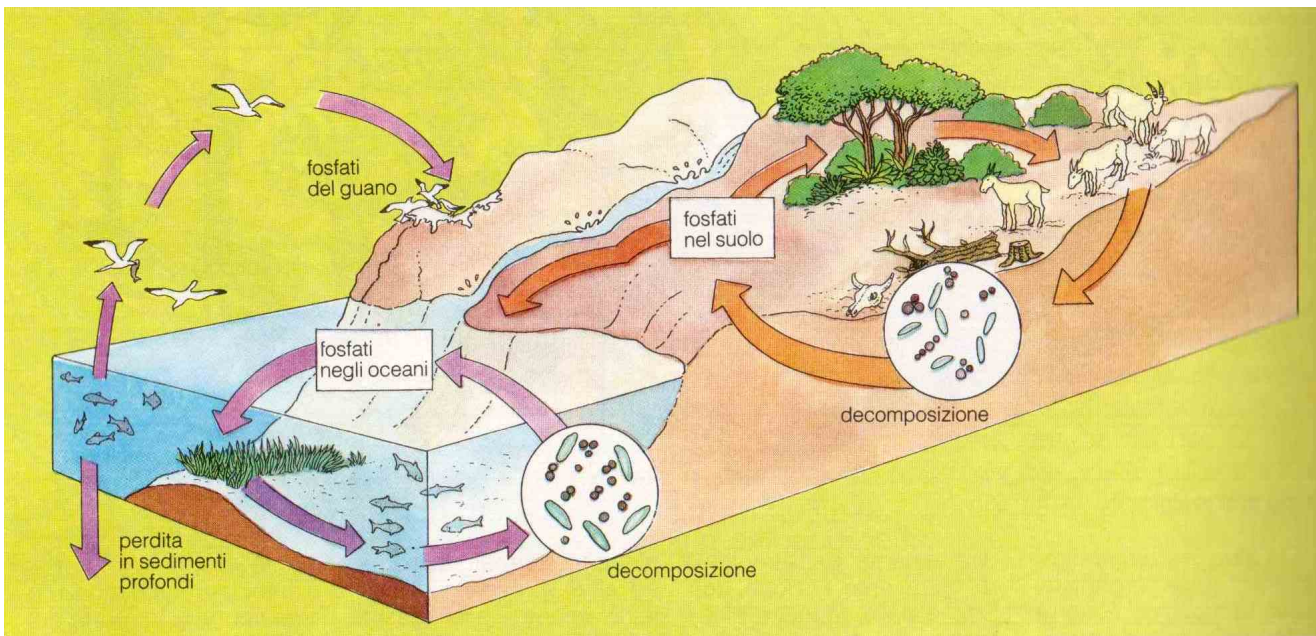
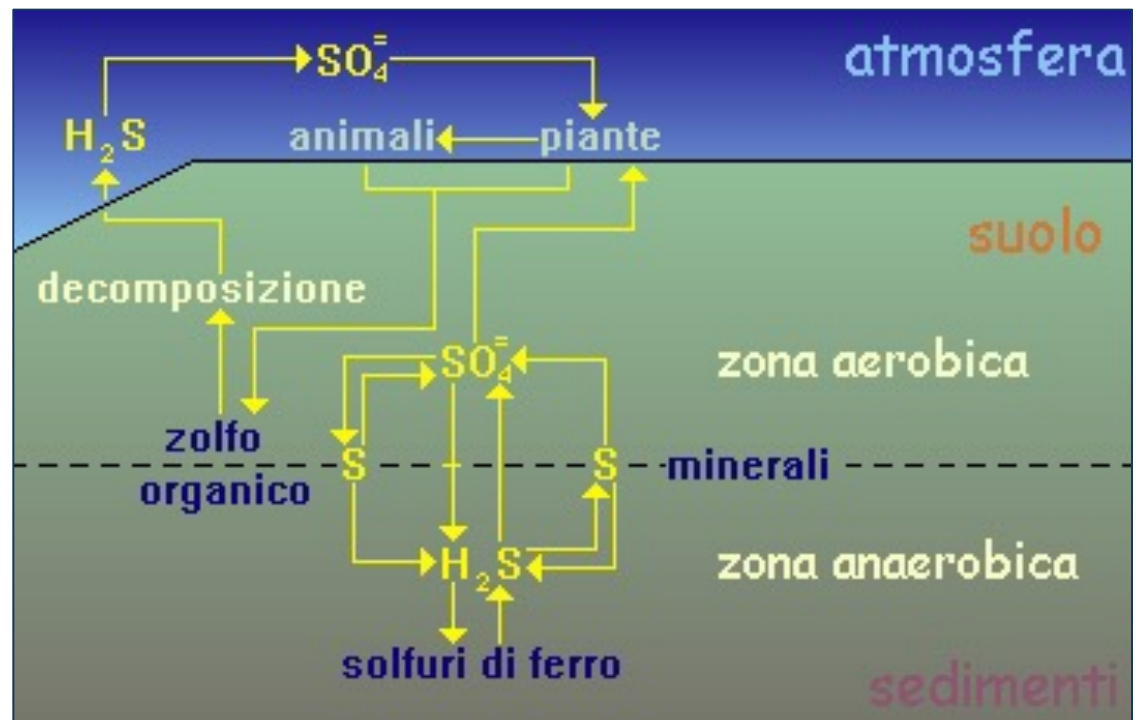
Ciclo del carbonio



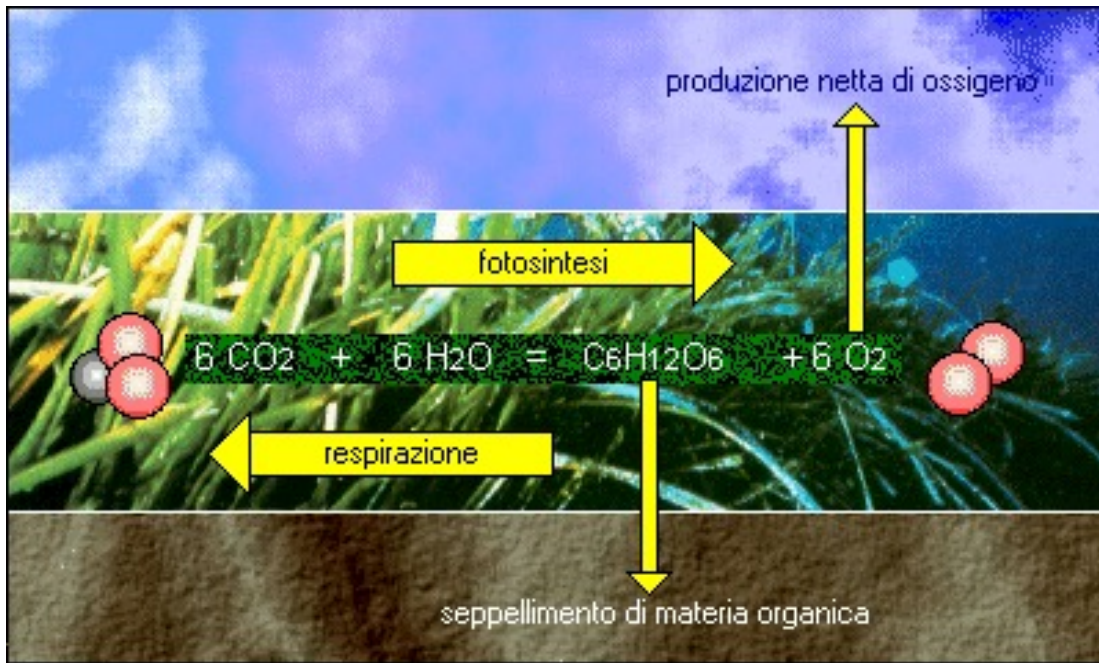
Ciclo dell'azoto



Ciclo dello zolfo

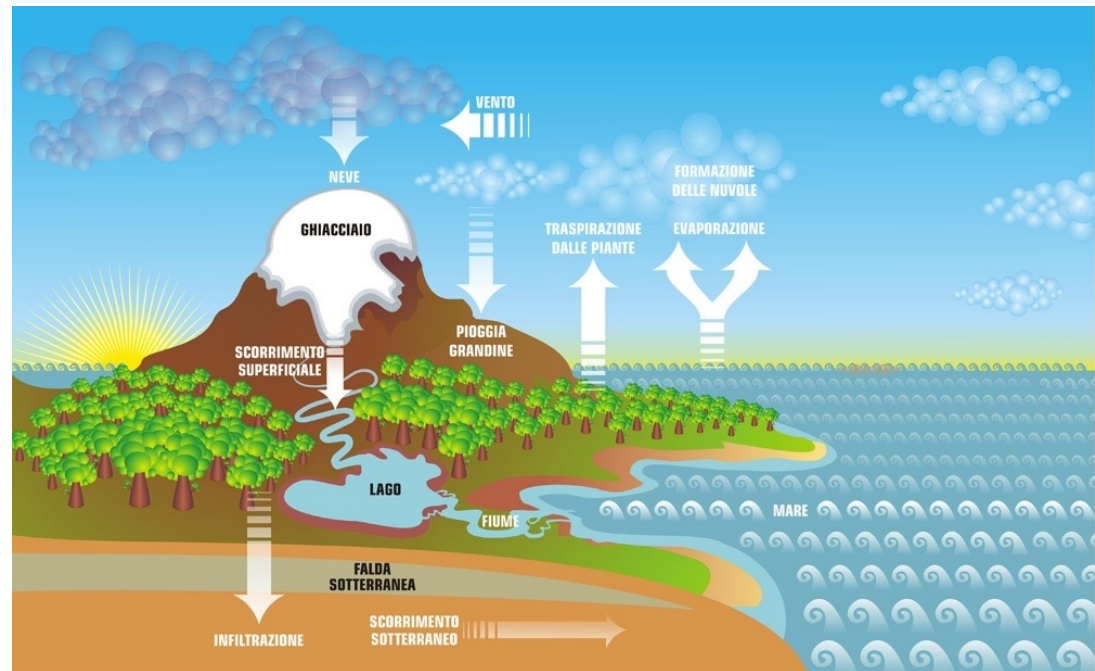


Ciclo del fosforo



Ciclo dell'ossigeno

Ciclo dell'acqua



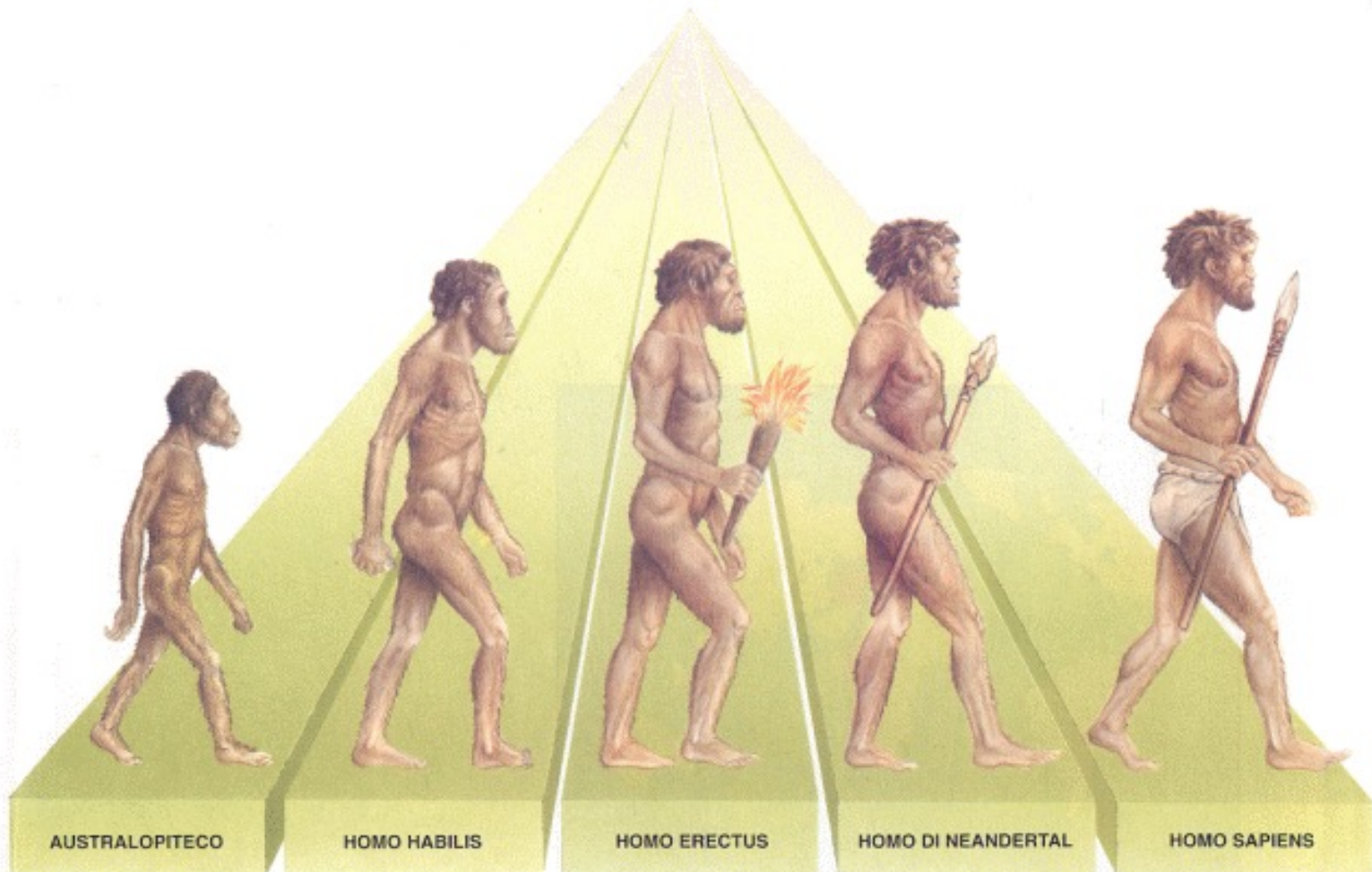
I cicli sono tutti strettamente interconnessi ed inoltre riguardano quella parte della Terra che viene chiamata Biosfera (litosfera: suolo e sottosuolo; idrosfera: le acque marine, lacustri e fluviali; i primi strati dell'atmosfera) in cui si è sviluppata la vita

Qualsiasi modifica apportata su un ciclo ha inevitabili e imprevedibili conseguenze sugli altri
(primo insegnamento)

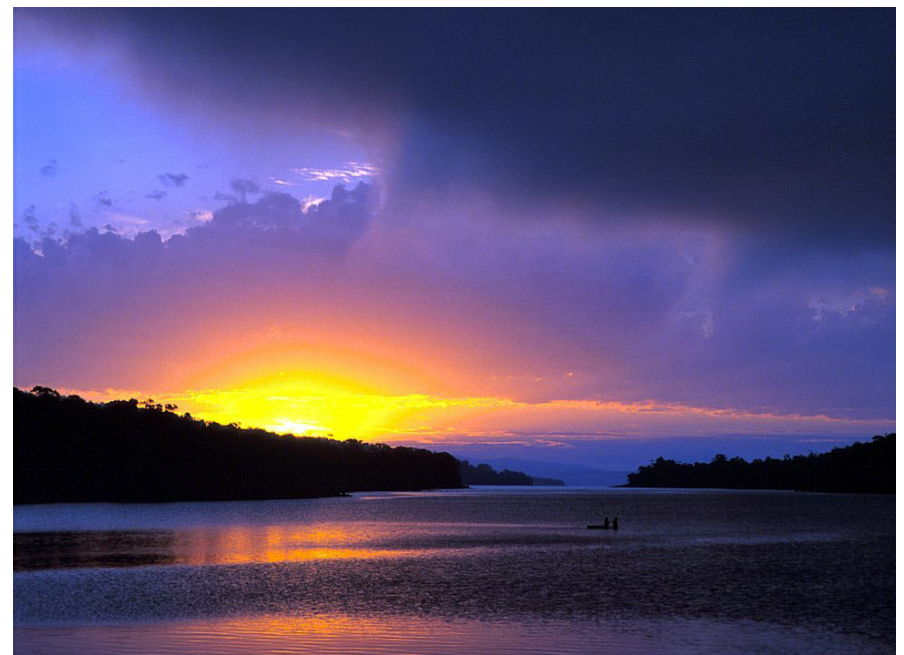
Modo di operare della Natura:
tutto viene riusato, riciclato senza creare rifiuti o scarti
(secondo insegnamento)

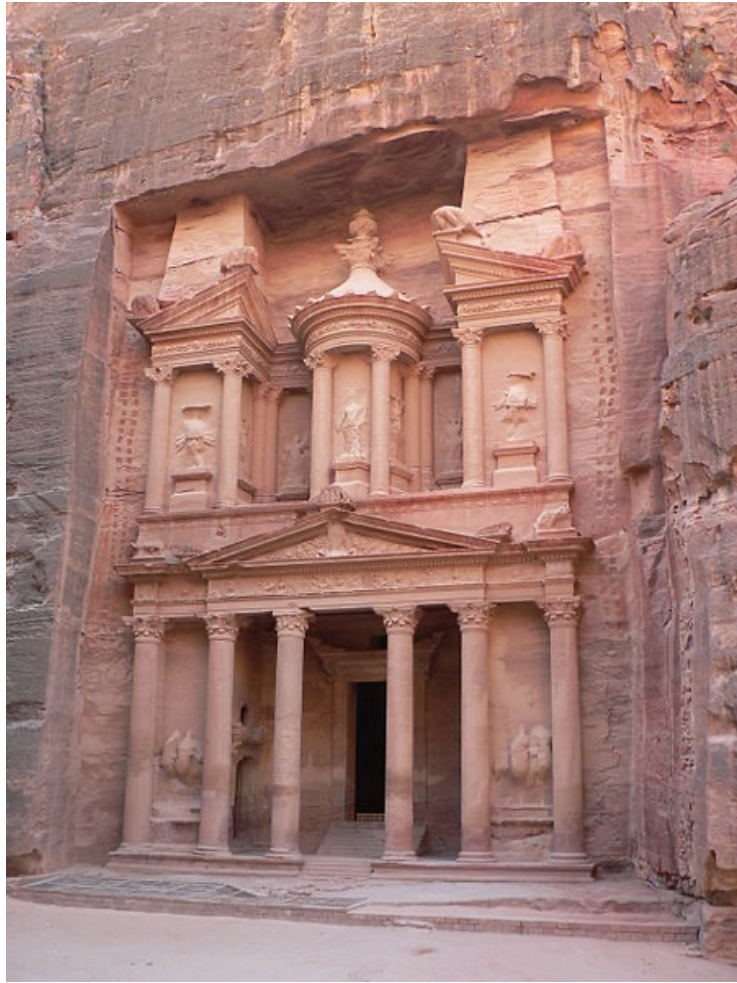


Sulla Terra è apparso l'uomo (ca. 1 milione di anni fa)

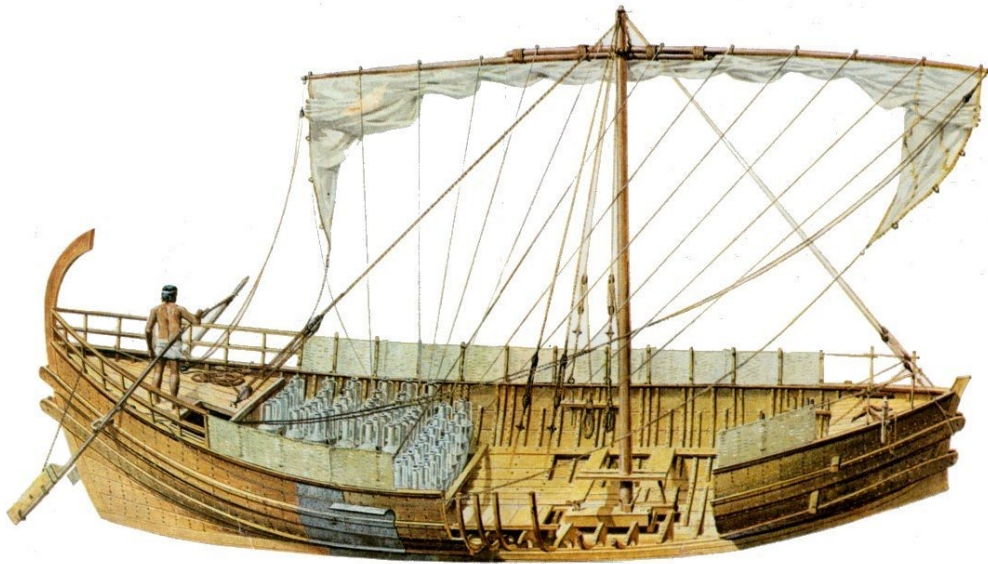
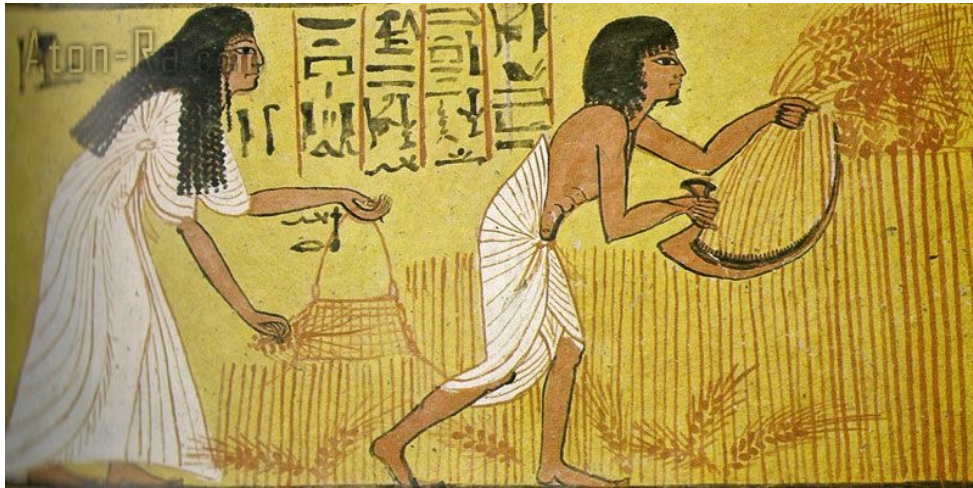


ospite rispettoso e timoroso





L'uomo artista



L'uomo inventore

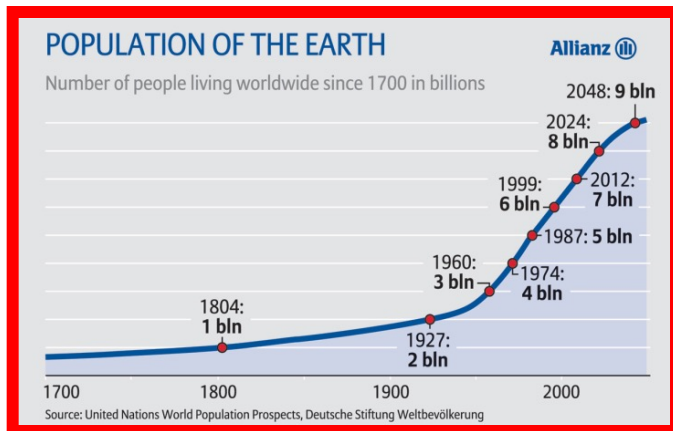
La situazione è cambiata



La scoperta dei
combustibili fossili



Lo sviluppo della
scienza e della tecnica



L'aumento degli
abitanti della Terra

L'uomo padrone del pianeta

Le risorse naturali: aria, suolo, acqua, cibo, legno, piante, combustibili fossili, minerali, metalli

Risorse rinnovabili: si rigenerano naturalmente (es. aria, acqua, cibo)

Risorse non rinnovabili: non possono materialmente rigenerarsi (es. metalli)

L'uomo padrone del pianeta

Le risorse *rinnovabili* possono diventare *non rinnovabili* se vengono usate più velocemente di quanto è richiesto per il loro rinnovo naturale!

L'uomo vive ad un ritmo che non è quello della natura

Il pianeta è cambiato



Geology of mankind

Paul J. Crutzen

For the past three centuries, the effects of humans on the global environment have escalated. Because of these anthropogenic emissions of carbon dioxide, global climate may depart significantly from natural behaviour for many millennia to come. It seems appropriate to assign the term 'Anthropocene' to the present, in many ways human-dominated, geological epoch, supplementing the Holocene — the warm period of the past 10–12 millennia. The Anthropocene could be said to have started in the latter part of the eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice showed the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane. This date also happens to coincide with James Watt's design of the steam engine in 1784.

Mankind's growing influence on the environment was recognized as long ago as 1873, when the Italian geologist Antonio Stoppani spoke about a 'new telluric force which in power and universality may be compared to the greater forces of earth,'

referring to the 'anthropozoic era'. And in 1926, V. I. Vernadsky acknowledged the increasing impact of mankind: 'The direction in which the processes of evolution must proceed, namely towards increasing consciousness and thought, and forms having greater and greater influence on their surroundings,' Teilhard de Chardin and Vernadsky used the term 'noosphere' — the 'world of thought' — to mark the growing role of human brain-power in shaping its own future and environment.

The rapid expansion of mankind in numbers and per capita exploitation of Earth's resources has continued apace. During the past three centuries, the human population has increased tenfold to more than 6 billion and is expected to reach 10 billion in this century. The methane-producing cattle population has risen to 1.4 billion. About 30–50% of the planet's land surface is exploited by humans. Tropical rainforests disappear at a fast pace, releasing carbon dioxide and strongly increasing species extinction. Dam building and river diversion have become commonplace. More than half of all accessible fresh water is used by mankind. Fisheries remove more than 25% of the primary production in upwelling ocean regions and 35% in the temperate continental shelf. Energy use has grown 16-fold during the twentieth century, causing 100 million tonnes of atmospheric sulphur dioxide emissions per year, more than twice the sum of its natural emissions. More nitrogen fertilizer is applied in agriculture than is fixed naturally in all terrestrial ecosystems; nitric oxide production by the burning of fossil fuel and biomass also overrides natural emissions. Fossil-fuel burning and agriculture have caused substantial increases in the concentrations of 'greenhouse' gases — carbon dioxide by 30% and methane by more than 100% — reaching their highest levels over the past 400 millennia, with more to follow.

So far, these effects have largely been caused by only 25% of the world population. The consequences are, among others, acid precipitation, photochemical 'smog' and climate warming. Hence, according to the latest estimates by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Earth will warm by 1.4–5.8 °C during this century.

Many toxic substances are released into the environment, even some that are not toxic at all but nevertheless have severely damaging effects, for example the chlorofluorocarbons that caused the Antarctic 'ozone hole' (and which are now regulated). Things could have become much worse: the

The Anthropocene

The Anthropocene could be said to have started in the late eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice showed the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane.

ozone-destroying properties of the halogens have been studied since the mid-1970s. If it had turned out that chlorine behaved chemically like bromine, the ozone hole would by then have been a global, year-round phenomenon, not just an event of the Antarctic spring. More by luck than by wisdom, this catastrophic situation did not develop.

Unless there is a global catastrophe — a meteorite impact, a world war or a pandemic — mankind will remain a major environmental force for many millennia. A daunting task lies ahead for scientists and engineers to guide society towards environmentally sustainable management during the era of the Anthropocene. This will require appropriate human behaviour at all scales, and may well involve internationally accepted, large-scale geo-engineering projects, for instance to 'optimize' climate. At this stage, however, we are still largely treading on *terra incognita*.

Paul J. Crutzen is at the Max Planck Institute for Chemistry, PO Box 3060, D-55020 Mainz, Germany, and the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 8500 Gullman Drive, La Jolla, California 92093-7452, USA.

FURTHER READING

Marsh, G. P. *Man and Nature* (1864). (Reprinted as *The Earth as Modified by Human Action* (Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, 1965).)

Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. *JGRP Newsletter* 41 (Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, 2000).

Clark, W. C. & Munn, R. E. (eds) *Sustainable Development of the Biosphere* Ch. 1 (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1986).

Vernadsky, V. I. *The Biosphere* (translated and annotated version from the original of 1926) (Springer, New York, 1998).

Turner, B. L. et al. *The Earth as Transformed by Human Action* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990).

McNeill, J. R. *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (W. W. Norton, New York, 2000).

Houghton, J. T. et al. (eds) *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001).

Bergé, A. & Lottre, M.-F. *C. R. Acad. Sci. Paris* 323 (3A), 1–16 (1996).

Schellnhuber, H. *J. Nature* 402, C19–C23 (1999).



NATURE | VOL 415 | 3 JANUARY 2002 | www.nature.com

© 2002 Macmillan Magazines Ltd

Paul Crutzen
Nobel per la Chimica nel 1995

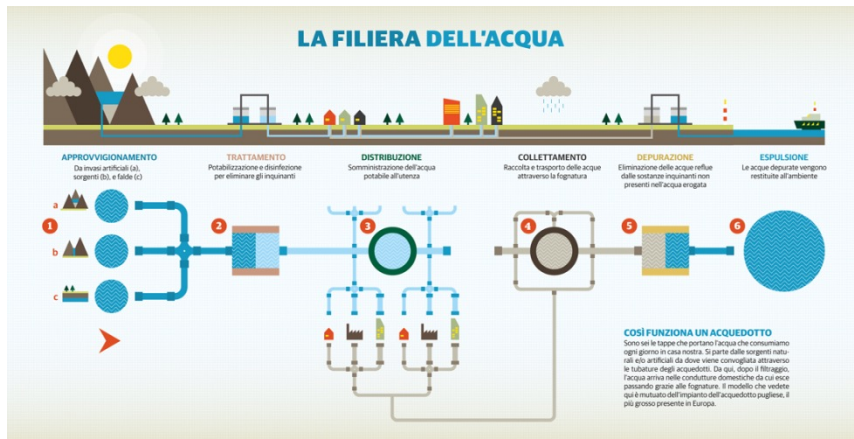
Siamo entrati in una nuova epoca:
Antropocene

Risorse energetiche

Energia:
la risorsa più importante

Tutti gli aspetti della nostra vita
materiale dipendono dall'energia

La disponibilità delle altre risorse
dipende dall'energia



**Cibo e acqua pulita
necessitano di molta
energia**

**Per estrarre le materie prime
si consuma molta energia**



**Per avere assistenza
sanitaria occorre molta
energia**

I combustibili fossili

oltre 80% del consumo energetico mondiale

Consumi mondiali al secondo



1.000 barili di petrolio



105.000 m³ di gas



250 tonnellate di carbone

- Stanno finendo
- Il loro uso crea danni all'uomo e all'ambiente

Risorse energetiche rinnovabili



Energia idroelettrica



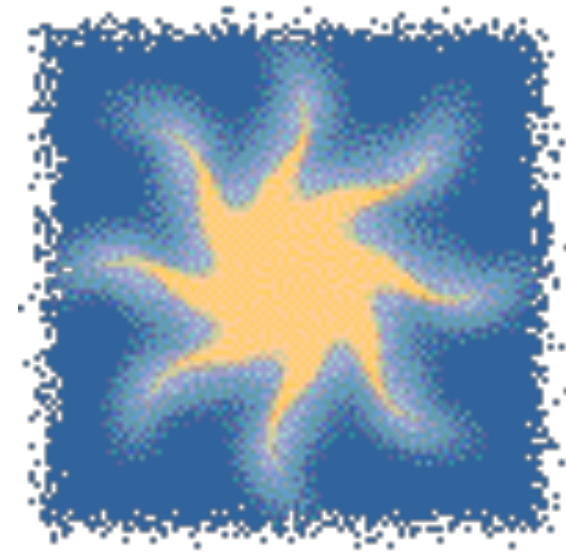
Energia eolica



Energia geotermica



Energia dal mare e dagli
oceani



Energia solare

Giacomo Ciamician (1857-1922)



padre della fotochimica
profeta dell'energia solare

Ciamician pioniere dell'energia solare

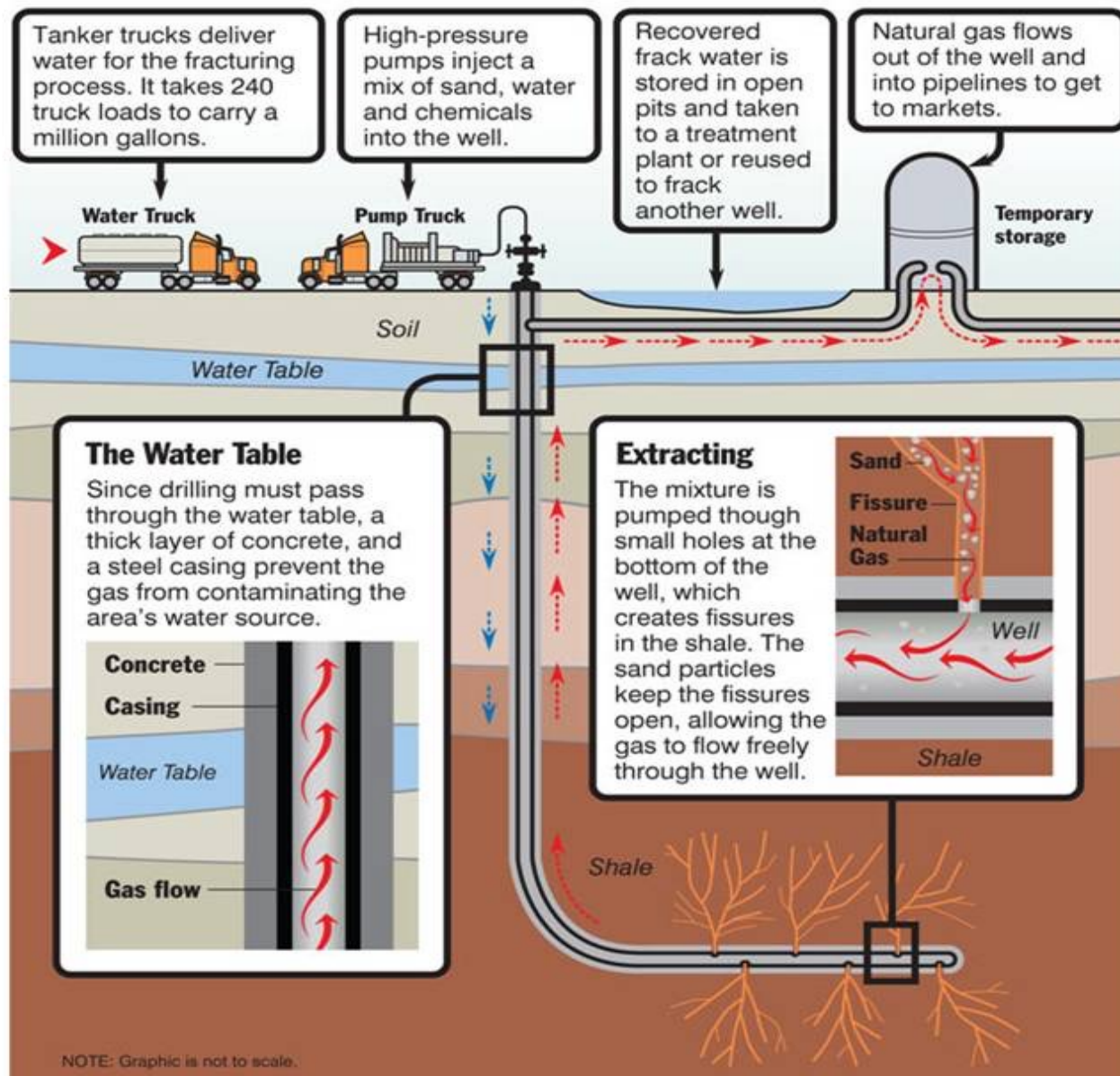
In una celebre conferenza "La Fotochimica dell'Avvenire", tenuta a New York nel 1912 durante l'VIII International Congress of Applied Chemistry, Ciamician dice:

"E se alla civiltà del carbone, nera e nervosa dell'epoca nostra, dovesse far seguito quella forse più tranquilla dell'energia solare, non ne verrebbe un gran male per il progresso e la felicità umana ... la vita e la civiltà dureranno finché splende il Sole!"

Ancora oggi , però ...



Alla ricerca delle ultime gocce di petrolio
(petrolio non convenzionale dalle sabbie bituminose)



Atta ricerca del metano intrappolato nelle rocce (metodo del fracking)



Suolo

Il suolo è un importante risorsa e lo sarà ancora di più in futuro

Nel 2050, quando la popolazione sarà circa 9 miliardi, la domanda globale di cibo sarà quasi doppia rispetto ai livelli attuali



Miniera di carbone (Ucraina)



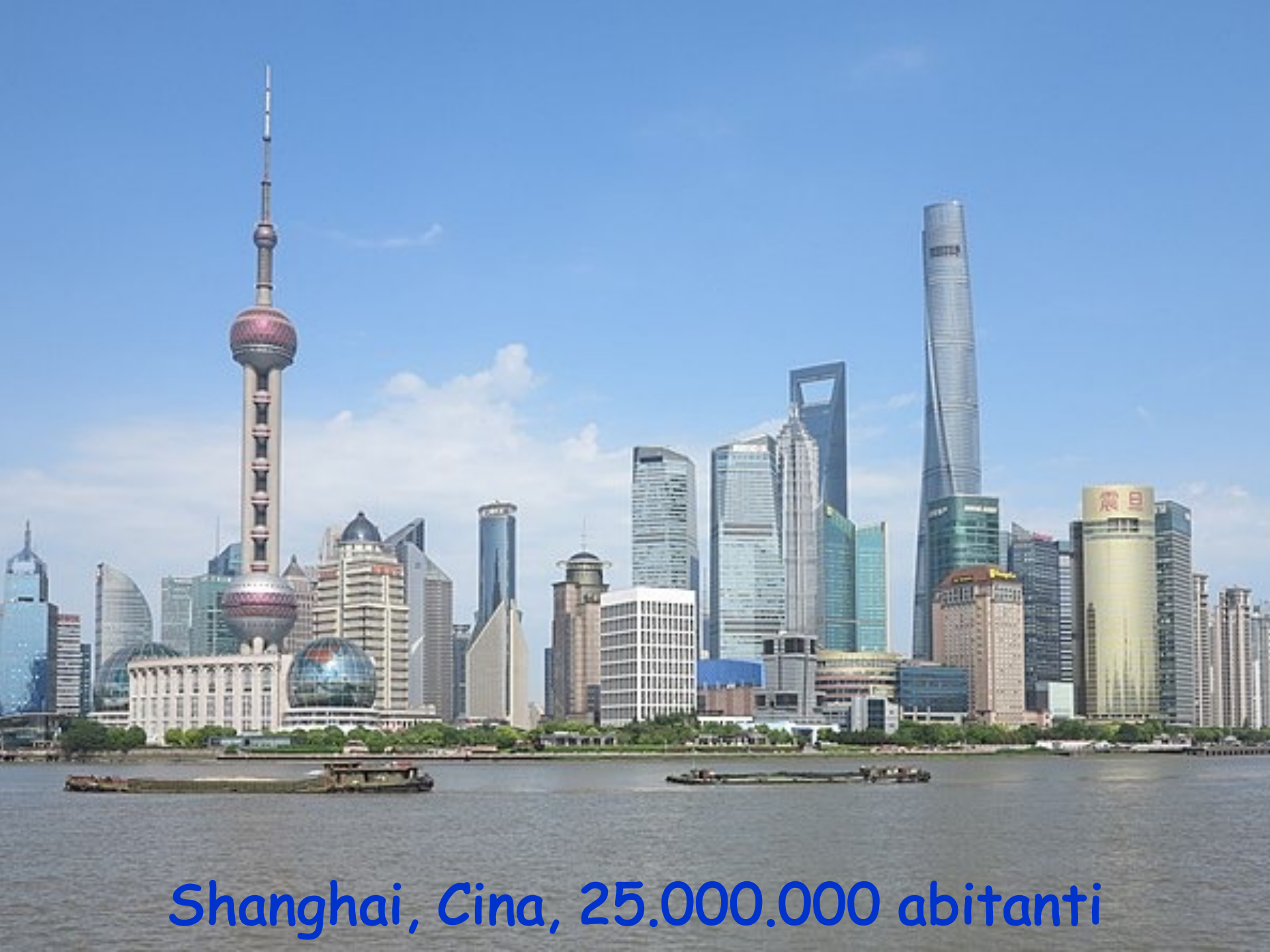
Miniera d'oro (Africa)



Miniera di diamanti (Canada)



Svincolo autostradale a Yokohama, Giappone



Shanghai, Cina, 25.000.000 abitanti

Le megalopoli

formate da agglomerati di più città

Pearl River Delta Megalopolis (Cina):
10 città; in totale 120.000.000 persone

Yangtze River Delta (Cina):
14 città; in totale 88.000.000 persone

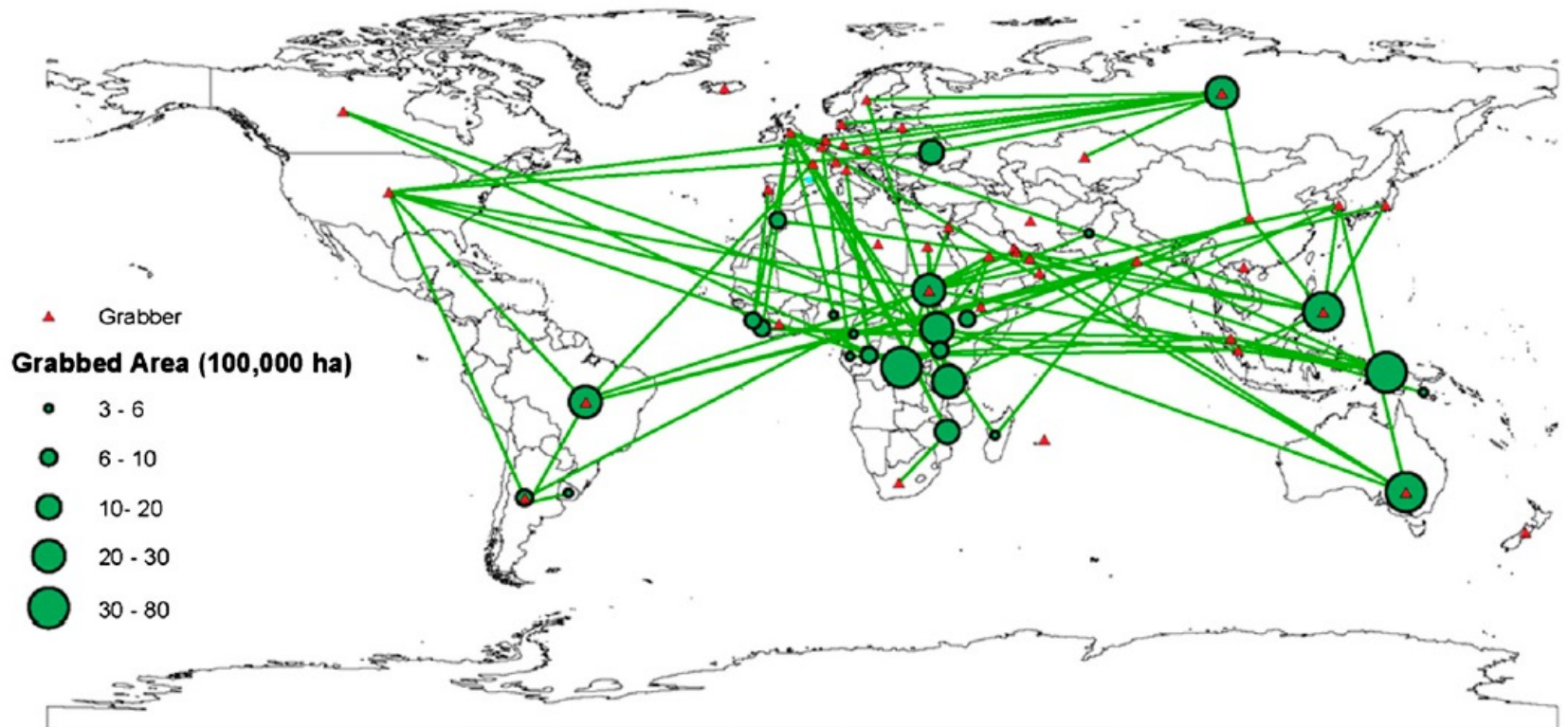
Taiheiyō Belt (Giappone):
comprende svariate città fra le quali Tokio,
Osaka, Okayama, Hiroshima; in totale
80.000.000 persone

Quel poco suolo che resta per produrre
cibo viene messo in competizione con
quello utilizzato per ottenere
biocombustibili





I paesi ricchi mettono
le mani avanti:
land grabbing





Foreste

L'avanzare inesorabile della "civiltà" umana ha portato alla distruzione di gran parte delle foreste

Attualmente vengono distrutti ca. 14.000.000 ettari all'anno di foreste



Si stima che le foreste tropicali dell'Indonesia scompariranno in 10 anni, quelle della Nuova Guinea in 13-16 anni e quelle del Borneo entro il 2022

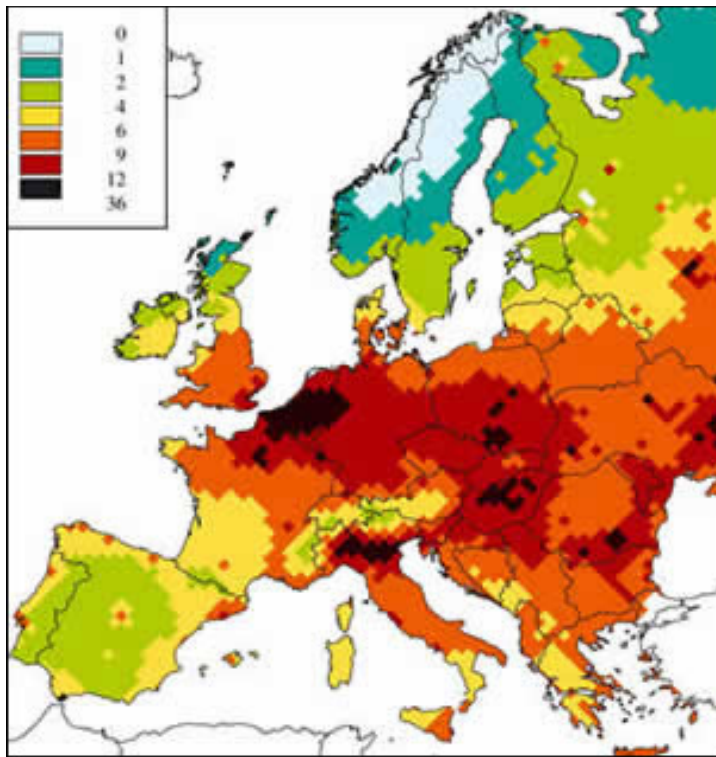
Perché questo accade?

Alle risorse naturali viene assegnato un valore puramente economico



Una foresta non è solo una riserva di legno o un terreno da sfruttare. È anche un manto che protegge dalle frane, un regolatore del clima, l'habitat di milioni di specie vegetali e animali, un produttore di ossigeno

Aria



Mappa delle polveri sottili

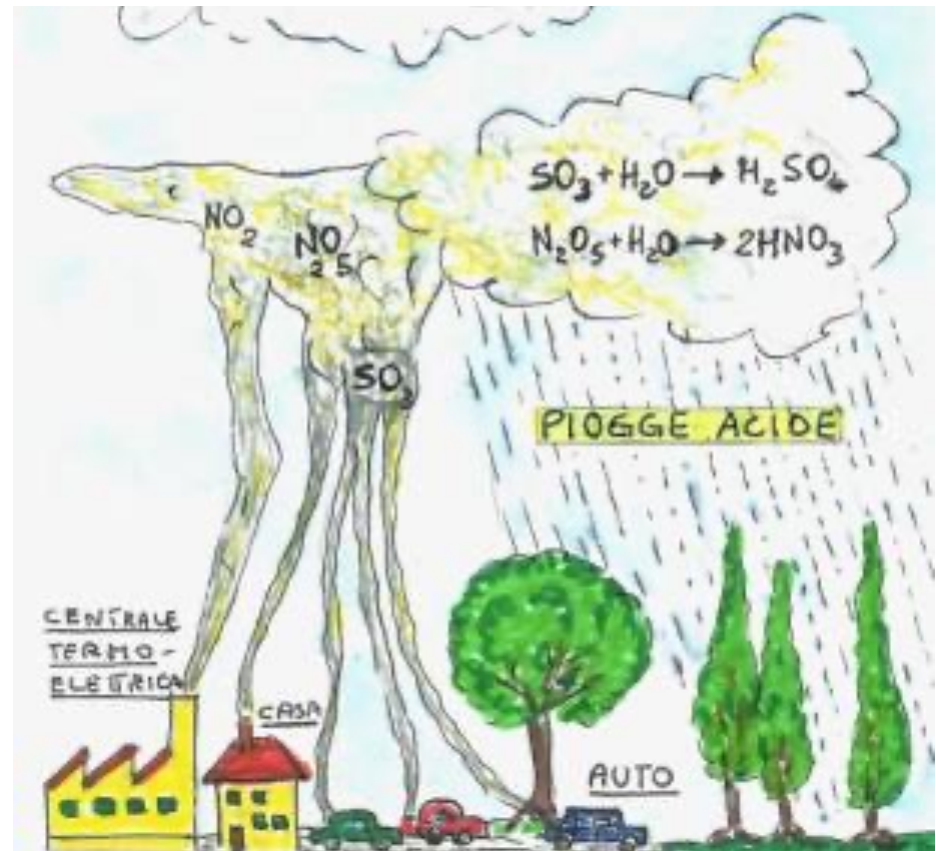
L'uso dei combustibili fossili inquina l'aria con sostanze organiche volatili e polveri sottili (responsabili di oltre 80.000 decessi all'anno solo in Italia)





L'uso dei combustibili fossili immette nell'aria ossidi di azoto e zolfo

Questi ossidi reagendo con il vapor acqueo dell'aria formano acido nitrico (HNO_3) e acido solforico (H_2SO_4) che rendendo acida la pioggia



Effetti sull'ambiente



Deforestazione



Diminuzione della
biodiversità marina



Corrosione dei
monumenti in marmo

L'uso dei combustibili fossili causa ogni anno l'immissione nell'atmosfera di 36 miliardi di tonnellate di CO_2 : circa 1200 t/s



CO₂ è un gas serra: il maggior responsabile del cambiamento climatico



<http://climate.nasa.gov/sof/>



RESEARCH | REPORTS

deposited in the Sequence Read Archive of the National Center for Biotechnology Information under accession numbers SRR3672737 to SRR3672758 (NCBI BioProject PRJNA325727), SRR3674396 to SRR3674450 (NCBI BioProject PRJNA325827), SRR3674451 to SRR3674453 (NCBI BioProject PRJNA325856), and SRR3673933; representative TLRI sequences have been deposited in GenBank under accession numbers KX388139, KX388140, and KX388141. Phylogenetic trees and SNP alignments have been deposited at Treebase under Study Accession URL <http://purl.org/phylo/treebase/phyloids/study/TB2:S19692>. Supported by the Fondation Raoul Follereau and Swiss National Science Foundation grant IZRJZ3_164174 (S.T.C.), the Scottish Government Rural and

Environment Science and Analytical Services Division (K.S.), and the Thomas O'Hanlon Memorial Award in Veterinary Medicine (F.McD.).

SUPPLEMENTARY MATERIALS

www.sciencemag.org/content/354/6313/744/suppl/DC1
Materials and Methods

Figs. S1 to S5
Tables S1 to S14
References (31–51)

21 June 2016; accepted 27 September 2016
10.1126/science.aah3783

ARCTIC SEA ICE

Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO₂ emission

ca. 80% di azoto (N_2)
ca. 20% di ossigeno (O_2)



Stiamo prelevando enormi quantità di azoto dall'atmosfera (ca. 200 miliardi di kg/anno) per produrre fertilizzanti, ma anche esplosivi

Il ciclo naturale dell'azoto è stato drammaticamente perturbato con pesanti conseguenze ecologiche

I fertilizzanti in eccesso finiscono nell'ambiente acquatico producendo il fenomeno dell'eutrofizzazione





Acqua

Una risorsa preziosa e
insostituibile per la
vita

Il nostro corpo è costituito per circa il 70%
di acqua

L'acqua è il composto più
abbondante sulla superficie
della Terra



La Terra: il pianeta blu

Il 71% della superficie della Terra è ricoperto d'acqua ($1,5 \times 10^{18} \text{ m}^3$)



- 97,0% è acqua salata
- 2,1% è acqua imprigionata come ghiaccio
- 0,9% è acqua dolce (laghi, fiumi, falde, nubi)

Se questo 0,9% fosse ben distribuito sarebbe più che sufficiente per tutti gli usi e bisogni (1.700 m^3 pro-capite per anno)

Distribuzione dell'acqua nel mondo

Nazione	Media pro-capite (m ³ /anno)
America Nord e Sud	21.000
Europa, Asia, Australia	2.000
Africa (media)	5.000
Nord Africa	400
Medio Oriente (media)	400
Penisola Arabica	170

Distribuzione dell'acqua in Italia

	pro-capite (m ³ /anno)
Media Nazionale*	2.700
Nord Est e Abruzzo	5.000
Toscana	820
Puglia	650

*1.000 m³ in più rispetto al minimo necessario

Usi dell'acqua

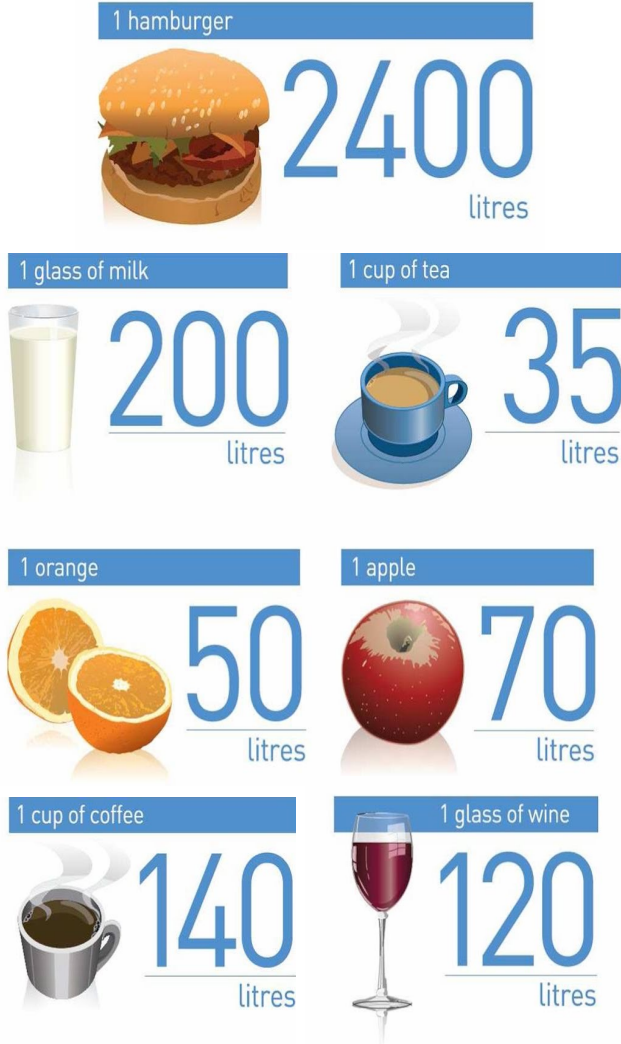
Agricoltura	70 %
-------------	------

Industria	20 %
-----------	------

Usi civili e domestici	8 %
------------------------	-----

Perdite	2 %
---------	-----

Acqua e agricoltura



Alimento	Impronta Idrica (L/kg)
Carne di bovino*	15.400
Carne di ovino*	8.800
Carne di suino*	6.000
Burro	5.600
Carne di pollo*	4.300
Uova	3.300
Cereali	1.600
Latte	1.000
Frutta	900
Verdura	300

*Questi dati includono l'acqua necessaria per produrre il mangime di cui si nutrono gli animali

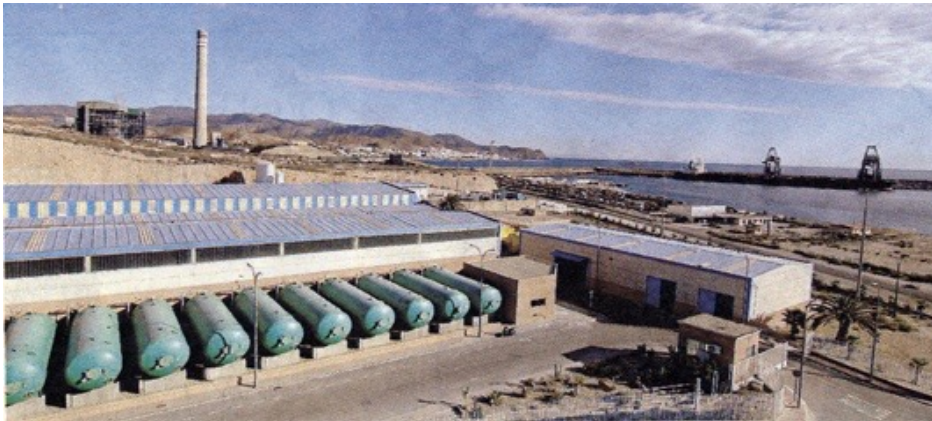
Acqua e industria

- Molta acqua è usata per raffreddare gli impianti
- Molta acqua serve per ottenere qualsiasi bene di consumo

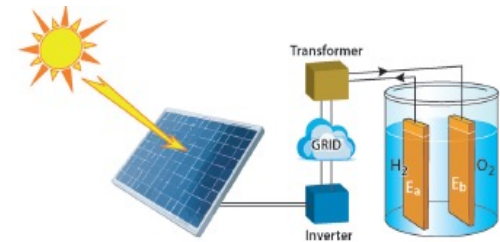
Prodotto	Litri d'acqua
1 lattina di alluminio	120
1 risma di carta	4.000
1 automobile	250.000
1 kg di antibiotico	500.000

Acqua \rightleftharpoons energia

Dall'acqua si ottiene energia:
energia idroelettrica, energia dal
moto e dal gradiente termico
degli oceani, idrogeno per
elettrolisi dell'acqua



Impianto di desalinizzazione dell'acqua di
mare: 1 litro di petrolio per 3.000 litri di
acqua potabile



Serve energia per
ottenere acqua
dolce

L'impronta idrica delle varie nazioni dipende dal grado di industrializzazione e dallo stile alimentare dei cittadini

Nazione	Impronta Idrica pro-capite (m ³ /anno)
Stati Uniti	2.800
Italia	2.300
Brasile	2.000
Francia	1.800
Germania	1.400
Giappone	1.300
Regno Unito	1.300
India	1.100
Cina	1.100
Congo	500

L'impronta idrica di una nazione è formata da due componenti

Parte Interna

Acqua usata
all'interno del paese

Parte Esterna
"virtuale"

Acqua usata nei paesi dai
quali la nazione importa i
prodotti

Molti paesi hanno esternalizzato in modo massiccio la loro impronta idrica importando prodotti agricoli che richiedono enormi quantità d'acqua

Nazione	Parte Interna $10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$	Parte Esterna $10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$	% esternalizzazione
Olanda	695	16.140	95.0
Giappone	22.300	105.000	77.0
Germania	25.000	61.000	69.0
Italia	36.200	62.700	61.0
Cina	785.000	110.000	12.0
India	720.600	23.500	2.5

Usi civili e domestici

Paesi ricchi

L'acqua arriva in casa e in ogni luogo dove occorre mediante acquedotti

Tutto quello che dobbiamo fare è aprire un rubinetto! Abbiamo "acqua corrente" potabile, di buona qualità e a bassi costi

(In Italia 0,0014 € al litro)

Acqua minerale

In Italia ogni persona consuma in media
200 litri di acqua minerale/anno

Oltre 300 marche di acqua minerale

- ✓ Costo molto maggiore (0,20-0,50 €/L)
- ✓ Consumo energetico e inquinamento causato dagli automezzi di trasporto
- ✓ Inquinamento causato dalle bottiglie di plastica (8 miliardi all'anno in Italia)

L'acqua minerale è una vera mania

Negli USA si trovano le acque minerali "più pure del mondo" ottenute frantumando gli iceberg della calotta polare



0,5 L: \$ 10



1,0 L: \$ 40



In Australia (a 16.000 km dall'Italia) si trovano le acque minerali Panna e San Pellegrino

Situazione nei paesi poveri

1 miliardo di persone non ha accesso a strutture di acqua potabile

2,6 miliardi di persone hanno acqua non sicura dal punto di vista sanitario

5 milioni di persone muoiono ogni anno per malattie trasmesse da acqua non sicura

Alcune considerazioni

- ✓ L'acqua è una risorsa limitata, ma rinnovabile
- ✓ L'acqua si usa, ma non si consuma

L'acqua non si esaurirà, ma ...

- ✓ Problemi legati ai cambi climatici
(i ghiacciai si sciolgono; i grandi fiumi sono ridotti a piccoli rivoli)
- ✓ Inquinamento (l'acqua non ha sostituti)

Inquinamento di origine industriale

È causato dall'immissione nei fiumi, nei laghi e nei mari di residui provenienti dalle varie "lavorazioni" industriali spesso contenenti sostanze tossiche

L'introduzione dei questi inquinanti (**mezzo milione le sostanze diverse**) avviene attraverso scarichi diretti senza che siano stati costruiti impianti di depurazione; causa la morte dei pesci e la distruzione del plancton

Inquinamento di origine industriale

Si deve alle attività industriali anche l'**inquinamento termico** dovuto all'immissione nei fiumi o nei mari di acque a temperature molte elevate, provenienti dai sistemi di raffreddamento delle fabbriche e delle industrie (es. centrali nucleari).

L'introduzione di questa acque "scaldate" provocano un notevole aumento della temperatura naturale dell'acqua causando la morte delle forme di vita presenti in essa

Inquinamento di origine agricola, domestica e civile

- Uso sconsigliato dei **fertilizzanti** e dei **pesticidi** impiegati nei campi, il cui eccesso viene trasportato per dilavamento nei corsi d'acqua
- Scarichi urbani (residui organici, rifiuti, detersivi) riversati senza alcun trattamento di depurazione nei fiumi o direttamente nel mare. I **detersivi** che vanno nelle fogne e da queste nei fiumi e nei mari sono **quattro milioni di quintali ogni anno in tutto il mondo**

Alcune situazioni drammatiche

Il fiume Gange, considerato sacro, è diventato una discarica di resti umani (1 miliardo di litri di liquami non trattati al giorno), di corpi di animali e di inquinanti industriali



Alcune situazioni drammatiche

Il fiume Yangtze è stato devastato dalla deforestazione, dall'inquinamento, dalla sedimentazione e dall'interruzione di flussi idrici



Il fiume Yangtze nel porto di Shanghai

L'acqua diventerà il composto più conteso fra le nazioni

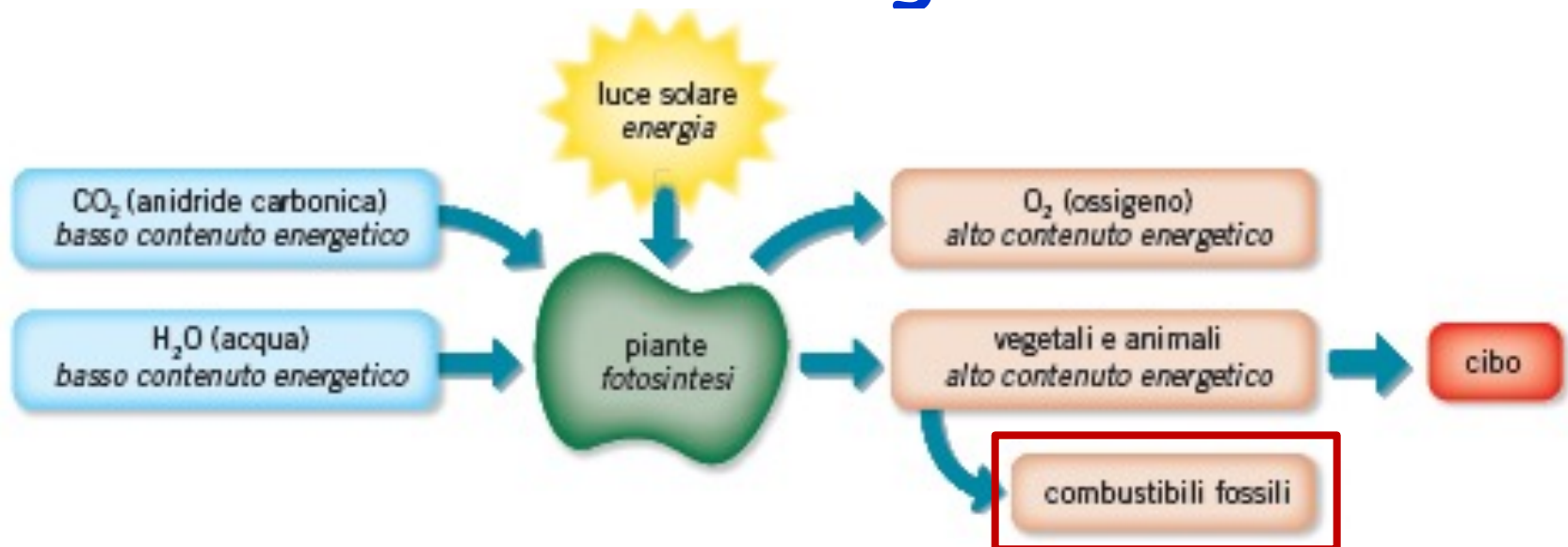
L'acqua potrebbe diventare oggetto di speculazioni finanziarie, una specie di "oro blu", in analogia con il termine "oro nero" usato per identificare il petrolio

Il diritto di accesso all'acqua dovrebbe essere riconosciuto ad ogni essere umano



Cibo

Tutto il cibo deriva direttamente o indirettamente dal miracolo della fotosintesi: la fabbrica del cibo e dell'energia



Il cibo è il trattato di pace
tra Sole, suolo, aria e acqua

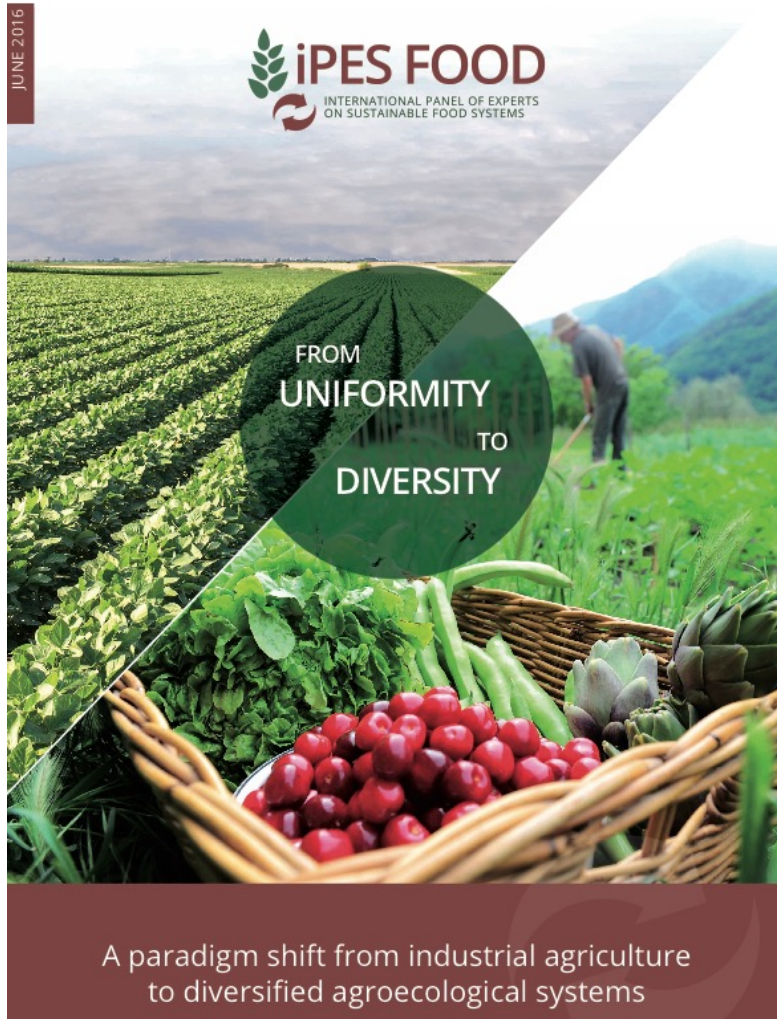
Nonostante il nostro
comportamento
"irrispettoso"

Food and Agriculture Organization (FAO)

Produciamo una volta e mezzo la
quantità di cibo necessaria a
sfamare gli abitanti della Terra

Di sicuro ciò si deve
all'industrializzazione dell'agricoltura

Stanno emergendo grossi problemi



Occorre adottare
pratiche con minor
impatto ambientale
(evitando l'uso
indiscriminato di
insetticidi, pesticidi e
fertilizzanti)

Preservare la
biodiversità

*Il Protocollo di Milano
sull'Alimentazione e la Nutrizione Expo 2015*

Ci sono altri segnali negativi
che indicano chiaramente che
le cose devono cambiare

Nonostante si produca una volta e
mezzo la quantità di cibo
necessaria a sfamare gli abitanti
della Terra

Oggi circa 1
miliardo di persone
(1 persona su 7)
soffre la fame



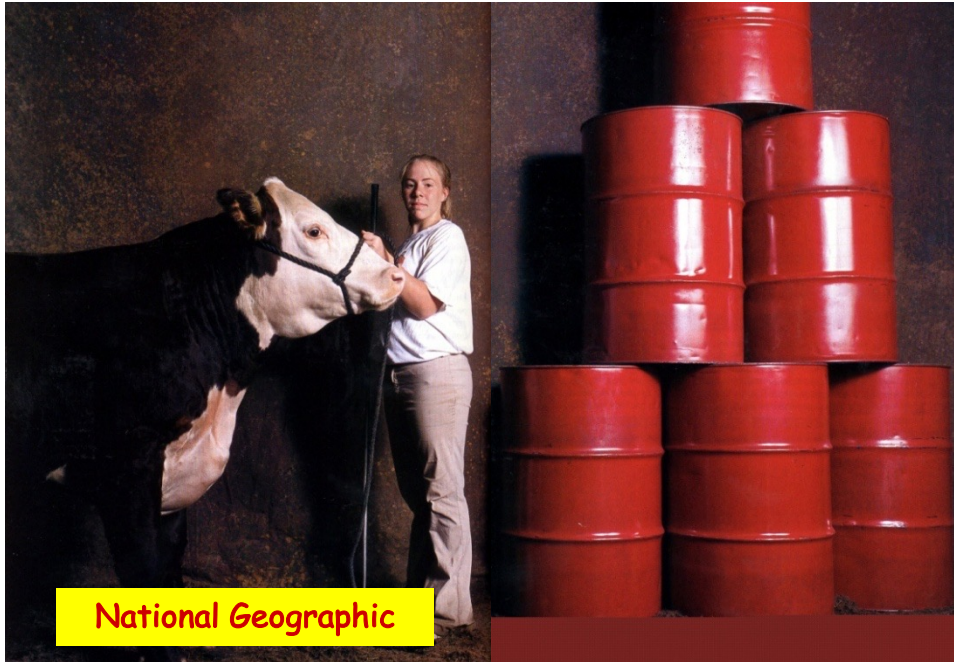
Paradossalmente
oltre 2 miliardi di
persone sono obese
o in sovrappeso

Tipo di dieta adottata

Con un appezzamento di terreno che può nutrire 100 persone che mangiano mais, se ne possono nutrire meno di 10 che mangiano carne

La carne richiede tanto terreno, tanta acqua, ma anche tantissima energia: mangiare carne significa mangiare petrolio

Cibo ed Energia

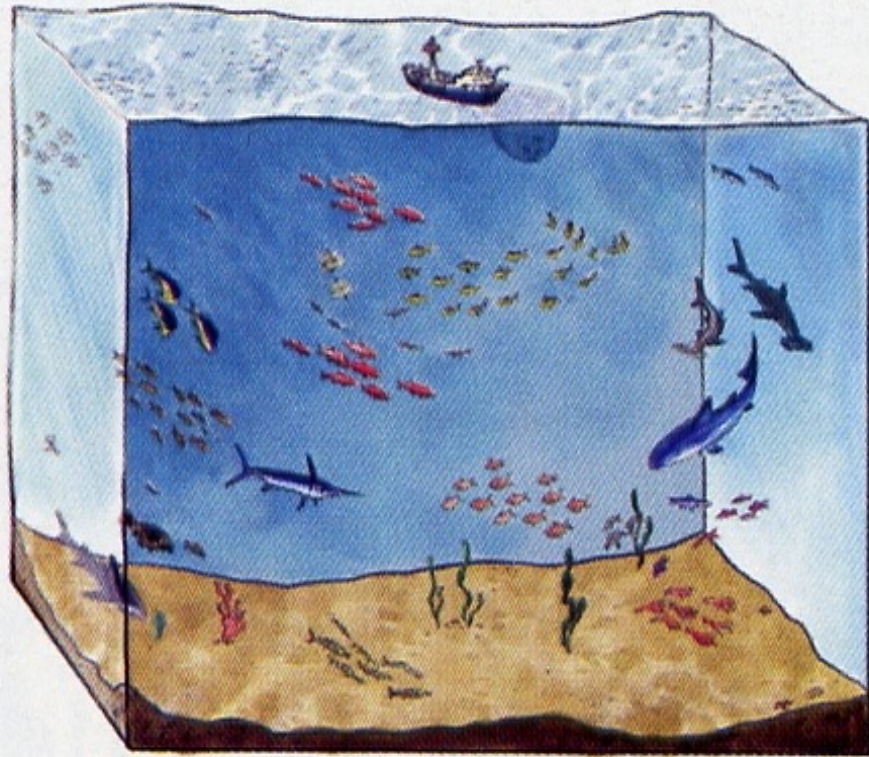


Per allevare una mucca di 5 quintali sono necessari **6 barili** (circa 1.000 litri) di petrolio

Per ottenere 1 kg di carne di vitello “a monte” servono **7 litri** di petrolio

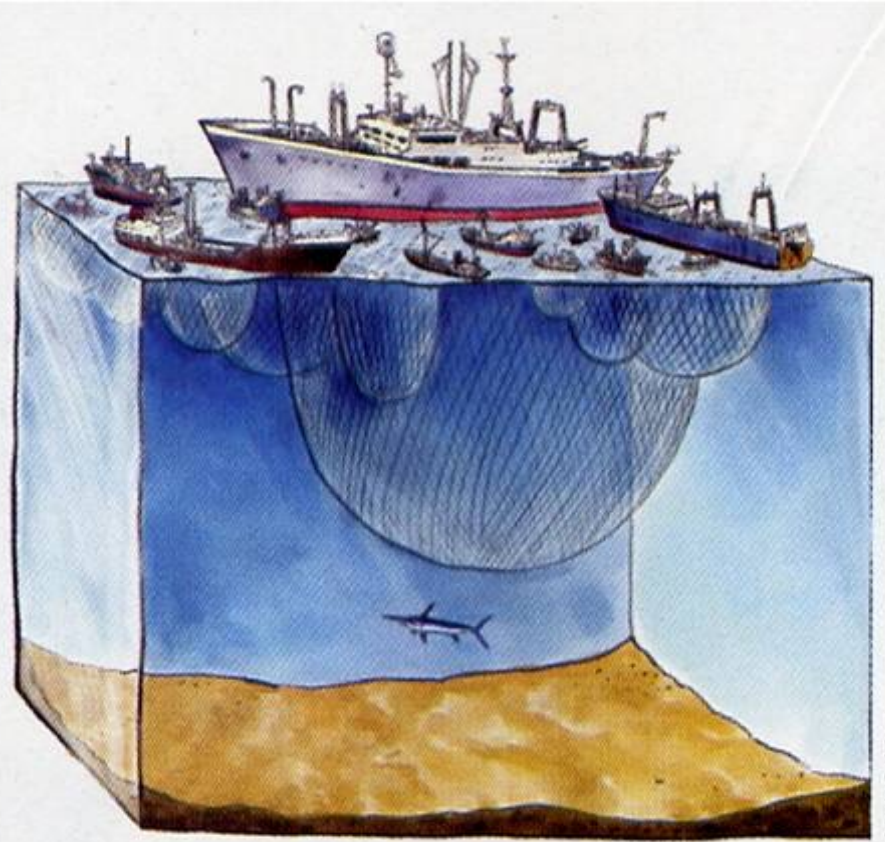
La dieta a base di carne è insostenibile oggi e lo sarà ancora di più in futuro

ieri



Il pesce è un'ottima alternativa, o meglio era un'ottima alternativa

oggi



L'80% delle riserve oceaniche è sfruttato oltre il limite delle capacità rigenerative
(annualmente vengono pescati da 1.000 a 3.000 miliardi di pesci)

A photograph of a fisherman on a boat, wearing a blue shirt and yellow overalls, looking out at the sea. Large, empty, light-colored fishing nets are draped over the side of the boat. The background shows the blue water of the Adriatic Sea.

In un mondo con risorse rinnovabili ma limitate,
i consumi non possono crescere all'infinito

Le reti
vuote
dell'Adriatico

Spreco di alimenti

Ogni anno va perduto o sprecato oltre **un miliardo di tonnellate** di cibo, quasi un terzo della produzione globale e quattro volte la quantità necessaria a nutrire le persone che muoiono di fame (oltre 800 milioni)

Spreco nella filiera del cibo

Nell'agricoltura
(prodotti lasciati nei campi)



Nell'industria (lavorazione del cibo)

Nella distribuzione

Nelle case



Spreco di cibo acquistato

Ogni anno le famiglie italiane buttano

- pane: 19%
- frutta e verdura: 17%
- pasta: 4%
- latticini, uova e carne: 39%
- cibo ancora commestibile: 42 kg

8 miliardi di euro all'anno vengono buttati nella spazzatura: circa 400 euro per famiglia

Sprecando cibo si spreca denaro, terreno, acqua ed energia e si producono rifiuti che per essere smaltiti richiedono altro terreno, acqua ed energia

Spreco di cibo è moralmente inaccettabile

Papa Francesco ha detto:

*"C'è cibo per tutti, ma non tutti
possono mangiare, mentre lo spreco, lo
scarto, il consumo eccessivo e l'uso
degli alimenti per altri fini sono
davanti ai nostri occhi"*

La fame nel mondo è solo un problema
di egoismo

Una buona notizia

Il 2 agosto 2016 il Senato ha approvato
in via definitiva il decreto legge n. 2290
per limitare gli sprechi alimentari
agevolando chi dona le eccedenze di cibo
ai bisognosi

Il Ministro delle Politiche Agricole:
*"la legge raccoglie l'eredità di Expo 2015
con l'obiettivo di recuperare 1 milione di
tonnellate di cibo all'anno"*

Soddisfatto ma non troppo Andrea Segrè, docente dell'Università di Bologna, che da anni si interessa di spreco alimentare:

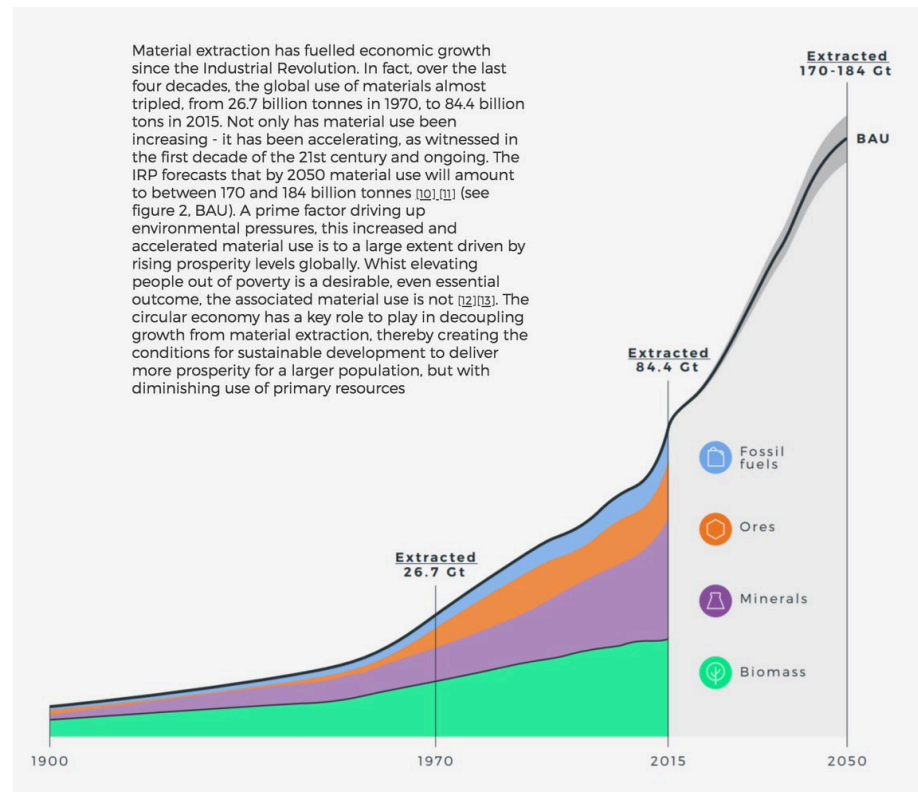
"Il miglior spreco è quello che non si fa e, quindi, bisogna lavorare sulla prevenzione parlando di educazione alimentare a scuola per creare comportamenti virtuosi fra i cittadini (70% degli sprechi avviene nelle case)"

Materiali

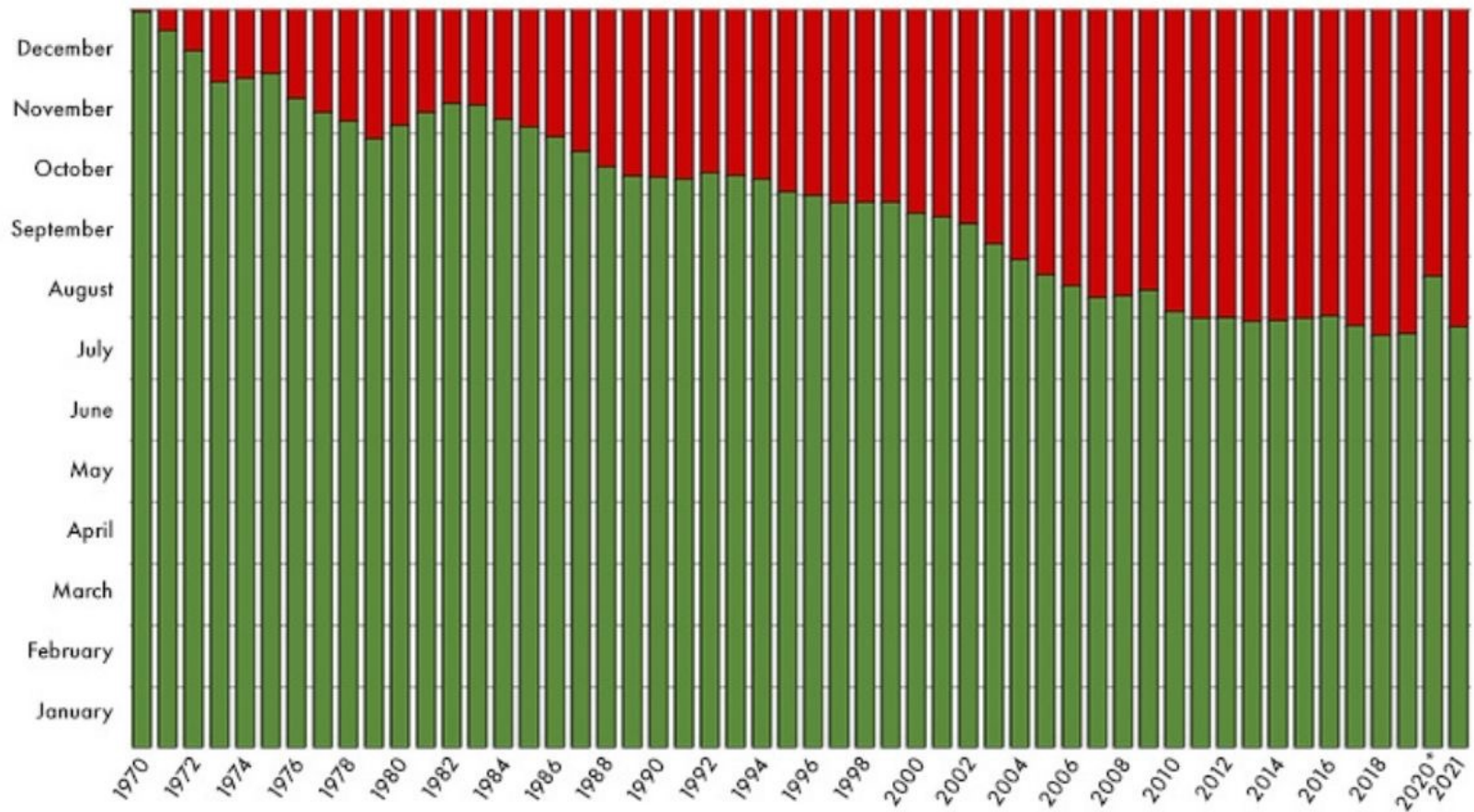
Nel 1970 l'umanità ha usato **27 miliardi di tonnellate** di materie prime

Nel 2015 si è passati a **85 miliardi di tonnellate** di materie prime

Nel 2019 sono stati usati oltre **100 miliardi di tonnellate** di materie prime (quasi 40 kg per persona al giorno!)



Earth Overshoot Day



Un esempio che ci riguarda

Una casa prima del 1950



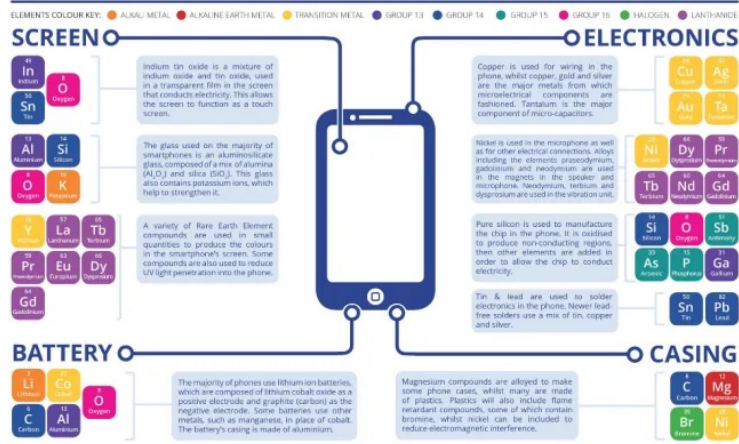
1990: meno di 20 elementi in un'intera casa



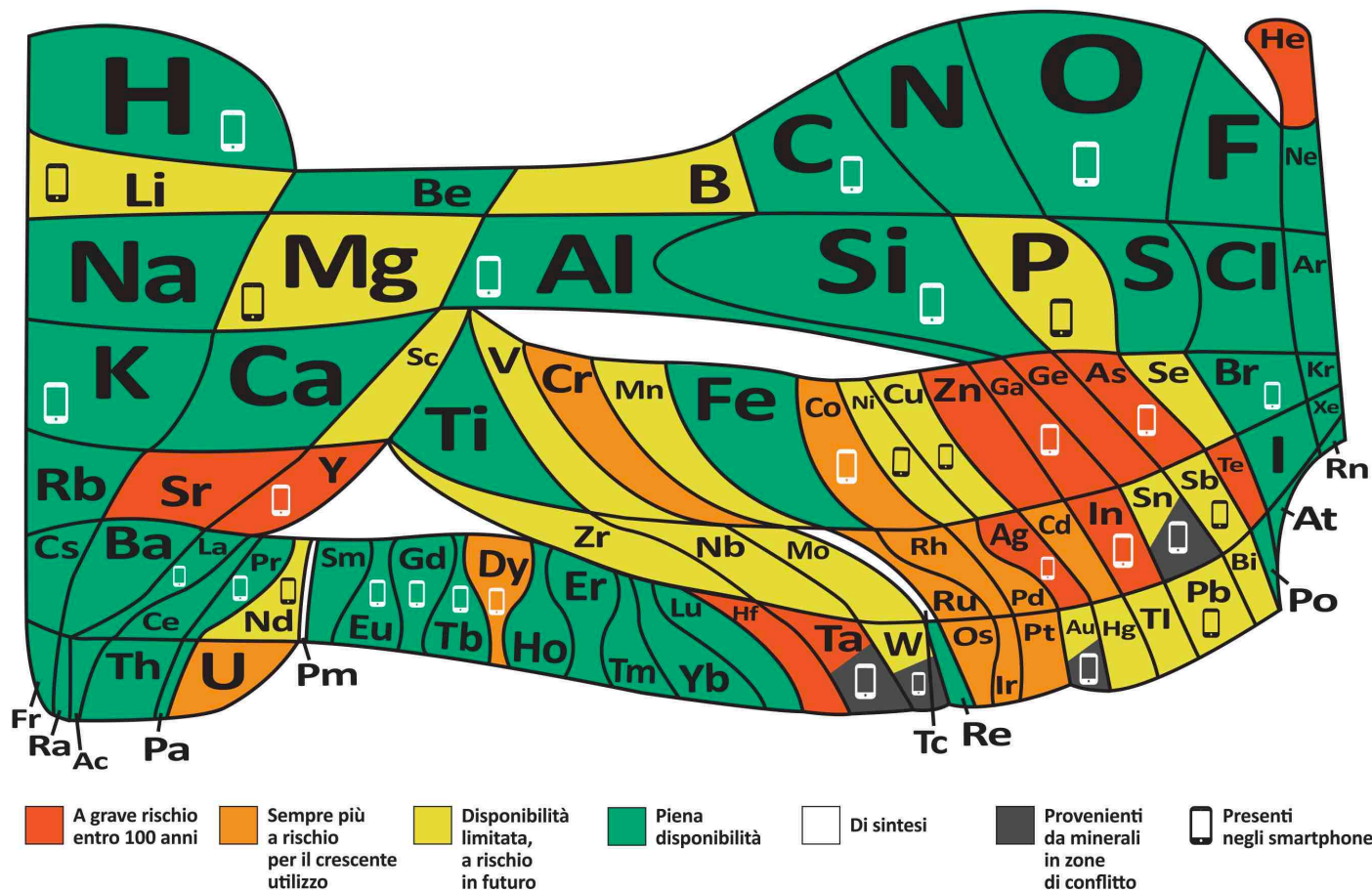
2021: ca. 40 elementi chimici sul palmo di una mano



ELEMENTS OF A SMARTPHONE



90 elementi chimici e la loro disponibilità relativa sulla Terra. Ci basteranno?



Stiamo consumando tutto ciò che la Terra ci mette a disposizione senza considerare che in un "sistema finito" anche le risorse sono finite

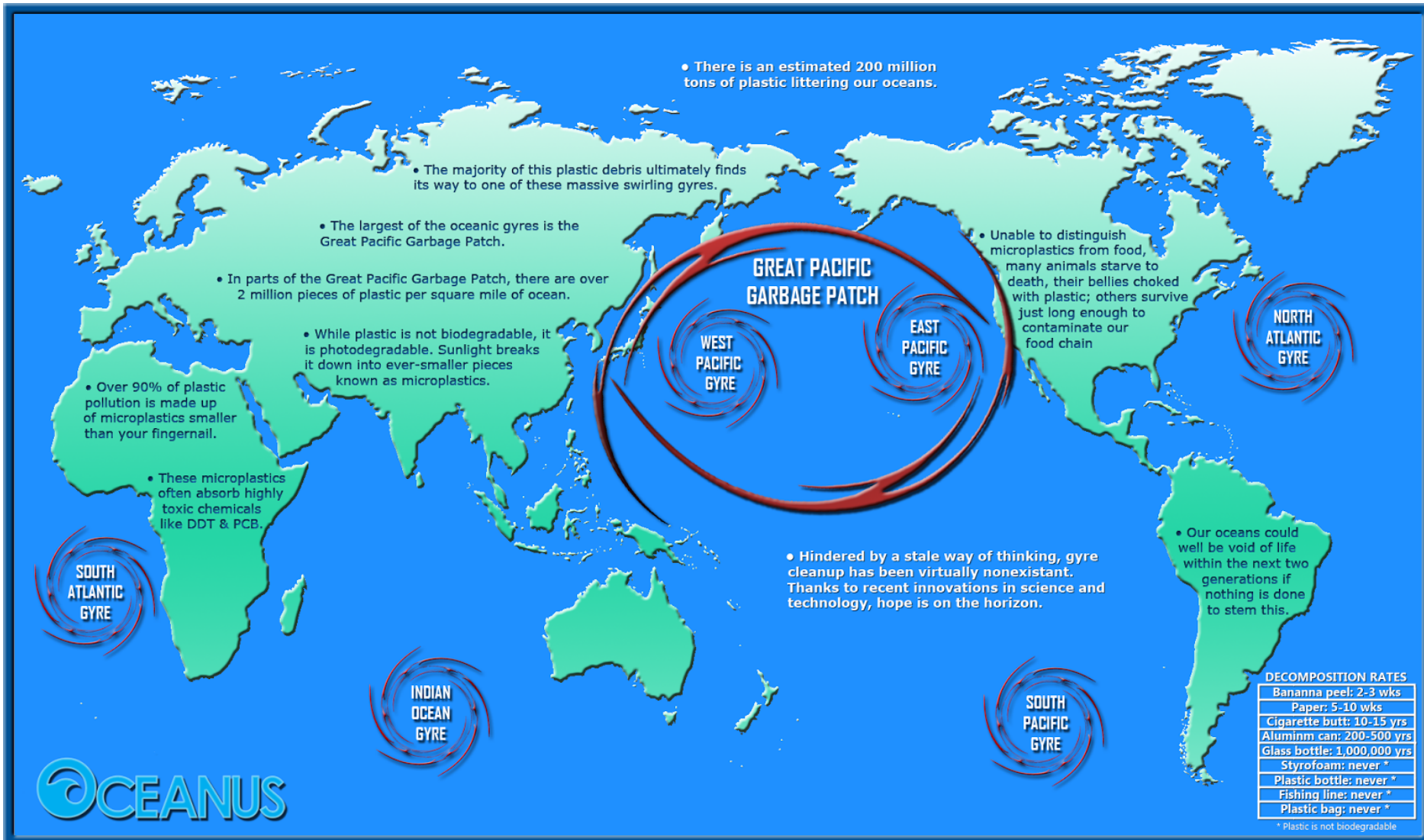
Al problema del veloce esaurimento delle risorse si somma quello dell'aumento a dismisura dei rifiuti



Rifiuti

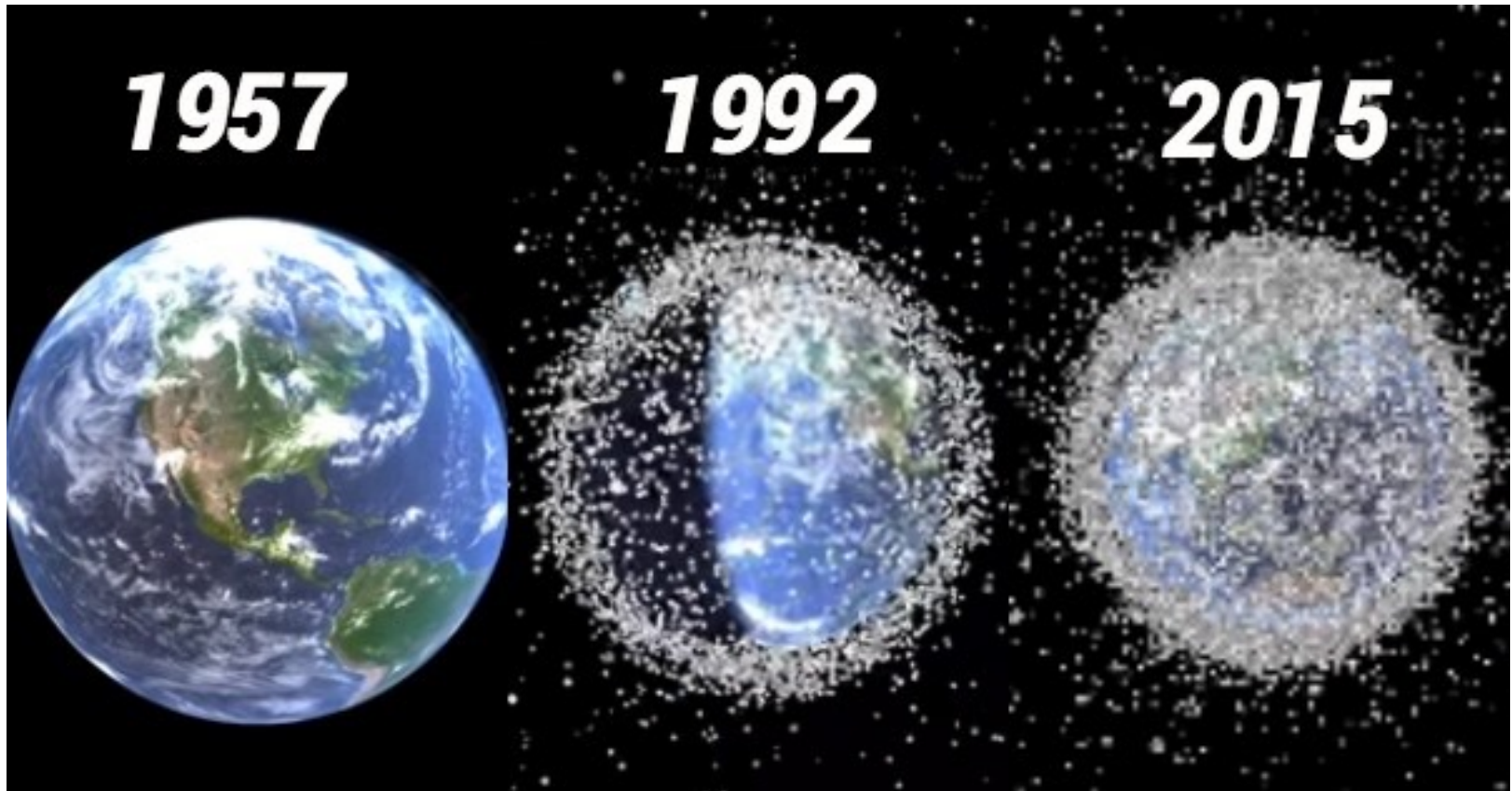
Oltre ai rifiuti gassosi "invisibili", la nostra società del progresso crea anche tantissimi rifiuti "ben visibili", rifiuti solidi che non sappiamo più dove mettere

Rifiuti negli oceani





Rifiuti nello spazio



Courtesy NASA.

Rifiuti tossici "ben visibili" anche per il forte inquinamento che creano (es. la terra dei fuochi in Campania)



Scorie delle centrali nucleari

Materiale ad altissima radioattività per 10.000 - 100.000 anni che ancora non sappiamo come smaltire



Molte parti delle centrali nucleari dismesse

Le centrali dopo le centrali

Gli impianti nucleari non sono eterni, la loro vita operativa varia - a seconda della tecnologia impiegata - dai 30 ai 60 anni.

Al termine delle attività debbono essere smantellati, affinché l'area sulla quale sorvegliano possa essere riportata allo stato cosiddetto di **"green field"**, ovvero quello precedente la costruzione della centrale.

L'insieme delle operazioni di smantellamento prende il nome di **decommissioning** e avviene secondo due possibili tipologie:

- smantellamento rapido della centrale;
- smantellamento procrastinato, in cui si attende un periodo di tempo che può essere anche di alcuni decenni, per consentire il decadimento della radioattività presente.

Realizzabilità tecnica e costi del decommissioning non costituiscono un'incognita. Diverse aree su cui sorvegliano centrali nucleari - dieci negli USA e due in Gran Bretagna - sono già state restituite agli usi della cittadinanza.

Come avviene il decommissioning

Lo smantellamento avviene generalmente secondo tre fasi.

1) Shut down finale

Si effettuano la rimozione dal vessel del combustibile esaurito e il drenaggio di tutti i sistemi: viene eliminato così il 99% della radioattività presente nel sito. Segue lo smantellamento delle strutture convenzionali (sala macchine, uffici...).

2) Smantellamento parziale

Nella seconda fase vengono smantellati tutti i componenti tranne l'edificio reattore che viene soltanto monitorato. Tutti i rifiuti vengono condizionati per poi essere inviati presso i relativi depositi.

3) Ripristino del sito

Viene smantellato completamente l'edificio reattore. Tutti i rifiuti prodotti da questa attività vengono infine inviati ai depositi. Il sito, quindi, può essere definito **"green field"**.

Le varie fasi e tutte le operazioni sono regolamentate da norme radioprotezionistiche che impediscono la dispersione di materiale radioattivo nell'ambiente.

Costi

Le legislazioni dei Paesi che utilizzano il nucleare prevedono, durante la vita operativa degli impianti, l'accantonamento di fondi per finanziare il decommissioning, in modo da assicurarsi risorse disponibili al termine dell'esercizio delle centrali.

Il decommissioning incide sul costo complessivo di generazione del nucleare per meno del 5%. Inoltre, a differenza dei reattori della precedente generazione, quelli attualmente in costruzione sono progettati anche in funzione delle esigenze del decommissioning, per semplificare e ridurre l'impatto ambientale. L'evoluzione tecnologica ridurrà ulteriormente i costi attuali.

"Quello che prima era un "sito", ora è un giardino"



Centrale Yankee Rowe (USA)

Praticato lo smantellamento "immediato" (10 anni)

Costo per la costruzione, 1960: \$ 39 milioni

Stima costo smantellamento, 1990: \$ 368 milioni

Costo effettivo "finale", 2000: \$ 508 milioni

(circa \$ 100 milioni in più)

Il sito della centrale dopo lo smantellamento





43 giganteschi contenitori con il combustile
"spento" e parti del reattore
(greater than class-C waste)

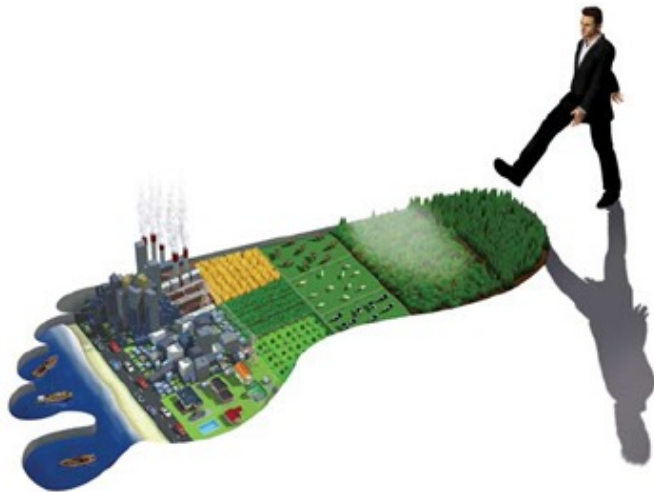
Il depauperamento delle risorse e il crescente accumulo dei rifiuti è il risultato della nostra attuale società basata sul consumismo

In un anno ogni europeo usa in media 15 tonnellate di risorse naturali, 5 delle quali si trasformano in rifiuto

Un parametro per stimare i “consumi
ambientali”

IMPRONTA ECOLOGICA

La superficie di Terra capace di fornire le
risorse necessarie al consumo di una persona
e di smaltirne i rifiuti



Quanto ciascuno di
noi pesa sulla Terra

Impronta ecologica media attuale:
2,7 ettari per persona

Capacità rigenerativa (biocapacità) media
della Terra: 1,8 ettari per persona

Viviamo in media al di sopra delle
possibilità del nostro pianeta

Paese	Ettari/persona
USA	7,2
Italia	4,5
Cina	2,1

Se tutti gli abitanti della Terra vivessero a livello degli **USA** servirebbero **4** Terre per avere le risorse naturali e per smaltire i rifiuti



Se tutti gli abitanti della Terra vivessero a livello dell'**Italia** servirebbero **2,5** Terre



Paese	Ettari/persona
Etiopia	1,1
India	0,9
Afganistan	0,5



**Ci sono grandi disuguaglianze fra i
cittadini della Terra**

L'uomo ha dimostrato un grande egoismo nei confronti della natura che è stata depredata, ma anche nei confronti dei suoi vicini meno fortunati e delle future generazioni

Gandhi ha detto:

"La Terra offre quanto basta a soddisfare i bisogni di tutti, ma non l'avidità di ogni uomo"

Richard Ernst

Nobel per la Chimica nel 1991

"Stiamo esaurendo in modo irreversibile le risorse, ma stiamo esaurendo anche la benevolenza e lo stato di equilibrio della società, il significato della compassione in favore dell'arricchimento economico personale"

Come ci ammonisce l'Agenda 2030
dobbiamo ripensare al significato
di sviluppo

Questo non significa rinnegare le
conoscenze acquisite e fermare la
scienza, ma usare le grandi capacità
che scienza e tecnologia ci offrono e
le nostre risorse spirituali per
realizzare uno sviluppo sostenibile dal
punto di vista sociale, economico e
ambientale

La Terra è nelle nostre mani, ma
non è di nostra proprietà perché
l'abbiamo avuta in prestito dalle
generazioni future





FEDERCHIMICA
PLASTICSEUROPE ITALIA
Associazione nazionale produttori di materie plastiche



FEDERCHIMICA
ASSOBASE
Associazione nazionale imprese
chimica di base inorganica ed organica



in collaborazione con



Ministero dell'Istruzione
Direzione Generale per lo Studente,
l'Inclusione e l'Orientamento Scolastico

PREMIO NAZIONALE GIOVANI

SPECIALE CHIMICA E SOSTENIBILITÀ 2021 | 2022

Il contributo della Chimica di Base e della Plastica

Per le classi della Scuola Primaria e Secondaria di Primo Grado



ISCRIZIONI entro
25 marzo 2022

CONSEGNA entro
13 maggio 2022

CHIMICA
la **SCIENZA**
che salva
il **MONDO**

La Chimica è essenziale ogni volta che usiamo o trasformiamo la materia, in qualsiasi ambito o settore produttivo.

Per questo è un prezioso alleato dello Sviluppo Sostenibile, secondo le sfide poste dall'Agenda 2030 dell'ONU.

Usa la fantasia e raccontaci la tua chimica!

La classe può partecipare realizzando una presentazione, un video o altro ancora...

La Chimica è tutta intorno a noi, basta solo cominciare a guardare quello che ci circonda con occhi diversi. Sta a noi, naturalmente, utilizzarla bene.

IN PALIO BUONI FINO A 2000€ PER L'ACQUISTO DI MATERIALE DIDATTICO PER LA SCUOLA!



Per info e iscrizioni:

www.federchimica.it e www.chimicaunaabuonascelta.it

Segreteria Premio:

02 34565 309-355 o premiobase-plastica@federchimica.it