

SEMINARIO PROPEDEUTICO
26 MARZO 2021 (in webinar) dal Carmelo di Ciampino

CONVERSIONE DELLE ARMI NUCLEARI
IN AIUTI ALLO SVILUPPO

Nucleare di Pace: Economia di sviluppo sostenibile ed Ecologia integrale

Prof. Agostino Mathis

Prof. Agostino Mathis – Via Bertero, 61 – 00156 ROMA (Italy)
Cell. 338-1901198; E-mail: amathisit@yahoo.com

Il ridimensionamento del Pianeta Terra

Fino a 500 anni fa, la Terra era considerata stabile al centro dell'Universo, e il suo dominatore era l'Uomo.

Con **Galileo** la **Terra** è soltanto **uno dei numerosi pianeti del Sole.**

Col **XX secolo**, il **Sole** non è che **una delle oltre 200 miliardi di Stelle della Via Lattea**, che a sua volta non è che una delle molte centinaia (o migliaia) di miliardi di Galassie dell'Universo.

Da qualche anno, **ogni anno si scoprono migliaia di Pianeti extra-solari**, anche 3 o 4 per ogni Stella.

Di questi, **un 10% appaiono «pianeti rocciosi umidi»** (Wet Rocky Planets), **adatti alla vita come la conosciamo noi.**

Nella sola **nostra Galassia**, possiamo quindi avere **decine di miliardi di Wet Rocky Planets**, potenzialmente **simili al Pianeta Terra.**

The Case for a Gaian Bottleneck: The Biology of Habitability

Aditya Chopra and Charles H. Lineweaver

Abstract

The prerequisites and ingredients for life seem to be abundantly available in the Universe. However, the Universe does not seem to be teeming with life. The most common explanation for this is a low probability for the emergence of life (an emergence bottleneck), notionally due to the intricacies of the molecular recipe. Here, we present an alternative Gaian bottleneck explanation: If life emerges on a planet, it only rarely evolves quickly enough to regulate greenhouse gases and albedo, thereby maintaining surface temperatures compatible with liquid water and habitability. Such a Gaian bottleneck suggests that (i) extinction is the cosmic default for most life that has ever emerged on the surfaces of wet rocky planets in the Universe and (ii) rocky planets need to be inhabited to remain habitable. In the Gaian bottleneck model, the maintenance of planetary habitability is a property more associated with an unusually rapid evolution of biological regulation of surface volatiles than with the luminosity and distance to the host star. Key Words: Life—Habitability—Gaia—Abiogenesis habitable zone (AHZ)—Circumstellar habitable zone (CHZ). *Astrobiology* 16, 7–22.

...continua...

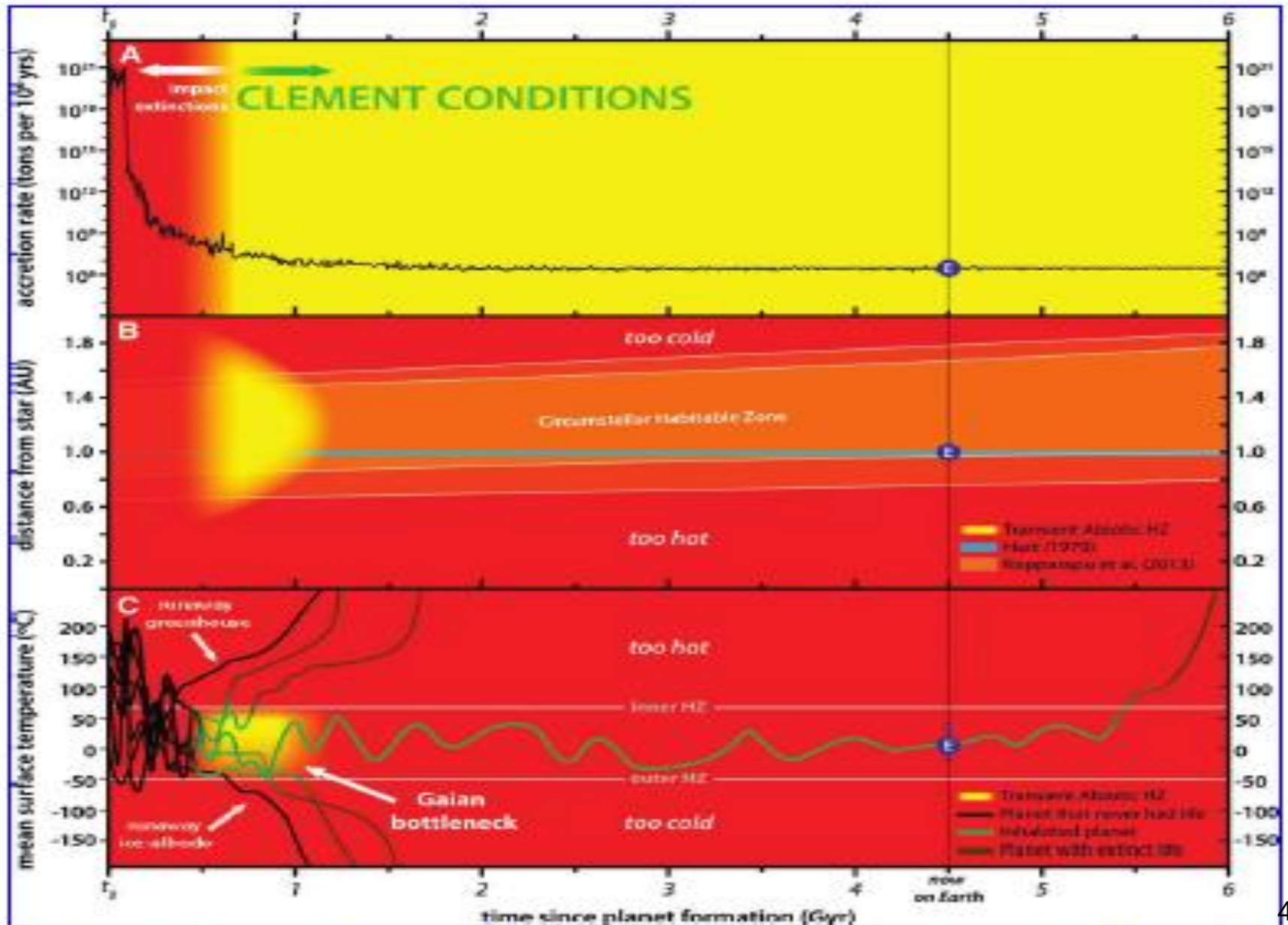


FIG. 6. Bombardment, habitable zones, and the Gaian bottleneck. (A) Early heavy bombardment and the Gaian bottleneck for the first ~0.5 billion years, indicated by red in all three panels. These impacts produce heat pulses and remove

...continua...

FIG. 6. Bombardment, habitable zones, and the Gaian bottleneck. (A) Early heavy bombardment precludes life for the first ~ 0.5 billion years, indicated by red in all three panels. These impacts produce heat pulses and both deliver and remove volatiles (Elkins-Tanton, 2011). Thus, the amount of H_2O at the surface is highly variable during this period. The phase of the H_2O at the surface is also highly variable during this period because of impact-induced alternation between greenhouse warming and ice-albedo runaway. (B) The width of the CHZ is usually considered to be a function of physics and chemistry but is often computed without the largely uncertain influence of clouds and placed between Venus (0.7 AU) and Mars (1.5 AU). Here the blue region is from the work of Hart (1979), and the orange regions are based on estimates by Kopparapu *et al.* (2013) for the conservative (light orange) and optimistic (dark orange) limits. Life plays no role in these computations. The $\sim 30\%$ increase in the luminosity of the Sun since its formation is responsible for the outward migration of the traditional CHZ and some of the narrowness of Hart's continuously habitable zone. The yellow zone in (B) represents our speculative version of a short-lived abiotic habitable zone at the tail end of the impact-induced thermal instabilities shown in the first billion years of panel (C). The width of the abiotic habitable zone begins with a fairly wide range of semimajor axes but lasts only from ~ 0.5 to ~ 1 Gyr and then shrinks to zero. After ~ 1 Gyr, rapid impact-induced thermal excursions diminish, and surface temperatures drift away and run away from habitability. Planets become devolatized because of the runaway greenhouse effect (top of panel C), and because liquid water condenses out into ice due to the runaway ice-albedo effect (bottom of panel C), with no abiotically stable zone between them. The early evolution of Gaian regulation may be the main feature responsible for maintaining the surface temperature of Earth within a habitable range for the past ~ 4 billion years (Lovelock, 2000). (Color graphics available at www.liebertonline.com/ast)

AU: astronomical unit. Originally conceived as the average of Earth's aphelion and perihelion, it is now defined as exactly 149597870700 metres (about 150 million kilometres, or 93 million miles).

AHZ: abiogenesis habitable zone.

CHZ: circumstellar habitable zone.

...continua... 5

Il Pianeta Terra in una fase glaciale a «palla di neve»



From: https://it.wikipedia.org/wiki/Terra_a_palla_di_neve#/media/File:Sea_ice_terrain.jpg

...continua...

8. Conclusion

We are proposing a potentially universal sequence of events on initially wet rocky planets that can be summarized thusly:

First ~0.5 Gyr: Hot, high bombardment, uninhabitable.

~0.5 to ~1.0 Gyr: Cooler, reduced bombardment, continuous volatile loss.

~0.5 to ~1.0 Gyr: Emergence of life in an environment with a tendency to evolve away from habitability.

~1.0 to ~1.5 Gyr: Inability to maintain habitability, followed by extinction. As a rare alternative, this period would experience the rapid evolution of Gaian regulation and the maintenance of habitability, followed by the persistence of life for several billion more years.

Between the early heat pulses, freezing, volatile content variation, and runaway positive feedbacks, maintaining life on an initially wet rocky planet in the habitable zone may be like trying to ride a wild bull. Most life falls off. Life may be rare in the Universe, not because it is difficult to get started, but because habitable environments are difficult to maintain during the first billion years.



Cyborgs will replace humans and remake the world, **James Lovelock** says.

From: <https://www.nbcnews.com/mach/science/cyborgs-will-replace-humans-remake-world-james-lovelock-says-ncna1041616>

...continua... 8

James Lovelock “Gaia theory”, and nuclear energy

James Lovelock turned 100 in 2019 and celebrated by publishing a new book — on **artificial intelligence**.

But he is known as much more of an old-fashioned scientist and compares himself to Darwin and Faraday in that **he also likes to work alone, outside of institutions**.

Nevertheless, though you may not know his name, he is among the most influential scientists of the 20th century, having developed — and then, over the course of decades of writing, refined and refashioned — what is called the “**Gaia theory**”, or the principle that **Earth’s ecosystem is a single, living, self-regulating entity**.

(omissis)

From: <https://nymag.com/intelligencer/2019/10/james-lovelock-on-nuclear-power-and-if-ai-can-stop-warming.html> 9
...continua...

...continua...

When you allow yourself to be optimistic, how do you see the next few decades unfolding?

Well, I won't be here for one, so I won't see them. **But I think we will have to curb our tendency to burn fossil fuels.** And I think the big companies are beginning to realize themselves that you can't make money that way. **What replaces it, I hope, is nuclear, but probably they'll mess about with renewables for awhile until they find their way to nuclear.**

Why do you think it has been so difficult to get nuclear power going again? Because there's propaganda. I think the coal and oil business fight like mad to tell bad stories about nuclear.

Why is that? Because historically they haven't seen renewables as the same scale of threat?

Yeah. I mean, when you look at the death rates in the nuclear industry, it's almost ludicrously low. In this country, I think, it doesn't exist at all. Nobody's been hurt.

...continua... 10

...continua...

And even if you look at the worst disasters, they're nothing compared with the damage that's done by burning coal.

That's right. **It's a fake business.** And it's amazing that people have been persuaded by it. I wish you journalists would write out what happened, because just after World War II, there was a lot of interest in using nuclear power and the politicians are all for it. In fact, one of them said, it'll be so cheap, it will be impossible to meter it. Which is — would that it were true! **But the people with loads of money in the oil industry made sure that never happened. And of course the greens played along with it. There's bound to have been some corruption there — I'm sure that various green movements were paid some sums on the side to help with propaganda.**

...continua...

Just the word *nuclear* conjures such fears now. It's almost as though, if it had just been called a different thing, the public would have been much more receptive to it. And if we don't move into nuclear more aggressively, do you think there's any hope that we avoid, say, two degrees of warming? Or is that basically inevitable?

I wish I knew. People have to ask the questions of the financial people — there's the real driver. **The reason we're continuing to burn fossil fuels is that all the money's invested in it, right? I find it almost hilarious.**

(omissis)

And then you just applied the same perspective to Earth. It may be that I'm too worried about climate change, but I have a hard time adopting the same point of view.

I think we can extend the lifespan of the current system using nuclear power. But we are near the edge, in terms of keeping the thing going. Any further interference is likely to be disastrous.

Homo erectus, Africa, circa 1 milione di anni fa...



Figure 1 Humans harnessing fire set us apart from all other species and on the energy course we still find ourselves on today. Fire provided heat and light, security from wild animals, a means to cook meat, enhancing calorie intake, and a means to manufacture tools and weapons. These early humans had calculated that the risk of burning a hand was outweighed by the aforementioned benefits of having fire. Wood is a solar energy store that can be burned when we identify the need of its benefits.

From: <http://euanmearns.com/energy-and-mankind-part-1/>

La fortunosa vicenda del Genere *Homo*

La «**gestione del fuoco**» è stata la **dote distintiva** del **genere *Homo*** rispetto a tutti gli altri animali.

Nell'ultimo milione di anni, sopravvivendo ad **una decina di ere glaciali**, il genere *Homo* ha dato luogo ad un «**cespuglio**» di **specie più o meno intelligenti**, tra cui la ***Neanderthal***, e infine la ***Sapiens***, che è riuscita, coraggiosamente e fortunatamente, a sopravvivere fino ad oggi.

Che sia stata **la sfida delle ere glaciali a selezionare i più intelligenti?**

GLACIAL-INTERGLACIAL ICE CORE DATA

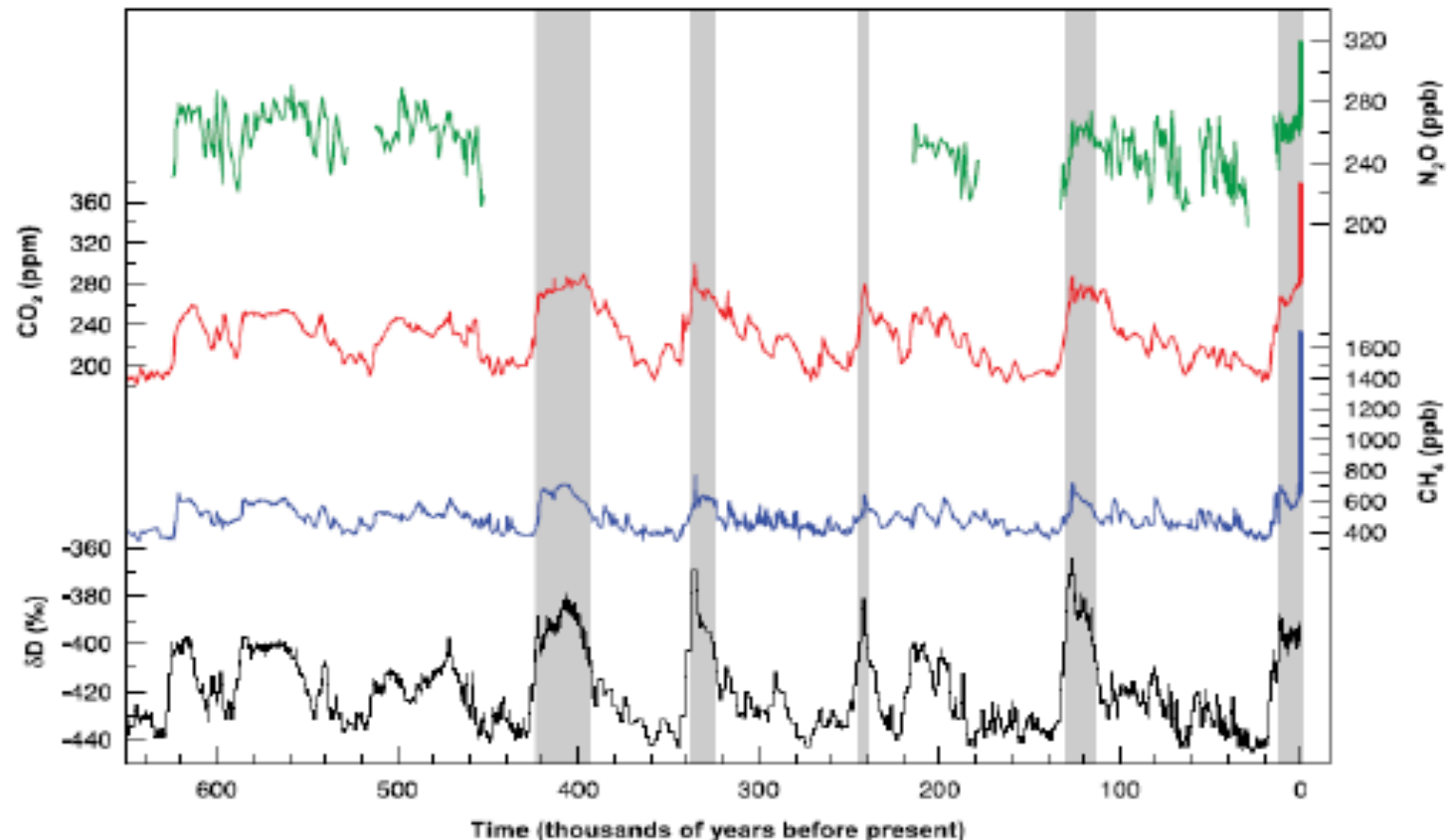


Figure TS.1. Variations of deuterium (δD) in antarctic ice, which is a proxy for local temperature, and the atmospheric concentrations of the greenhouse gases carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O) in air trapped within the ice cores and from recent atmospheric measurements. Data cover 650,000 years and the shaded bands indicate current and previous interglacial warm periods. (Adapted from Figure 6.3)

Fig. 4 – Alternanza di periodi glaciali ed interglaciali durante l'ultimo milione di anni. (Da: IPCC "Climate Change 2007 – The Physical Science Basis - Technical Summary – TS.2 Changes in Human and Natural Drivers of Climate – TS.2.1 Greenhouse Gases - TS.2.1.1 Changes in Atmospheric Carbon Dioxide, Methane and Nitrous Oxide" <http://www.ipcc.ch/>).

Interazioni tra clima ed evoluzione umana

Da **almeno un milione di anni** il clima influenza profondamente l'evoluzione umana, in particolare nel **continente africano**:

- **fasi calde e umide** favoriscono l'aumento delle popolazioni e la **comparsa di nuove specie**;
- **fasi fredde ed aride**, aggravate da **eruzioni di supervulcani** e conseguenti inquinamenti atmosferici, **selezionano le specie vincenti**.

Da **almeno ottomila anni**, ***Homo sapiens*** influisce sulle tendenze del clima terrestre.

La storia della popolazione umana: la deglaciazione ed il neolitico

Con la fine dell'ultima era glaciale, **circa 11.000 anni fa**, e probabilmente proprio grazie alla conseguente **stabilizzazione del clima**, ***Homo sapiens*** fu in grado di adottare su larga scala **le tecniche dell'agricoltura e dell'allevamento**, e quindi di costruire **centri stanziali** sempre più vasti (periodo delle **civiltà neolitiche**). Comunque, il tasso di incremento della popolazione **non dovette mai superare lo 0,1% all'anno**.

Da: P. Pellegrini "Meno nascite: futuro a rischio" il nostro tempo – 30 Ottobre 2011.

Nature Unbound III: Holocene climate variability (Part A)

Posted on [April 30, 2017](#) | [124 Comments](#)

by Javier

First in a two part series on Holocene climate variability.

Summary: Holocene climate is characterized by two initial millennia of fast warming followed by four millennia of higher temperatures and humidity, and a progressively accelerating cooling and drying for the past six millennia. These changes are driven by variations in the obliquity of the Earth's axis. The four millennia of warmer temperatures are called the Holocene Climatic Optimum which was 1-2°C warmer than the Little Ice Age. This climatic optimum was when global glaciers reached their minimum extent. The Mid-Holocene Transition, caused by orbital variations, brought a change in climatic mode, from solar to oceanic dominated forcing. This transition displaced the climatic equator, ended the African Humid Period and increased El Niño activity.

From: <https://judithcurry.com/2017/04/30/nature-unbound-iii-holocene-climate-variability-part-a/>

...continua...

...continua...

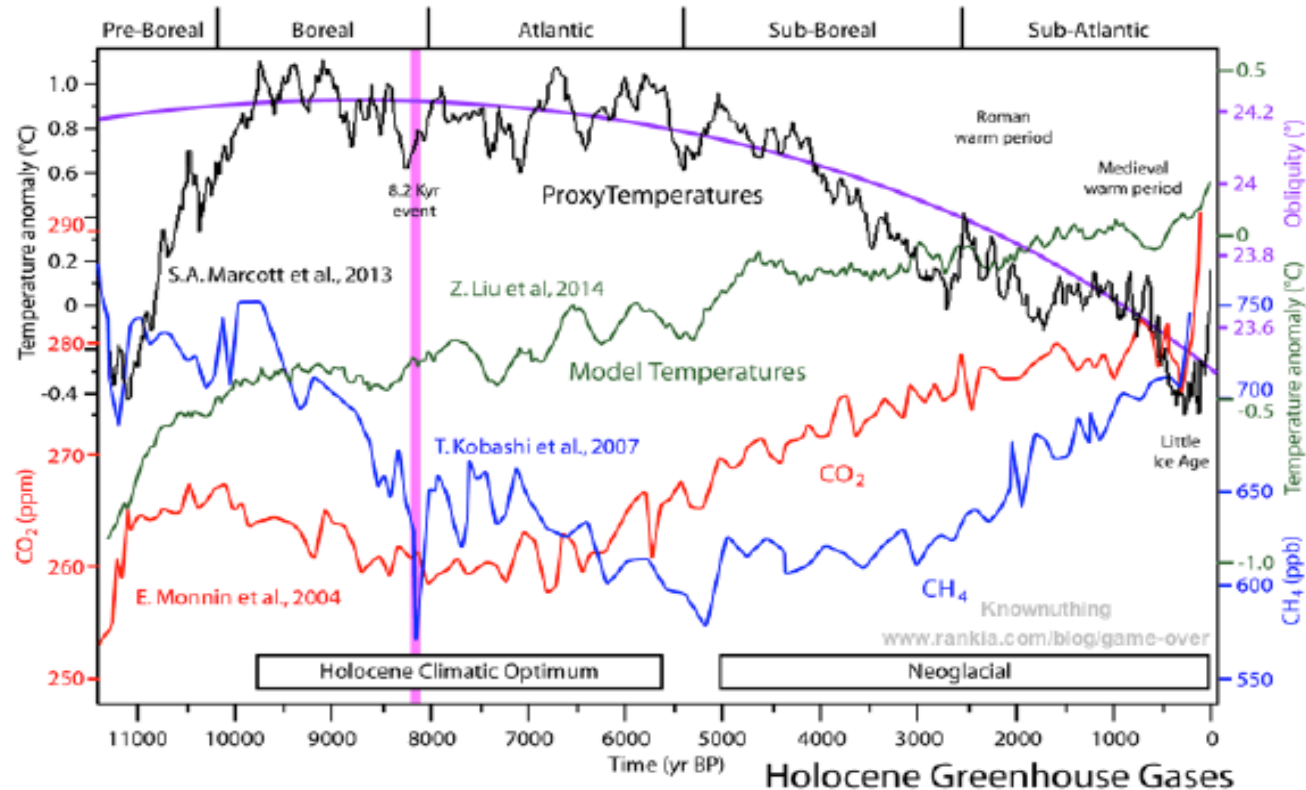
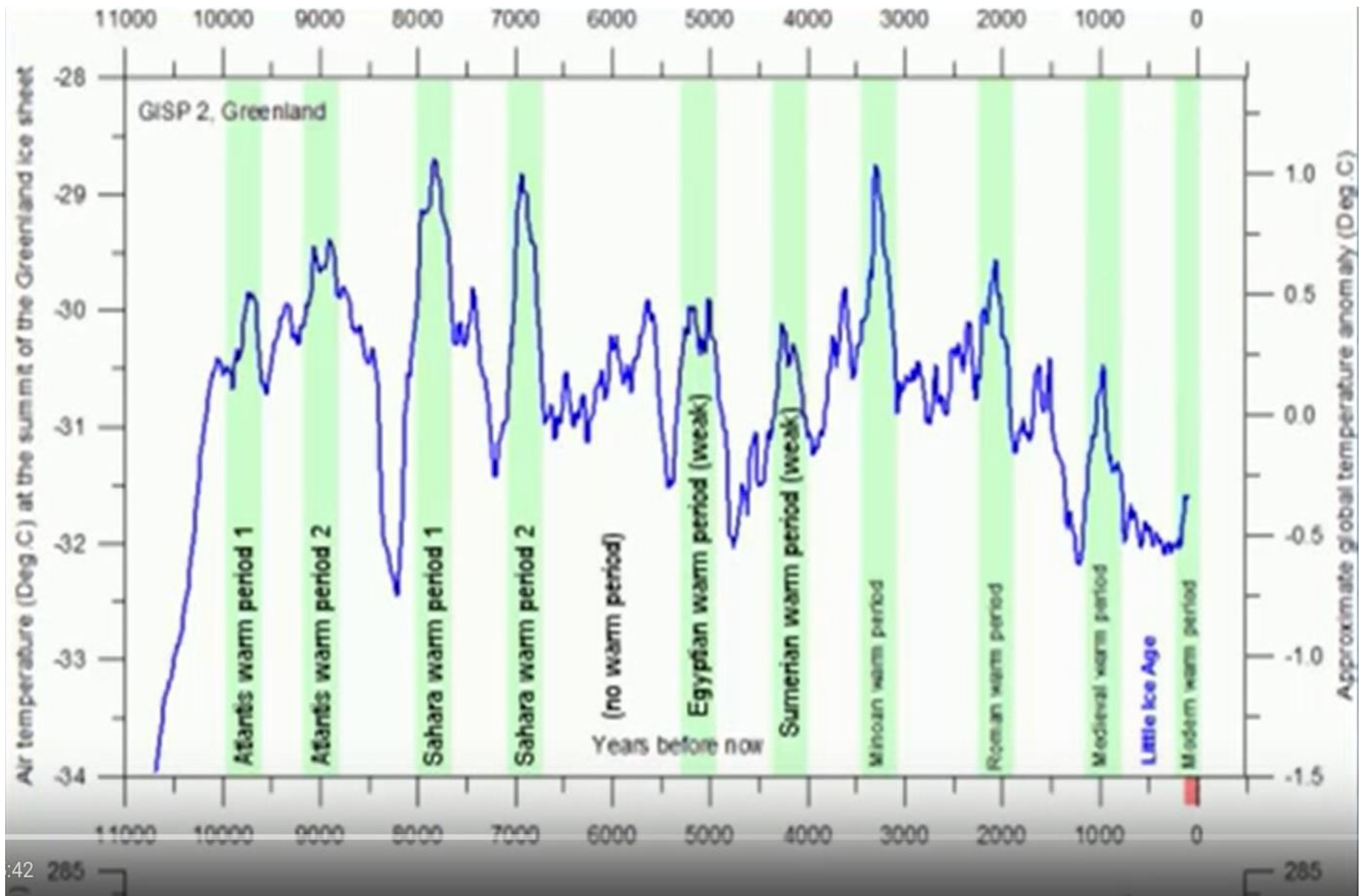


Figure 38. Temperature and greenhouse gases changes during the Holocene. Black curve, global temperature reconstruction by Marcott et al., 2013, as in figure 37. Purple curve, Earth's axis obliquity cycle. Red curve, CO₂ levels as measured in Epica Dome C (Antarctica) ice core, reported in Monnin et al., 2004. Blue curve, methane levels as measured in GISP2 (Greenland) ice core from Kobashi et al., 2007. Notice the great effect of the 8.2 kyr event on methane concentrations. Green curve, simulated global temperatures from an ensemble of three models (CCSM3, FAMOUS, and LOVECLIM) from Liu et al., 2014, show the inability of general climate models to replicate the Holocene general temperature downward trend. Pink bar, 8.2 kyr BP climatic event. Major Holocene climatic periods are indicated.

Da metà Olocene siamo nell'«Antropocene»?

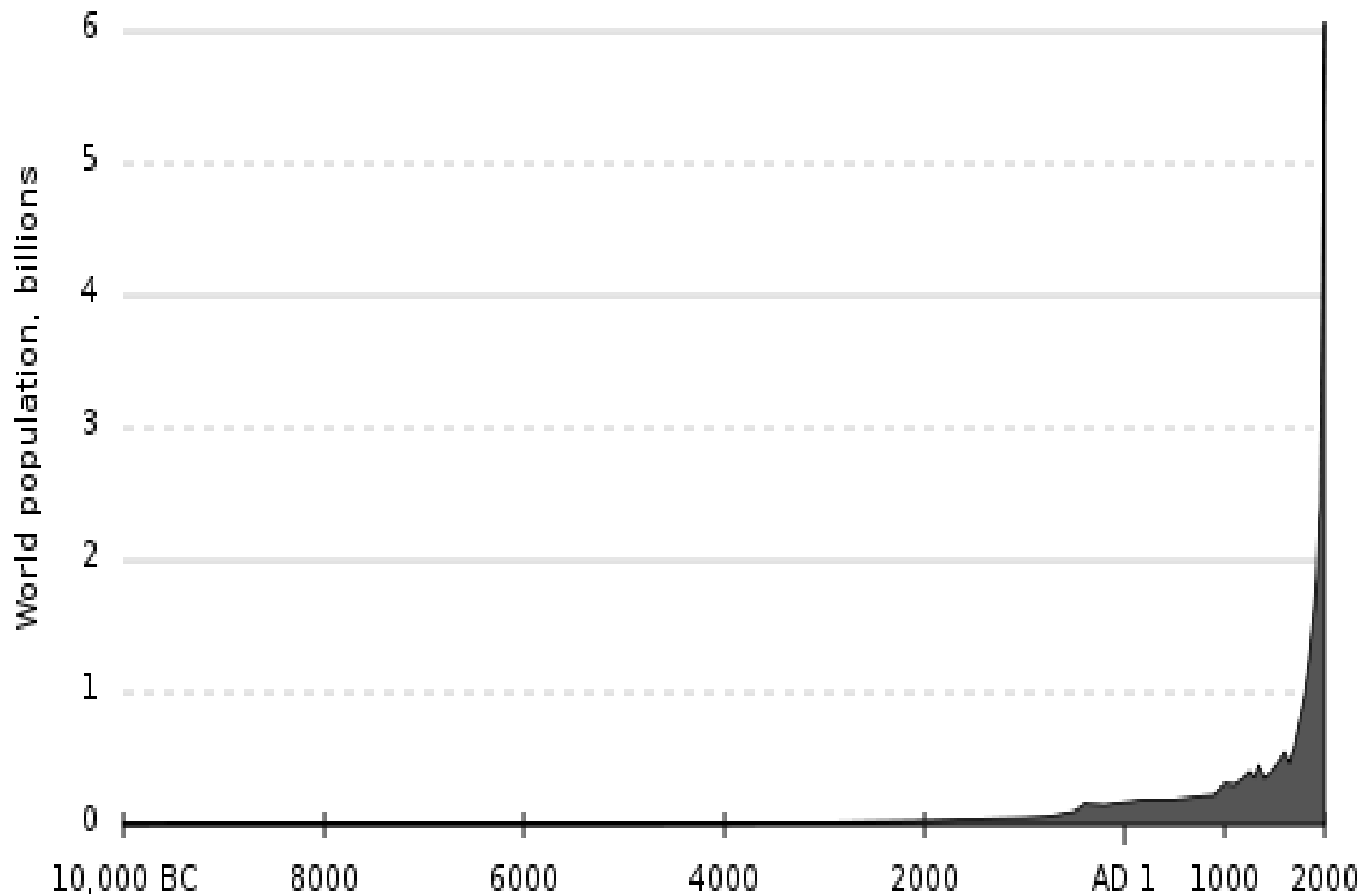
Dal precedente diagramma si può notare che **da circa 6000 anni fa** (Mid-Holocene Transition) **le concentrazioni di CO₂ e di CH₄ hanno cominciato a risalire** (contrariamente a quanto di norma avviene nei precedenti interglaciali).

Alcuni climatologi (**Ruddiman**) suppongono che ciò possa essere **conseguenza dell'attività dell'*Homo sapiens***, che prima ha cominciato a **bruciare e tagliare foreste** per farne pascoli e coltivazioni su interi continenti, poi, specie nel Sud Est Asiatico, a **coltivare risaie e allevare animali**, ambedue grandi fonti di metano: **che sia questi il vero inizio dell'Antropocene?**



La storia della popolazione umana: l'attuale interglaciale

Le **civiltà neolitiche** comportarono **la più profonda trasformazione dell'ambiente naturale** finora verificatasi: **estinzione di molte specie animali**, in particolare la megafauna dell'era glaciale; **distruzione di vaste distese di foreste** per farne pascoli e campi; conseguente **liberazione di grandi quantità di CO₂ e di metano**, che potrebbero avere influito sul clima al punto da averne finora **ritardato la "naturale" tendenza verso una nuova era glaciale**. In questo modo, la popolazione umana fu in grado di raggiungere, ormai **in epoca storica, le centinaia di milioni di individui**.



Da: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Population_curve.svg

La storia della popolazione umana: la rivoluzione industriale

Soltanto **lo sviluppo della scienza moderna** a partire dal XVII secolo in Europa, e la conseguente **rivoluzione tecnologica ed industriale**, hanno permesso l'avvio di una **esplosione demografica** che **in tre soli secoli** ha portato la popolazione mondiale a **oltre sette miliardi di individui** (il tasso di incremento, oggi in riduzione, aveva raggiunto un massimo del **2% all'anno**, cioè un raddoppio in 35 anni!).

Si tratta di un andamento che, per altre specie viventi, **di norma porta ad una catastrofe...**

Da: P. Pellegrini "Meno nascite: futuro a rischio" il nostro tempo – 30 Ottobre 2011.

Studio, sorpasso storico dei materiali prodotti dall'uomo su piante e animali

Secondo l'Istituto Weizman, gli oggetti dell'uomo superano la biomassa vivente. Cnr: «Danno per il clima»

Dallo studio emerge come **la massa delle costruzioni, come edifici, strade e macchine, sia raddoppiata ogni vent'anni e il 2020 ha significato il sorpasso sulla biomassa vivente.** I ricercatori hanno constatato che la massa dei materiali ad opera dell'uomo ammonta a circa 1.100 miliardi di tonnellate, contro le 1.000 miliardi della biomassa vivente. Posto in confronto con **l'inizio del '900**, sconvolge scoprire come la massa degli oggetti costruiti dall'essere umano in quell'epoca rappresentasse **solamente il 3% della biomassa vivente.**

From: https://www.huffingtonpost.it/entry/il-2020-sara-ricordato-anche-per-il-sorpasso-dei-materiali-prodotti-dalluomo-su-quella-vivente_it_5fd0c675c5b61d81b33add25

Esplosione demografica e crisi geopolitiche

I Paesi che generarono e gestirono la rivoluzione scientifica e industriale si sono oggi portati ad un **regime di popolazione stabile** (o decrescente...) **e con alti livelli di vita.**

Ma quella stessa rivoluzione ha esteso a tutto il mondo le **nuove tecniche sanitarie e farmacologiche**, che hanno **ridotto la mortalità infantile e allungato la vita media** anche nei **Paesi pre-industriali.**

Salvo catastrofi, o enormi flussi migratori, le **previsioni dei demografi** sono le seguenti:

TABLE 1. POPULATION OF THE WORLD AND REGIONS, 2017, 2030, 2050 AND 2100,
ACCORDING TO THE MEDIUM-VARIANT PROJECTION

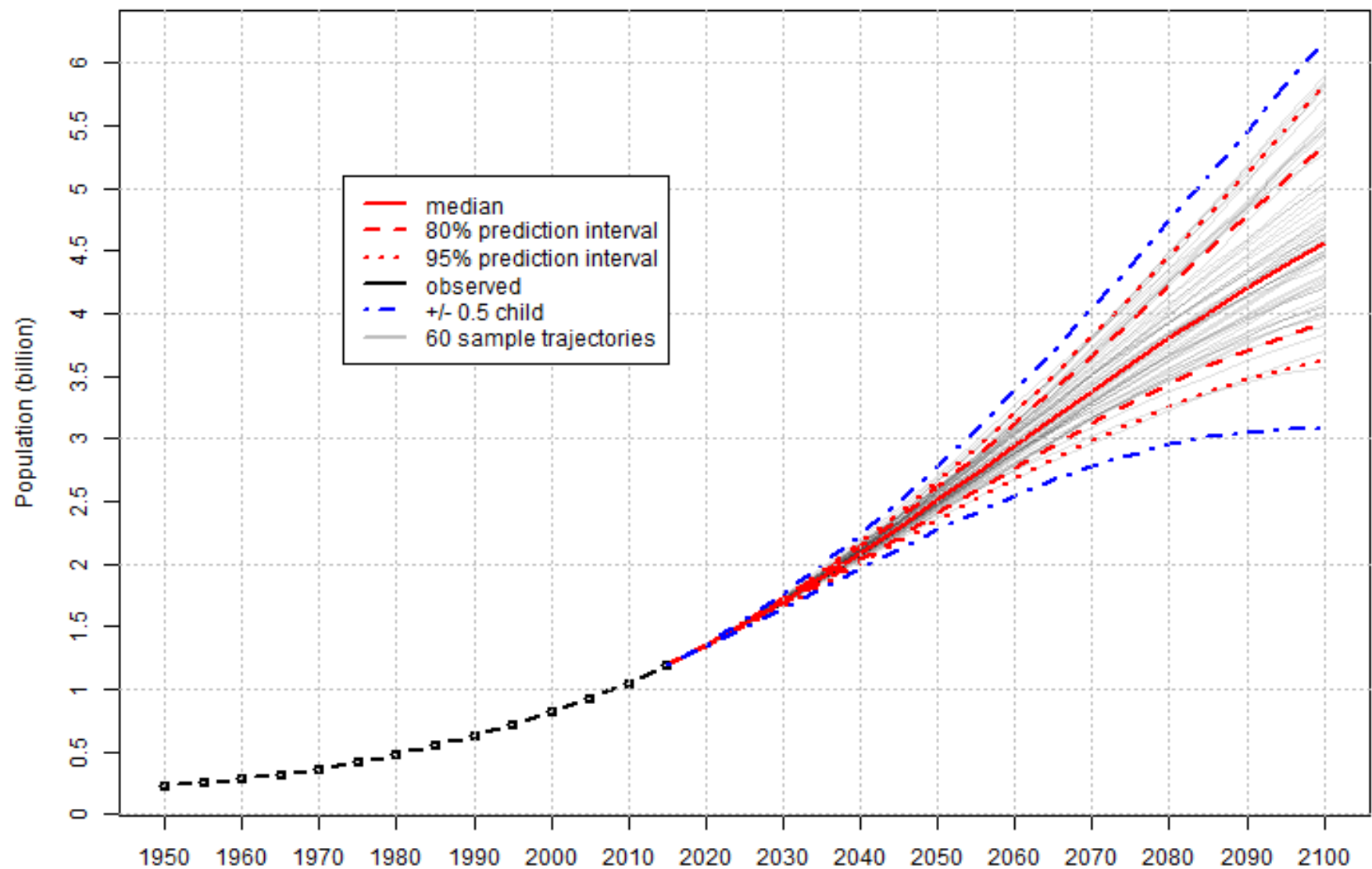
<i>Region</i>	<i>Population (millions)</i>			
	<i>2017</i>	<i>2030</i>	<i>2050</i>	<i>2100</i>
World	7 550	8 551	9 772	11 184
Africa	1 256	1 704	2 528	4 468
Asia	4 504	4 947	5 257	4 780
Europe	742	739	716	653
Latin America and the Caribbean	646	718	780	712
Northern America	361	395	435	499
Oceania	41	48	57	72

Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. New York: United Nations.

From: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf

...continua...

Africa: Total Population



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. <http://esa.un.org/unpd/wpp/>

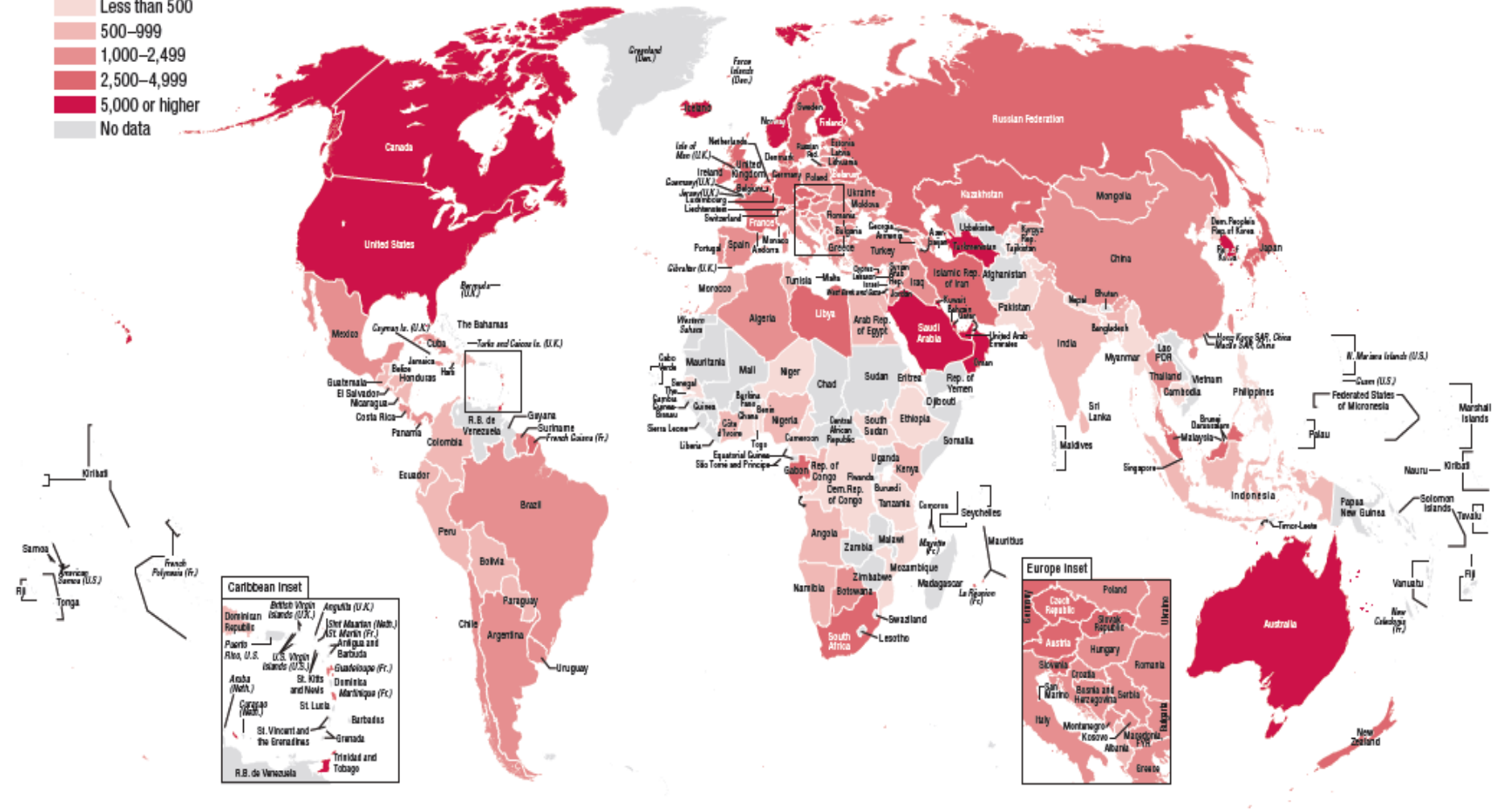
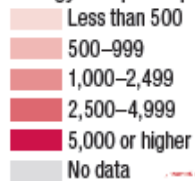
La storia della popolazione umana: energia e tenore di vita

Gli squilibri nello sviluppo stanno portando ad **aree fortemente sovrappopolate** rispetto alle risorse ivi generate, e a conseguenti **gravissime crisi politiche e spinte migratorie**.

Così oggi circa **un settimo della popolazione mondiale** ha conseguito un **tenore di vita (e di consumi energetici)** mai visti nella storia, **e superiori di almeno un ordine di grandezza rispetto al resto dell'umanità**.

Energy use

Energy use per capita, 2014 (kilograms of oil equivalent)



L'utopia del Rapporto Brundtland

Il famoso **Brundtland Report del 1987** fu commissionato dalle Nazioni Unite per delineare un futuro sostenibile a livello globale. Esso fu redatto da **ambientalisti e sociologi** (ovviamente **nati e cresciuti nella bambagia** dei Paesi allora più ricchi del mondo), i quali si ritennero in diritto di affermare che, **per salvaguardare il Pianeta, i Paesi poveri non avrebbero dovuto ripetere il cammino di sviluppo seguito dai Paesi ricchi**, ma avrebbero dovuto perseguire **un percorso a bassa intensità energetica**, basata **su generazione diffusa da fonti rinnovabili**.

Energia e tenore di vita: che fare?

Alcuni ambientalisti e politologi suggeriscono di far fronte a questa emergenza con un **drastico controllo dello sviluppo demografico** (ovviamente non nei Paesi sviluppati ormai a popolazione stabile o decrescente, ma **in quelli in via di sviluppo**).

Ma una tale politica appare anche più **difficile da fare accettare** ai Paesi interessati rispetto ai piani di riduzione delle emissioni di gas-serra, ed in ogni caso avrebbe **effetti soltanto a lungo termine** (cioè ben oltre la metà di questo secolo, che viene considerata la data critica per la stabilità del clima).

Decrescita dei paesi “ricchi”? Inutile...

Certi **atteggiamenti “nostalgici”**, frequenti nei nostri Paesi ricchi e viziati, esaltano la «**decrescita economica**» ed il «**ritorno alla Natura**», ma sono **fuori luogo**.

Infatti, **se anche i Paesi ricchi sparissero** dall’oggi al domani, e le risorse da essi consumate venissero destinate agli **altri Paesi, questi migliorerebbero di poco** il loro tenore di vita, restando **ben al di sotto delle loro aspettative**.

Il «ritorno alla Natura»: irrealistico

Il «**ritorno alla Natura**» per salvaguardare il Pianeta, poi, non dovrebbe certo limitarsi a ritornare a prima della rivoluzione industriale, quando già la rivoluzione agricola aveva profondamente stravolto l'ambiente "naturale", ma dovrebbe **far riferimento al Paleolitico od anche prima**, quando il Pianeta poteva sostenere solo **pochi milioni di individui: che fare allora del resto della popolazione attuale?**

Le premesse per una transizione efficace

Dagli esempi storici dell'**Inghilterra** (200 anni fa), del **resto dell'Europa**, degli **Stati Uniti** e del **Giappone** (150 anni fa), della **Russia** (100 anni fa) e della **Cina** (30 anni fa) appare evidente che le **premesse necessarie per conseguire un accettabile tenore di vita sono:**

- la **industrializzazione** e
- la concomitante **urbanizzazione**.

Un **futuro sostenibile** per una **Umanità** delle dimensioni previste nei prossimi decenni, infatti, non può che passare per un **sistematico "disaccoppiamento" tra lo sviluppo socioeconomico dei popoli e gli ecosistemi naturali.**

I vantaggi di una urbanizzazione «pianificata»

Come noto, **da qualche anno oltre la metà del genere umano vive in città**, e si prevede che questa frazione nel 2050 raggiungerà il 70%, e **a fine secolo anche l'80%**.

Ma **le città occupano oggi non più del 2-3% della superficie terrestre**, ospitando **ben quattro miliardi di persone** (su otto).

Le **città**, correttamente pianificate e realizzate, sono quindi **l'esempio (positivo) ed il simbolo del «disaccoppiamento tra l'Umanità e la Natura»**: esse infatti, **rispetto alle economie rurali**, si dimostrano **molto più efficienti nell'uso delle risorse e nella salvaguardia degli ecosistemi**.

Energia e tenore di vita: i nuovi pretendenti

Di fatto, negli ultimi tre decenni, **in modo imprevisto**, quasi **una metà dell'umanità ha intrapreso un elevato ritmo di sviluppo**: si tratta, come noto, di **Cina, Brasile, Sud-Africa, India, e parte del Sud Est asiatico**.

Molti altri Paesi, tuttavia, in particolare **in Africa, ed anche in Asia del Sud-Est e in America Latina**, sono rimasti a **livelli di vita inaccettabili**.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (1/3)

I nuovi **grandi Paesi in via di sviluppati**, alcuni di nobile ed antichissima tradizione culturale, assimilate le **tecnologie e le capacità finanziarie ed organizzative** necessarie per l'industrializzazione, si avviano **su un ritmo di sviluppo anche più rapido di quello dei vecchi Paesi industriali**, mirando addirittura ad una **leadership mondiale in molti settori**, ed in particolare **in quello energetico**.

La disponibilità di **energia, a buon mercato e possibilmente pulita**, sta alla base di questo sviluppo.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (2/3)

In **questi Paesi** una gran parte delle nuove centrali elettriche sono **a carbone**. Di conseguenza, nel mondo **nei prossimi 10 anni sono in costruzione o pianificati oltre 1600 nuovi impianti** (che presumibilmente **resteranno in funzione per 40 o 50 anni!**).

Una gran parte (**oltre 700**) saranno costruiti **dall'industria cinese**, sia per la Cina stessa, sia **per l'esportazione**, così da mantenere **alto il tasso di utilizzo** della enorme capacità produttiva sviluppata negli scorsi decenni per industrializzare il Paese.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (3/3)

Poi abbiamo **l'India**, che deve **triplicare la sua potenza elettrica installata**, in gran parte con fonti fossili.

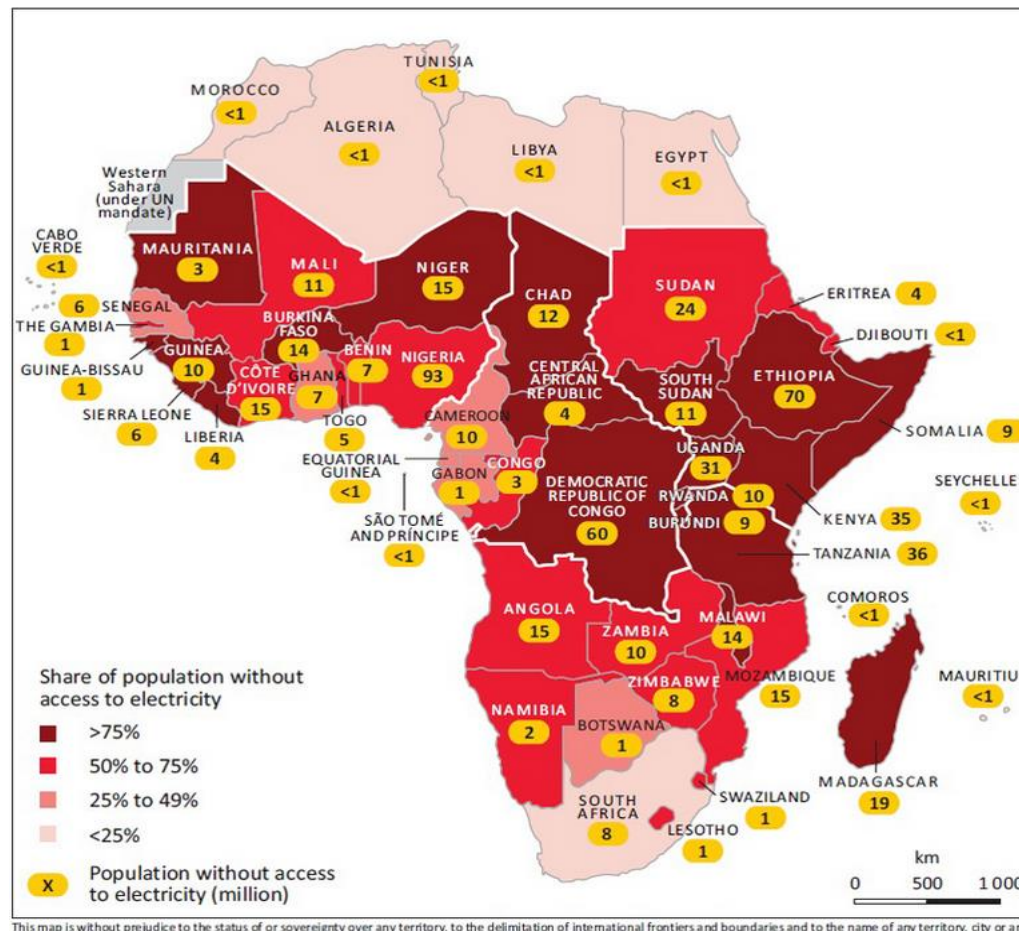
Poi abbiamo **l'Indonesia**, il **Vietnam**, le **Filippine**, ecc., ed anche il **Giappone**, che dopo Fukushima ha dovuto chiudere definitivamente le centrali nucleari più vecchie.

Poi abbiamo **l'Africa**, che ha «**fame**» **di energia**, e dove la **Cina investe da anni** con l'obiettivo di farne la **futura «manifattura del mondo»** (mentre lei passerebbe all'economia post-manifatturiera...):

AFRICAN NATIONS TO BUILD MORE THAN 100 NEW COAL POWER PLANTS

- Date: 10/05/17
- Jonathan W. Rosen, National Geographic

More than 100 coal power plants are in various stages of planning or development in 11 African countries outside of South Africa — more than eight times the region's existing coal capacity. Africa's embrace of coal is in part the result of its acute shortage of power.



Energia: la transizione in atto

La sfida che ora si pone è quella di **gestire al meglio la difficile transizione** verso una umanità di **10-12 miliardi di individui**, a ciascuno dei quali non può essere negato il diritto **ad un tenore di vita, e quindi a consumi energetici, paragonabili a quelli degli attuali Paesi sviluppati** (non necessariamente quelli del cittadino degli USA, ma quelli ad esempio **dell'italiano medio di oggi**).

Ma quali le conseguenze sull'ambiente e sul clima?

Da: <https://www.rivistaenergia.it/2021/03/il-tecno-ottimismo-e-il-profumo-della-transizione-ecologica/>

2 Marzo 2021

Il tecno-ottimismo è il profumo della transizione ecologica?

di Michele Manfroni

Di fatto, da quando la questione climatica è entrata nell'agenda politica internazionale col **Summit della Terra di Rio (1992)**, “***we are running into carbon, not away from it***” come ha affermato il grande storico energetico Vaclav Smil.

Ingenti quantità di denaro sono state spese in ricerca, sviluppo di tecnologie *low-carbon* e regolamentazione climatica (*carbon tax* e mercato delle emissioni di carbonio), ma i risultati sono rimasti scarsi con le **fossili passate tra il 1991 e il 2018 dal 91% all'89% del mix energetico globale.**

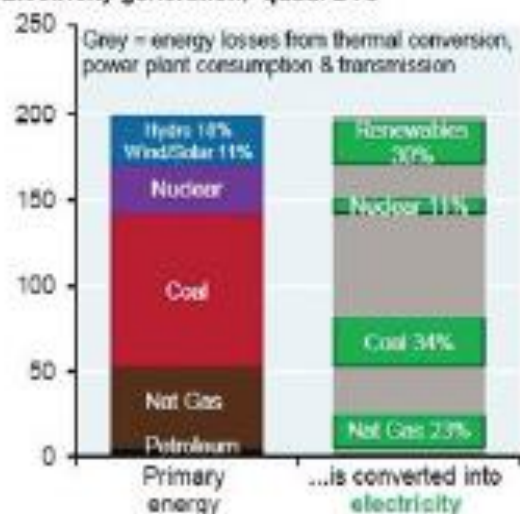
...continua...

...continua...

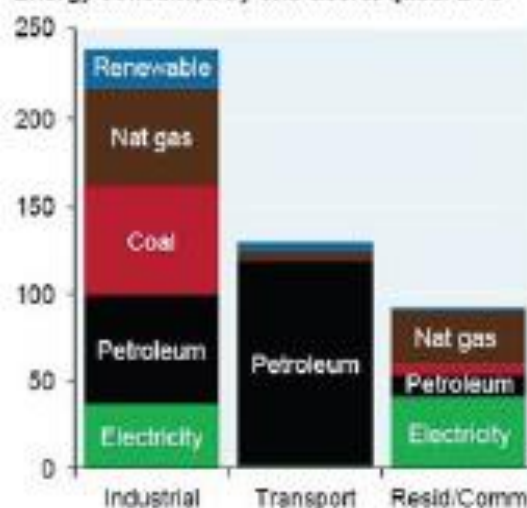
Rinnovabili e idrogeno possono essere utili nella **decarbonizzazione del settore elettrico**, ma con molti interrogativi. Senza entrare nella discussione dei **problemi di intermittenza o di stoccaggio**, basterà notare che **il settore elettrico pesa al 17% sul totale dei consumi finali mondiali**. Se anche riuscissimo a decarbonizzare al 100% la produzione di elettricità, e siamo ben lontani dal farlo, **rimarrebbe comunque l'80% dell'energia da fonte fossile**.

Global electricity generation, and its contribution to total energy consumed by end-users

Electricity generation, quad. BTU



Energy consumed by end-users, quad. BTU



Key Stats

- Electricity is just 17% of global energy consumed by end-users
- Decarbonization via renewables mostly confined to electricity, with some industrial use
- Renewables account for 30% of electricity, and 11% of total energy consumed by end-users
- Fossil fuels used in electricity generation represent 30% of all fossil fuel use
- Industrial sector is by far the greatest consumer of energy

Source: Energy Information Administration, J.P. Morgan Asset Management, 2019. As per BP/EIA convention, primary energy for nuclear power is derived by assuming 35% thermal conversion. For renewables, primary energy conversion only reflects transmission losses.

...continua...

I 4 pilastri delle società moderne – cemento, acciaio, plastica, ammoniaca – sono anche settori hard-to-abate

E qui risiede il problema maggiore, quello dei cosiddetti settori *hard-to-abate* (“**difficili da abbattere**”, in termini di **carbonio**). Industria e trasporti su tutti. Attualmente, **non esistono alternative su larga scala per sostituire il petrolio nella mobilità**. E il **potente sviluppo economico** dei Paesi emergenti, sempre con **Cina e India in testa**, spinge in alto la domanda dei “4 pilastri delle società moderne”: **cemento, acciaio, plastica, ammoniaca**.

...continua...

...continua...

Noi siamo una civilizzazione fossile. Crescita economica ed emissioni di carbonio sono due facce della stessa medaglia. **L'intera struttura sociale, istituzionale ed economica assume implicitamente l'esistenza di energia fossile a buon mercato.**

(omissis)

La “**Transizione Ecologica**”, intesa nella sua complessità, non ha a che fare solo con la tecnologia o il mercato, ma col **trasformare radicalmente le nostre “social practice”**: la nostra vita quotidiana, le relazioni sociali, politiche e istituzionali, per adattarsi a un mondo che evolve.

Parlare di “transizione” sottintende conoscere il punto di partenza e quello di arrivo. **Significa avere un piano e sapere dove vogliamo andare.** Ma noi **occidentali** vogliamo più innovazione e tecnologia che ci permetta di continuare a vivere nello stesso modo. Non vogliamo cambiare, **“vogliamo tornare alla normalità”**.

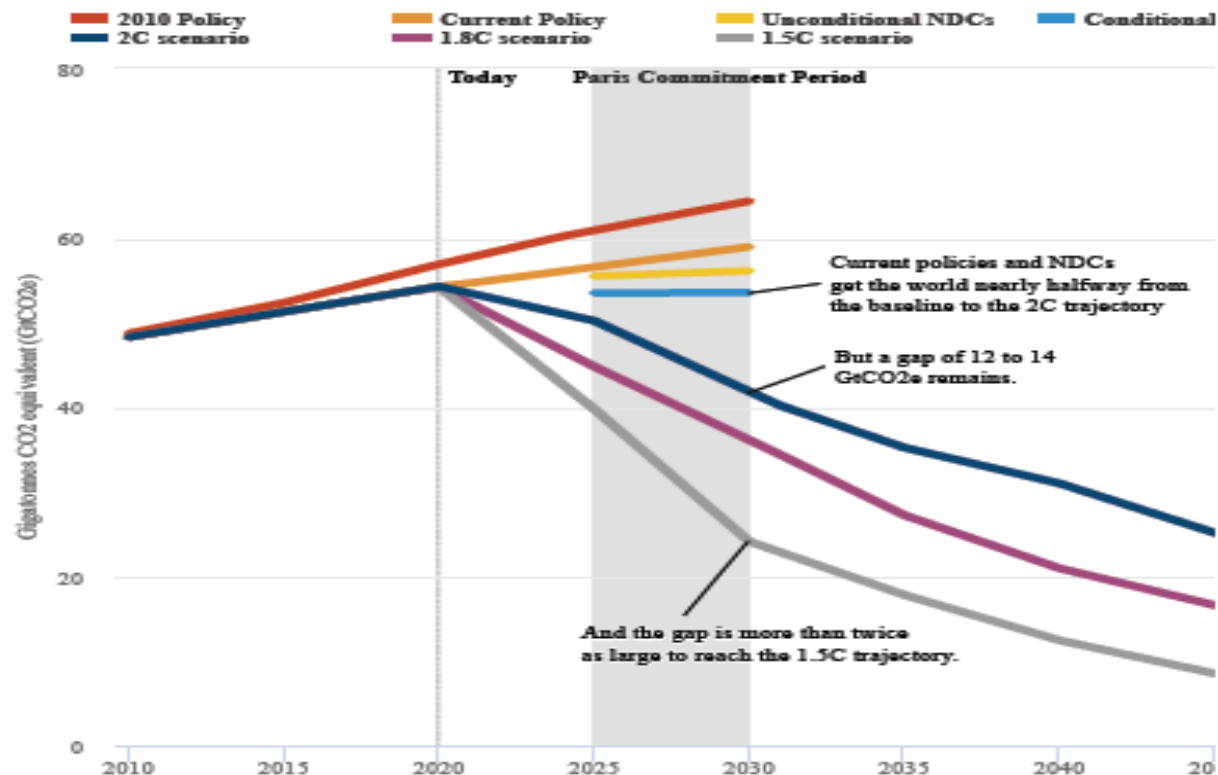
Il crescente «emission gap» rispetto alla COP21 di Parigi

Lo scorso dicembre lo **UN Environment Programme (UNEP)** ha pubblicato il suo rapporto annuale **sullo stato delle emissioni globali di gas ad effetto-serra**. Nonostante un lieve (e probabilmente temporaneo) calo nel 2020, dovuto alla pandemia), e nonostante **i proclami di molti Paesi per la «carbon neutrality» al 2050**, **gli impegni progettuali effettivamente assunti sono del tutto insufficienti** per mantenere l'incremento di temperatura rispetto all'era **pre-industriale sotto i 2°C o, peggio, sotto gli 1,5°C**:

<This year's report finds that, by 2030, global greenhouse gas emissions will need to fall by 23% from 2019 levels to put the world on track to “likely” (66% chance) avoid 2C warming above pre-industrial temperatures, by 33% to likely avoid 1.8C warming, and by 56% to likely avoid 1.5C warming.> (*)

(*) <https://energypost.eu/new-net-zero-pledges-from-china-us-eu-and-others-can-meet-our-climate-goals-says-unep-but/>

Greenhouse emissions remain far off track for global climate goals



[Median emission scenarios adapted from the report's figure 3.1. Red line shows a scenario with no new climate policies after 2005, orange shows existing policies already implemented by governments, yellow and light blue lines show additional conditional and unconditional NDCs, blue line shows emissions consistent with a below 2C trajectory, purple line below 1.8C, and grey line shows emissions consistent with a 1.5C trajectory. / Source: UNEP Emissions Gap Report 2020. Chart by Carbon Brief using Highcharts.]

NDC: nationally determined contributions.

From: <https://energypost.eu/new-net-zero-pledges-from-china-us-eu-and-others-can-meet-our-climate-goals-says-unep-but/>

La storia delle fonti di energia

La storia dell'energia ci dice che **le nuove fonti penetrano nel mercato secondo classiche curve logistiche**, che risentono poco di guerre e crisi economiche, e che presentano una **“costante di tempo”** (tempo impiegato da una data fonte per passare dal 10% al 90% della sua penetrazione massima) dell'ordine degli **ottanta anni**.

Questa lunga “inerzia” è una evidente conseguenza dei lunghi tempi richiesti **dall'iter decisionale e dalla costruzione degli impianti**, e della **sempre crescente “vita utile”** prevista per gli impianti di nuova progettazione.

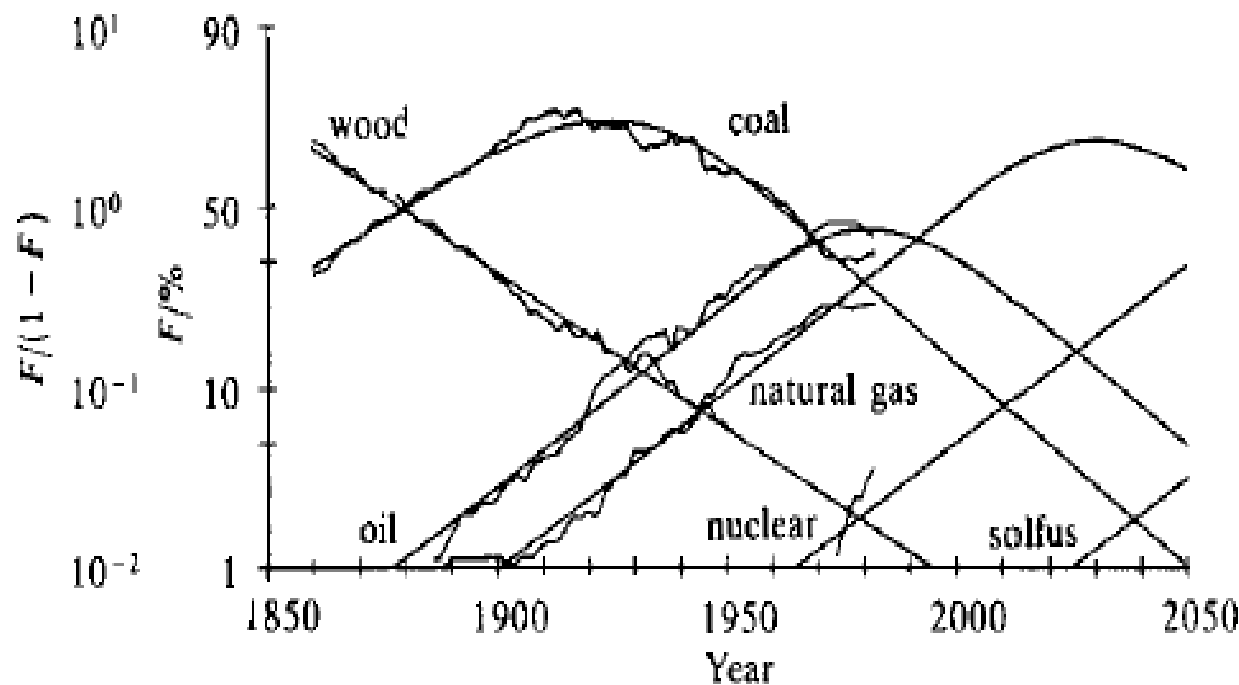


Figure 1. IIASA analysis of primary energy substitution at world level, originally done in 1974 and adjourned in 1984. A stable secular substitution, mapped with multiple substitution logistic analyses (smooth lines), is shown. The chart shows the market fraction (F) in energy terms. Starting about 1975, coal and natural gas proceed horizontally and show no substitution dynamics. This appears to be as a result of a set of laws and regulations forbidding the use of natural gas in power plants. These rules are now in a phase of relaxation and a surge of very efficient (up to 60%) natural gas power plants should be expected during the present decade and will, presumably, lead to a pickup in the use of natural gas and a drastic decrease of coal consumption. The solfus code (solar-fusion) is intended to include the possible use of solar energy, although the dilution and modulation of solar light makes it a poor candidate for large-scale energy production. Source: Marchetti and Nakićenović (1979).

L'evoluzione delle tecnologie energetiche

Da questa analisi risultava che **ogni grande ciclo economico** era caratterizzato dalla prevalenza relativa di una **nuova fonte di energia**: così, il massimo (relativo) di penetrazione del **carbone** si era verificato **negli anni '30** dello scorso secolo, quello del **petrolio** dovrebbe essere in corso **in questi anni**, mentre si può prevedere un massimo (relativo) di penetrazione del **gas naturale** per la **metà di questo secolo**.

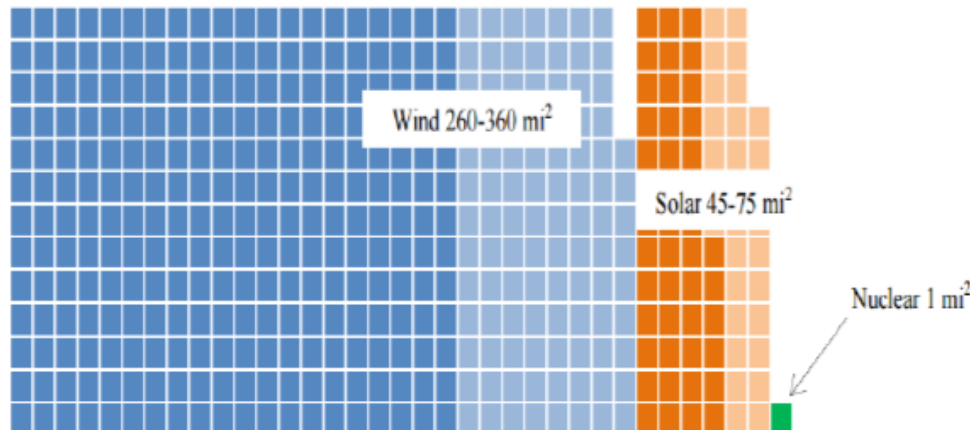
Questa analisi, tuttavia, fatta circa trent'anni fa con riferimento al contesto dei Paesi allora industrializzati, **appare oggi superata** dall'imprevisto, rapido **sviluppo dei già citati Paesi di nuova industrializzazione**.

Conseguenze operative (1/2)

Se si vuole veramente **trasformare a fondo l'infrastruttura energetica mondiale in pochi decenni**, occorre fare assegnamento su **opzioni tecnologiche comprovate e, soprattutto, sostenibili a lungo termine** per quanto riguarda:

- occupazione del **territorio**,
- consumo di **materie prime e di energia**,
- gestione dei **rifiuti**.

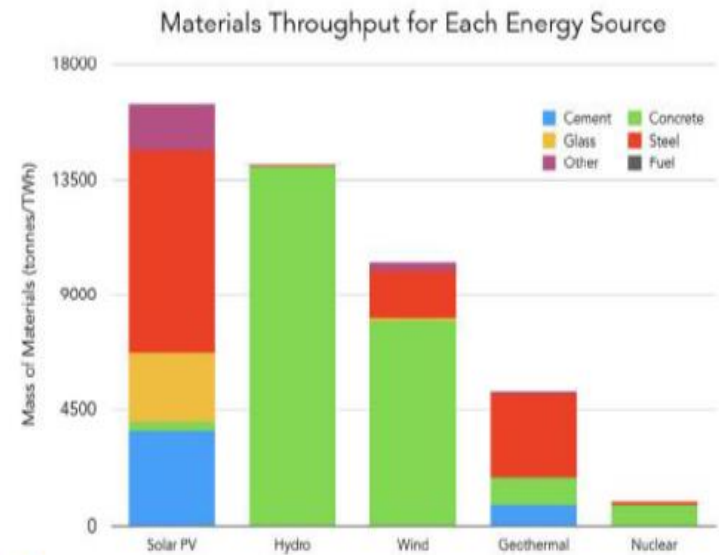
Aree occupate da diverse opzioni energetiche per produrre la stessa energia nell'anno



mi²: square mile.

From: <https://images.angelpub.com/2017/08/42485/battery221.png>

Confronto tra le opzioni energetiche: il fabbisogno globale di materiali per impiantistica e combustibili



Source: DOE Quadrennial Technology Review, Table 10.4
Muniz, Raymond L. Robert, Keith E. (2015). Nuclear Energy - An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes
(7th Edition, Elsevier).

From: <https://www.energycentral.com/c/ec/are-we-headed-solar-waste-crisis>

Conseguenze operative (2/2)

Le «nuove rinnovabili» (sole, vento, biomasse) soffrono all'origine di **ridottissime densità di potenza** per unità di superficie, e quindi richiedono la «ingegnerizzazione» di **vasti territori, con** il consumo di **immense quantità di materie prime** (anche tossiche, «rare» e costose), **superiori anche alla prevedibile disponibilità sul nostro Pianeta.**

Sole e vento, poi, producono soltanto energia elettrica e non termica, sono intermittenti e non programmabili, e richiedono back-up costosi e inquinanti.

Le **Negative Emissions Technologies (NET)**, come la **Carbon Capture and Storage (CCS)**, non sono comprovate, e comportano comunque vaste infrastrutture e danni ambientali.

La Global Initiative to Save the Climate (GISOC)

Dopo la conferenza di Parigi sul clima (COP21) nel dicembre 2015, si è costituita la **Global Initiative to Save the Climate (GISOC)** per criticare certe conclusioni del **Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC)**, ma poi collaborare con lo stesso e con **l'Istituto Internazionale per l'Analisi dei Sistemi (IIASA)** di Vienna.

Da queste collaborazioni risulta che **l'opzione più comprovata, e sostenibile a tempo indeterminato, è l'energia da fissione nucleare in reattori autofertilizzanti. Anche l'IPCC considera il nucleare, ma come opzione a lungo termine, preceduta per decenni dalla CCS. GISOC dimostra che, per dare qualche speranza all'obiettivo dei 2°C, occorrerebbe anticipare di 40 anni l'opzione nucleare.**

I reattori autofertilizzanti a fissione nucleare

I reattori autofertilizzanti a fissione nucleare possono infatti **sfruttare al 100% l'enorme potenziale energetico contenuto nell'Uranio e nel Torio** disponibili sul Pianeta, e comunque potrebbero **fornire energia per secoli senza ulteriori estrazioni minerarie**, ma semplicemente utilizzando i vasti depositi di **uranio depleto, combustibile irraggiato e plutonio** già esistenti dopo settant'anni di produzione nucleare.

I **residui radioattivi**, poi si ridurrebbero ai **solli prodotti di fissione**, di vita media limitata, e comunque **meno radioattivi dell'Uranio e del Torio di partenza**: tutta l'impresa, quindi, finirebbe per **ridurre la radioattività del Pianeta!**

I Paesi in linea con le precedenti strategie (1/2)

Allora, come **prospettiva internazionale dell'innovazione nel settore nucleare**, si descrivono le filiere dei **Paesi che da anni si sono già posti sulla precedente strategia**, e dimostrano di saper **mantenere negli anni stabili e costruttivi programmi di sviluppo tecnologico**, e in particolare:

- **la Russia con i suoi reattori a neutroni veloci;**
- **la Cina ancora con i suoi reattori a neutroni veloci, ma anche con i reattori a sali fusi che valorizzano il Torio;**
- **ed anche l'India, da decenni, costruisce reattori per lo sfruttamento del Torio**, di cui è ricca la Monazite della sua costa orientale.

Nessuna «democrazia occidentale» è riuscita ad avviare mantenere negli ultimi decenni programmi nucleari stabili e costruttivi.

I Paesi in linea con le precedenti strategie (2/2)

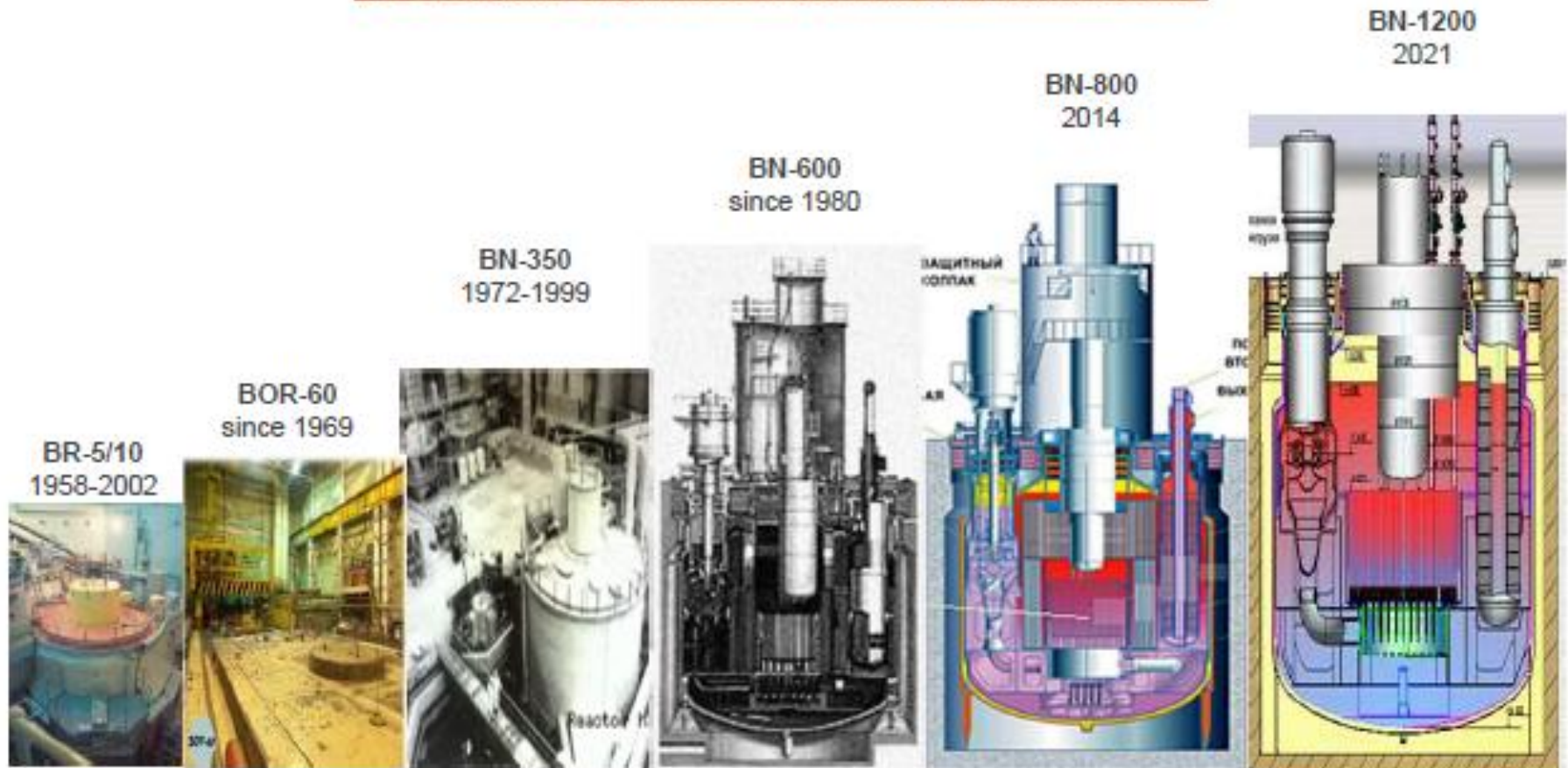
Per quanto riguarda gli **Small Modular Reactor (SMR)**, i casi concretamente esistenti riguardano anche qui:

- **la Russia con i suoi minireattori navali** per rompighiaccio e centrali galleggianti (ed ora anche per installazioni terrestri, in Yakutia);
- **la Cina con il suo reattore a gas ad alta temperatura, l'HTR-PM** (progettato anche per sostituire la caldaie di molte centrali a carbone tuttora in costruzione in Cina);
- **ma anche il Giappone, che ora rilancia lo sviluppo del suo reattore a gas ad altissima temperatura, l'HTTR**, che già prima di Fukushima produceva idrogeno mediante scissione termochimica dell'acqua.

Russia: Fast Reactors Development

Russia: leadership in Fast Reactor Technologies supported by Government

BN Reactor Technology development in Russia



A view of the BN-800 fast neutron reactor plant



From: <http://euanmearns.com/the-bn-800-fast-reactor-a-milestone-on-a-long-road/>



Photo: Evgeny Nipot/Russian State Television and Radio Broadcasting Company/Rosatom State Corporation
Tugboats prepare to tow the world's first floating nuclear plant to its destination in Russia's remote Far East.

The world's first floating nuclear power plant (FNPP) docked at Pevek, Chukotka, in Russia's remote Far East on 14 September. It completed a journey of some 9,000 kilometers from where it was constructed in a St. Petersburg shipyard. First, it was towed to the city of Murmansk, where its nuclear fuel was loaded, and from there took the North Sea Route to the other side of Russia's Arctic coast.

From: <https://spectrum.ieee.org/energywise/energy/nuclear/is-the-world-ready-for-floating-nuclear-power-stations>

Cina all'avanguardia: a Shidaowan la prima centrale modulare basata sul reattore HTR-PM

Si tratta di un **reattore ad alta temperatura "pebble bed"** (a letto di sfere) **refrigerato ad elio** in grado di produrre vapore alle stesse condizioni di **un moderno impianto alimentato a carbone**.

Sono in costruzione **2 reattori HTR-PM da 250 MWth**, che alimentano **un turboalternatore da 210 MWe**, a cui se ne potranno aggiungere altri, del medesimo tipo e potenza.

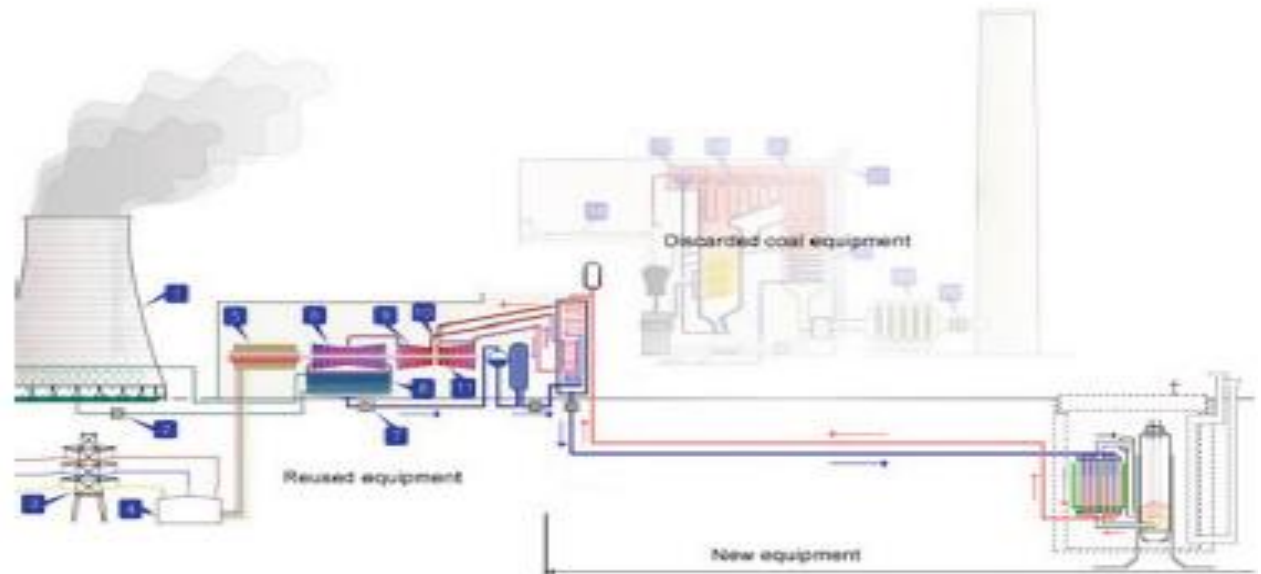
Se l'impianto si comporterà nel modo sperato, **la Cina farà partire un piano per rimpiazzare con questo reattore, entro il 2040, 300-400 caldaie a carbone, a partire dalle zone popolate ad alto inquinamento atmosferico**.

From:

<https://www.nextbigfuture.com/2017/09/china-high-temperature-nuclear-reactor-could-replace-coal-plants-and-provide-industrial-heat.html>

China's plans to begin converting coal plants to walk away safe pebble bed nuclear starting in the 2020s

brian wang | December 1, 2016 | [5 commenti](#)



Tweet

Like 75

Share 75

G+

China's HTR-PM (high temperature pebble bed nuclear reactor) project is squarely aimed at being a cost-effective solution that will virtually eliminate air pollution and CO2

Japan Leads Race in Development of High-Temperature Gas Reactors, but China is Catching Up

Shohei Nagatsuji April 30, 2020 7:51 pm

[\(Click here to read this article in Japanese.\)](#)

🔍 [950 degrees](#), [best performing HTGR](#), [china](#), [China HTR-10](#), [Environment](#), [Fukushima](#), [German technology](#), [high temperature gas reactors](#), [high temperature test reactor](#), [HTGR](#), [HTTR](#), [Japan Atomic Energy Agency](#), [Japan Basic Energy Plan](#), [nuclear power](#), [poland](#), [Shandong Province](#), [Shidao Bay](#), [Shohei Nagatsuji](#), [Tsinghua University](#)

Interessante è il fatto che anche **il Giappone stia riattivando la filiera degli HTGR**, riavviando un suo antico prototipo di questo tipo, lo **HTTR**.

Molti altri Paesi ne sono interessati, come la **Polonia**, che, oltre ad annunciare un classico programma nucleare fino ai 9 GWe al 2040, intende **usare gli HTGR per produrre idrogeno**.

...continua...

Future plan of HTTR program

HTGR technology development using the HTTR

- The achievement of nuclear reactor exit temperature 950°C (The first in the world)
- Long-term high-temperature operation, Safety demonstration test, etc.

Thermo-chemical (IS method: without CO_2 emission) hydrogen production technology development

HTGR plant design and gas turbine technology development

Hydrogen Production with HTTR-IS System ($1000\text{m}^3/\text{h}$)



Commercial HTGR System

Hydrogen production for commercial use in 2020s



GTHTTR300C

Quali allora le opzioni realistiche per un rilancio del «nucleare civile»?

A fronte delle **previsioni allarmanti** dei climatologi, ed ai **conseguenti disastri** previsti dai "catastrofisti", dovrebbero allora essere avviati immediatamente **programmi energetici realistici**, non basati su estrapolazioni arrischiate di installazioni prototipali, ma sulle **opzioni che storicamente si sono dimostrate fattibili** sotto tutti gli aspetti (tecnologico, ingegneristico, logistico e ambientale), e che siano **realizzabili negli stretti tempi richiesti dall'evoluzione del clima.**

Nucleare di successo: Svezia e Francia (1/2)

Due programmi del passato (**anni '70 e '80 del secolo XX**) si sono rivelati degli **innegabili successi** per il fine che si erano posti (**l'indipendenza energetica** dalle importazioni degli idrocarburi), ma che hanno avuto come **effetto collaterale** una **drastica riduzione delle emissioni di CO₂** dei Paesi interessati.

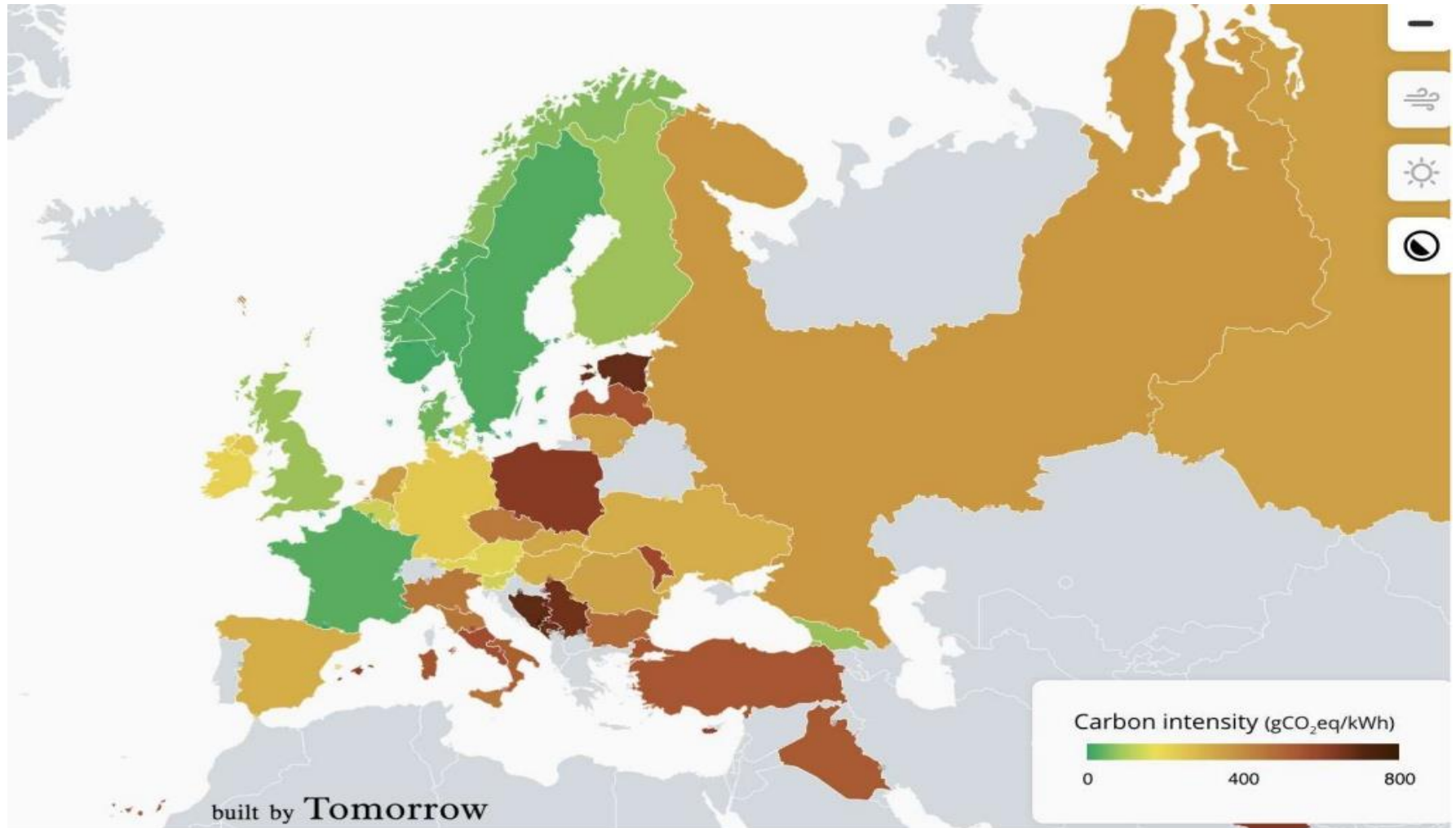
Si tratta dei **programmi di costruzione delle centrali elettronucleari di Svezia e Francia**, che hanno permesso a quei due Paesi di disporre, ormai da molti anni, di **sistemi elettrici sostanzialmente "carbon-free"**, basati sull'integrazione di **nucleare e idroelettrico**.

Nucleare di successo: Svezia e Francia (2/2)

Questi Paesi inoltre stanno **estendendo sistematicamente l'uso dell'elettricità, così decarbonizzata**, anche in altri settori tradizionalmente grandi consumatori di fonti fossili, come:

- la **climatizzazione degli edifici** (con **pompe di calore**);
- i **trasporti** (con **veicoli elettrici**, ed in futuro forse anche **a idrogeno**, ottenibile sia per elettrolisi che per scissione diretta dell'acqua in reattori nucleari ad alta temperatura).

In Europa: quanto più «nucleare», tanto più «green»!



Source: ElectricityMap.org 21 September 2018

ENERGY FOR
HUMANITY

From: <http://energyforhumanity.org/en/news-events/events/2018/clean-energy-roundtable-london-27-sept-2018/>

Nucleare vs. fossili: conclusioni

Per la **produzione di energia elettrica**, in particolare, le **esperienze di Svezia e Francia** dimostrano che, per quanto riguarda gli aspetti **tecnologici e industriali**, sarebbe possibile **sostituire in circa trent'anni tutte le fonti fossili attualmente in uso con la fissione nucleare**, coadiuvata, ove possibile e conveniente, con le **energie rinnovabili**, in particolare la **idroelettrica**, che è **agevolmente accumulabile e regolabile**.

Evidentemente, l'effettiva attuazione di una simile impresa dipenderà dalla volontà politica e dalla accettazione dell'opinione pubblica.

Ma allora che fare?

Intanto, è bene tener presente che **probabilmente qualche grado di temperatura in più nella troposfera non sarebbe un disastro**, ma anzi potrebbe **avvantaggiare alcuni ecosistemi ed anche in generale l'esistenza umana** (a differenza di quanto da decenni predicano i "catastrofisti"...).

Temperature più alte delle attuali di qualche grado appaiono **portare vantaggi**, come dimostra tra l'altro la storia dell'**Olocene**: a **raffreddamenti** corrispondono **carestie, epidemie e crisi politiche**, a **periodi caldi** corrisponde **sviluppo economico e demografico**.

Anche impatti positivi sugli ecosistemi...

Ad esempio, è ormai assodato che **negli ultimi decenni** sono di nuovo **aumentate le precipitazioni nel Sahel**, che rinverdisce, presumibilmente a seguito **dell'aumento della temperatura e quindi dell'umidità nella troposfera**, come descritto nel rapporto **"The Sahel is greening"** del Global Warming Policy Forum (GWPF).

Vi si afferma addirittura che **se il "global warming" continuasse ancora per qualche decennio**, potremmo assistere al **rinverdimento dell'intero Sahara**, un fatto di **enormi conseguenze geopolitiche**.

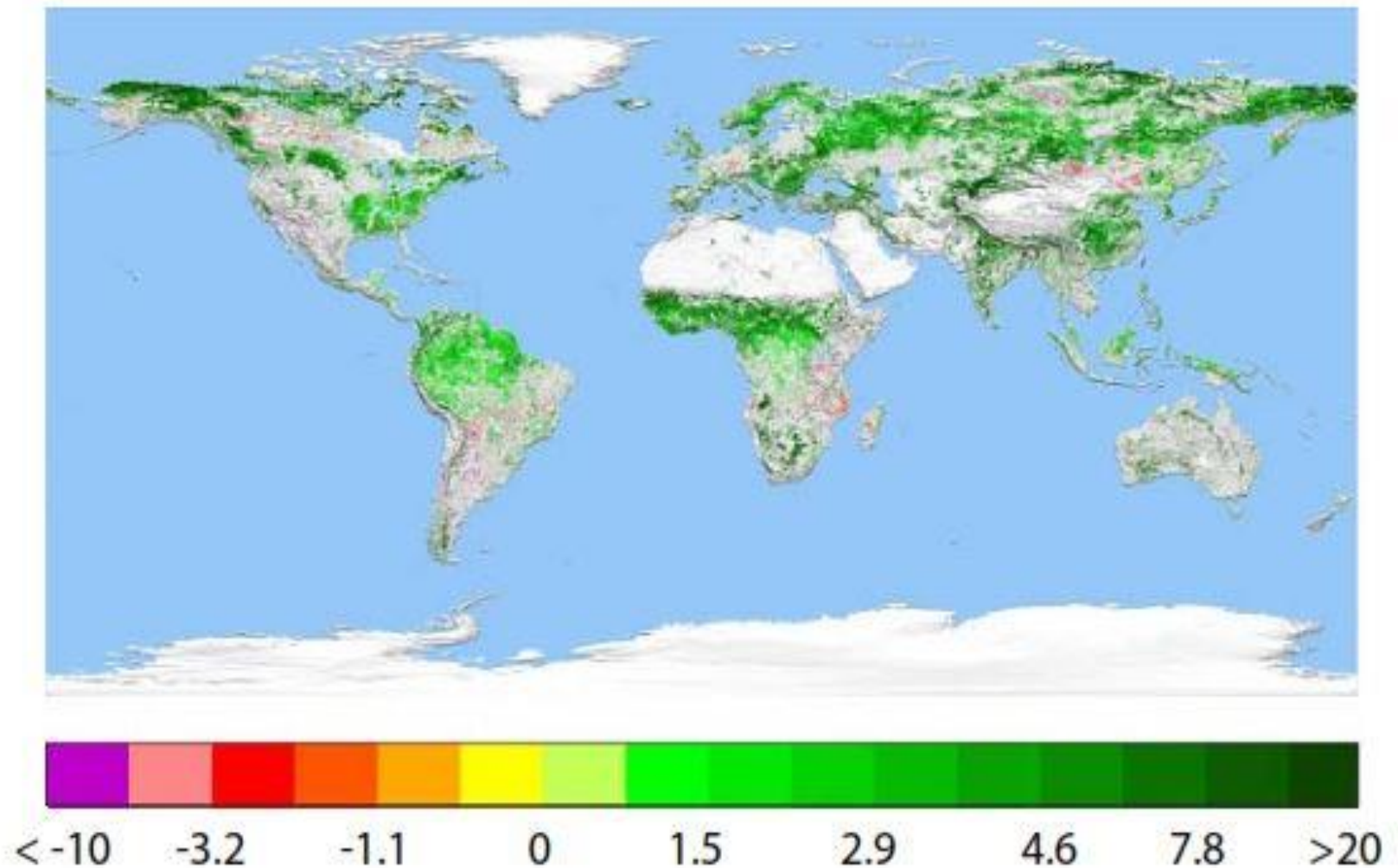


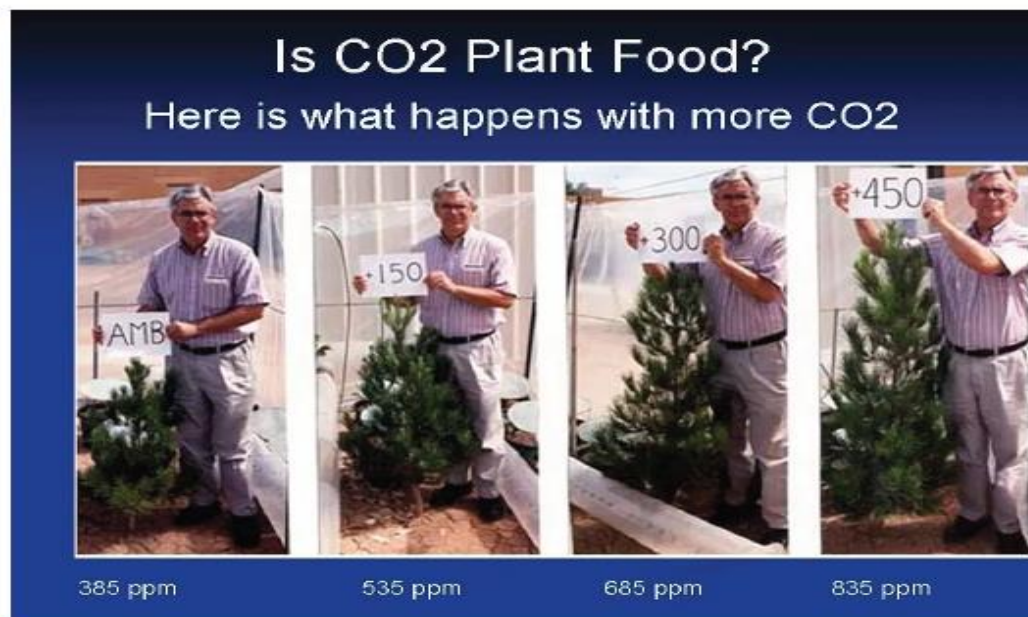
Figure 2: Greening of the Earth, 1982–2011

Trends in gross annual productivity per decade in percentage terms.

Source: Zhu & Myneni 2014

REDEMPTION OF THE BEAST – The Carbon Cycle and the Demonization of CO2 – Part 2

by [Randall Carlson](#)



[Read part 1 here:](#)

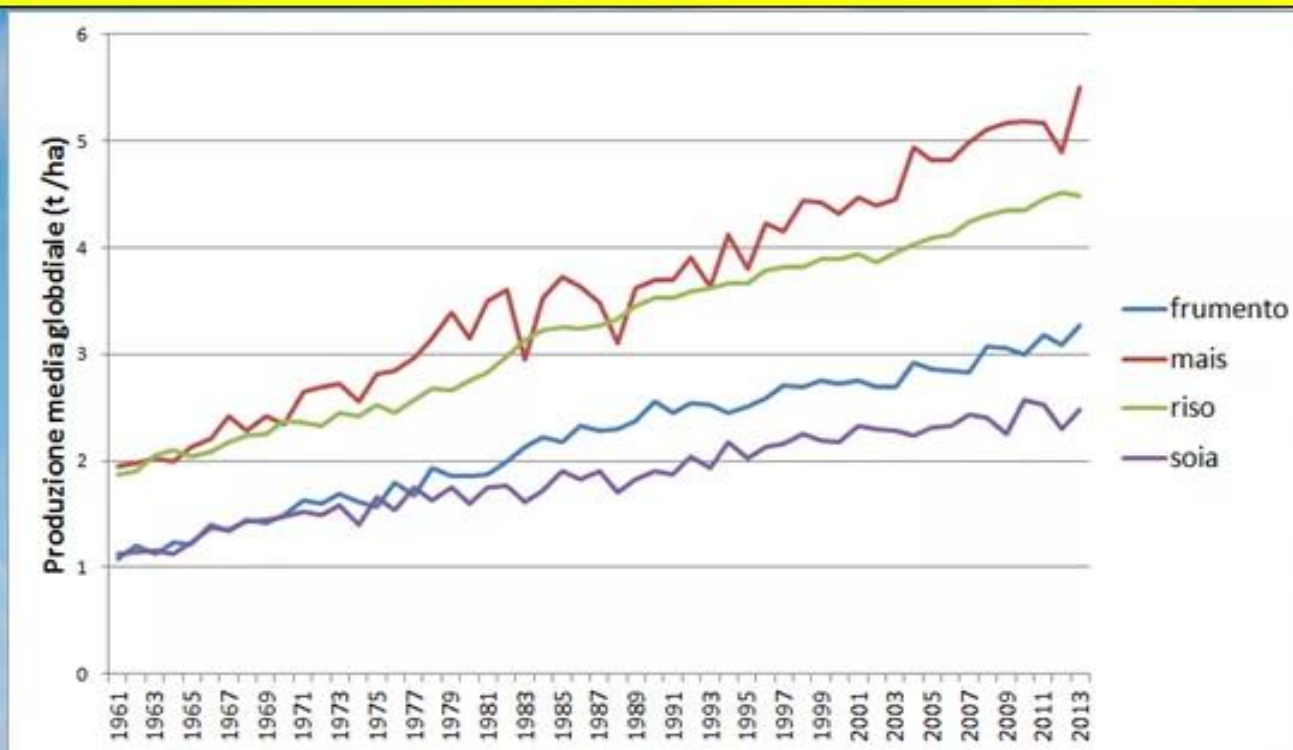
After 21 more years of study, one of these authors, the late Sylvan Wittwer, (who passed away in 2012 at the age of 95) reiterated the fact that there were benefits to the increase in atmospheric carbon dioxide. But then he went on to say something else very interesting. He, along with co-author Emeritus Professor of Biology, Boyd R. Strain pondered the effect of the increasing supply of CO2 on the planetary vegetation realm and speculated that

“An increase in plant growth due to ‘fertilization’ of extra CO2 has not been measured, but a 5 to 10% increase may already have occurred. Current data indicate that plants growing at higher than normal CO2 levels are more tolerant of water, temperature, light, and atmospheric pollutant stresses. There are effects on carbon metabolism, plant growth and development, microbial activity, and terrestrial and aquatic plant communities.” [see: [Wittwer, Sylvan H. & Boyd R. Strain \(1985\) Carbon dioxide levels in the biosphere: Effects on plant productivity: Critical Reviews in Plant Sciences, vol. 2, No. 3, pp. 171 – 198](#)]

Here we see that by 1985 these scientists were speculating that there may have already occurred as much as a 5 to 10% increase in plant growth worldwide due to carbon dioxide fertilization, but at that time did not have sufficient data available to confidently make such a claim. We will come back to this question directly, and see that now, in 2017, we do have enough data to draw some conclusions.

La produzione delle 4 colture che nutrono il mondo

(fonte: faostat3 - <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>)



Resa media ettariale del 2013 rispetto al 1961:

Frumento: triplicata (da 1.24 a 3.26 t/ha = +200% = +3.8% l'anno)

Mais: quasi triplicata (da 1.9 a 5.5 t/ha = +183% = +3.5% l'anno)

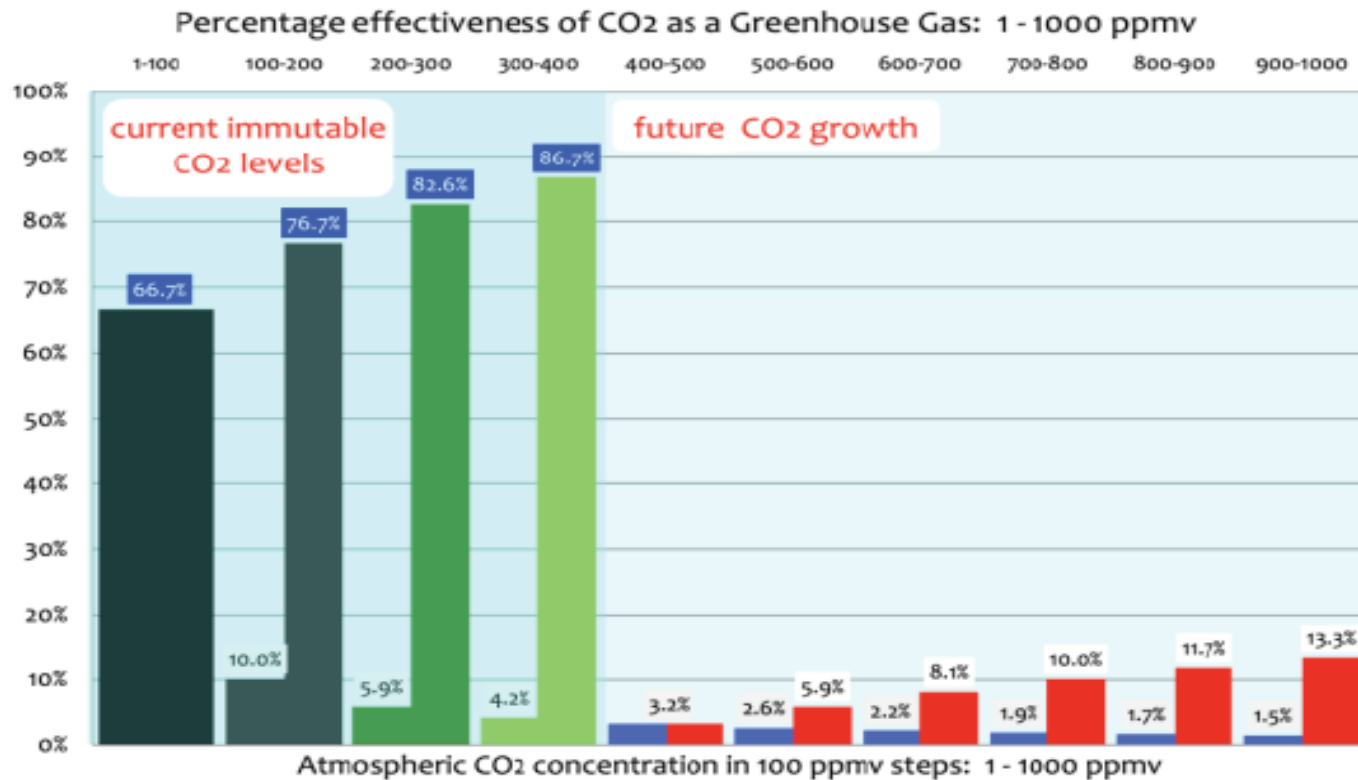
Riso: più che raddoppiata (da 1.9 a 4.5 t/ha = +140% = +2.6% l'anno)

Soia: più che raddoppiata (da 1.2 a 2.5 t/ha = +119% = +2.3% l'anno)

Clima ed energia: possibili future dinamiche

Se anche **si bloccassero ora tutte le emissioni antropiche**, senza interventi attivi il **ritorno alle concentrazioni preindustriali** mediante il ciclo del carbonio “naturale” non sarebbe possibile **neanche dopo un millennio**. Se comunque, **mediante interventi attivi**, si ritornasse alle **concentrazioni preindustriali**, a quel punto **resterebbero poi da raffreddare l'atmosfera e soprattutto gli oceani** (evento quest'ultimo molto più arduo e lento, dato il loro enorme contenuto di calore).

Tuttavia, un motivo di speranza è **la «saturazione» dell'effetto-serra da CO₂**, come si vede nella tavola seguente:



This logarithmic diminution effect is caused by the overlapping energy wavelengths between greenhouse gasses and water vapour in the atmosphere. An analogous illustration of the CO₂ diminution effect with increasing concentrations, can be imagined as if one was painting over a window with successive layers of white paint. The first layer will still be fairly translucent, but subsequent layers will progressively reduce the translucency until the window is fully obscured and thereafter any further paint layers can make no further difference to the fact that the window is already fully obscured.

N. B.: Gli istogrammi rossi sono la sommatoria dei precedenti azzurri.

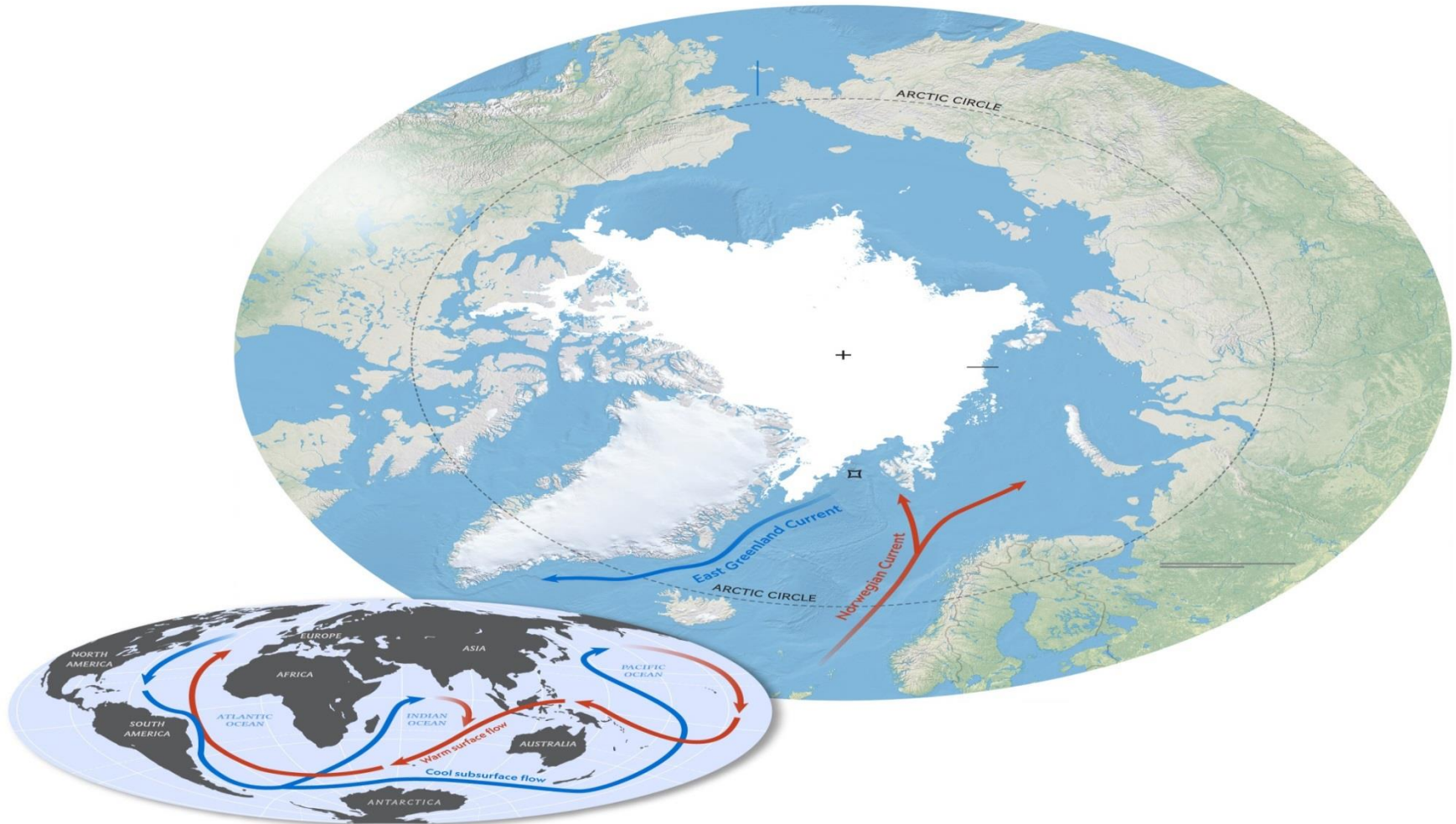
From: <https://wattsupwiththat.com/2019/12/01/what-if-there-is-no-climate-emergency-2/>

Inevitabili interventi “diretti” sul clima?

In ogni caso, se nel futuro si riterrà indispensabile **limitare l'aumento della temperatura di non oltre i 2 °C al 2100** al fine di evitare rischi inaccettabili per l'ecosistema terrestre, come è stato affermato anche **alla COP21**, allora anche i semplici ragionamenti delle tavole precedenti confermano **l'inevitabilità di interventi “attivi” sul clima.**

Interventi di questo tipo potrebbero poi costituire **l'«ultima ratio»** per garantire **un futuro all'attuale Genere Umano se l'Olocene terminerà in una nuova Era Glaciale** in tempi di **centinaia o poche migliaia di anni**, come appare **praticamente certo** dalla storia recente del clima.

Il rallentamento della Corrente del Golfo

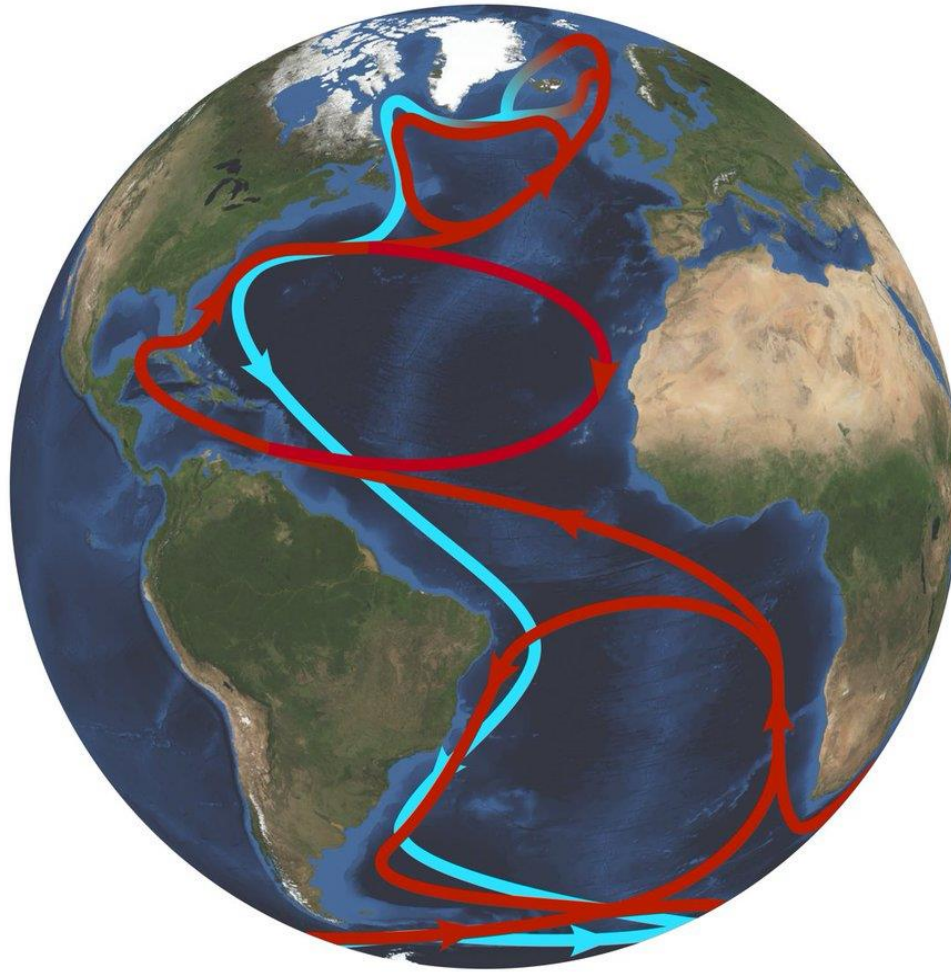


From: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/why-ocean-current-critical-to-world-weather-losing-steam-arctic>

L'Europa in una nuova "era glaciale" ?

Pochi hanno sentito parlare del «Capovolgimento meridionale della circolazione atlantica» (**Atlantic meridional overturning circulation**, o **AMOC**), una sorta di nastro trasportatore oceanico che porta le acque calde verso l'Atlantico settentrionale: uno dei suoi effetti più evidenti è la [Corrente del Golfo](#).

Bene, un nuovo [studio](#) segnala che questo fenomeno, sinora dato per scontato, **ha perso la sua forza come non accadeva da un millennio**, probabilmente a causa dei [cambiamenti climatici](#), e questo potrebbe portare - secondo un nuovo studio - a un punto di non ritorno entro la fine del secolo.



Schema delle correnti atlantiche. In rosso la Corrente del Golfo (parte dell'AMOC), che rende mite il clima dell'Europa Occidentale, ma che sta rallentando.

Da: https://www.ilmattino.it/tecnologia/scienza/corrente_golfo_rallenta_europa_rischio_clima_estremo-5792598.html

Why is an ocean current critical to world weather losing steam? Scientists search the Arctic for answers.

A conveyor belt of ocean water that loops the planet and regulates global temperatures could be heading for a tipping point.

The AMOC conveyor belt may already be showing signs of sputtering as a result. A network of ocean probes across the mid-Atlantic, between the Bahamas and Africa, **has recorded a 15 percent drop in the current's flow over the past decade.** A recent modeling study suggests that the slowdown began a half-century ago as planet-warming carbon emissions started to soar.

...omissis...

...continua...

...continua...

An abrupt [brake on the current](#) around 950,000 years ago sent the planet into a long series of ice ages. More recently, **Europe was plunged into a 2,000-year cold spell known as the [Younger Dryas](#) around 13,000 years ago, after the current sharply weakened.** Although it's not certain what caused those conveyor breakdowns, **melting ice sheets are believed to have [played a major role](#).**

Even short of a shutdown, the effects of weakening ocean circulation would be felt around the globe. **Because the Gulf Stream warms Northern Europe by as much as 10 degrees F, a drop in the heat flowing north would make European winters colder.** An exaggerated version of this scenario was the subject of the 2004 disaster film “[The Day After Tomorrow](#).”

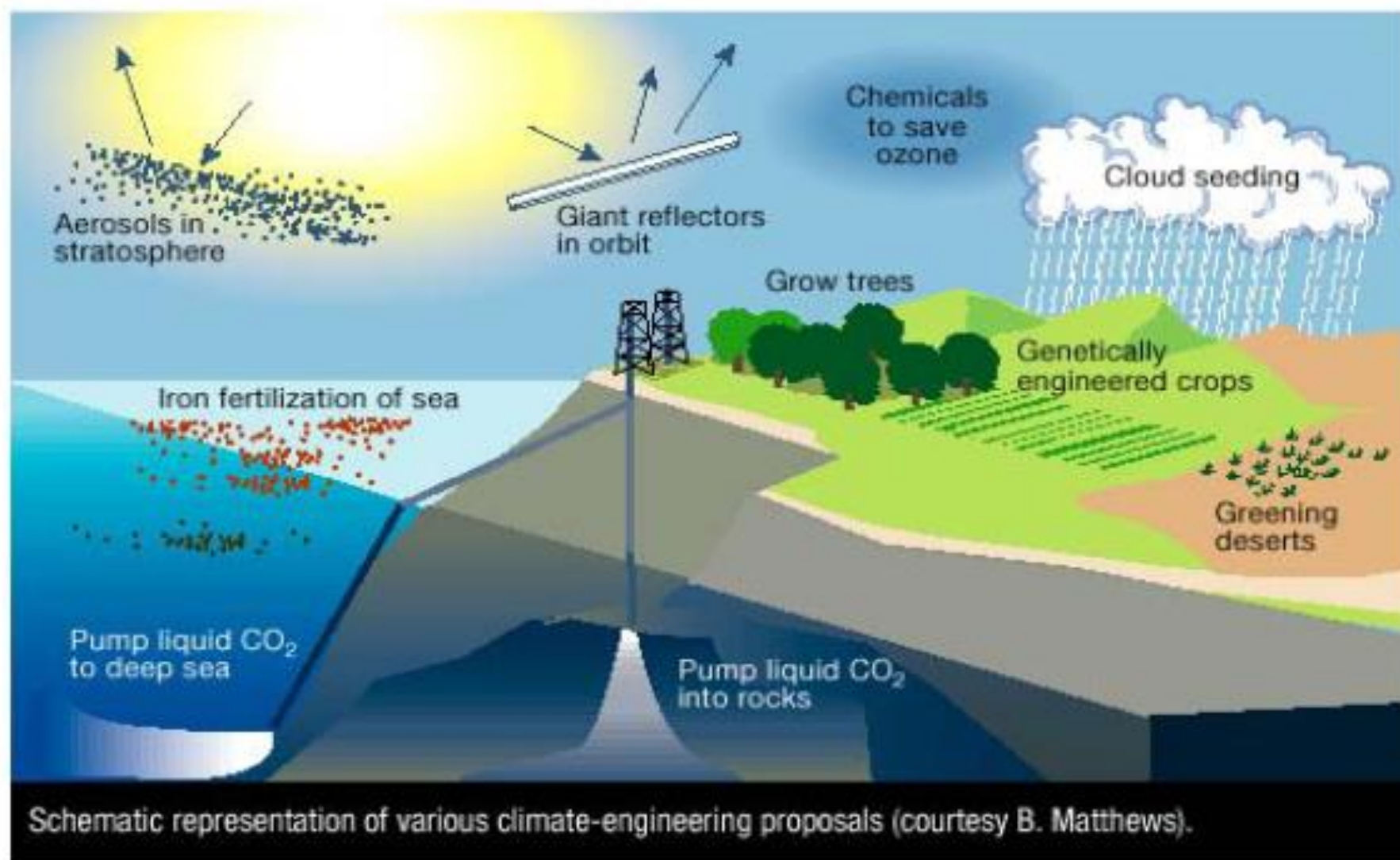


Fig. 14 - La varietà di opzioni che si potrebbero considerare per l'intervento diretto sul Sistema Clima.
(Da: D.W. Keith "Geoengineering" *Nature*, Vol. 409, p. 420 - 18 January 2001).