

LA CASA CHE CROLLA

Urgenze e criticità dell'ecosistema

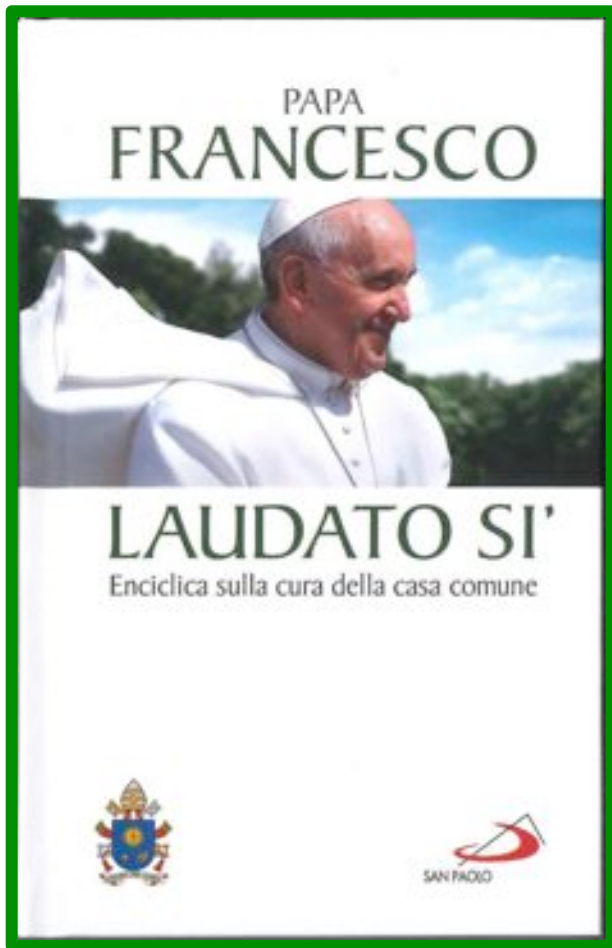
Nicola Armaroli

CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna
nicola.armaroli@isof.cnr.it

OIKOLOGIA

Con la Laudato Sì, un confronto sulla casa della vita

Novara, 22 Ottobre 2016



LAUDATO SI', 2

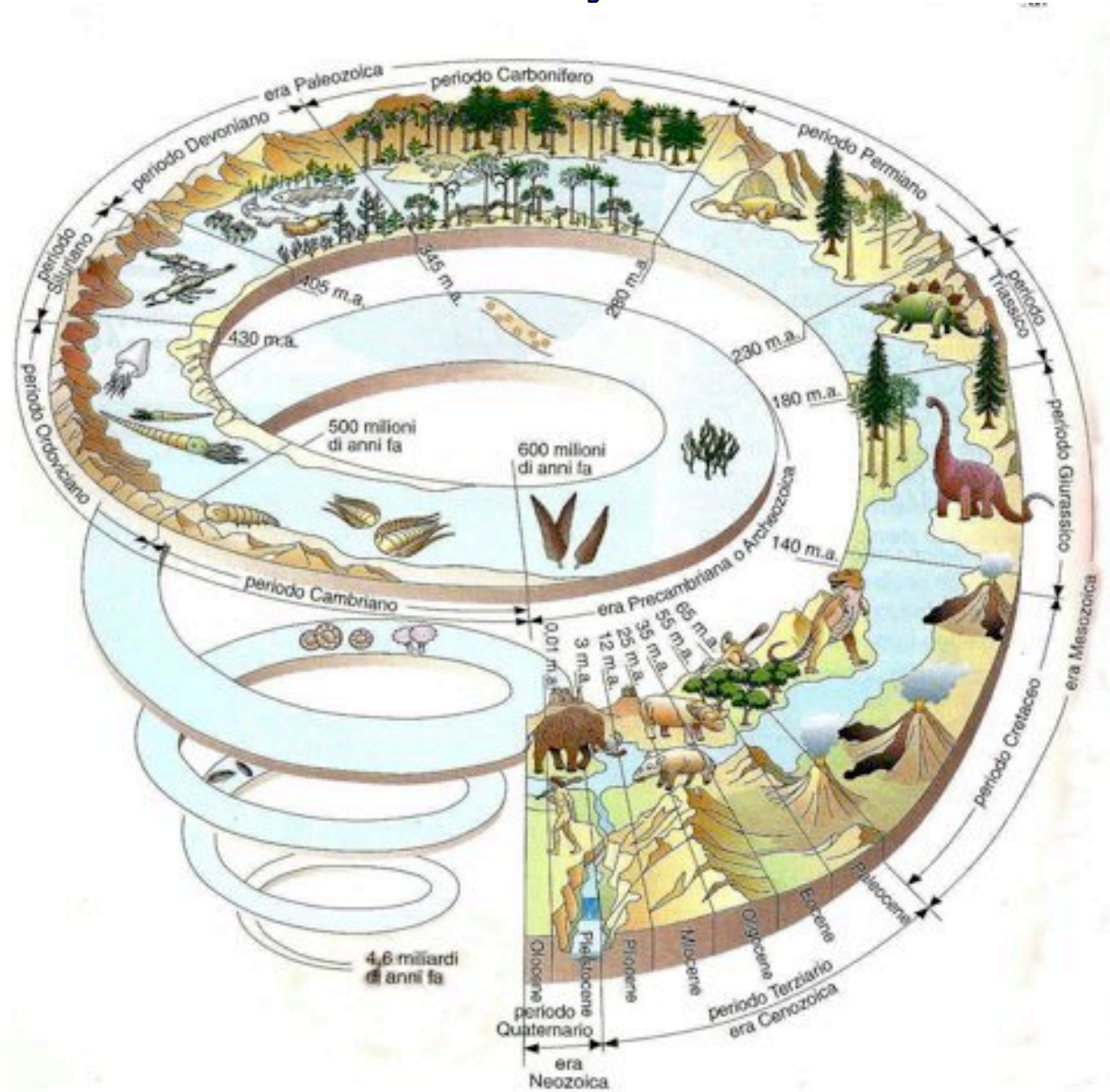
Questa sorella protesta per il male che le provochiamo, a causa dell'uso irresponsabile e dell'abuso dei beni che Dio ha posto in lei. Siamo cresciuti pensando che eravamo suoi proprietari e dominatori, autorizzati a saccheggiarla. La violenza che c'è nel cuore umano ferito dal peccato si manifesta anche nei sintomi di malattia che avvertiamo nel suolo, nell'acqua, nell'aria e negli esseri viventi. Per questo, fra i poveri più abbandonati e maltrattati, c'è la nostra oppressa e devastata terra, che «geme e soffre le doglie del parto» (Rm 8,22). Dimentichiamo che noi stessi siamo terra (Gen 2,7). Il nostro stesso corpo è costituito dagli elementi del pianeta, la sua aria è quella che ci dà il respiro e la sua acqua ci vivifica e ristora.

**INQUADRARE
LA TERRA E L'UOMO
NEL TEMPO
E NELLO SPAZIO**

LA DIMENSIONE TEMPORALE



LA TERRA HA OLTRE 4,5 MILIARDI DI ANNI



TERRA E UOMO: dimensione temporale

ca. 4,5 miliardi di anni fa – Si forma il pianeta Terra, **ore 00:00**

3,8 miliardi di anni fa – Prime forme di vita, **ore 04:00**

2,3 miliardi di anni fa – L'ossigeno si accumula in atmosfera, **ore 11:40**

450 milioni di anni fa – Prime piante terrestri, **ore 21:35**

230 milioni di anni fa – Inizia l'era dei dinosauri, **ore 22:47**

65,5 milioni di anni fa – Scompaiono i dinosauri, **ore 23:36**

200 000 anni fa – Homo Sapiens, **ore 23:59':56''**

5500 anni fa – Civiltà umana, **ore 23:59':59'',9**

In questa “giornata” di vita della Terra
la civiltà umana dura da un decimo di secondo

“Ai tuoi occhi 1000 anni sono come il giorno di ieri che è passato, come un turno di veglia nella notte”

Salmo 89

LA DIMENSIONE SPAZIALE



**UN PUNTINO
AZZURRO
NELL'IMMENSITÀ
DELLO SPAZIO**

PALE BLUE DOT

**La Terra fotografata
da 6 miliardi di km di
distanza: una nicchia di
vita in un'immensità di
materia inanimata**



15 Febbraio 1990, VOYAGER 1



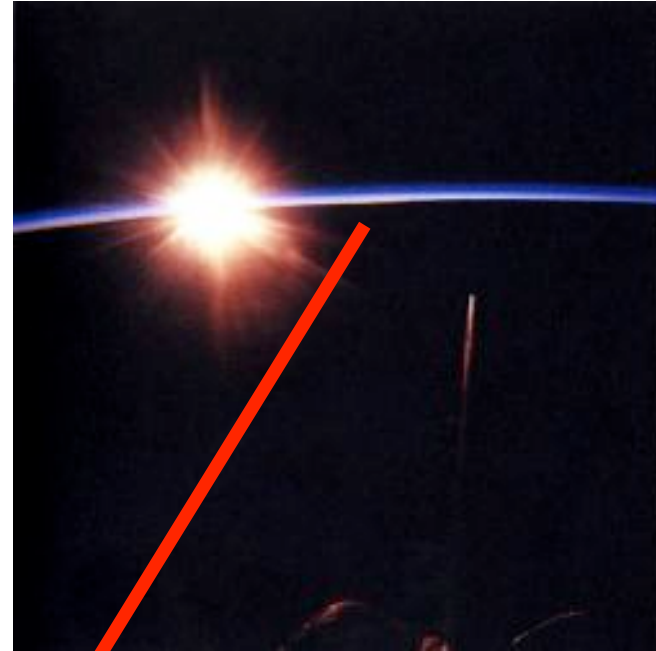
L'insieme delle nostre gioie e dolori, migliaia di religioni, ideologie e dottrine economiche, così sicure di sé, ogni cacciatore e raccoglitore, ogni eroe e codardo, ogni creatore e distruttore di civiltà, ogni re e plebeo, ogni giovane coppia innamorata, ogni madre e padre, figlio speranzoso, inventore ed esploratore, ogni predicatore di moralità, ogni politico corrotto, ogni "superstar", ogni "comandante supremo", ogni santo e peccatore nella storia della nostra specie è vissuto lì, su un minuscolo granello di polvere sospeso in un raggio di sole ...

Che ci piaccia o meno, per il momento la Terra è dove ci giochiamo le nostre carte ...

Non c'è forse migliore dimostrazione della follia delle vanità umane che questa distante immagine del nostro minuscolo mondo. Per me, sottolinea la nostra responsabilità di occuparci più gentilmente l'uno dell'altro, e di preservare e proteggere il pallido puntino blu, l'unica casa che abbiamo mai conosciuto.

Carl Sagan

LA TERRA È UN'ASTRONAVE, CON UNA CAPSULA



BIOSFERA: solo qui la VITA
può nascere e svilupparsi.
(1/400 del raggio terrestre)

RIASSUMENDO

Pianeta Terra
4,5 miliardi



Età: 24 ore

NB: la Terra è un **pallido puntino blu** nello spazio e la **biosfera** una sottile “capsula” protettiva che la avvolge

Australopiteco
3 milioni di anni fa



1 minuto

Prime testimonianze scritte
5.500 di anni fa



1 decimo di secondo

Homo Sapiens
200.000 anni fa



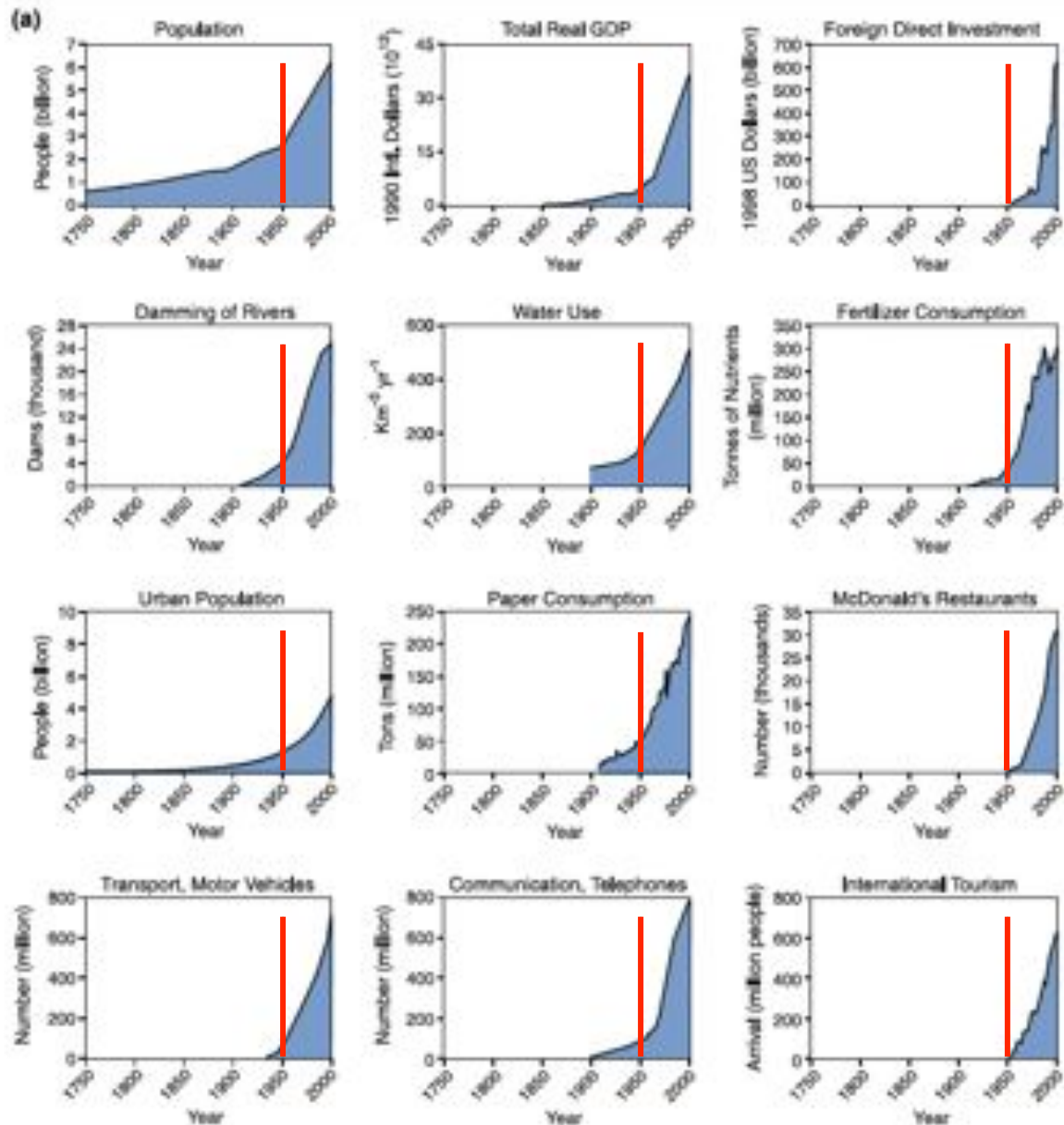
4 secondi

Civiltà Moderna
150 anni fa



0,003 secondi

LA GRANDE ACCELERAZIONE: DOPO IL 1950



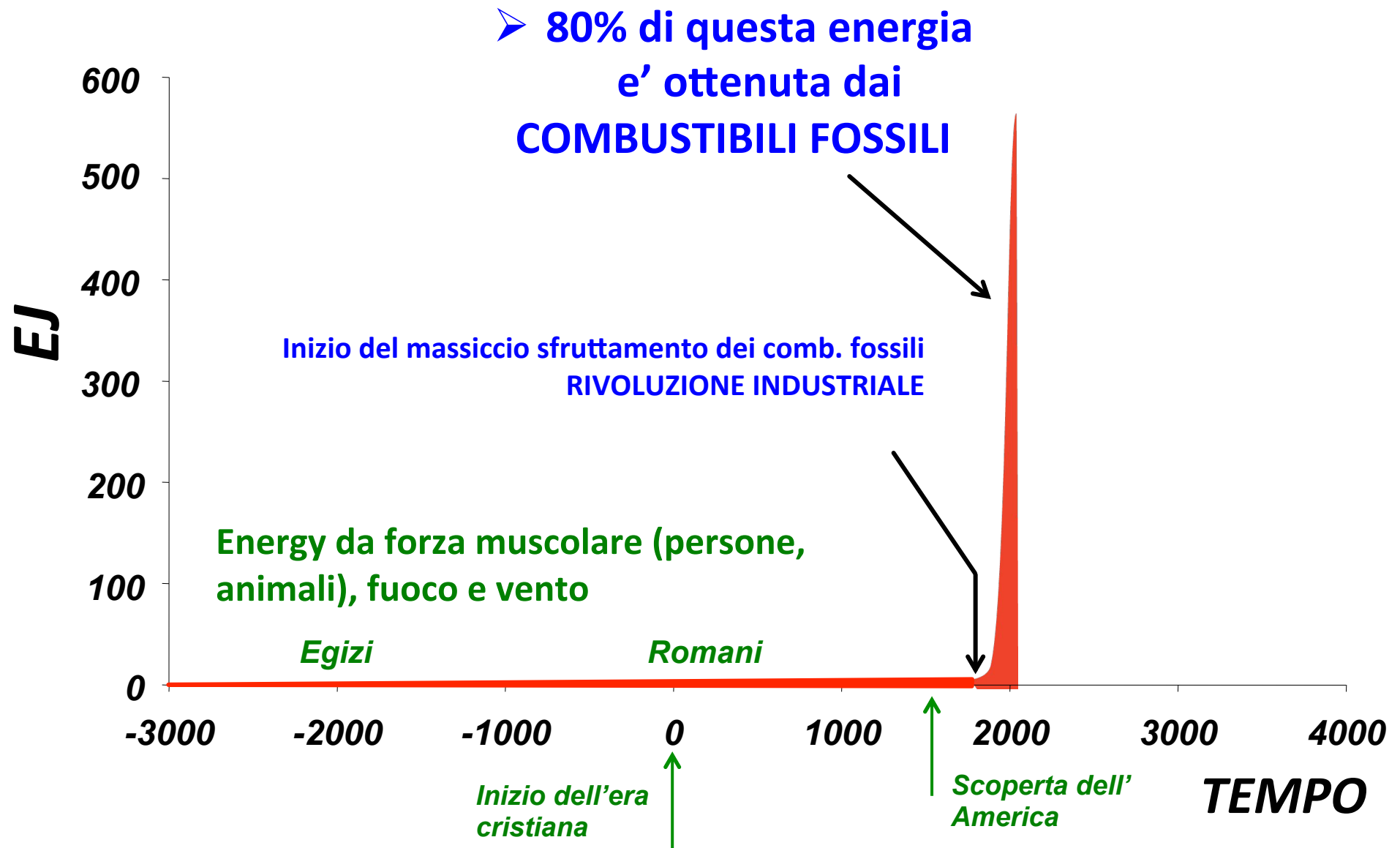
LE ORIGINI DELLA DELLA STORIA (alcuni elementi)

IL “DETONATORE”

*L'aumento della
disponibilità di energia*



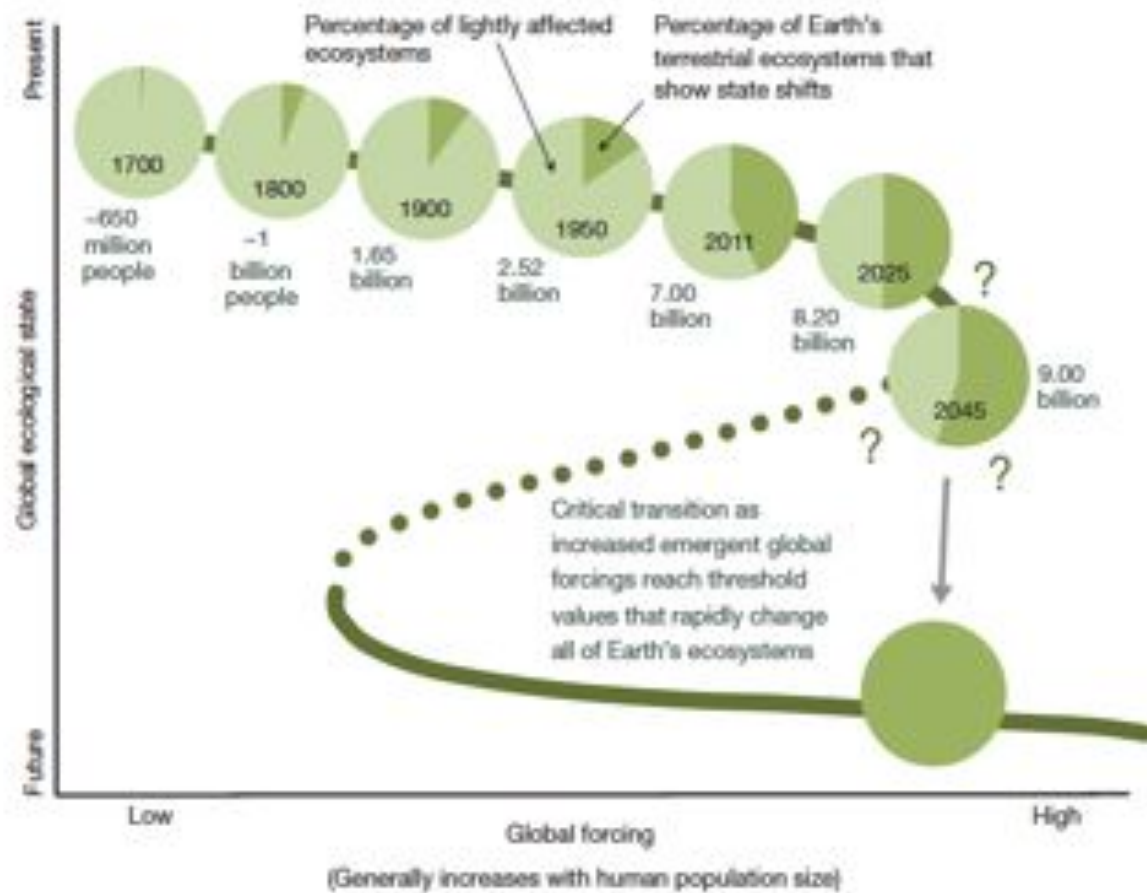
Storia del consumo di energia



GLI ULTIMI 50 ANNI: UNA SORTA DI ETÀ DELL'ORO



IL ROVESCIO DELLA MEDAGLIA: UN IMPRONTA SEMPRE PIÙ MARCATA SULLA BIOSFERA



L'AUMENTO DELLA POPOLAZIONE



PASSEGGERI DELL'ASTRONAVE TERRA



- **OGGI: 7 346 245 000** – Nel 1960 erano **3 miliardi**
- Ogni **anno** ci sono oltre **80 milioni di abitanti in più**
- Ogni **giorno** ci sono **225.000 bocche in più** da sfamare
- Ogni **minuto** nascono **32 cinesi** e **48 indiani**
- **Da oggi al 2050** aumenteremo di altri **2.5 miliardi**
- Sono stati necessari
5000 anni per far nascere i primi **2 miliardi** di persone (3000 aC-1927)
50 anni per gli altri 2 miliardi (1927-1974)
25 anni per i successivi 2 miliardi (1974-1999)
in 16 anni siamo cresciuti di altri 1.4 miliardi (1999-2016)

ABBIAMO UN PROBLEMA DI MANCANZA DI SPAZIO “FISICO” SULLA TERRA?

NO. Pigiando tutti gli abitanti della Terra
(0,5 m² a testa) si coprirebbe circa la
superficie della Valle d’ Aosta ...

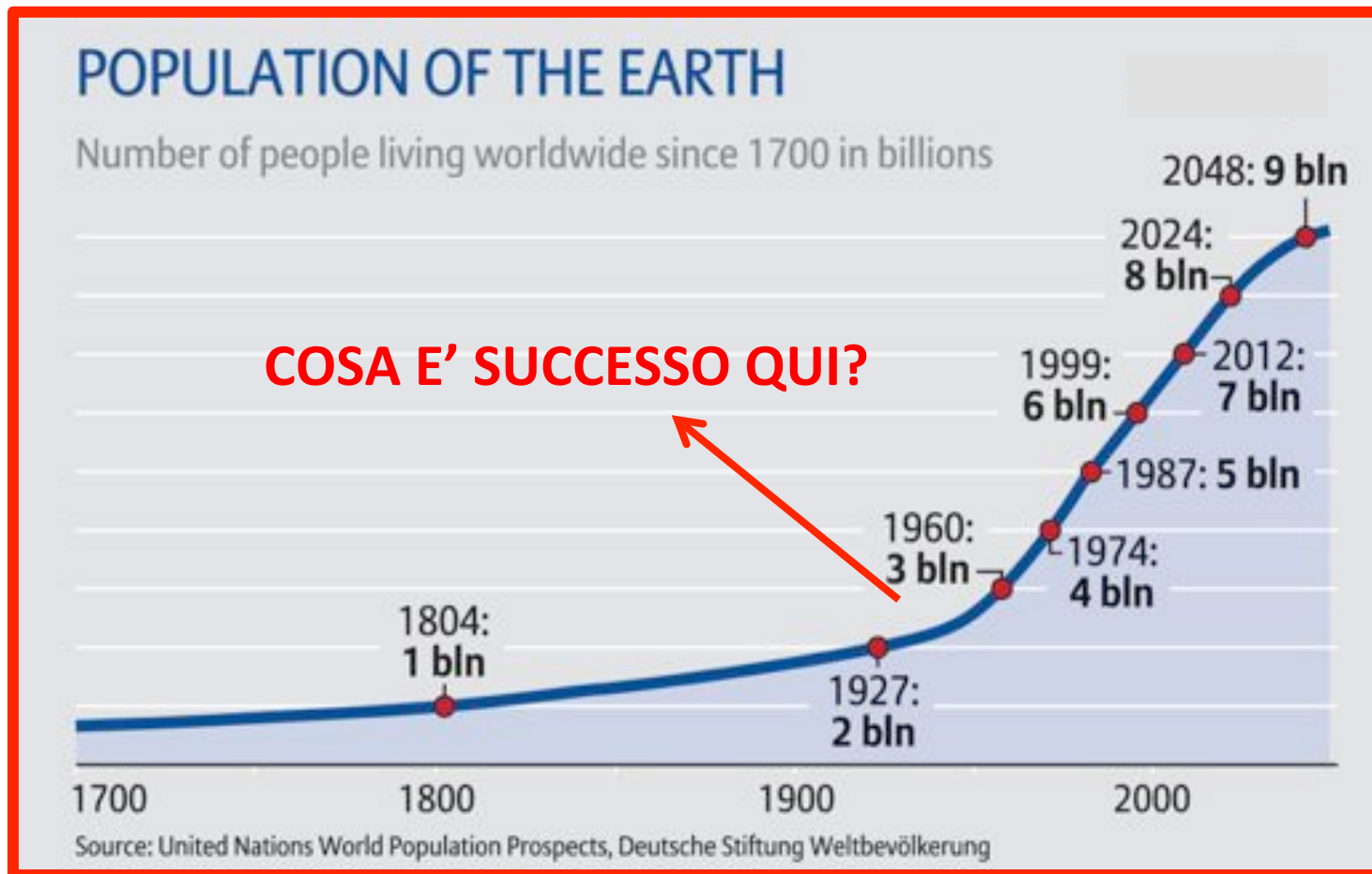


LA DOMANDA DA PORRE E' UN'ALTRA

Ci sono risorse sufficienti per garantire
un' esistenza dignitosa a tutti
gli abitanti della Terra, per sempre?

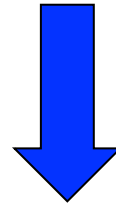


ESPLOSIONE DELLA POPOLAZIONE PERCHÉ?

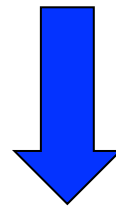


I "COLPEVOLI"

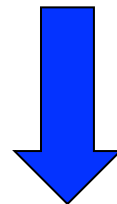
**SINTESI INDUSTRIALE
DELL'AMMONIACA**



FERTILIZZANTI



**AUMENTO DISPONIBILITÀ
DI CIBO**



AUMENTO DELLA POPOLAZIONE

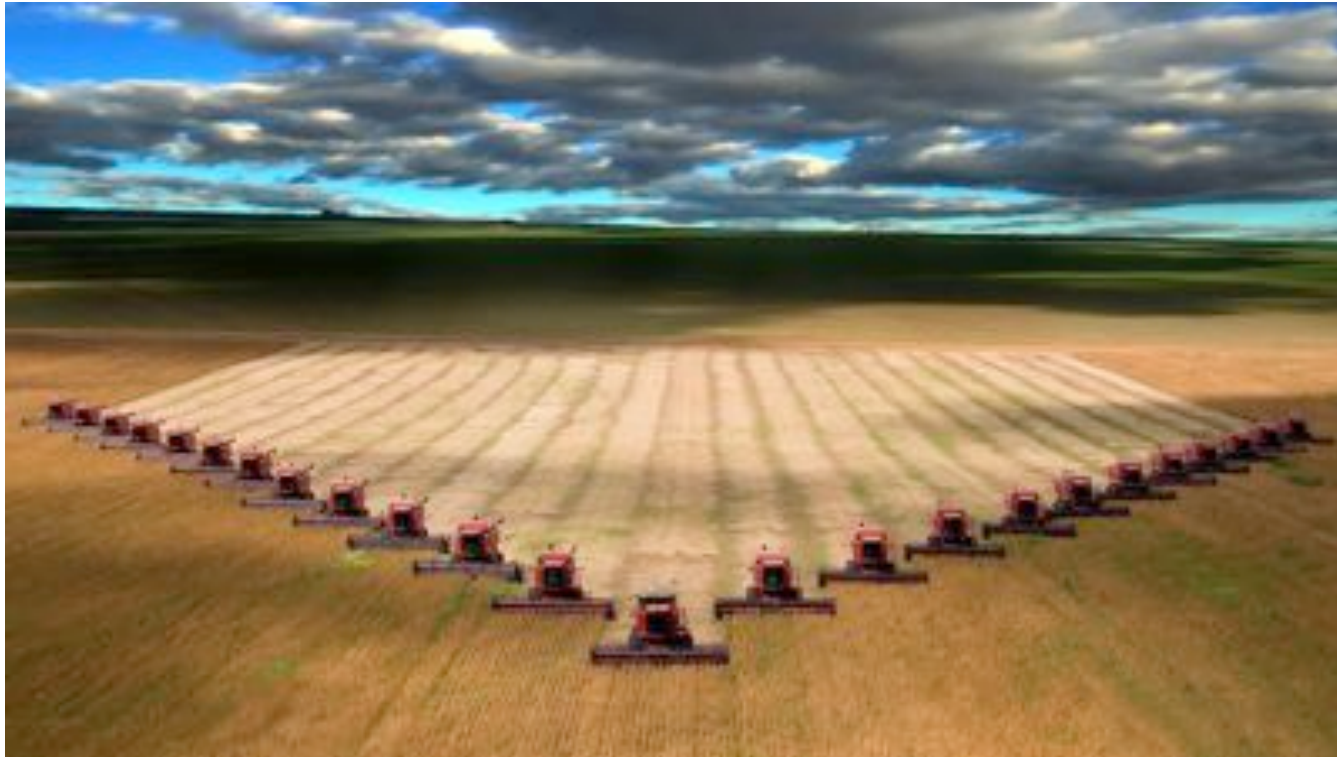


Fritz Haber
1868-1934



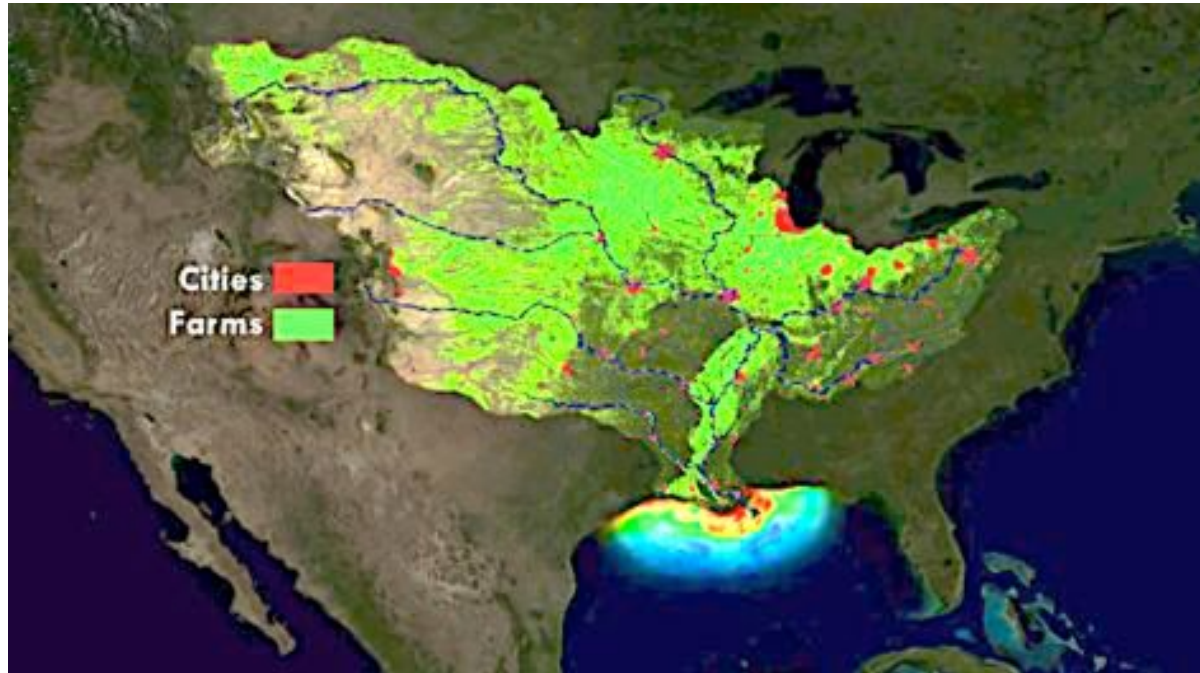
Carl Bosch
1874-1940

LA PIÙ GRANDE RIVOLUZIONE DELLA STORIA: La rivoluzione agricola o “verde”



**FINORA siamo riusciti a mantenere la
disponibilità media di calorie, nonostante
l'aumento di popolazione**

CONSEGUENZE DELL'USO DEI FERTILIZZANTI (N, P) “Dead Zones” nel Golfo del Messico



IL GRANDE PARADOSSO

Secondo l'OMS vi sono oggi nel mondo



2,4 miliardi di persone
sovrappeso o obese



800 milioni di persone
che hanno problemi di
approvvigionamento alimentare

LE FERITE

alla

“oppressa e devastata Terra”

DEFORESTAZIONE

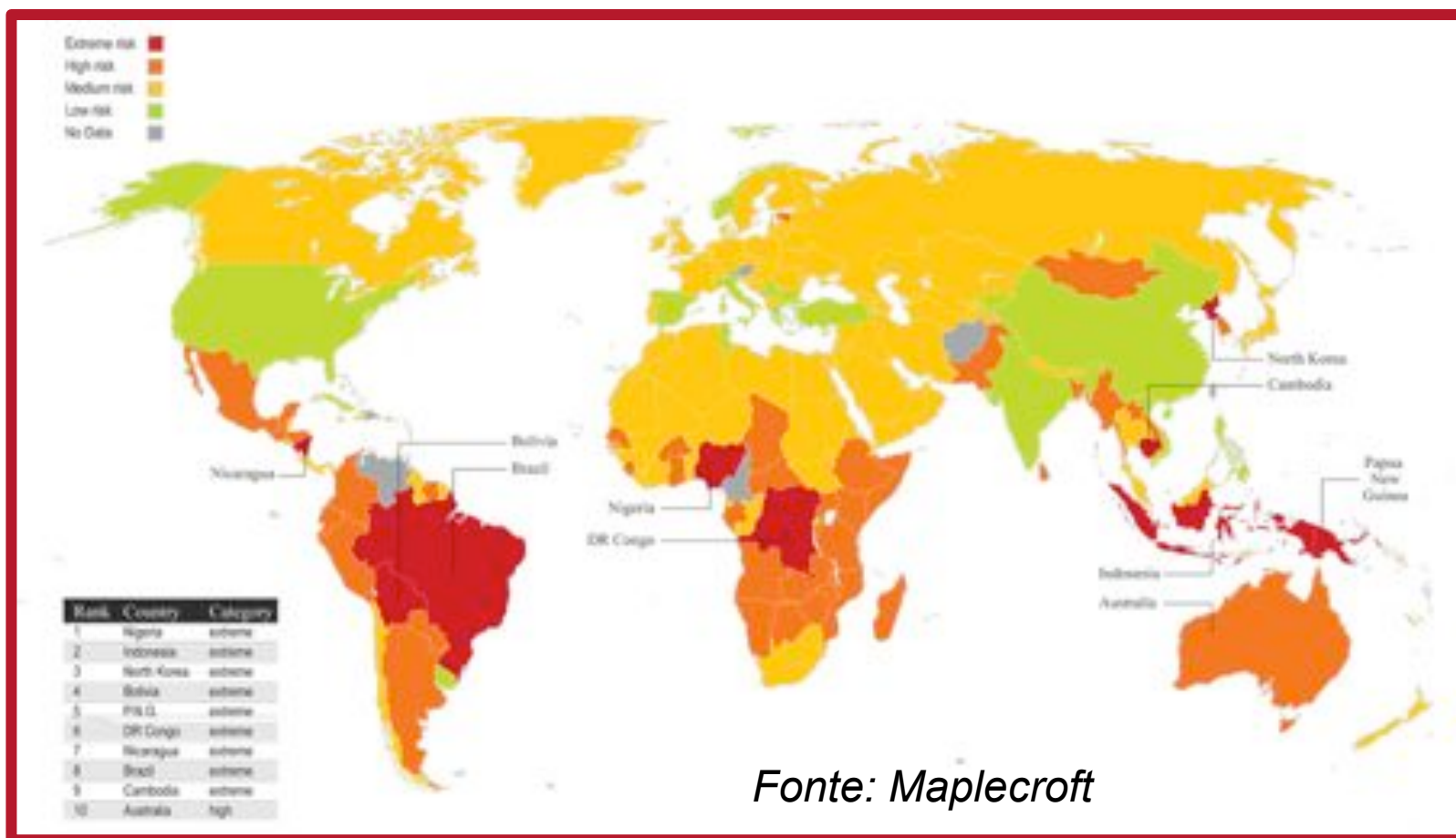


INDONESIA



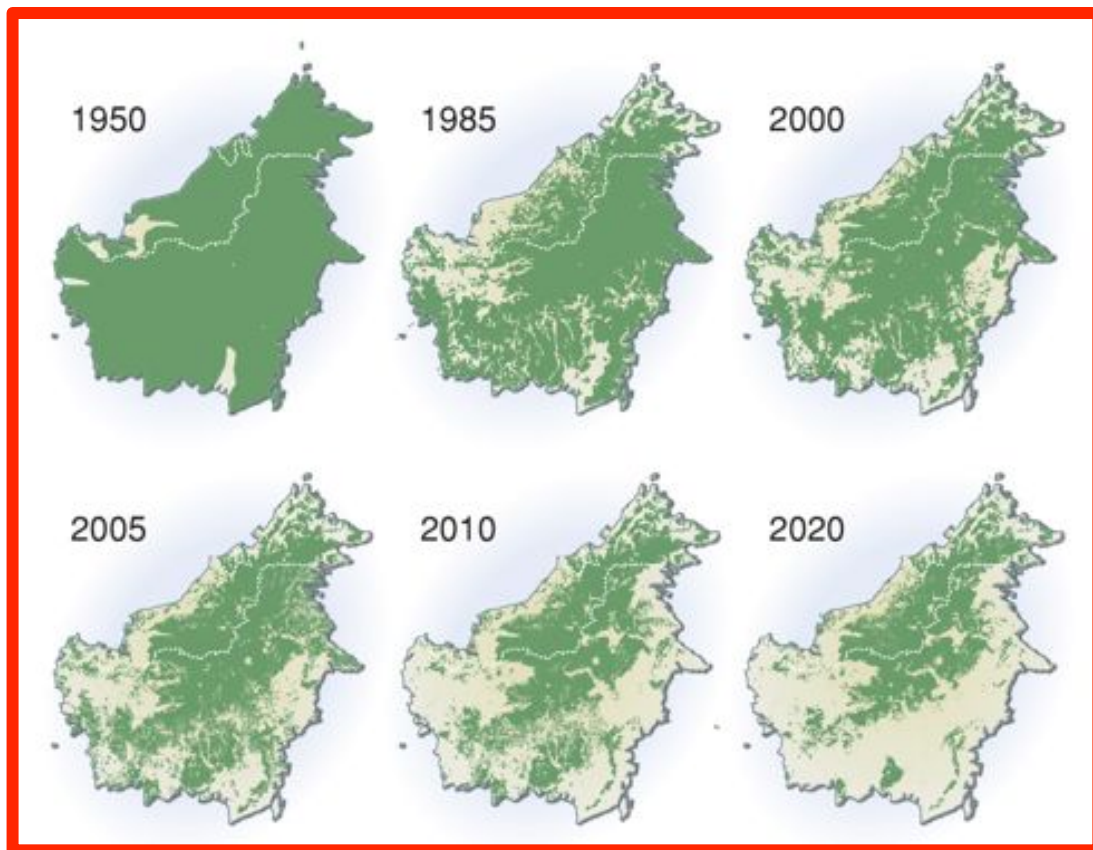
BRASILE

INDICE DI DEFORESTAZIONE



Cause principali: espansione di pascoli e terre agricole, effetti del cambiamento climatico (incendi, infestazioni di insetti), sfruttamento di petrolio/gas/minerali/legname, urbanizzazione, strade.

DEFORESTAZIONE IN BORNEO, sud-est asiatico (superficie: 2,5 volte l'Italia)



Causa principale:
coltivazione di palma da olio



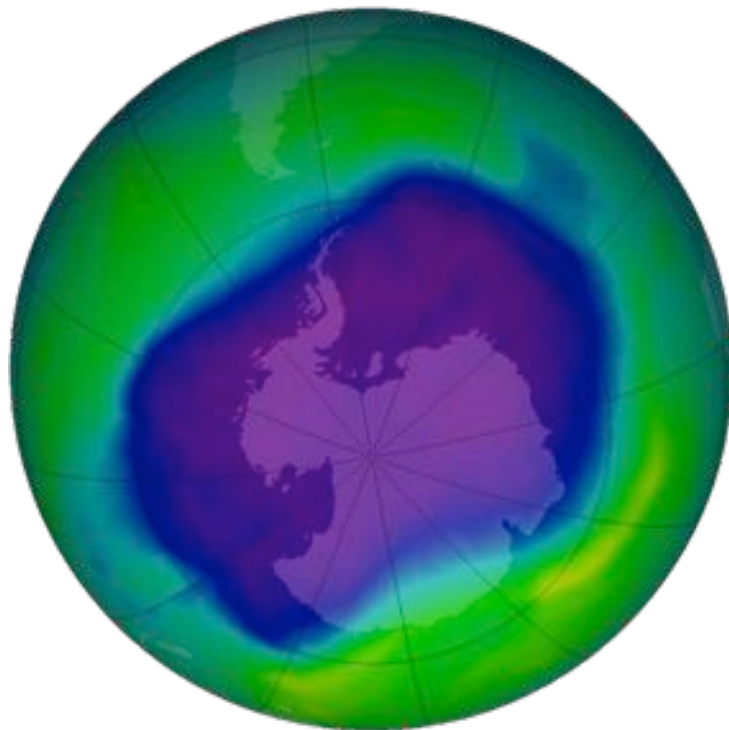
Immagine da satellite
ESA

CAPPA DI SMOG SULLE CITTÀ ASIATICHE VICINE



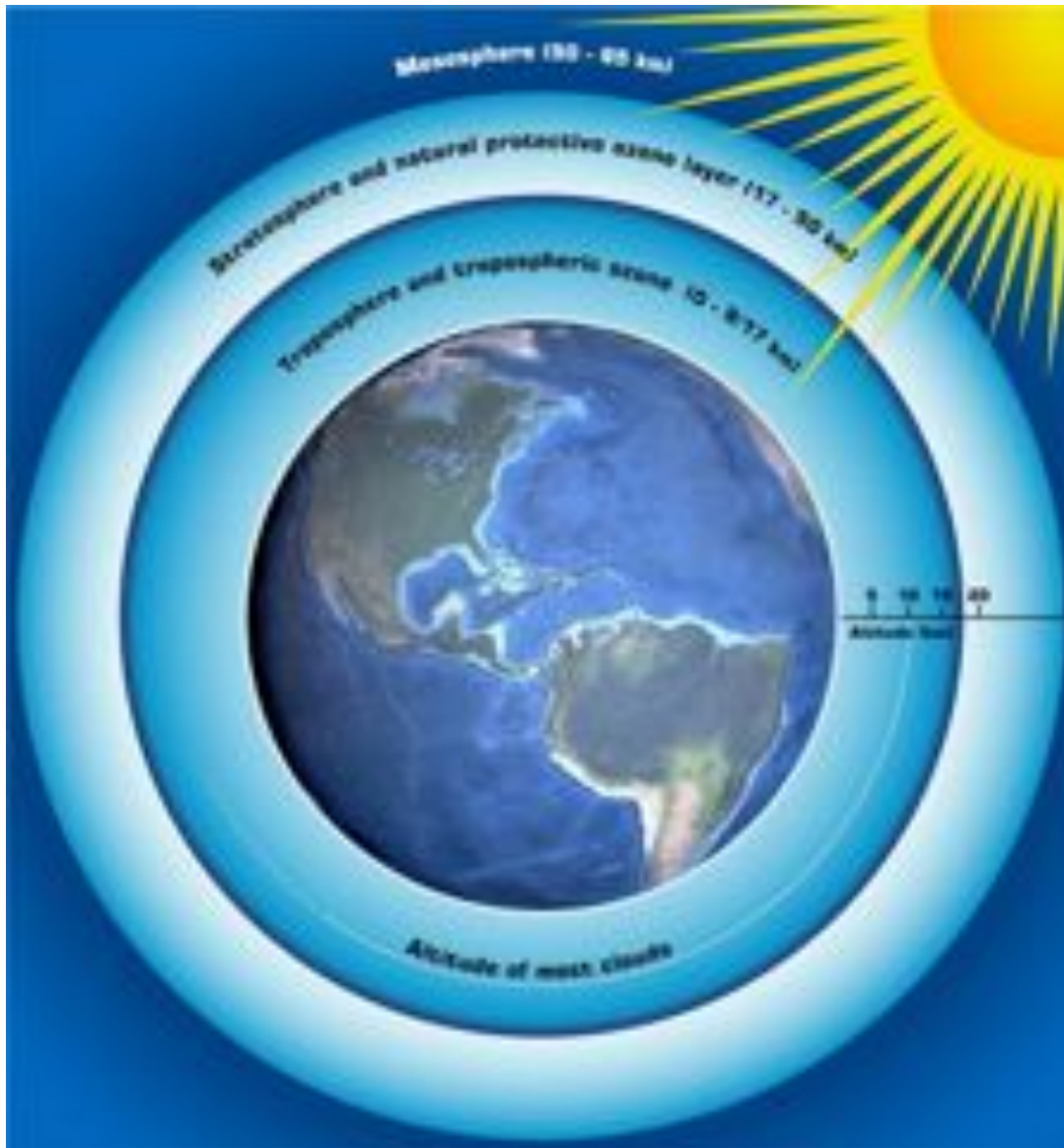
Singapore, Estate

MOLTI EVENTI SONO STATI INATTESI: L'ESEMPIO PIÙ CLASSICO



**IL "BUCO" NELLO
STRATO DI OZONO**

LO STRATO DI OZONO



**Nella stratosfera
a 20-30 km dalla
superficie terrestre**

**Concentrazione
ca. 10 ppm, 30 volte
maggiore che nel resto
dell'atmosfera**

**Assorbe radiaz. UV ad
alta energia, di fatto
protegge la biosfera**

**16 SETTEMBRE
Giornata Internazionale
per la salvaguardia
dello strato di ozono**

IL TUTTO EBBE INIZIO IN MODO BANALE



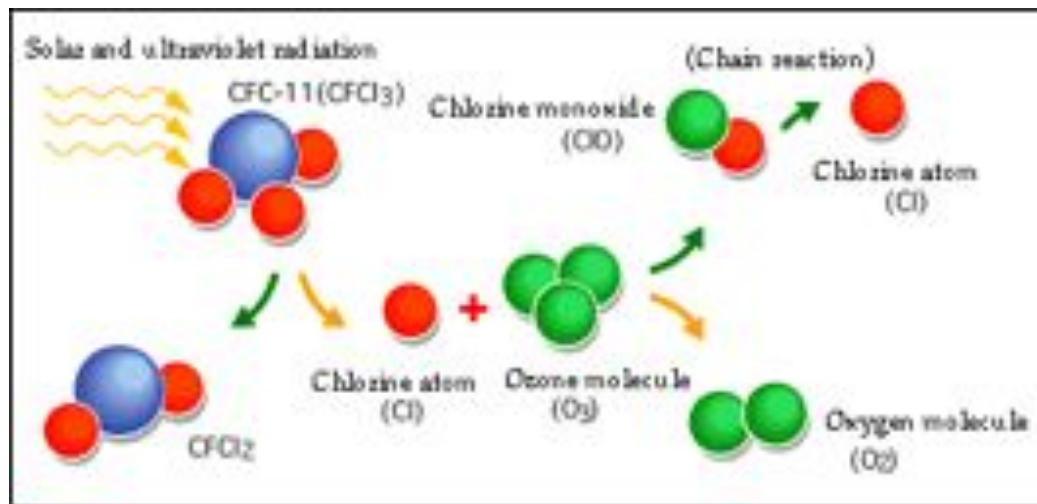
Devono contenere sostanze con precise caratteristiche: **gassose, molto stabili, non tossiche, non corrosive, poco costose**
Soluzione: CLOROFLUOROCARBURI (CFC)



es. CFCl_3

L'IMPREVISTO: stabili sì, ma NON ovunque

- 1) CFC restano stabili nella troposfera per anni
- 2) Entro 20 anni salgono nella stratosfera attraverso vari meccanismi
- 3) Qui assorbono radiazione UV che li scinde, generando radicali cloro molto reattivi che distruggono lo strato di ozono.



**UNA MOLECOLA
DI CFC PUO'
DISTRUGGERE
SINO A 100 000 (!!!)
MOLECOLE DI OZONO**

1987: ACCORDO STORICO PER BANDIRE I CFC

“There is no available measure of the contribution of CFCs to any observed ozone change”

**R.E. Heckert,
Du Pont Executive, 1988**

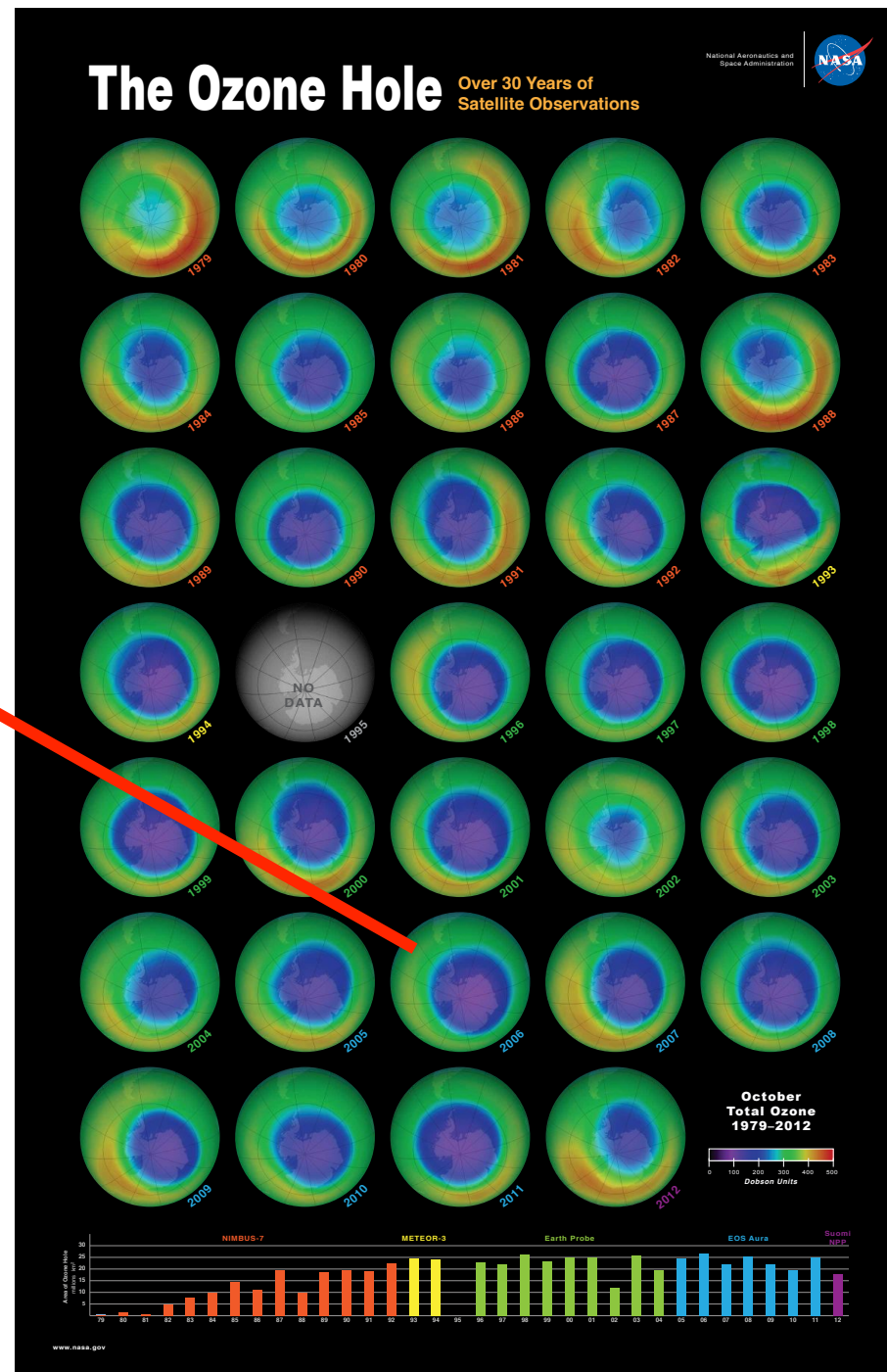


“BUCO” DELL’OZONO sull’Antartide 1979-2012 tra settembre e ottobre

2006
massimo storico

La Terra impiegherà
circa 100 anni per
rimarginare la ferita

<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>



USO INTENSIVO DEI COMBUSTIBILI FOSSILI: IMPATTO AMBIENTALE

Sappiamo che la tecnologia basata sui combustibili fossili, molto inquinanti – specie il carbone, ma anche il petrolio e, in misura minore, il gas – deve essere sostituita progressivamente e senza indugio.

Laudato Sì, 165

CONSUMI MONDIALI DI PETROLIO, 2015

95 milioni di barili al **giorno**



**5,5 CHILOMETRI
CUBI/anno**

5,5 mila miliardi di litri

INSIEME A ...

3500 miliardi m³ di gas

7,7 miliardi ton di carbone

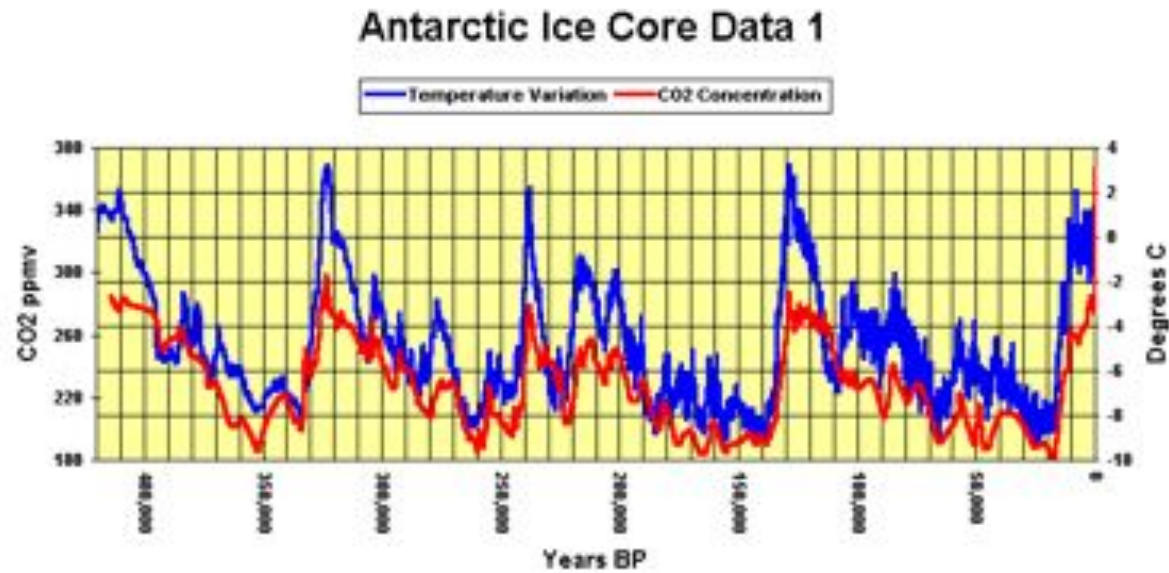
BP Statistical Reviews, 2016

**IMMESSE IN ATMOSFERA:
36 MILIARDI DI TONNELLATE DI CO₂ L'ANNO**



EFFETTO SERRA

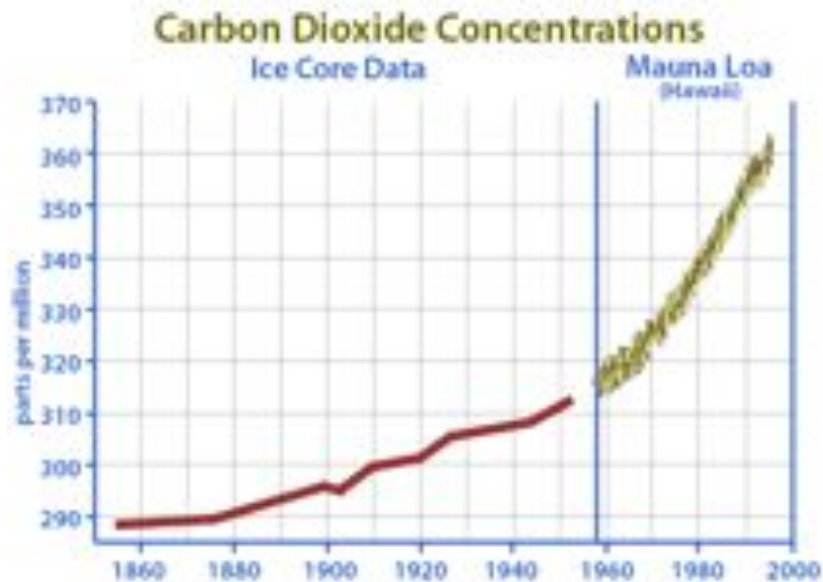
SAPPIAMO PER CERTO CHE CO₂ IN ATMOSFERA AUMENTA LA TEMPERATURA



**VOSTOK
STATION**



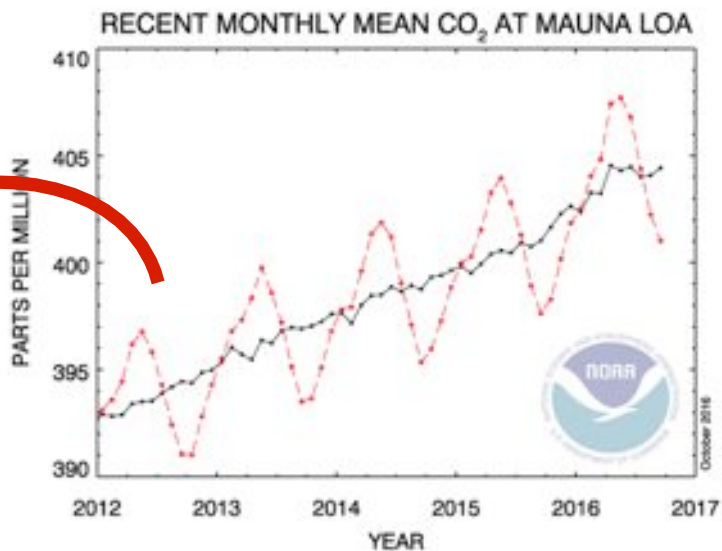
LA MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI CO₂



1850-2000



**IL RESPIRO, AFFATICATO,
DELLA TERRA**



2012-2016

IL RISCALDAMENTO È GIÀ IN ATTO

Ghiacciai nel mondo



CALOTTA ARTICA



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

DISTRUZIONE FORESTA BOREALE, NORD AMERICA



Canada: milioni di ettari di boschi divorati da insetti che prosperano per gli inverni più miti

INNALZAMENTO DEI MARI



NGM, Settembre 2013

**Se tutti i ghiacci si sciogliessero:
Simulazione per l'Europa**



REGIONI GIÀ COLPITE FORTEMENTE DAL PROBLEMA



Ummannaq Fjord
Groenlandia Occidentale
Aprile 2015



Atollo Tarawa
Kiribati, Micronesia
2015

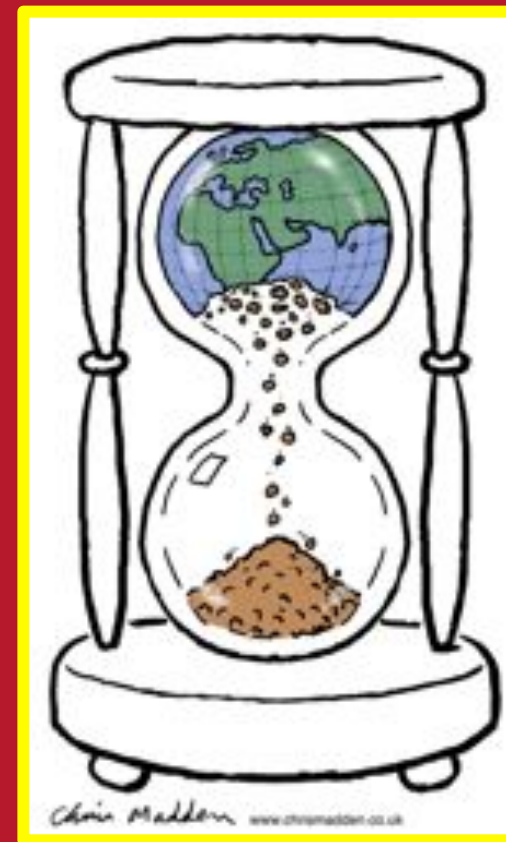
NGM, Novembre 2015

AUMENTO CO₂: ACIDIFICAZIONE DEGLI OCEANI



Distruzione della barriera corallina e dei microorganismi marini che sono alla base della catena alimentare

LA PRESSIONE SULLE RISORSE NATURALI



IL PETROLIO

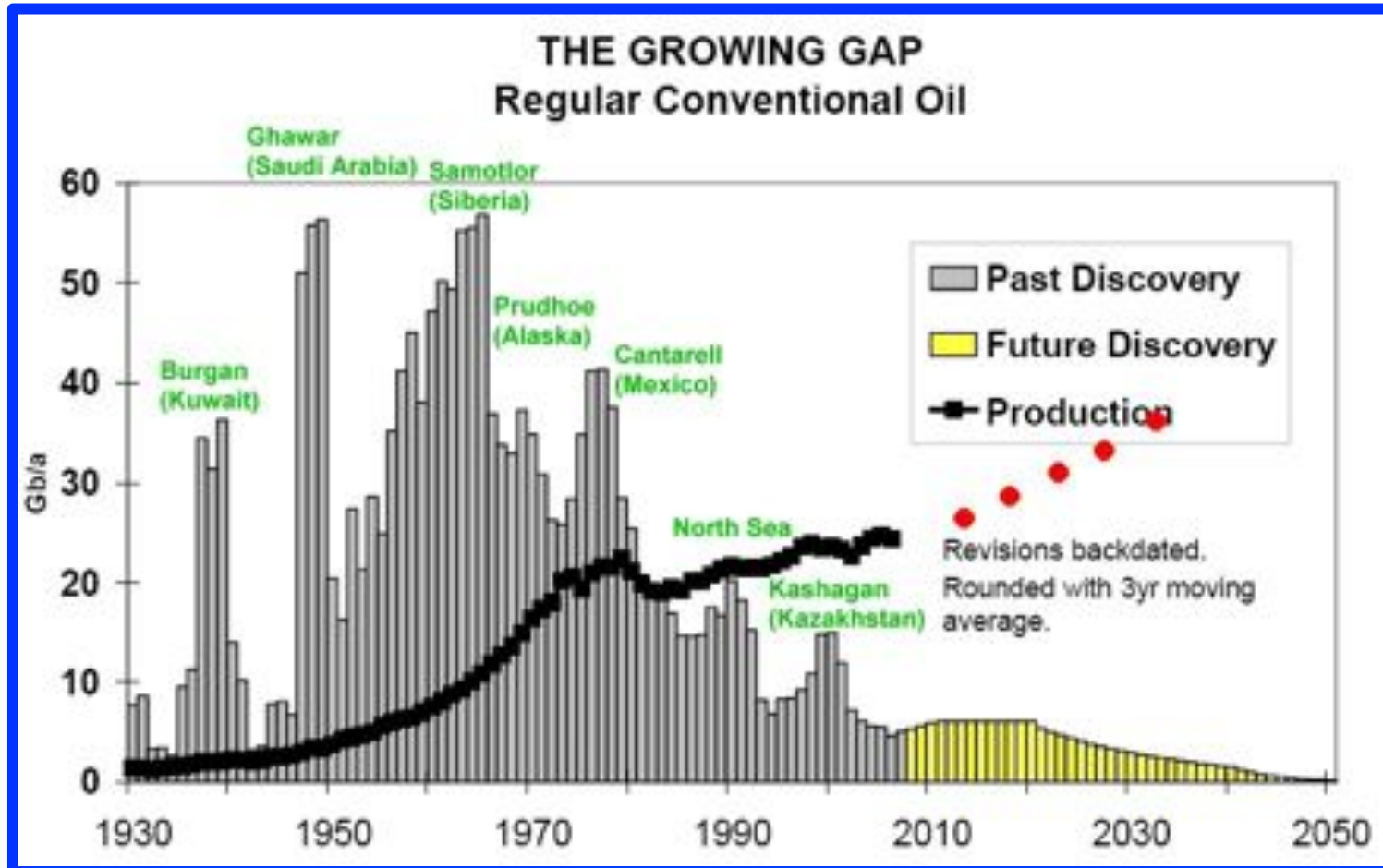
Petrolio **Convenzionale**
(petrolio facile)



Petrolio **NON Convenzionale**
(petrolio difficile, “estremo”)



IL PETROLIO CONVENZIONALE SI VA LENTAMENTE ESAURENDO



L'ERA DEI COMBUSTIBILI FOSSILI "ESTREMI"



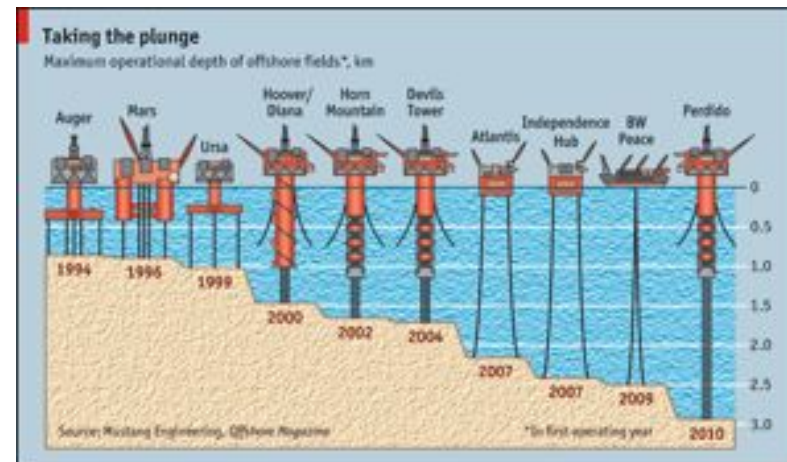
Sabbie bituminose



Petrolio/gas di scisto (fracking)

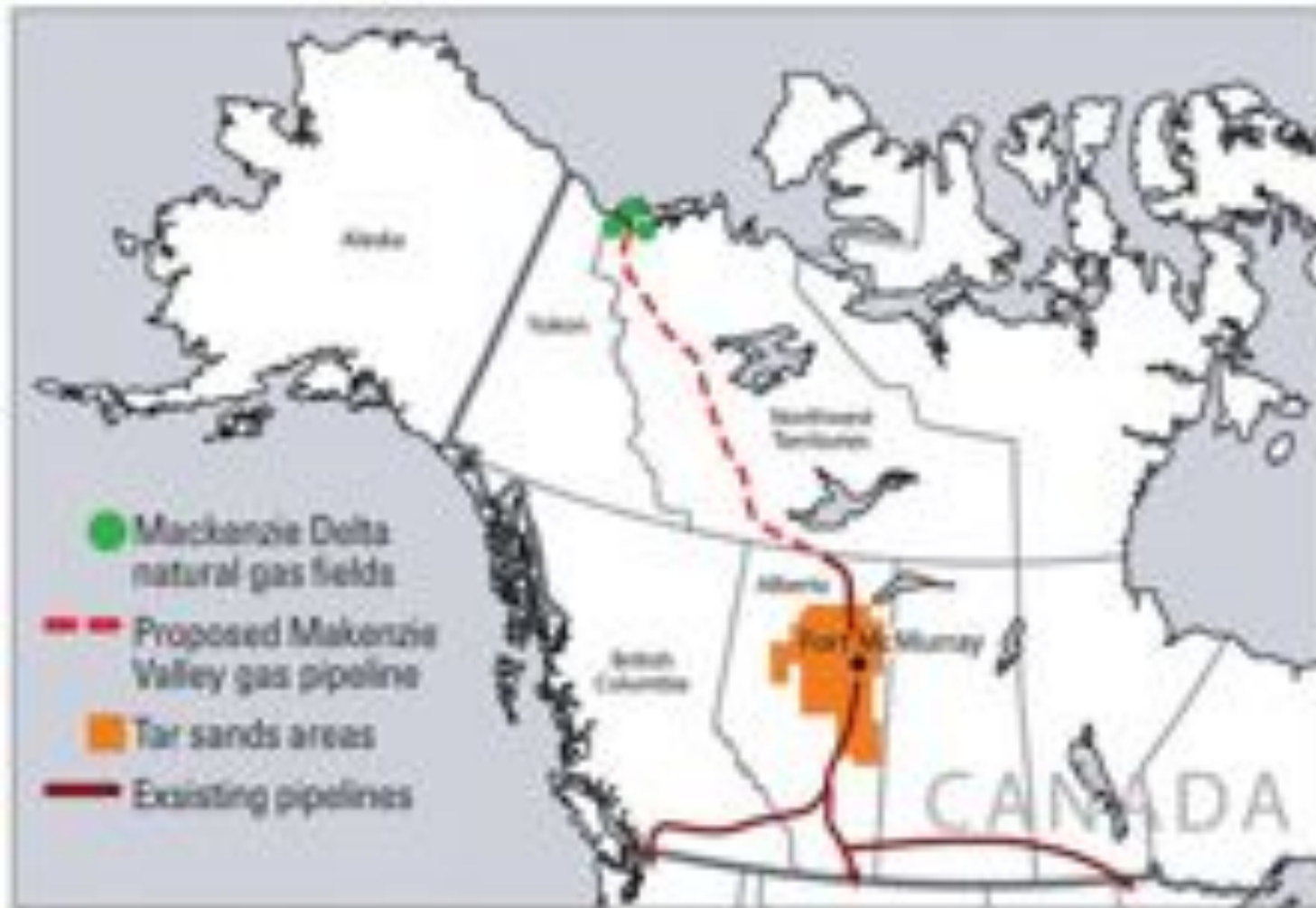


Estrazione in zone remote ...



... o nel mare a profondità crescenti

1- SABBIE BITUMINOSE, Alberta (Canada)



DISTRUZIONE DELLA FORESTA BOREALE CANADESE



1984



1996



<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/athabasca.php>

2001



2011

700 km²



<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/athabasca.php>



Nicola Armaroli, CNR, Bologna – Novara, 22 Ottobre 2016



National Geographic Magazine, Marzo 2009

EFFETTI ... INASPETTATI

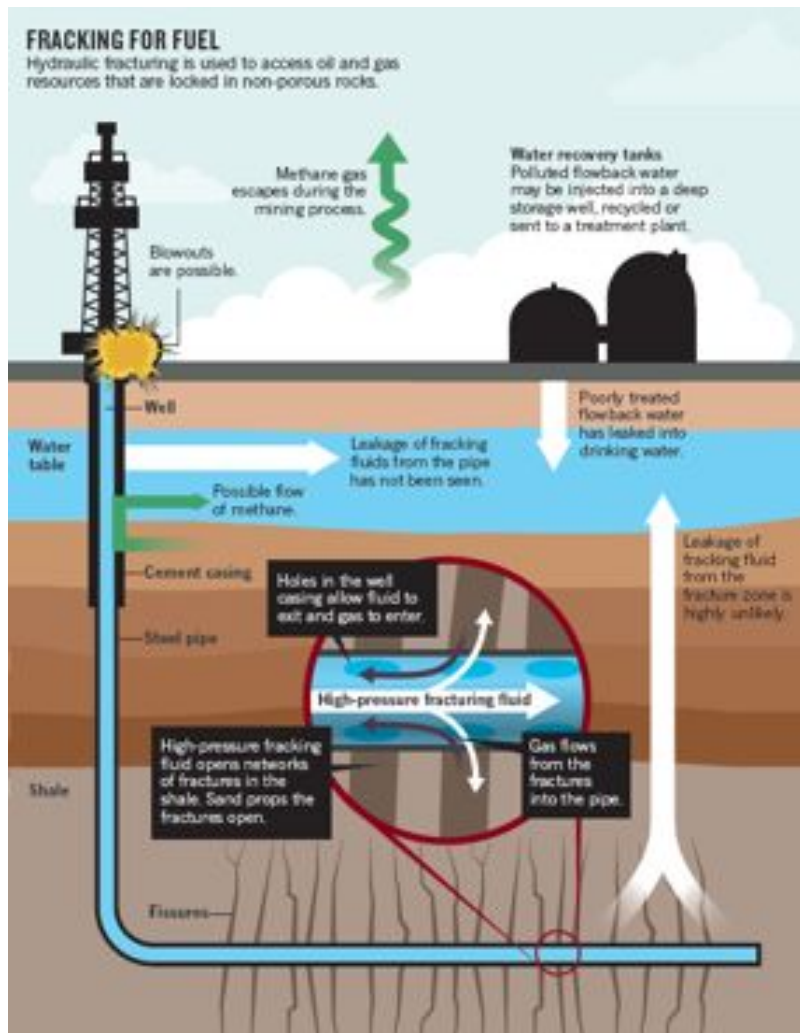


Nature 2010, 468, 499

*“Solo quando avrai abbattuto
l’ultimo albero, quando avrai
avvelenato l’ultimo fiume e quando
avrà pescato l’ultimo pesce, capirai
che il denaro non lo puoi mangiare”.*

Proverbio dei Nativi Americani

2- GAS E PETROLIO DA SCISTI: “FRACKING”



Danni ambientali e rischi

Contaminazione falde idriche

Rilascio di metano in atmosfera

Veloce declino produttivo: occorre trivellare in continuazione nuovi pozzi

Basso ritorno energetico

Terremoti indotti

Nature 2011, 477, 271

L'UOMO E' ORMAI CAPACE DI SCATENARE TERREMOTI



TIME, 21 Marzo 2016



2011



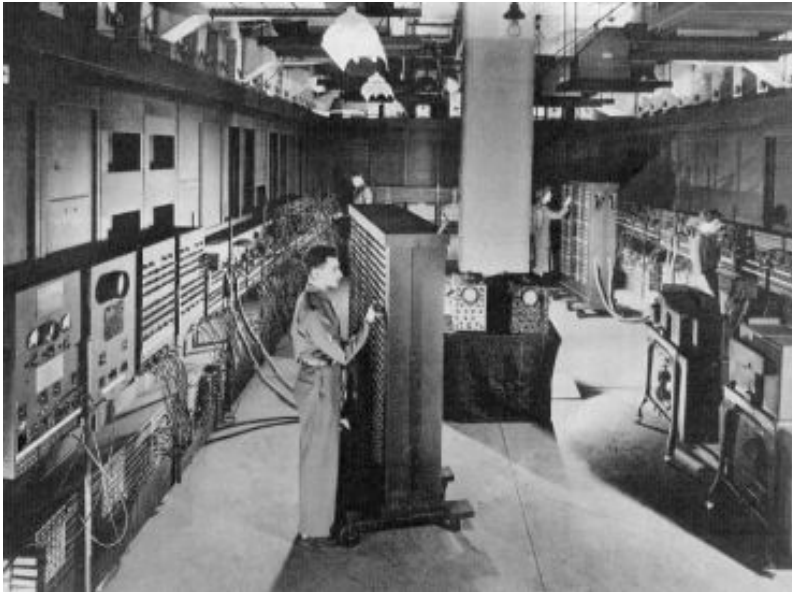
2016

IL PROGRESSO TECNOLOGICO E LA PRESSIONE SULLE RISORSE



IL COMPUTER

ENIAC, 1946



Peso: \approx 30 000 kg
Valvole: 19 000
Consumo: 200 000 W

QUESTO PORTATILE, 2016



Peso: 1,5 kg
Transistor: 1,3 miliardi
(dimensione 22 nanometri)
Consumo: 30 W

DEMATERIALIZAZIONE DELL'ECONOMIA?



129 grammi



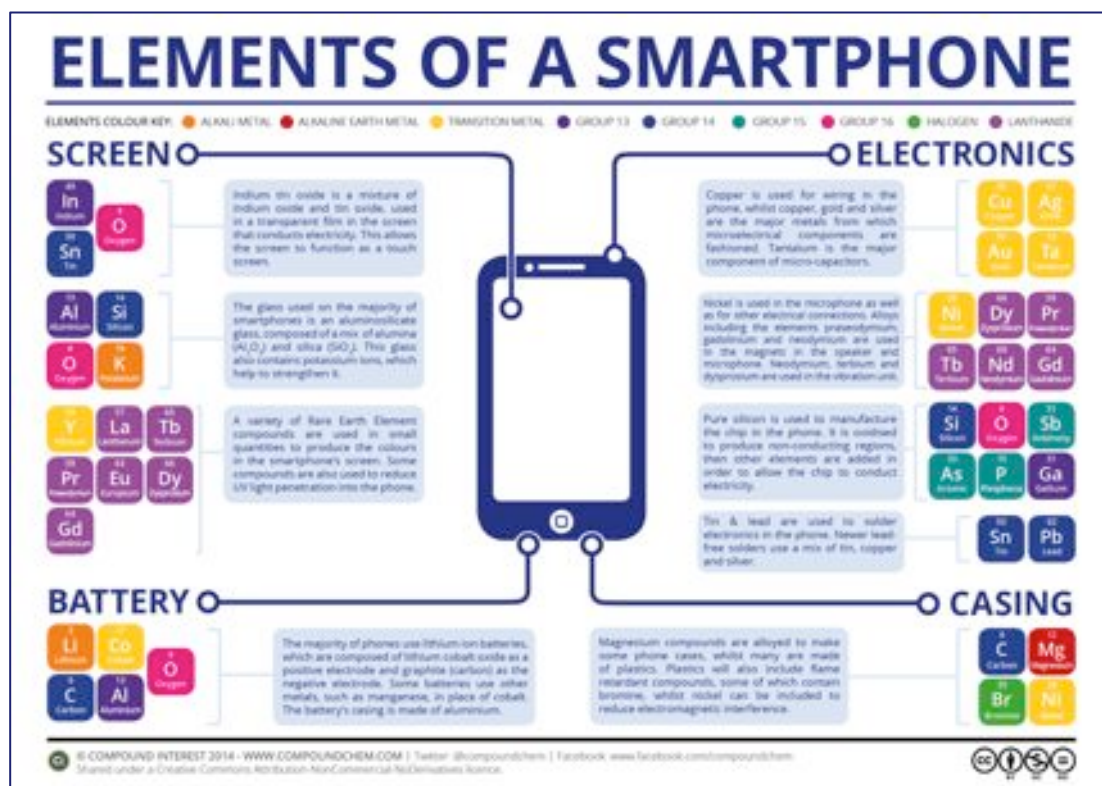
IL PREZZO DA PAGARE: UN USO PIÙ INTENSIVO DELLE RISORSE MATERIALI

2016

Smartphone: oltre **40** elementi chimici

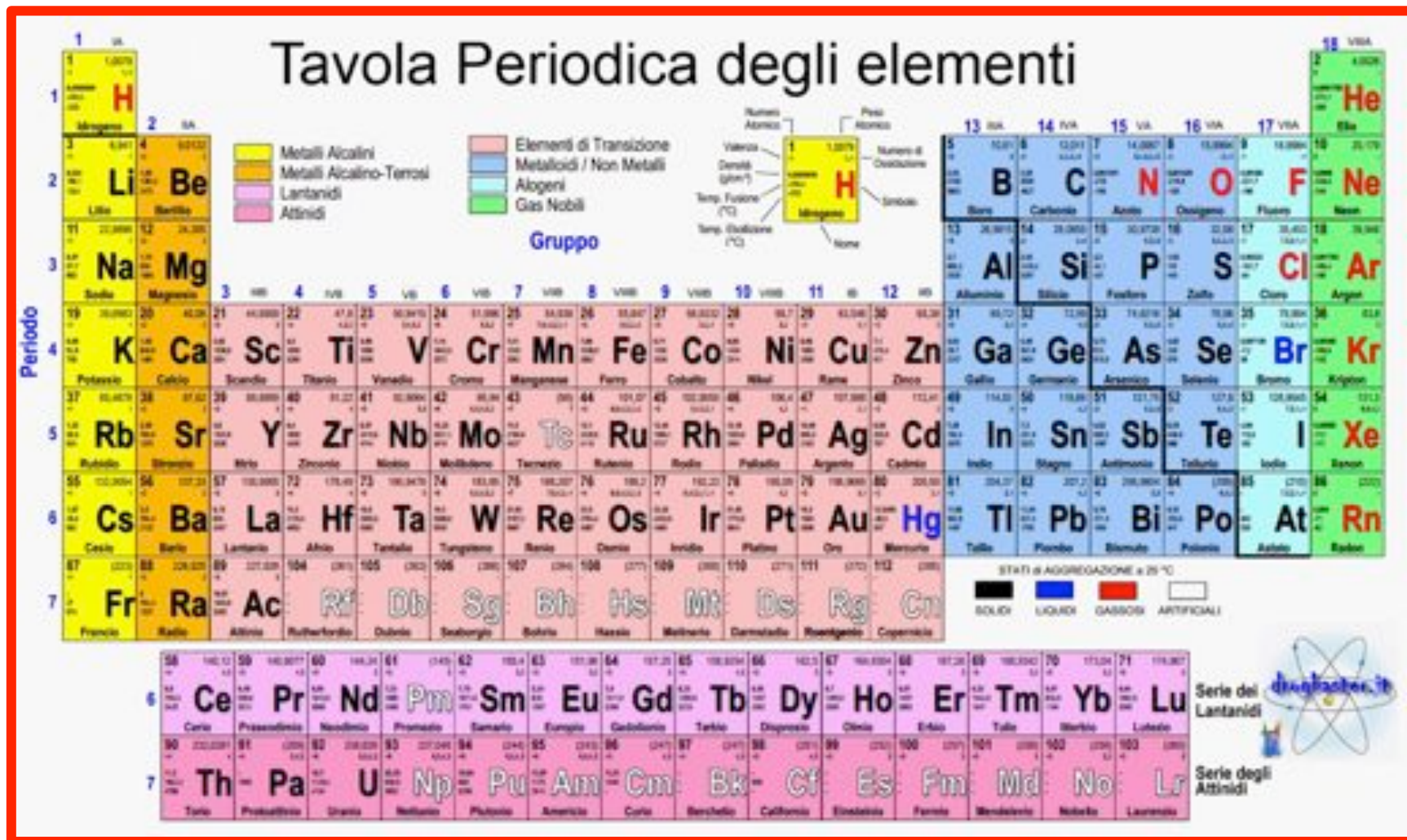
1990

Meno di **20** elementi
in un'intera casa

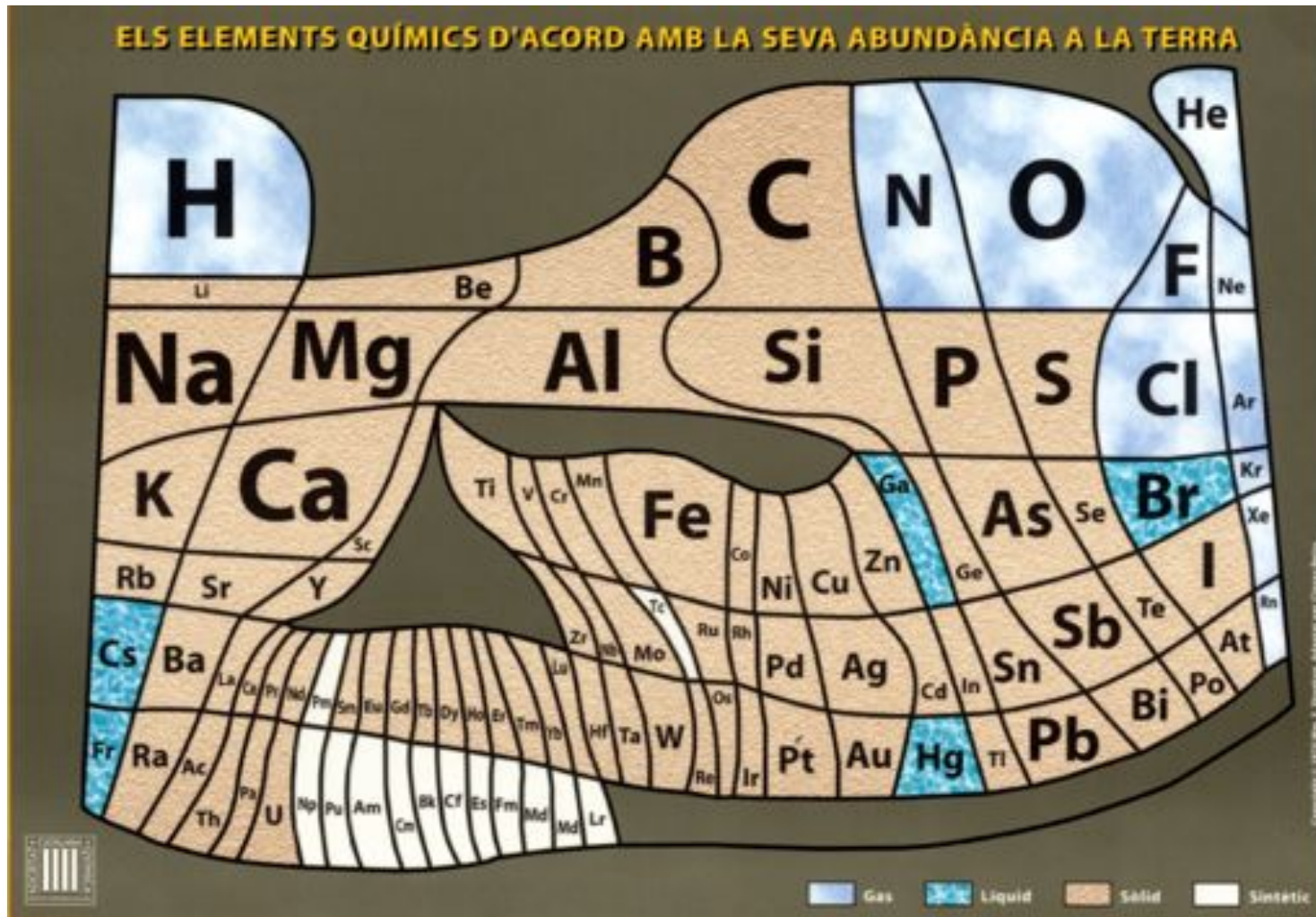


Source: <http://www.compoundchem.com>

LA TAVOLA PERIODICA (rappresentazione “democratica”)



LA TAVOLA PERIODICA (rappresentazione “reale”)



IMPATTO DELL'ESTRAZIONE DI MINERALI



**Bacino di decantazione di terre rare
Baotou, Cina**



Estrazione oro, Congo

NGM
Sett. 2013



**Bingham Canyon Cu Mine
Utah, USA
(Larga 4 km, profonda 1 km)**

TIME
15 Sett. 2015



L'ESTRAZIONE DI MINERALI PRODUCE RIFIUTI (altro ENORME problema)

Prelievi minerari e produzione di scarti (Mton/y)
(estrazione totale: > 50 miliardi ton/anno)

Mining activity	Total	Refined product	Waste
Coal	18,444	3,787	14,657
Building stone	14,186	10,430	3,756
Lignite	9,024	930	8,094
Copper	4,190	9.3	4,181
Petroleum	3,489	3,065	424
Iron	3,138	604	2,534
Gold	2,138	0.002	2,138
Phosphate	477	119	358
Nickel	403	0.72	402
Aluminum	302	101	201

Annu Rev. Environ. Resour. **2010**, 35, 109

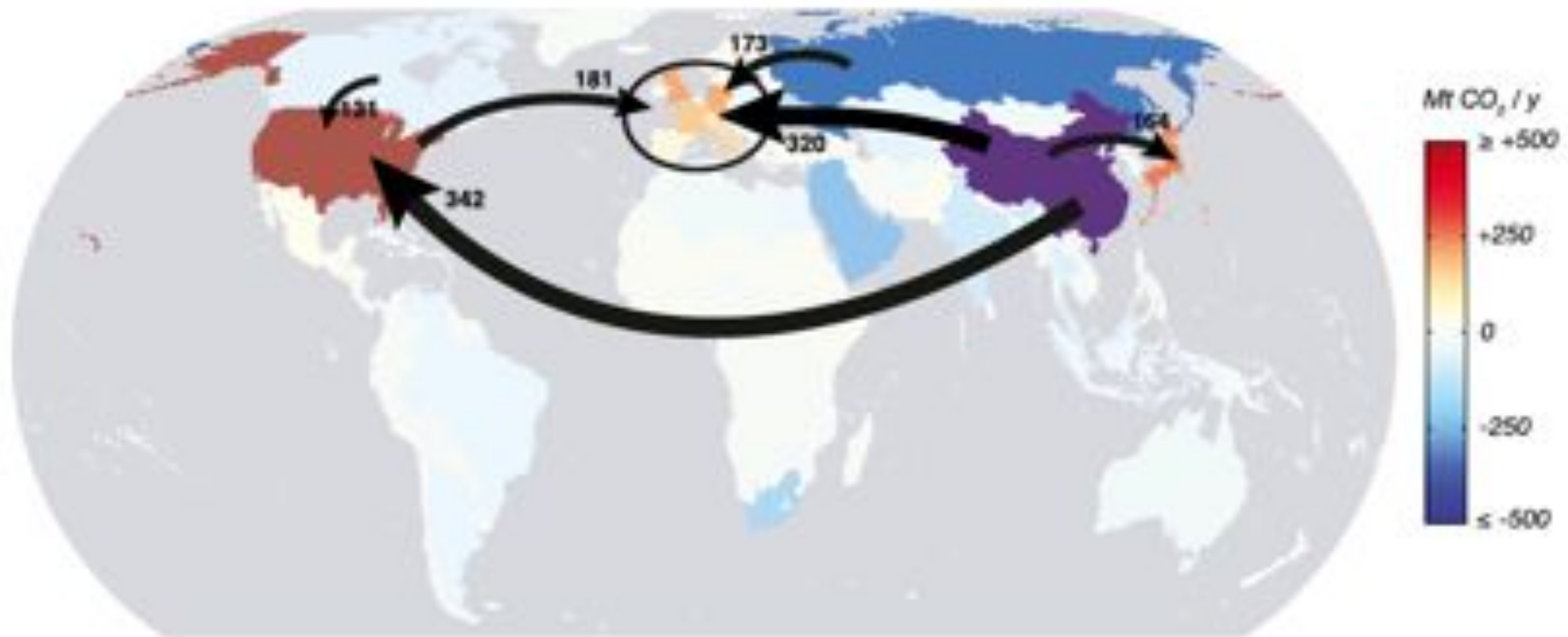
LE COMPLICAZIONI DELLA GLOBALIZZAZIONE ...



Martedì 18 Ottobre, 14e25

CO₂: CHI LA EMETTE?

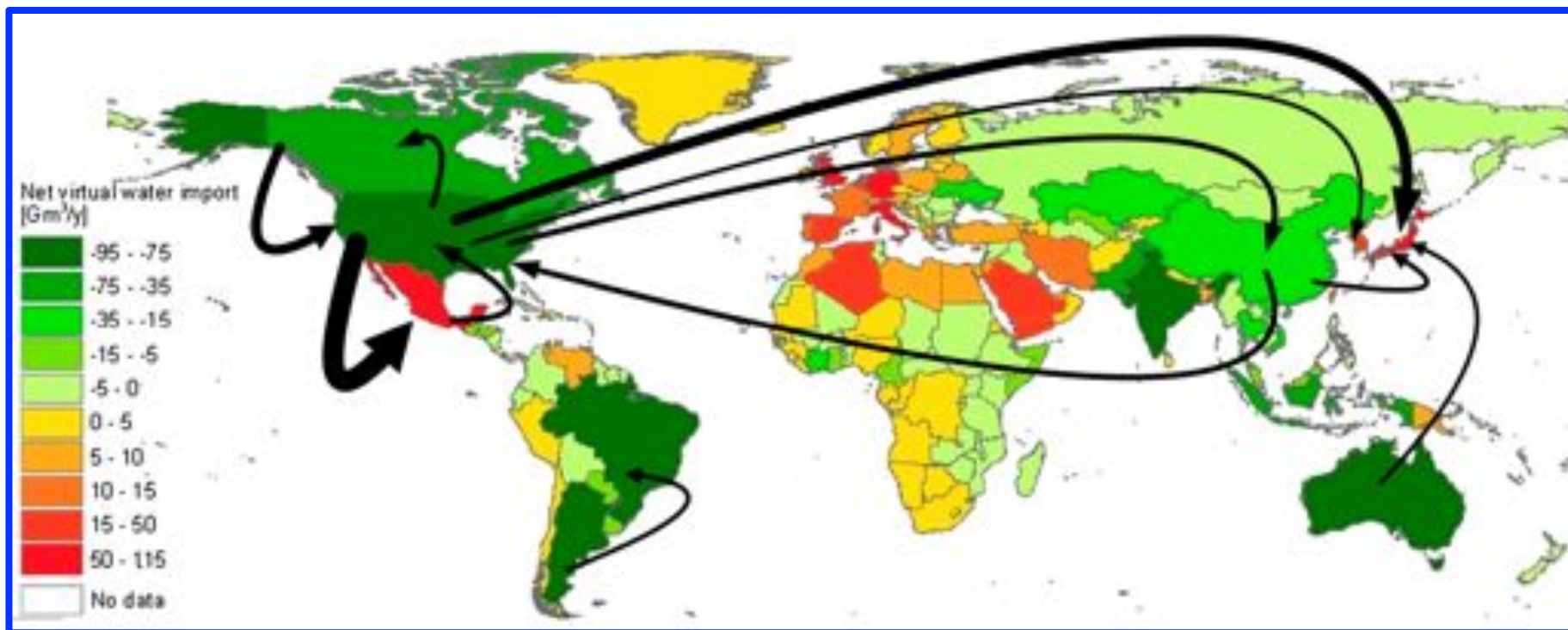
Flusso netto di emissioni di CO₂ incorporato in beni e servizi (Mton)



PNAS 2011, 108, 45

E L'ACQUA?

Acqua virtuale: il volume d'acqua necessario per produrre e commercializzare una merce o un servizio



L'Italia è il sesto importatore mondiale di acqua "virtuale"

100 miliardi di m³/anno

PNAS 2012, 109, 3232

NON SORPRENDE CHE IMPORTIAMO ACQUA ...



1 foglio di carta
11 litri



1 tazza di caffè
132 litri



1 l di birra
685 litri



0,5 kg di pane
730 litri



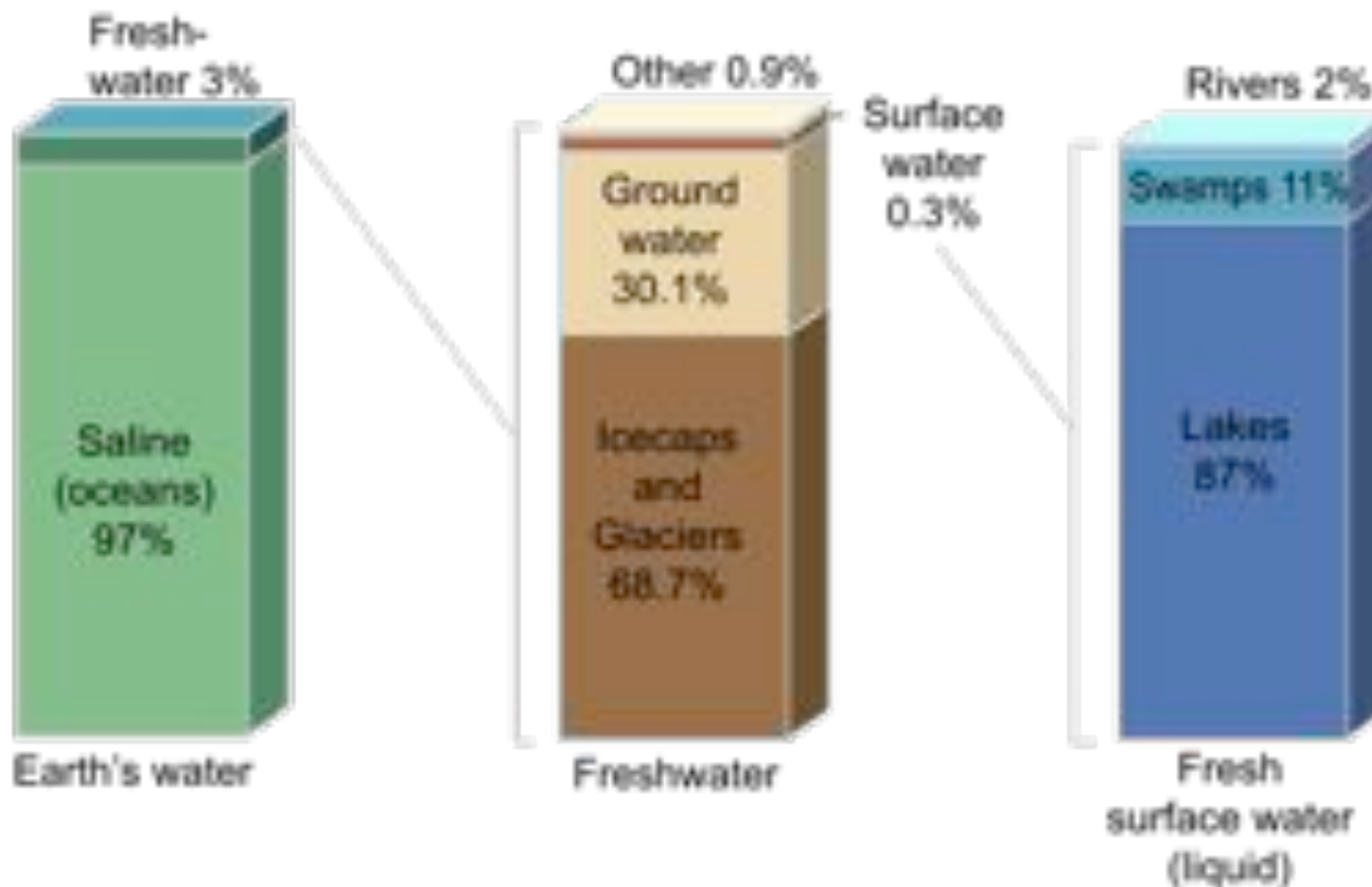
1 hamburger
1750 litri



1 T-shirt di cotone
2500 litri

Fonte: *US Geological Survey*
www.usgs.gov

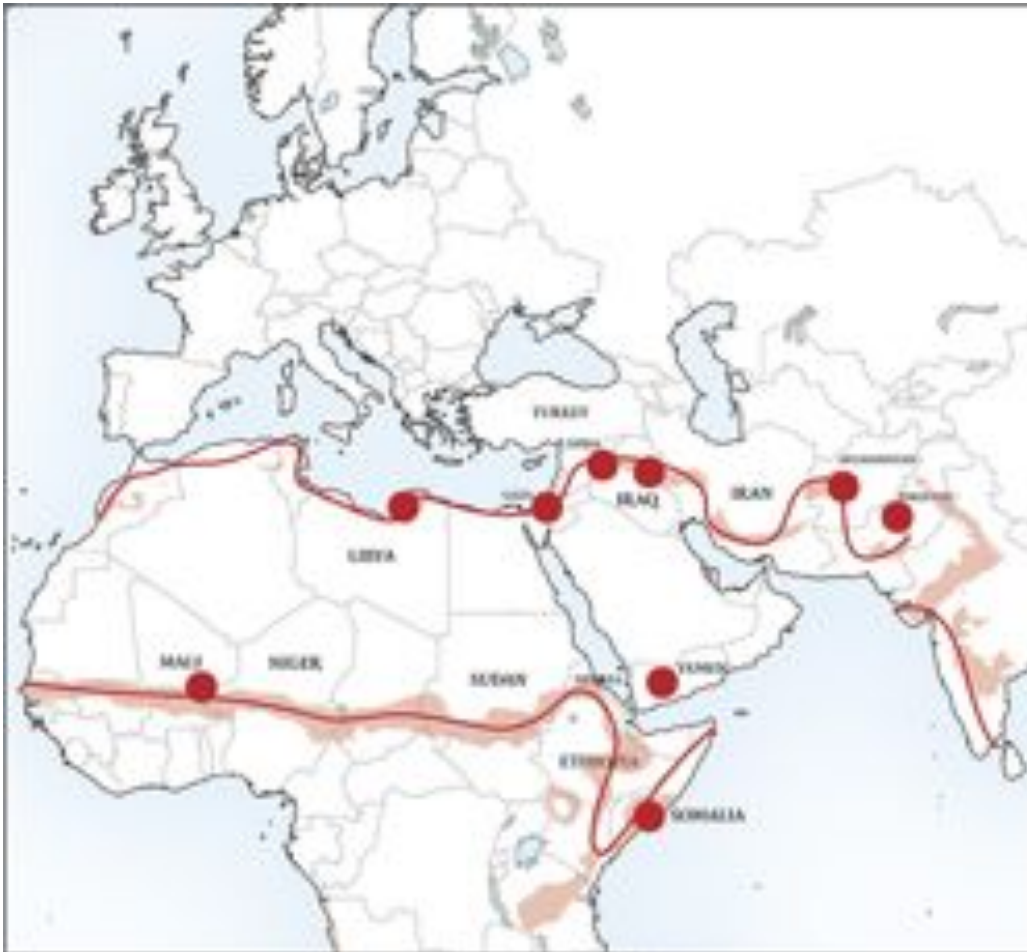
L'ACQUA È ABBONDANTE ... O NO?



Fonte: *US Geological Survey*
www.usgs.gov

ACQUA, GUERRA, CAMBIAMENTI CLIMATICI

La linea dell'aridità



Aree su cui cadono in media 200 mm di pioggia l'anno: il minimo per la coltivazione di cereali senza dover irrigare.

Daraa è una città siriana sulla linea dell'aridità. Colpita dalla più dura siccità mai registrata, nel 2011 è stata il centro della rivolta che ha dato inizio alla guerra civile siriana

IL FILO INVISIBILE CHE CI UNISCE



Yorkshire, 2015

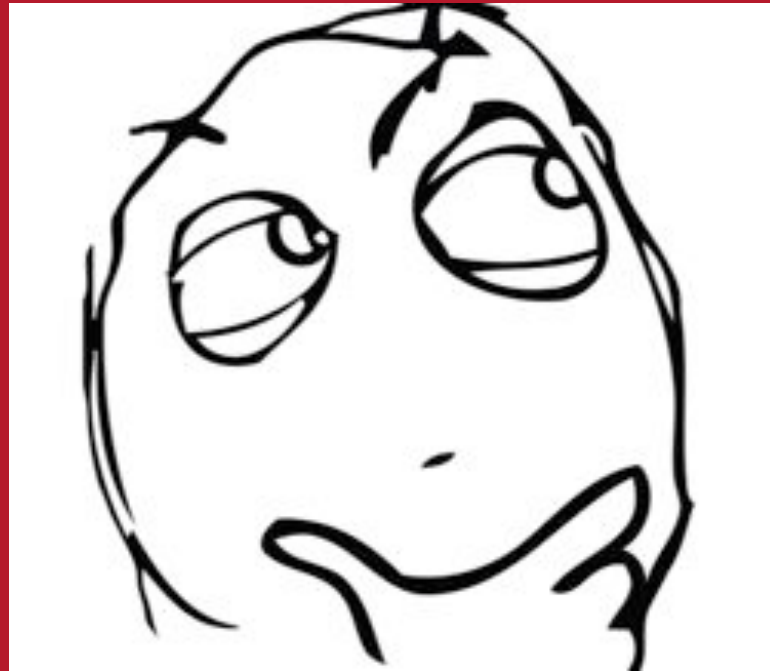


Canale di Sicilia, 2015

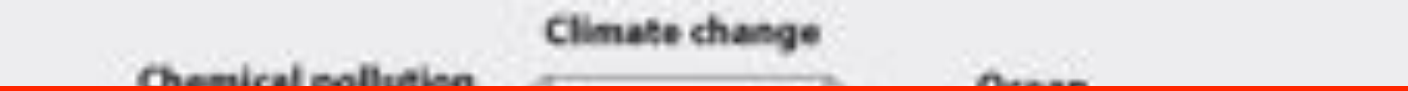
Vivo a Hebden Bridge, nello Yorkshire, una delle zone più colpite dalle inondazioni. È uno schifo, è tutto inzuppato. Ma sono vivo. Sono al sicuro. La mia famiglia è al sicuro. Non viviamo nella paura. Sono libero. Non ci sono pallottole che volano. Non ci sono bombe che scoppiano. Non sono costretto a lasciare la mia casa e non sono respinto da una delle nazioni più ricche del mondo, né attaccato dai suoi abitanti. Voi imbecilli che vomitate la vostra xenofobia, affermando che i soldi dovrebbero essere spesi solo “a casa nostra”, dovrete guardarvi bene allo specchio e farvi una domanda importante: sono un essere umano decente e rispettabile? Perché la vostra patria non è solo il Regno Unito, è tutto questo pianeta.

Liam Cox, cittadino britannico

E ALLORA ...?



PRENDERE ATTO CHE LA TERRA HA DEI LIMITI



Concentrazione della CO₂ nell'atmosfera: <350 ppm
(abbiamo superato 400 ppm)



Quantità di azoto prelevato dall'atmosfera: 40 Mt/a
(abbiamo superato 130 Mt/a)



Perdita di biodiversità: <10 specie per milione all'anno
(abbiamo superato 100 specie per milione all'anno)

Nature **2009**, 461, 472

Science **2015**, 347, 736

LA RADICE DEL PROBLEMA

Risorse naturali: **puro strumento di arricchimento**



Una foresta **non è solo** una riserva di legna o un terreno da sfruttare per arricchire **alcuni** con l'agricoltura intensiva.

È anche un produttore di ossigeno, un manto che protegge dalle frane, un regolatore del clima, l'habitat di milioni di specie vegetali e animali, un ... paesaggio da ammirare, ecc. , a beneficio di **tutti**

QUINDI NON SOLO RISORSE MA ANCHE SERVIZI!

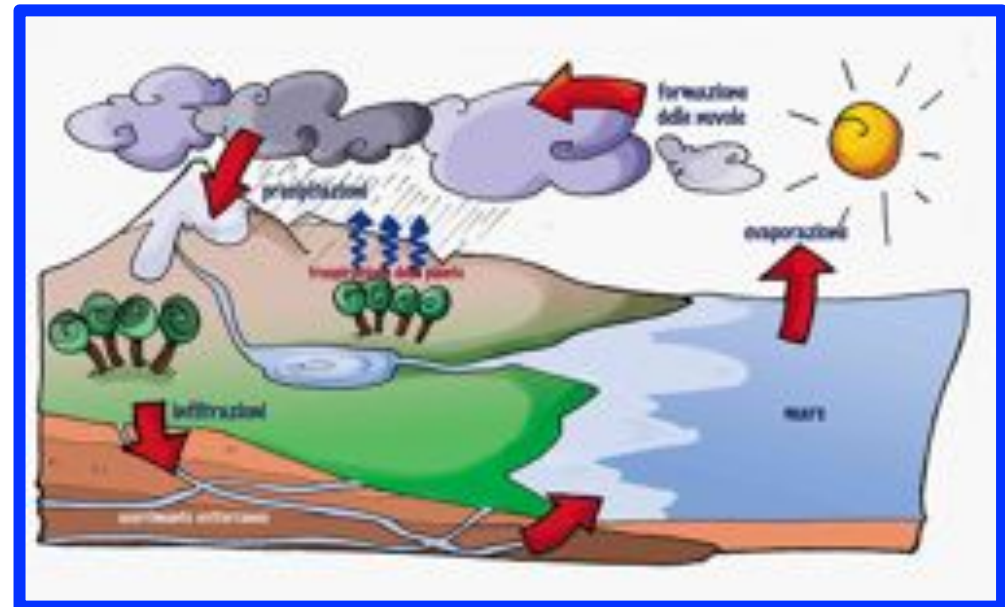
Impollinazione



For the want of bees. The extinction of bees in Maoxian County, China, has forced people to pollinate apple trees by hand.

Science 2009, 323, 1562

Ciclo dell'acqua



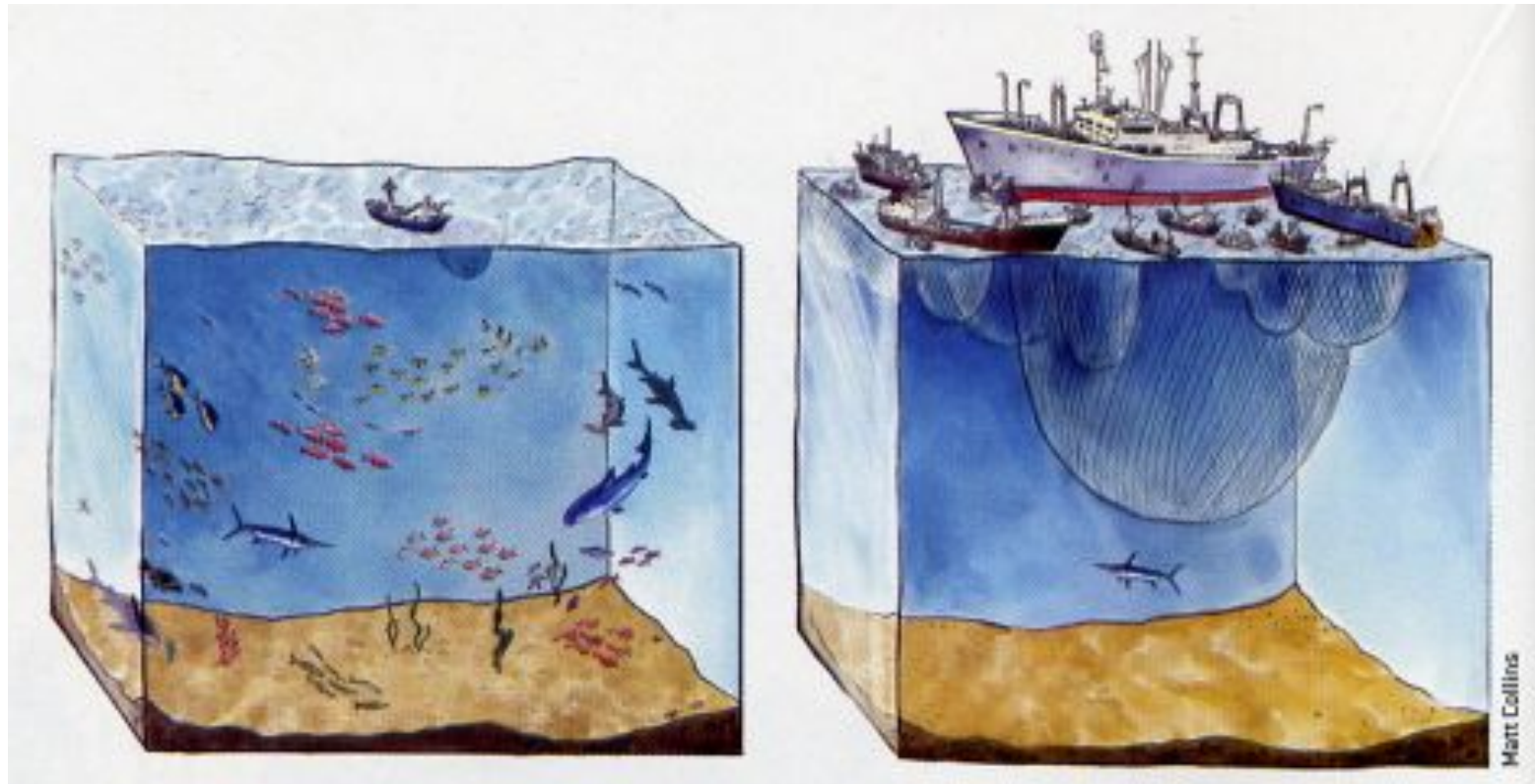
LA BASE DELL'ECONOMIA (E DELLA "CRESCITA") SONO LE RISORSE NATURALI

- **OSSIGENO** che respiriamo
- **CIBO** che mangiamo



L'ingegno umano ha realizzato prodigi
MA NON ILLUDIAMOCI
Dipendiamo **TOTALMENTE** dalla disponibilità
di **risorse e servizi** naturali
SOLO IN PARTE RIGENERABILI

LA CAPACITÀ RIGENERATIVA DELLE RISORSE RINNOVABILI HA UN LIMITE



Today, most fish stocks in the world are being used at or above their sustainable levels.

Seafood in Europe, EEA Report 25/2016, pp. 14-15

TRE OPZIONI PER LA NOSTRA CIVILTÀ

Non fare nulla e festeggiare per essere vissuti in un'epoca straordinaria, destinata a non durare a lungo



Sperare che l'umanità abbia un sussulto e cambi strada



Farsi venire in mente idee praticabili per salvare la Terra



LA RICCHEZZA GRATUITA: IL “CAPITALE NATURALE”



Stella Alpina



Bosco



Miniera

NON possiamo più usarlo gratis!





Compensazioni ambientali dirette

Tassazione sull'inquinamento



**Fondi di accantonamento
per l'ambiente e la ricerca**

OCCORRE COMUNQUE IL SENSO DEL LIMITE



**Operazioni di bonifica
sulle coste
della Louisiana (USA)
dopo la catastrofe della
piattaforma Deepwater Horizon**

**Scienza e tecnologia NON sono
la soluzione a tutti i nostri problemi**



La sobrietà e l'umiltà non hanno goduto nell'ultimo secolo di una positiva considerazione. Quando però si indebolisce in modo generalizzato l'esercizio di qualche virtù nella vita personale e sociale, ciò finisce col provocare molteplici squilibri, anche ambientali. Per questo non basta più parlare solo dell'integrità degli ecosistemi. Bisogna avere il coraggio di parlare dell'integrità della vita umana, della necessità di promuovere e di coniugare tutti i grandi valori. La scomparsa dell'umiltà, in un essere umano eccessivamente entusiastico dalla possibilità di dominare tutto senza alcun limite, può solo finire col nuocere alla società e all'ambiente. Non è facile maturare questa sana umiltà e una felice sobrietà se diventiamo autonomi, se escludiamo dalla nostra vita Dio e il nostro io ne occupa il posto, se crediamo che sia la nostra soggettività a determinare ciò che è bene e ciò che è male.

Laudato Sì, 224



“Se continueremo a consumare il mondo finché non ci sarà nient’altro da consumare arriverà allora un giorno, è assolutamente certo, in cui i nostri figli, o i loro figli, o i figli dei loro figli ripenseranno a noi – a me e a te – e si diranno: *Mio Dio, ma che razza di mostri erano questi?*”

Daniel Quinn