



IL FUTURO DELL'ENERGIA

Una possibile roadmap per un futuro sostenibile

Stefano Re Fiorentin

Chief Innovation Officer Asja Ambiente

Torino, 19 aprile 2017 – Club Dirigenti Tecnici





La nostra atmosfera Un sistema davvero imponente?

Fino a metà degli anni '50 si era propensi a considerare l'atmosfera immune dall'azione umana semplicemente perché era un sistema imponente.

A quei tempi c'era

- ❖ **più di un milione di tonnellate di aria per ogni persona**
(oggi un po' meno a causa dell'aumento demografico)
- ❖ **Centinaia di tonnellate di anidride carbonica pro capite**
- ❖ **Lo stato di ozono ammontava a più di una tonnellata a persona**

Numeri simili sembravano rendere praticamente inattaccabile il sistema Terra, che appariva semplicemente troppo grande per essere modificato.

Ma le cose di lì a poco sarebbero cambiate.

La Terra sarebbe presto apparsa piccola:

Jim Lowell, pilota dell'Apollo 8 e comandante dell'Apollo 13 disse:

“Dalla Luna la Terra la posso nascondere dietro un pollice”





Siamo al terzo problema ambientale globale

Ce ne saranno altri?...

1. Metà anni '50 – metà anni '60:

Il *fallout* nucleare conseguente ai test nucleari

2. Percepita da metà anni '70 :

l'incremento degli UV-C e degli UV-B a seguito della riduzione dell'ozonofera

3. Percepita da fine anni '80:

il bilancio energetico del Pianeta, alterato dai gas ad effetto serra



Le quattro leggi dell'ecologia

Sono del 1971

In un testo autorevole, pubblicato nel 1971 (*"The Closing Circle"*) **Barry Commoner** enunciò le quattro leggi dell'ecologia:

1. **Ogni cosa è connessa con qualsiasi altra.** C'è un'ecosfera per tutti gli organismi viventi e ciò che colpisce uno, colpisce tutti.
2. **Ogni cosa deve finire da qualche parte.** Non esiste un posto lontano in cui buttare le cose
3. **La natura sa il fatto suo.** L'umanità ha sviluppato tecnologie per migliorare la natura, ma i cambiamenti in un sistema naturale possono essere dannosi per quel sistema
4. **Non si distribuiscono pasti gratuiti.** In ecologia, come in economia, non c'è guadagno che possa essere ottenuto senza un certo costo.

Le reti interconnesse del cibo portavano il DDT dai campi di granoturco del Minnesota alle carni delle mucche nostrane, proprio come la stratosfera trasportava il fallout sollevatosi dall'atollo di Bikini nello smalto dentale dei bambini tedeschi.



L'energia che arriva sulla Terra La "Cascata Globale" di Oliver Morton

L'energia solare che arriva sulla Terra è pari a **174 000 trilioni di watt**.

Corrisponde ad una potenza di **1366,9 W/m²** [1414,7 W/m² al perielio e 1321,8 W/m² all'afelio]

$$1366,9 / 4 = \mathbf{341,7 \text{ W/m}^2 \text{ medi sul globo h24}}$$

Le nuvole, gli aerosol e la superficie terrestre riflettono il 30% di questa energia.

Ciò che resta sono 120 000 terawatt, equivalenti a circa 10 000 volte l'energia messa in circolo sul pianeta dalla civiltà industriale, che corrisponde a circa 15 terawatt.

Ecco il modo descritto da Oliver Morton per farsi un'idea di tutta questa energia.

- ❖ Partiamo dalle cascate del Niagara.
- ❖ Aumentiamone di 20 volte l'altezza (avremo un salto di 1 km)
- ❖ Aumentiamo la portata di 10 volte: avremo 300 tonnellate di acqua in caduta per metro al secondo rispetto alle 30 del Niagara
- ❖ Ora allargiamola fino ad abbracciare l'intero globo: un muro di acqua alto un km e lungo 40 000 km che taglia il mondo a metà

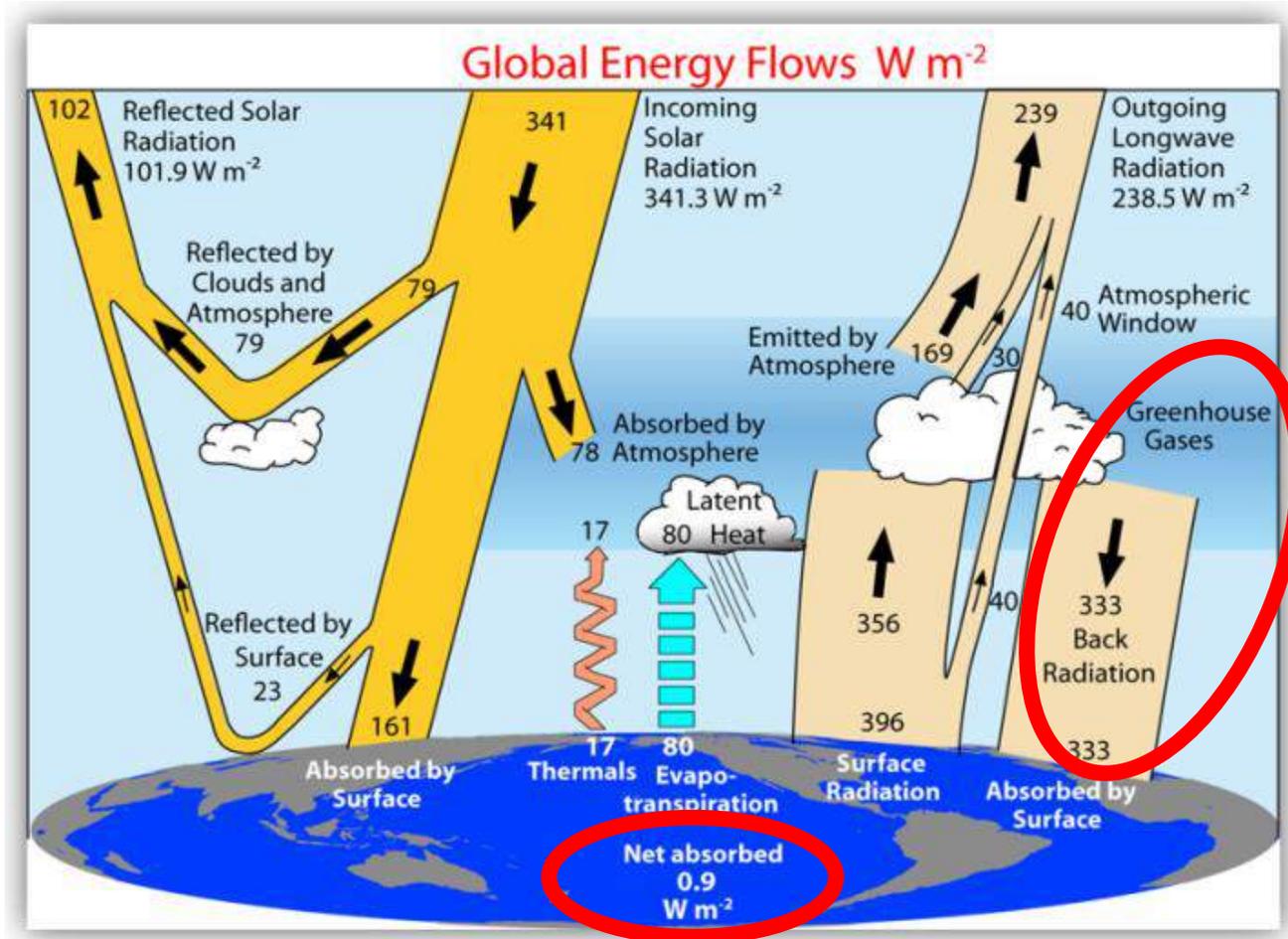
Fonte: "Il Pianeta Nuovo" di Oliver Morton



È questo l'aspetto di 120 000 terawatt

Il diagramma di Trenberth del 2009

Le radiazioni *in-out* sono sempre state in "miracoloso" perfetto equilibrio



Gli 80 W/m^2 dell'energia assorbita dall'acqua che la fanno evaporare sollevano 18 miliardi di tonnellate di liquido al secondo.

La condensazione dell'acqua riversa nella troposfera tanto calore quanto se ne otterrebbe sganciando una bomba di Hiroshima al secondo.



La temperatura media della Terra

Una misura difficile

- ❖ La temperatura media della Terra è di circa **14°C**
- ❖ Potrebbe sembrare che la temperatura media della superficie terrestre sia quella più facile da ottenere.
- ❖ In realtà calcolarla è un vero incubo, perché dipende da osservazioni compiute in migliaia di siti con attrezzature diverse e diversi livelli di accuratezza.
- ❖ **Il lavoro non è ancora svolto da grandi squadre ben finanziate e coordinate da un unico centro, ma è frammentato tra varie istituzioni.**
- ❖ D'altra parte la temperatura della Terra non si può misurare dai satelliti con precisione a causa dell'assorbimento atmosferico delle radiazioni infrarosse. **Se ad esempio si misurasse la temperatura della Terra dalla Luna con un sensore a infrarossi, si rileverebbero -15°C.**

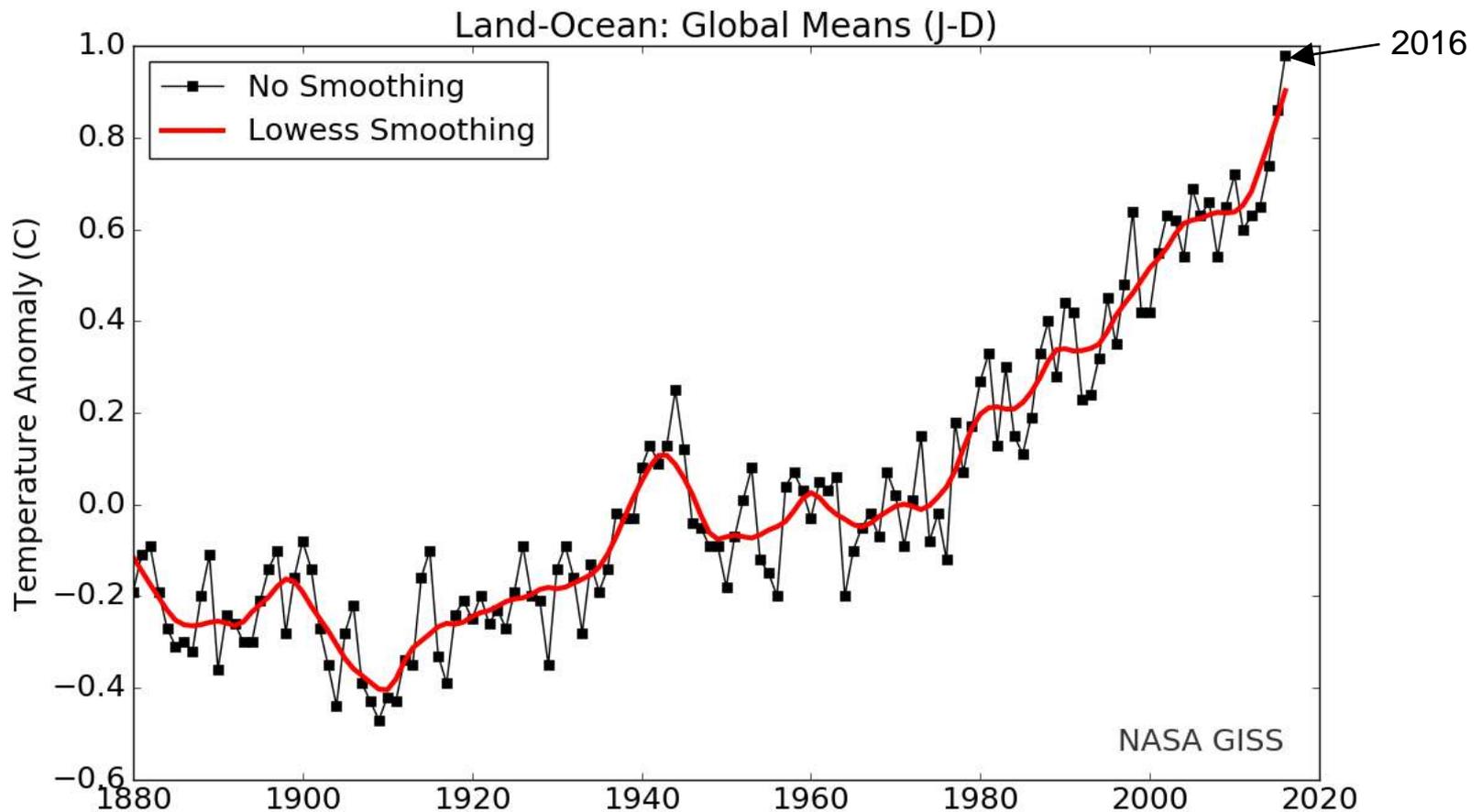
Se però si esaminano i dati faticosamente raccolti in buona fede, ci si rende conto che il riscaldamento è reale, e i più concordano anche sulla sua velocità:

Una media di 0,16°C ogni 10 anni a partire dagli anni '70.



I dati aggiornati a tutto il 2016 del GISS

Il *Goddard Institute for Space Studies* della NASA





Un piccolo squilibrio dei flussi energetici

È il responsabile dell'aumento della temperatura media della Terra

La temperatura della Terra è modificata da due effetti:

❖ La variazione della sua “albedo”

L'albedo della Terra è data soprattutto dalle nuvole, ma anche la superficie fa la sua parte, e così i cambiamenti che gli esseri umani vi apportano.

Coltivando aree in precedenza boschive, gli esseri umani hanno apportato una piccola variazione all'albedo globale, e così pure ricoprendo le città di asfalto.

❖ Ma soprattutto dalle “forzanti radiative”

Sono determinate dai cosiddetti GHG (“Green House Gases”). La CO₂ è il gas serra responsabile sul lungo periodo di gran parte dell'effetto serra dovuto all'attività umana. Attualmente esso provoca un aumento del flusso di infrarossi verso la Terra di poco inferiore ai **due watt per metro quadro**.

Ma anche le emissioni di metano, di protossido d'azoto (N₂O), i CFC e gli HCFC (idroclorofluorocarburi, gas innocui per l'ozono, che hanno rimpiazzato i CFC) aggiungono in tutto **un altro watt di infrarossi per metro quadro**.



I Global Warming Potentials delle emissioni gassose

- ❖ GHG diversi possono avere effetti diversi sul riscaldamento del pianeta.
- ❖ Due modi chiave in cui questi gas differiscono l'uno dall'altro sono la loro capacità di assorbire le radiazioni ("**radiative efficiency**") e quanto tempo rimangono nell'atmosfera ("**lifetime**").
- ❖ Il "**Global Warming Potential**" (GWP) è stato sviluppato per consentire il confronti dell'impatto sul riscaldamento globale dei diversi gas. In particolare, è una misura di quanta energia una tonnellata di gas assorbe in un determinato periodo di tempo, rispetto ad una tonnellata di CO₂.
- ❖ Il periodo di tempo utilizzato di solito per GWP è di 100 anni.
- ❖ **La CO₂, per definizione, ha un GWP di 1** indipendentemente dal periodo di tempo utilizzato, perché è il gas utilizzato come riferimento.
- ❖ La CO₂ rimane nel sistema climatico per molto tempo: le emissioni di CO₂ causano un aumento delle concentrazioni atmosferiche di CO₂ che durano **migliaia di anni**.
- ❖ Il GWP del metano è stato rivisto nel 2014 dall'IPCC ("*Intergovernmental Panel on Climate Change*") dai precedenti 22 a 34. IL CH₄ dura circa un decennio in media, ma assorbe anche molta più energia della CO₂.



La “retroazione da vapore acqueo”

Esalta l'effetto serra

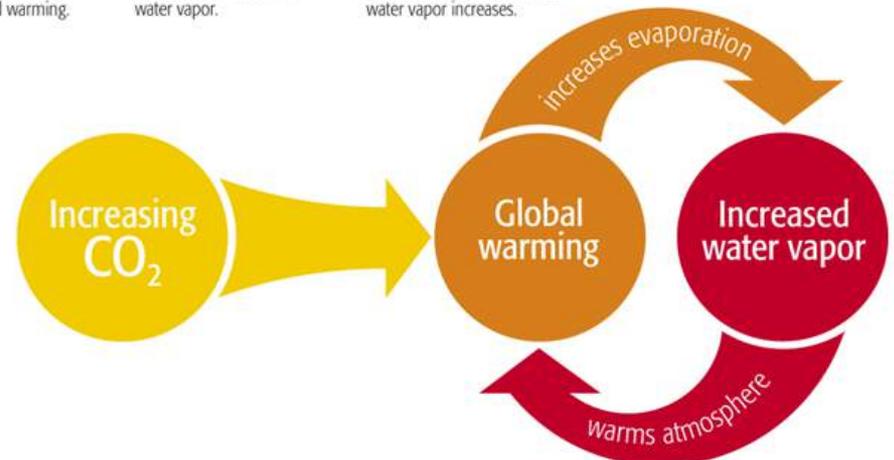
- ❖ Riscaldando la superficie, i gas serra favoriscono l'evaporazione, facendo così aumentare la quantità di vapore acqueo nell'atmosfera.
- ❖ Questo è a sua volta un gas serra che amplifica il riscaldamento dovuto agli altri, generando un effetto di **retroazione positiva**.
- ❖ È importante sottolineare che le variazioni nei flussi del diagramma di Trenberth sono piccolissime, ma possono avere effetti considerevoli.
- ❖ Se invece di aggiungere 120 ppm di CO₂ agli iniziali 285 ppm li avessimo sottratti, arrivando a 165 ppm **saremmo nel pieno di un'era glaciale** a causa dell'effetto dell'incremento di albedo dovuto alle nevi

POSITIVE FEEDBACK LOOP

● Adding carbon dioxide to the atmosphere tends to warm the atmosphere, causing global warming.

● The warm atmosphere causes surface water to evaporate and become water vapor.

● Since water vapor is a greenhouse gas, the atmosphere tends to warm even more as water vapor increases.

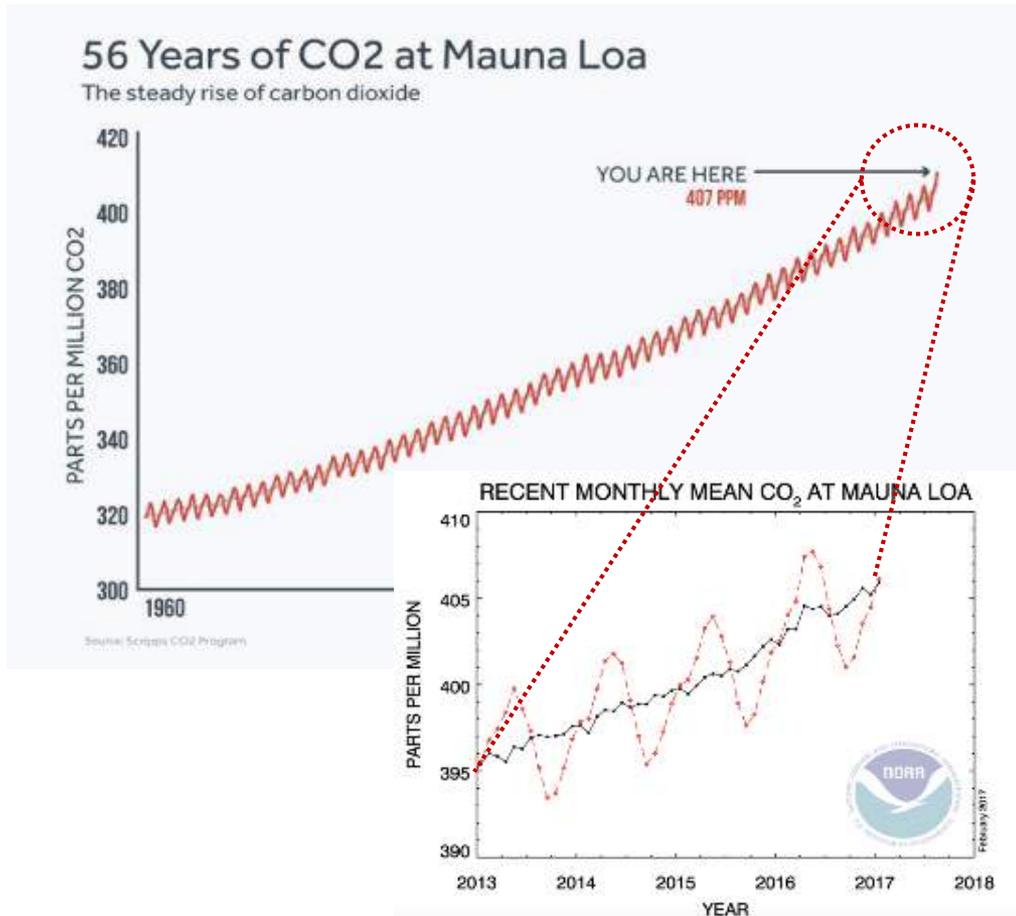


© 2009 Pearson Education, Inc.



L'incremento della CO₂

La causa principale dell'incremento di temperatura



- ❖ La concentrazione media della CO₂ nell'atmosfera è oramai da due anni **sopra le 400 parti per milione (ppm)**.
- ❖ Prima dell'era industriale era stabile a **280 ppm**.
- ❖ Un ppm di CO₂ nell'atmosfera corrisponde a **2,1 miliardi di tonnellate di carbonio equivalente**
- ❖ L'uomo ha quindi immesso nell'atmosfera **262 miliardi di tonnellate di carbonio equivalente**
- ❖ Un mucchio di carbone avente lo stesso contenuto di carbonio avrebbe un volume **pari a quello del monte Everest**



Le emissioni di CO₂ tipiche di una anno

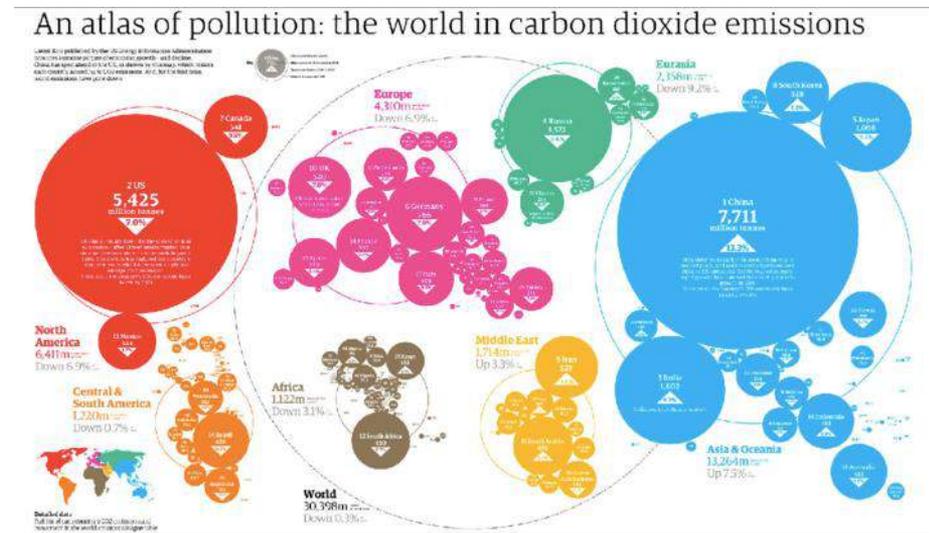
L'esempio del 2015

I **30 miliardi di tonnellate di CO₂** emessi nel 2015 provengono dalla combustione di

- ❖ **3000 miliardi di metri cubi di benzina,**
- ❖ **circa 3 miliardi di barili di petrolio al mese,**
- ❖ **poco meno di 300 tonnellate di carbone al secondo.**

Rimpiazzare le centrali a carbone con pannelli solari, con lo stesso ritmo al quale i pannelli sono stati installati nel 2015, richiederebbe circa un secolo e mezzo.

Tutto ciò prima ancora di cominciare a eliminare tutto ciò che non è carbone, cioè i fossili bruciati da automobili, impianti industriali, impianti di riscaldamento, aerei, navi, cucine, ...



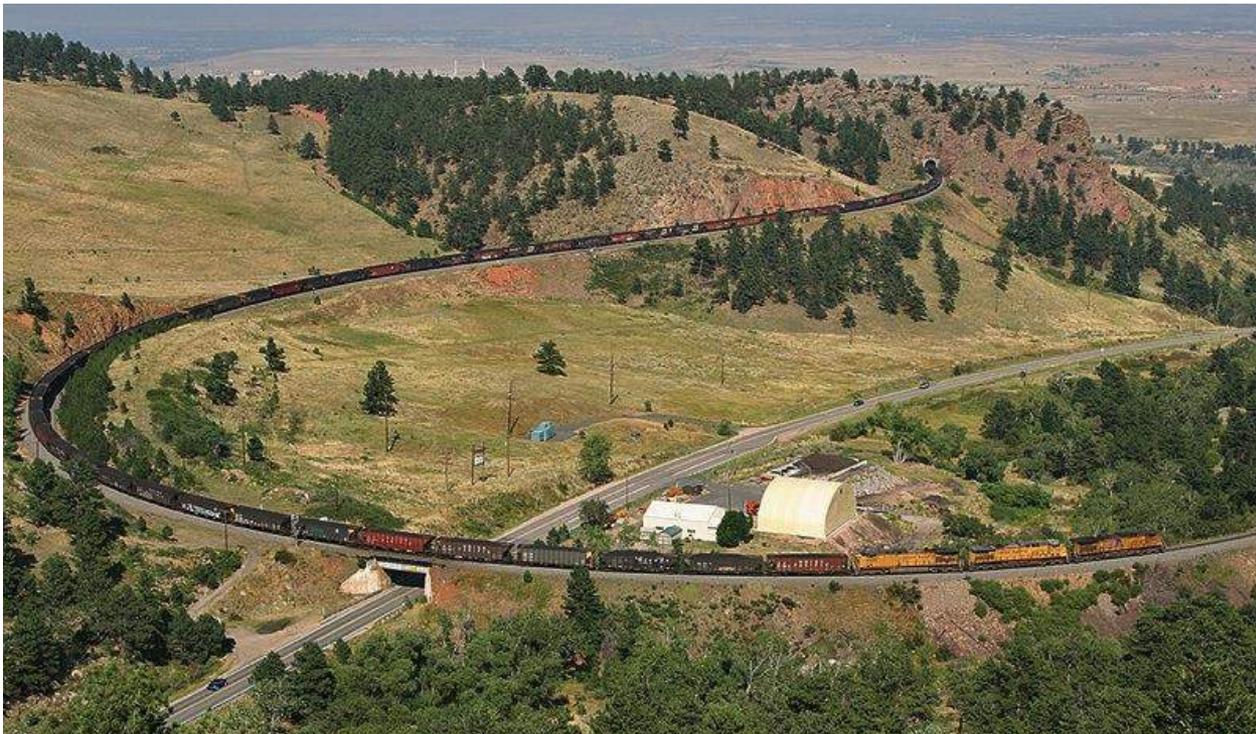
Fonte: **theguardian**



La CO₂ emessa dalle auto Italiane

Anno 2015

La CO₂ emessa dalle auto italiane nel 2015 corrisponde a quella prodotta dalla combustione di **22 milioni di tonnellate di carbone.**



Una tale quantità di carbone riempirebbe un treno lungo 14.000 km (distanza che separa Lisbona da Vladivostok).



In Italia le auto circolanti nel 2015 sono state in media:

benzina	18 570 000
diesel	15 670 000
GPL	2 150 000
metano	880 000
altre (ibride, ecc.)	80 000
TOTALE AUTO	37 350 000

Ai fini dell'analisi e per essere conservativi, assimiliamo il GPL alla benzina e trascuriamo le auto a metano e ibride. Abbiamo quindi le due grandi categorie di auto circolanti:

benzina	20 720 000 veicoli
diesel	15 670 000 veicoli

Le percorrenze medie annue sono state:

benzina	10 200 km/anno
diesel	16 500 km/anno

Le emissioni medie di CO₂ per categoria sono:

benzina	180 g/km CO ₂
diesel	140 g/km CO ₂

Moltiplicando le ultime due tabelle abbiamo le emissioni medie annuali di CO₂ per vettura:

benzina	1836 kg CO ₂
diesel	2310 kg CO ₂

Moltiplicando infine per il numero di vetture della prima tabella otteniamo:

benzina	38 Mton CO ₂
diesel	36 Mton CO ₂
TOTALE EMISSIONI CO₂	74 Mton CO₂

La CO₂ emessa dalle auto italiane | il calcolo

La massa molare della CO₂ è di 12 g/mole (carbonio) + 2x16 g/mole (ossigeno) = 44 g/mole. Quindi per ottenere il *carbon equivalent* della CO₂ bisogna moltiplicare il suo peso per 12/44.

Pertanto i 74 milioni di tonnellate di CO₂ emesse nel 2015 dal parco vetture circolante italiano corrispondono a 20 milioni di tonnellate di carbonio equivalente.

Il carbone ANTRACITE (quello di qualità superiore) contiene il 90% di carbonio in peso.

I nostri 20 milioni di tonnellate di carbonio equivalente della CO₂ emessa sono quindi contenuti in 22 milioni di tonnellate di antracite.

La CO₂ emessa dalle auto italiane nel 2015 corrisponde a quella prodotta dalla combustione di 22 milioni di tonnellate di carbone.

In letteratura si legge che *Rail freight for charcoal is calculated on the basis of 300 kg/m³ of charcoal.*

Il tipico vagone ferroviario per il trasporto del carbone (tipo Eaos) ha un volume di carico di 82.5 m³ e una lunghezza di 15.7 m. Quindi può trasportare 24.7 tonnellate di carbone.

Per trasportare i nostri 22 milioni di tonnellate di carbone ci vorrebbero 890 000 carri.

La lunghezza del treno sarebbe quindi di 15.7x890000 m = 14000 km

Questa è all'incirca la distanza che separa Lisbona da Vladivostok.



Il problema delle fonti energetiche

emerse per la prima volta negli anni '70 ...

Monthly Imported Crude Oil Price
Dollars per barrel



Fonte: EIA | US Energy Information Administration

...ma non per problemi ambientali, bensì a causa delle crisi petrolifere del 1973 e 1979.

Queste avevano fatto percepire in maniera chiara le problematiche di un sistema energetico troppo dipendente dal petrolio e, in generale, dall'approvvigionamento di fonti fossili.

Si pensò che la fonte alternativa da privilegiare fosse il **nucleare**.

Pochi credevano nelle fonti rinnovabili.



Le fonti di energia rinnovabile

Devono anche essere sostenibili



Le fonti di energia rinnovabile sono risorse naturali che **si rinnovano nel tempo** e possono essere considerate disponibili per l'utilizzo da parte dell'uomo **pressoché indefinitamente**.

Una risorsa rinnovabile si dice anche **sostenibile** se il tasso di rigenerazione della medesima è uguale o superiore a quello di utilizzo.

Tale concetto è particolarmente importante per quelle risorse - quali ad esempio le forestali - per le quali il tempo di rinnovo può non essere compatibile con il tasso di sfruttamento.



Il percorso fatto finora

Dal 1992 al 2005

1992

Durante la conferenza dell'ONU su ambiente e sviluppo di **Rio de Janeiro** (*Summit della Terra*), viene stilata la **Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici** (UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*).



E' il primo tentativo dell'ONU di prendere provvedimenti a livello globale in materia di ambiente e di sviluppo economico secondo nuovi parametri, con l'obiettivo di prevenire la distruzione irreparabile delle risorse naturali e di permettere la vita sulla Terra anche per le generazioni future

1995
COP 1

I partecipanti all'UNFCCC si incontrano a Berlino per definire i principali obiettivi di riduzione delle emissioni (**Conference of the Parties - COP 1**).



1997
COP 3

Nella **COP 3** della UNFCCC tenutasi a Kyoto, viene stilato il **protocollo di Kyoto**, un trattato internazionale in materia ambientale riguardante il surriscaldamento globale, redatto da più di 180 Paesi.



2005
COP 11/ CMP 1

Il COP 11 di Montreal è stato anche il primo *Meeting of the Parties* (CMP 1). L'evento ha segnato **l'entrata in vigore del protocollo di Kyoto** con la ratifica da parte della Russia.

Da allora i COP e i CMP si sono tenuti congiuntamente



Montréal 2005



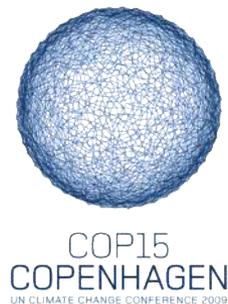
Il percorso fatto finora

Dal 2009 al 2012

2009

COP 15 / CMP 5

L'obiettivo ambizioso prefisso dal COP 15 tenutosi a Copenaghen era di arrivare ad un accordo globale sul clima per il periodo post-2012, quando sarebbero terminato il commitment previsto dal protocollo di Kyoto. La conferenza non portò a un accordo per le azioni di lungo termine (2030 e 2050) ma attivò dei gruppi di lavoro.



2010

COP 16 / CMP 6

Al COP 16 tenutosi a Cancùn tutti i partecipanti riconobbero che *"the climate change represents an urgent and potentially irreversible threat to human societies and the planet, and thus requires to be urgently addressed by all Parties,"*. Venne approvato l'obiettivo di contenere il riscaldamento globale entro i 2 °C.



2011

COP 17 / CMP 7

La conferenza, tenutasi a Durban, ha portato all'accordo di avviare negoziati per un accordo giuridicamente vincolante che comprende tutti i paesi, da adottarsi nel 2015, volto a disciplinare il periodo successivo al 2020.





Dal 1997 al 2012

In percentuale ben poco è cambiato

- ❖ Quando ebbe luogo conferenza di Kyoto, l'80% della domanda mondiale di energia era soddisfatta da combustibili fossili. Le fonti energetiche rinnovabili fornivano **appena il 13% dell'energia utilizzata.**
- ❖ **Ben 10 di questi 13 punti percentuali** era rappresentato da biomasse che includevano il legno bruciato per accendere il fuoco da più di un miliardo di persone che non avevano altre possibilità.
- ❖ L'energia eolica, quella solare e quella idroelettrica **contribuivano per appena 3%.**
- ❖ **Nel 2012, dopo 15 anni di politiche climatiche post Kyoto, le energie eolica, solare e idroelettrica fornivano ancora il 3% del fabbisogno energetico mondiale; i combustibili fossili l'81%.**
- ❖ Le emissioni industriali di CO₂ nel 2012 sono state doppie rispetto a quelle del 1997.



2015 - COP21 Accordo storico a Parigi

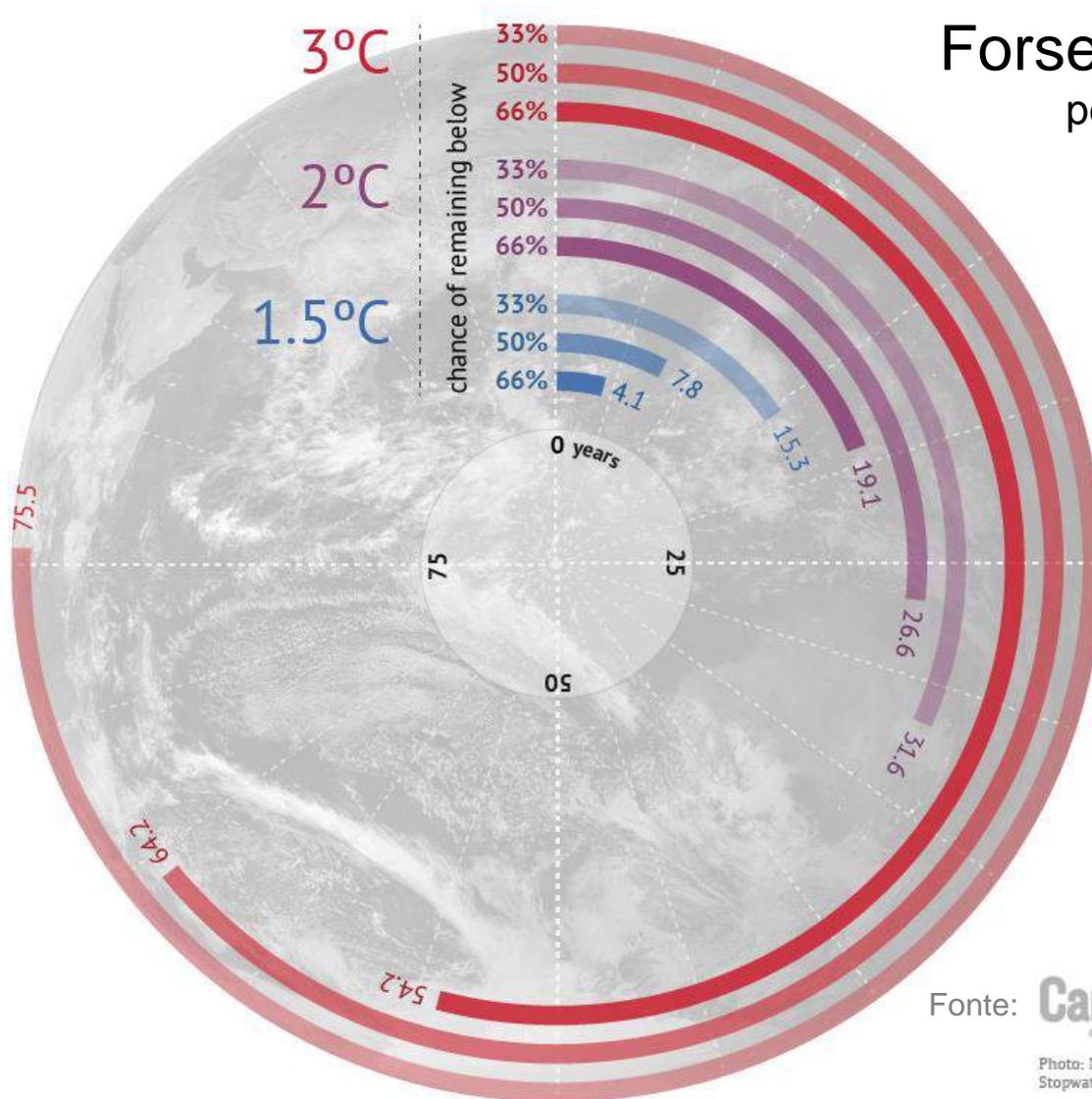


I Negoziati di Parigi portarono all'adozione del **Paris Agreement** relativo alle misure per il contenimento dei cambiamenti climatici post 2020. L'adozione di questo accordo completò i lavori della Durban Platform. L'accordo è entrato in vigore il 4 novembre 2016.

Per la prima volta quasi 200 Paesi si sono trovati d'accordo nello stabilire l'obiettivo di fermare il riscaldamento globale **ben al di sotto dei 2°C**, con la volontà di contenerlo entro **+1,5°C**.



Forse solo più quattro anni per il “carbon budget” degli 1.5°C



Quattro anni di emissioni come quelle attuali sarebbero sufficienti per bruciare il “carbon budget” previsto per avere una buona probabilità di mantenere l’aumento di temperatura a 1.5 °C.

Questa è la conclusione dell'analisi del *Carbon Brief*, il quale include già nel “carbon budget” previsto dall’*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* le emissioni globali di CO₂ del 2016

Fonte: **CarbonBrief**
CLEAR ON CLIMATE

Photo: NASA Goddard Space Flight Center
Stopwatch icon: T-Kot/Shutterstock.com



L'impegno dell'UE verso le fonti rinnovabili

inizia nel 1997



Con il “**Libro bianco**” del 1997 sulle fonti energetiche rinnovabili, l'UE si pone il seguente **obiettivo al 2010**:

- soddisfare il 12 % delle esigenze di consumo di energia e
- il 22,1 % delle esigenze di consumo di elettricità a partire da fonti rinnovabili.

Nel 2001, la direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, **ha stabilito per la prima volta obiettivi per ciascuno Stato membro.**



Negli ultimi 10 anni l'UE adotta un quadro legislativo via via più completo

La mancanza di progressi nel conseguimento degli obiettivi del 2010 ha portato l'Unione Europea ad adottare un quadro legislativo più completo e stringente.



10 gennaio 2007

La Commissione delinea una strategia a lungo termine per le energie rinnovabili nell'UE fino al 2020: «**Tabella di marcia per le energie rinnovabili.** Le energie rinnovabili nel 21° secolo: costruire un futuro più sostenibile» (COM(2006) 0848).

23 aprile 2009

Direttiva Energie Rinnovabili (2009/28/CE).

Entro il 2020

(rispetto ai livelli del 1990):

- ridurre del **20%** le emissioni di gas serra;
- ridurre del **20%** il consumo di energia;
- portare al **20%** (il 17% per l'Italia) il consumo di energia da fonti rinnovabili.

4 ottobre 2016

il Parlamento Europeo approva la ratifica dell'accordo di Parigi da parte dell'Unione Europea, e quindi l'entrata in vigore dell'accordo per tutti i Paesi contraenti dal 4 novembre 2016.



Per attuare l'accordo di Parigi l'UE deve rivedere i suoi obiettivi al 2030, così come l'Italia

obiettivi	UE 2030	UE 2030	ITALIA 2030	ITALIA 2030
	Pre COP21	Post COP21	Pre COP21	Post COP21
riduzione emissioni di CO ₂ (vs 1990)	-40%	-55%²	-38% ¹	-60%¹
incremento efficienza energetica ³	+ 27%	+40%²	+27%	+40%
energia rinnovabile sui consumi finali	27%	40%²	24-27% ²	35%¹
energia elettrica rinnovabile sui consumi finali	50%	65%²	50% ²	66%¹

Obiettivi per la nuova SEN
(Strategia Energetica Nazionale)

(1) Fonte: Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile

(2) Fonte: elaborazione assoRinnovabili

(3) Scenario Modello Primes 2008



Le rinnovabili nel mondo

la distribuzione geografica degli investimenti





Il forte impegno della Cina sulle rinnovabili

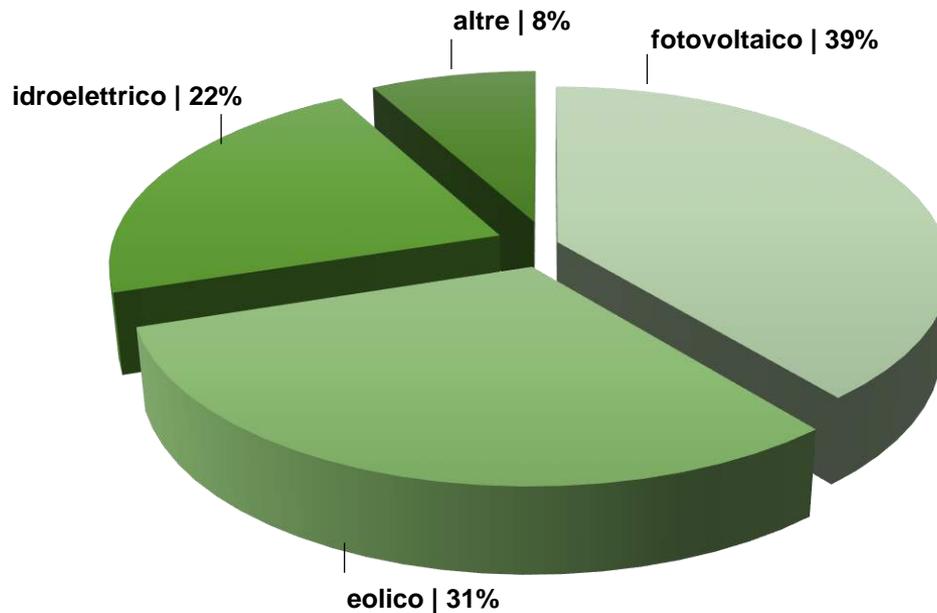
I primi al mondo



- ❖ La Cina ha superato Stati Uniti e Germania, diventando leader nella produzione di energia solare mentre la potenza eolica installata, pari a **145 GW** (anche se non interamente collegata alla rete di distribuzione), è la maggiore al mondo.
- ❖ La Cina è in larga misura responsabile per l'andamento del prezzo globale dei moduli solari, **diminuito di ben l'80% dal 2009**.
- ❖ Il governo cinese prevede che entro il 2020 il paese raggiunga almeno **200 GW di energia solare** e **250 GW di energia eolica** con un obiettivo di riduzione annuale dei costi del 2 per cento per il solare e del 3-5 per cento per l'eolico.
- ❖ La Cina sta anche investendo massicciamente nella capacità di generazione idroelettrica, geotermica e dalle biomasse.



Le rinnovabili nel mondo investimenti 2015 per tipologia di fonte

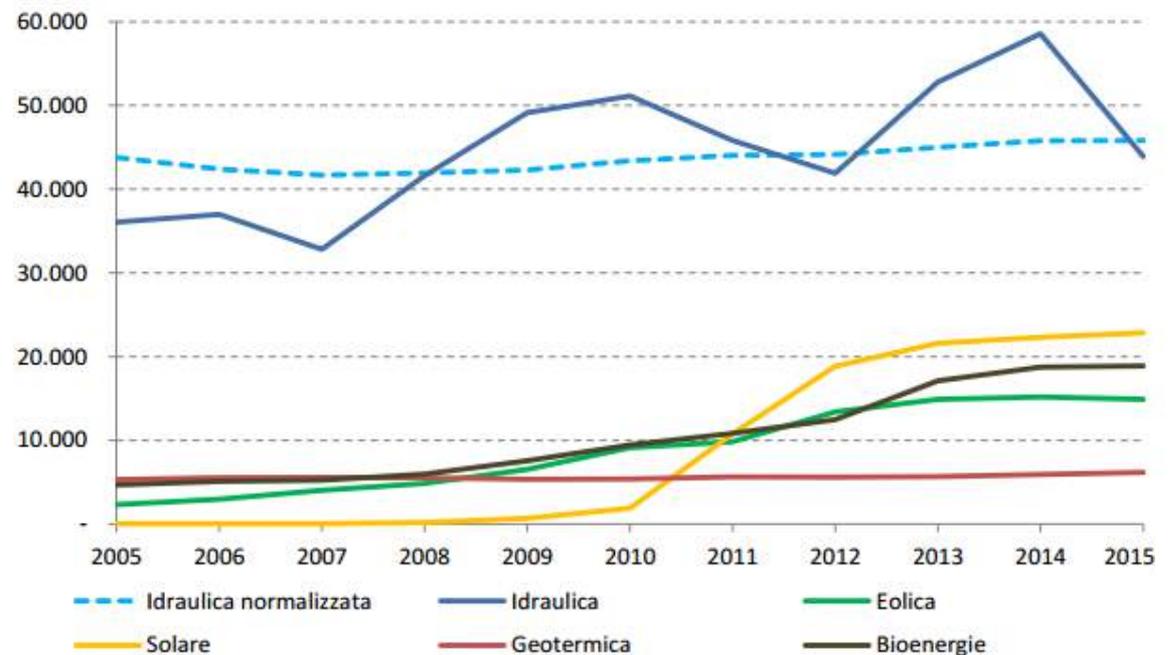


Il **fotovoltaico**, con oltre **120 mld €**, è la principale fonte rinnovabile per quota di investimenti, con un peso del 39% del totale, seguita dall'eolico con **92 mld €** (31% del totale).



Le rinnovabili nel mondo

produzione lorda degli impianti di generazione [GWh]



Fonte: GSE



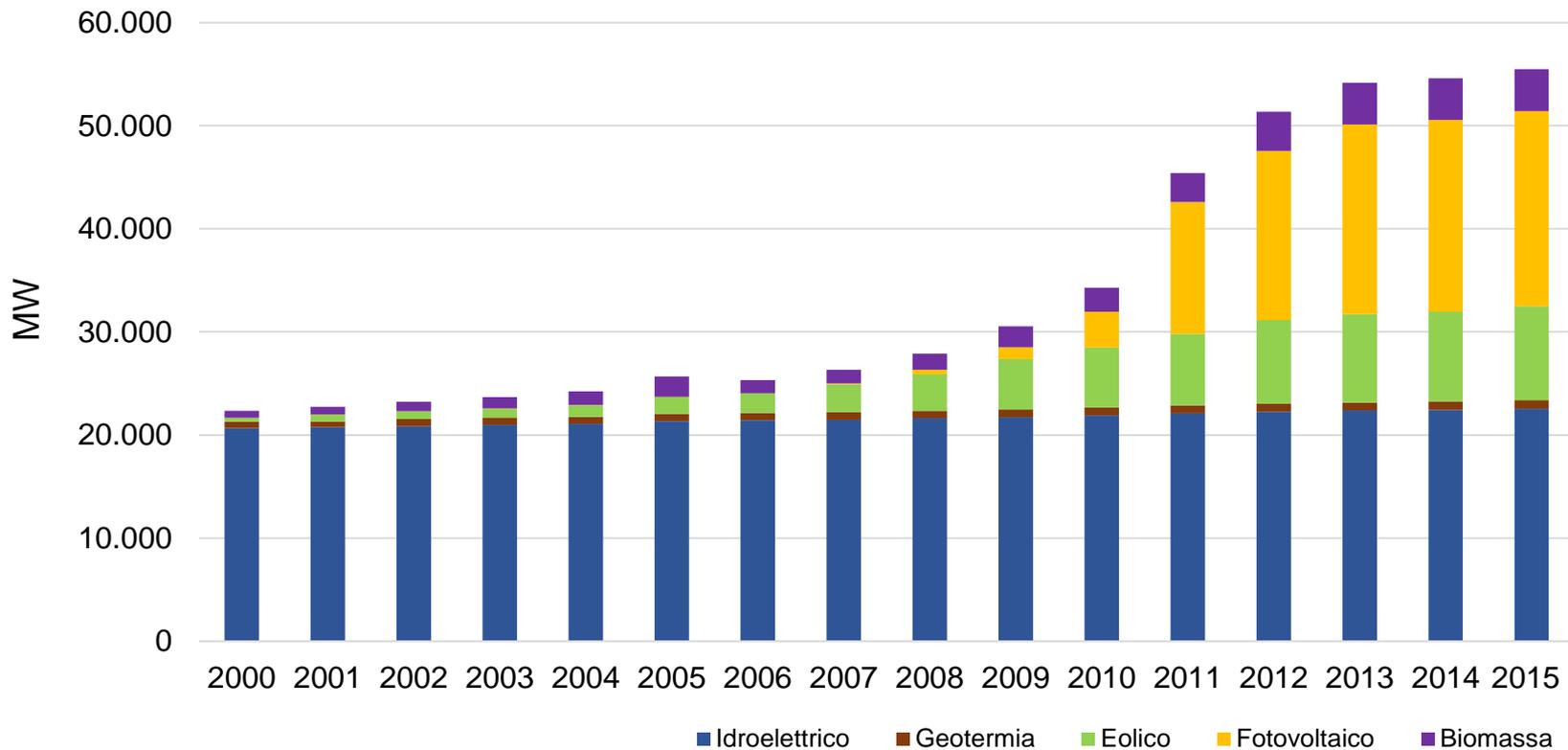
Le rinnovabili elettriche in Italia

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Potenza efficiente lorda (MW)						
Idraulica	17.876	18.092	18.232	18.366	18.418	18.543
Eolica	5.814	6.936	8.119	8.561	8.703	9.162
Solare	3.470	12.773	16.690	18.185	18.609	18.892
Geotermica	772	772	772	773	821	821
Bioenergie	2.352	2.825	3.802	4.033	4.044	4.057
Totale	30.284	41.398	47.615	49.918	50.595	51.475
Produzione energia elettrica lorda (GWh)						
Idraulica	51.117	45.823	41.875	52.773	58.545	45.537
Eolica	9.126	9.856	13.407	14.897	15.178	14.844
Solare	1.906	10.796	18.862	21.589	22.306	22.942
Geotermica	5.376	5.654	5.592	5.659	5.916	6.185
Bioenergie	9.440	10.832	12.487	17.090	18.732	19.396
Totale	76.965	82.961	92.223	112.008	120.677	108.904
Consumo interno lordo (CIL)	342.933	346.368	340.400	330.043	321.834	327.940
FER/CIL (%)	22,4%	24,0%	27,1%	33,9%	37,5%	33,2%

Fonte: elaborazione assoRinnovabili su dati Terna



In attesa della nuova SEN e di chiari obiettivi al 2030 i nuovi investimenti scarseggiano...

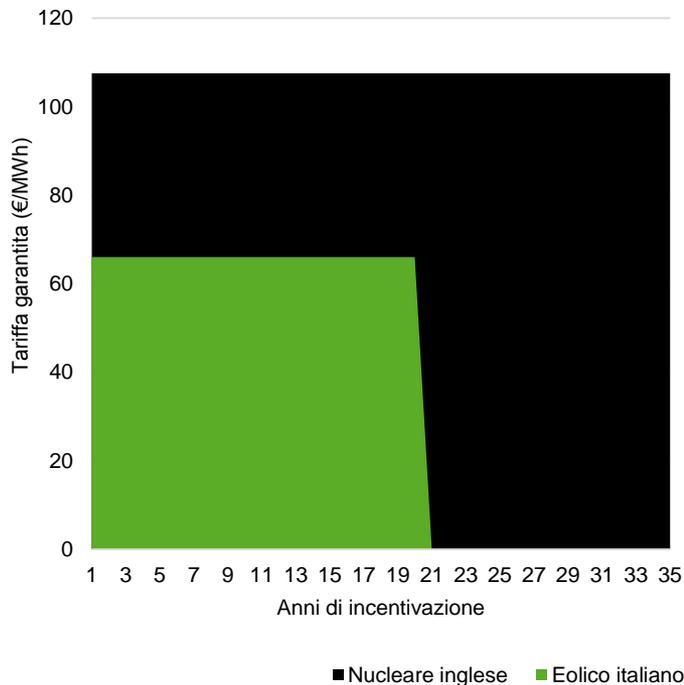


Fonte: elaborazione assoRinnovabili su dati Terna

SEN: Strategia Energetica nazionale



...nonostante l'eolico già competitivo, il solare in *grid parity* ed entrambi costano molto meno del nucleare



- L'energia elettrica prodotta dalla **centrale nucleare di Hinkley Point**, un progetto dal costo di ben 24 miliardi di euro, verrà pagata dagli inglesi circa 105-110 €/MWh per 35 anni.
- Gli ultimi **impianti eolici** italiani assegnatari di incentivo riceveranno una tariffa pari a 66 €/MWh, e per soli 20 anni.
- Senza contare che in Italia stiamo ancora pagando il **decommissioning delle nostre centrali nucleari** chiuse da 30 anni, con costi che hanno pesato in bolletta per **622 milioni di euro nel solo 2015**.



Asja ha cominciato prima dell'Accordo di Kyoto

dal 1995 produce energia rinnovabile



Asja in Italia e all'estero produce **energia rinnovabile** e progetta, costruisce e vende i **microgeneratori TOTEM.**

- Biogas
- Biomasse
- Eolico
- Fotovoltaico
- Micro-cogenerazione



Asja un percorso di crescita

1995-2017: 22 anni di attività

«Ho sempre creduto nella tecnologia e nell'innovazione»
Agostino Re Rebaudengo

1995

Asja nasce il **9 gennaio 1995** dall'idea di trasformare i rifiuti in risorsa.

Da allora sono stati fatti tantissimi passi avanti.

Siamo andati all'**estero** in Argentina, Cina, Colombia (e non solo) affrontando, tra i primi, la difficile sfida del protocollo di Kyoto.

Abbiamo diversificato il nostro business nei settori dell'**eolico** (nel **2001**), del **fotovoltaico** (nel **2004**), nella produzione del **biometano** da FORSU (**2013**) e nell'**efficienza energetica** (la sfida del TOTEM, anno 2013).

Siamo passati da appena 10 asjaPeople dei primi anni, a più di **180 asjaPeople** oggi.

1995-2017

In tutto questo tempo abbiamo prodotto l'**energia pulita sufficiente** a soddisfare il fabbisogno energetico di **7,5 milioni di persone** per 1 anno (gli abitanti di Piemonte, Liguria e Sardegna).



Asja oggi

I dati si riferiscono alla produzione del 2016

49 impianti produttivi
190 MW di potenza installata

537.000 MWh
energia rinnovabile prodotta nel 2016

1.600.000 tonnellate
CO₂ evitata

550.000
barili di petrolio risparmiati

800.000
persone illuminate
dall'energia di Asja



Lo sapevi che gli italiani spendono per le rinnovabili 5 mld in meno di quanto perdono in scommesse? Gli italiani spendono per il gioco d'azzardo **16,7 mld** contro gli **11,8 mld** per l'energia rinnovabile.



Asja ha ridato vita al TOTEM il primo microgeneratore al mondo



I microgeneratori possono sostituire le caldaie in tutti i casi in cui vi è richiesta di **elettricità** e **calore**: settore residenziale, strutture pubbliche, benessere (piscine e centri termali), strutture ricettive (alberghi), ristoranti, healthcare, agroalimentare, distribuzione, piccola/media impresa.

Se il fabbisogno di calore residenziale (ad eccezione del monofamiliare) fosse coperto dai microgeneratori TOTEM, si **eviterebbero**, secondo uno studio Althesys, **30.000 morti premature all'anno in Italia** per inquinamento atmosferico.



assoRinnovabili

Dal 1987 Associazione dei produttori,
dell'industria e dei servizi per le energia rinnovabili

rappresentiamo
un fatturato complessivo
di
10 miliardi
di euro (di cui 6 in Italia)
e circa **20.000**
dipendenti (di cui 14.000
in Italia)

1.000

Soci

2.400

impianti

13.000 MW

potenza installata

30 miliardi kWh/anno

energia pulita

16 milioni di tonnellate di CO₂/anno
in meno nell'aria che respiriamo



COME SI PROSPETTA LA PROSSIMA TRANSIZIONE ENERGETICA?



Gli obiettivi al 2050

Un impegno anno per anno senza precedenti

Benché le emissioni dei paesi in via di sviluppo verosimilmente non diminuiranno in tempi brevi, molti paesi ricchi si sono comunque impegnati a ridurre entro il 2050 le proprie dell'80% stabilito al COP di Parigi.

- ❖ La Gran Bretagna si è addirittura spinta a sancire l'obiettivo **per legge**.
- ❖ Ciò implica che le emissioni **dovranno essere ridotte del 4% ogni anno per circa 35 anni**.
- ❖ Per fare un confronto, quando tra il 1970 e il 1995 la Francia ha quasi interamente convertito al nucleare le infrastrutture per la produzione di elettricità, è riuscita a ridurre le emissioni solo dell'1% all'anno.
- ❖ La “corsa al gas” britannica, con la sostituzione su grande scala del carbone seguita dalla liberalizzazione del mercato elettrico negli anni '80 ha portato nel decennio successivo a una riduzione equivalente.
- ❖ **Sono pochissimi i precedenti di contrazione annuale delle emissioni al 4% che non siano connessi anche a un tracollo economico e in cui la contrazione duri oltre la crisi.**



La necessità di una nuova transizione energetica

sarà più veloce delle precedenti

- ❖ Arnulf Grübler, professore dell' *International Institute for Applied Systems Analysis* di Vienna, ha mostrato che **le transizioni energetiche sono state lente**: in media si protraggono **per circa un secolo**.
- ❖ Oggi le cose sono diverse. La maggior parte delle transizioni energetiche del passato è avvenuta senza un piano globale. **Quest'ultima invece sarà volontaria**.
- ❖ L'esempio più lampante, nella storia recente, di una transizione energetica forzata dai governi non è tuttavia molto incoraggiante.

Tra gli anni '60 e '70 i governi di vari paesi promossero con insistenza il passaggio all'energia **nucleare**. Si trattò da una parte di una questione economica e dall'altra dello sfruttamento della percezione collettiva che il nucleare fosse l'emblema del progresso scientifico capace di condurre il mondo verso un futuro migliore. Ma le iniziali promesse di energia abbondante e a basso costo rimasero insoddisfatte quando le compagnie videro salire alle stelle i costi delle centrali nucleari.

- ❖ **L'attuale transizione potrà in gran parte prendere le mosse dalla rivoluzione delle rinnovabili già in atto da anni.**



La transizione energetica sarà diversa dalle altre

Verso un sistema integrato uomo-Terra

- ❖ L'idea che sia necessario limitare tutta una serie di specifiche azioni umane che influiscono sul sistema Terra in modo da riportarlo a una situazione più simile a quella preindustriale è stata ripresa negli ultimi anni da un autorevole gruppo di scienziati, e sembra rispondere a una ragionevole cautela.
- ❖ Questo implicherebbe che il pianeta impone al comportamento umano dei limiti stringenti più simili a una legge coercitiva che a un **vincolo concreto ma gestibile**.
- ❖ È però una visione difficile da far quadrare con il rimodellamento del mondo umano e insieme del sistema Terra che comporta il passaggio, qualche tempo fa inimmaginabile, **da una popolazione di 2 miliardi di esseri umani a una di 10 miliardi in soli due secoli**, e da una società quasi universalmente agricola a una sempre più industrializzata e in condizioni di crescente agiatezza.
- ❖ È una transizione che non può fare a meno di modificare l'ambiente e che già lo ha modificato, anche se non nella direzione giusta a causa di una "regia globale" troppo carente..
- ❖ **Il problema non è come "salvare il pianeta", ma come cambiarlo affinché funzioni, rispettando i diritti delle persone che lo abitano e il valore che queste gli attribuiscono**



L'uomo nell'ecosistema globale

Verso un sistema integrato uomo-Terra

- ❖ La relazione tra le persone e il pianeta non è quella di un equipaggio con il proprio sottomarino o di un parassita con il proprio ospite, non è quello di un cittadino con la legge e nemmeno quella di un cancro con il corpo in cui si sviluppa..
- ❖ L'idea che pervade l'Antropocene è che l'iniziativa umana **sia ormai parte integrante dei molti flussi e cicli del sistema Terra**, e che quest'ultimo dipenda sempre più dai sistemi politici ed economici della sua componente umana.
- ❖ **Nel sistema Terra, genere umano e pianeta sono sempre più indistinguibili.**
- ❖ Caso vuole che questa visione sia simile a quella che Alfred Lotka presentò in *Elements of physical Biology* pubblicato nel 1925 e ampiamente ignorato. Come ha scritto la storica Sharon Kingsland, "il suo modo di pensare l'evoluzione voleva dimostrare **l'unità tra uomo e natura, provare che l'attività umana era intimamente legata al funzionamento di quella grande macchina che è il mondo.**



La “vision” del Prof. Carlo Rubbia

Niente rinnovabili!

Can we reconcile NG production with global warming ?

- In order to economically harvest this immense energy wealth it is essential that the effects of a progressive global warming are kept under control, curbing both the emissions of NG (CH₄) and of CO₂.
 - Leaks of NG should be kept under strict control.
 - However the ordinary combustion of NG is inevitably emitting CO₂, although roughly at one half of what compared to Coal.
- The CO₂ production could however be avoided with a **alternative decomposition** - at sufficiently high temperatures
$$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C} \text{ (hydrogen gas + solid black carbon)}$$
- This promising process is under active investigation.

Teatro_Trieste_Popular

Slide# : 39

L' 8 Ottobre 2014 (Trieste)

e più recentemente

il 13 marzo 2017 (Roma)

il Prof. Carlo Rubbia ha proposto uno scenario sul futuro dell'energia completamente diverso da quanto fin qui tratteggiato a livello mondiale.:

La decarbonizzazione del metano

Chart n. 39 della presentazione del Prof. Rubbia



I clatrati idrati

Una fonte non ancora sfruttata

Clathrates: the largest reserves of hydrocarbons on the crust

- **Methane hydrate** is a natural form of clathrate, a chemical substance in which molecules of water form an open solid lattice that encloses, without chemical bonding, appropriately-sized molecules of methane.
- At high pressure methane clathrates remain stable up to 18 °C. One litre of methane clathrate contains as much as 168 litres of methane gas.



teatro_Trieste_Popular

Chart n. 36 della presentazione del Prof. Rubbia

La proposta di Rubbia si basa su due fatti:

1. **L'enorme quantità di CLATRATI IDRATI** presenti sulla crosta terrestre. Si tratta di un tipo di idrati in cui un reticolo formato da ghiaccio racchiude molecole di gas intrappolate al suo interno.
2. La possibilità di decomporre per pirolisi il metano mediante la reazione



porterebbe alla produzione di idrogeno senza emissioni di CO₂, se il calore necessario per la reazione viene prodotto dalla combustione di una parte dello stesso idrogeno prodotto (teoricamente il 16%)



Però è pur sempre una fonte fossile!

l'idrogeno estratto dal metano non è il vettore energetico migliore

- Le tecnologie di estrazione del metano, in particolare quelle relative ai clatrati, sottendono **il pericolo della dispersione di parte del metano**, che ha un effetto serra (GWP) 34 volte maggiore della CO₂. L'obiettivo di contenere le dispersioni di metano entro l'1%, pur se ambizioso inciderà comunque sensibilmente sull'effetto serra
- Gli impianti di estrazione sono molto costosi ed implicano tecnologie molto energivore
- **La pirolisi del metano richiede temperature superiori ai 1200°C**, temperature alle quali i catalizzatori metallici hanno vita breve e dove solo catalizzatori a base di composti del carbonio potrebbero essere adeguati, ma sono ancora da sviluppare.
- I lavori di ricerca sulla pirolisi del metano hanno evidenziato la difficoltà di elaborare un processo che produca idrogeno **con il grado di purezza compatibile con il suo utilizzo nelle fuel cell PEM**. D'altra parte i processi di depurazione dell'idrogeno sono molto costosi.
- **Le infrastrutture per la distribuzione dell'idrogeno sono estremamente delicate in termini di tenute e efficienza del trasporto.**



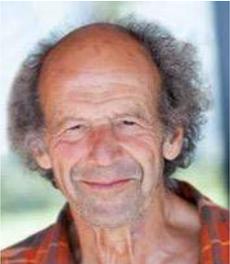
La geoingegneria climatica

Una possibilità per gestire l'atmosfera



Nel 2008 l' *American Physical Society* ha riunito a Calgary tre grandi scienziati per discutere tematiche di **tecnologie di geoingegneria climatica** per la gestione dall'atmosfera.

1. **Klaus Lackner** della Columbia University ha presentato la sua idea di “alberi artificiali”, basati sulla cattura della CO₂ mediante idrossido di sodio
2. **Peter Eisenberger**, sempre della Columbia, propone di utilizzare il calore (es. di impianti a energia solare concentrata) per l'adsorbimento selettivo della CO₂ su letti di ammine
3. **David Keith**, al tempo dell'Università di Calgary e oggi a Harvard, ha presentato la sua proposta di raffreddare il pianeta immettendo nella stratosfera **particelle solforose** che catturerebbero parte della radiazione solare.



Nessuno ha lasciato Calgary pensando che la cattura diretta della CO₂ fosse uno strumento disponibile per realizzare un intervento geoingegneristico su larga scala.

Purtroppo, attualmente la cattura diretta dall'aria non può essere sviluppata su scala significativa perché non esiste una tecnologia affidabile per assorbire la CO₂ dall'aria che sia all'altezza da un punto di vista sia pratico che economico.





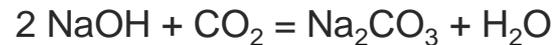
Gli alberi sintetici assorbi-CO₂

Di Klaus Lackner

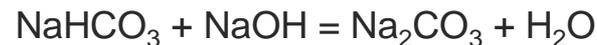


I prototipi finora in fase di studio, sono opera del **Georgia Institute of Technology**, della **Global Research Technologies di Tucson**, della **Columbia University**, dell'**Università di Calgary**, e del **Politecnico di Zurigo**.

Un ventilatore spinge l'aria attraverso bobine di filtri a resina secca con aperture delle dimensioni di una cannuccia. Mentre l'aria passa attraverso, la CO₂ interagisce con l'idrossido nelle pareti della resina, secondo la reazione:



Tale reazione procede attraverso due stadi:



Quando i filtri diventano saturi, viene attivata la reazione chimica che rilascia la CO₂.

Se un castagno con le sue foglie larghe impiega un anno ad assorbire una tonnellata del gas serra, l'albero artificiale è in grado di raggiungere questo obiettivo in un giorno.



La “GT Solution” della Global Thermostat

Di Peter Eisenberger



La tecnologia di Peter Eisenberg utilizza solo calore di processo e in futuro di impianti solari a concentrazione per il processo di cattura della CO₂.

I brevetti della Global Thermostat si basano sul concetto di **adsorbimento da parte di opportuni substrati (ammine o zeoliti)**. Quando l'aria attraversa il filtro entra in contatto con il materiale sorbente che lega la CO₂, mentre azoto, ossigeno e altre sostanze tornano nell'atmosfera.

Una volta che i filtri sono carichi di CO₂, subiscono un processo di rigenerazione. Il gas intrappolato viene liberato dal sorbente e compresso fino allo stato liquido.

Un impianto pilota è operativo dal 2010 presso lo SRI International in Menlo Park, CA



Lo “sun shield”

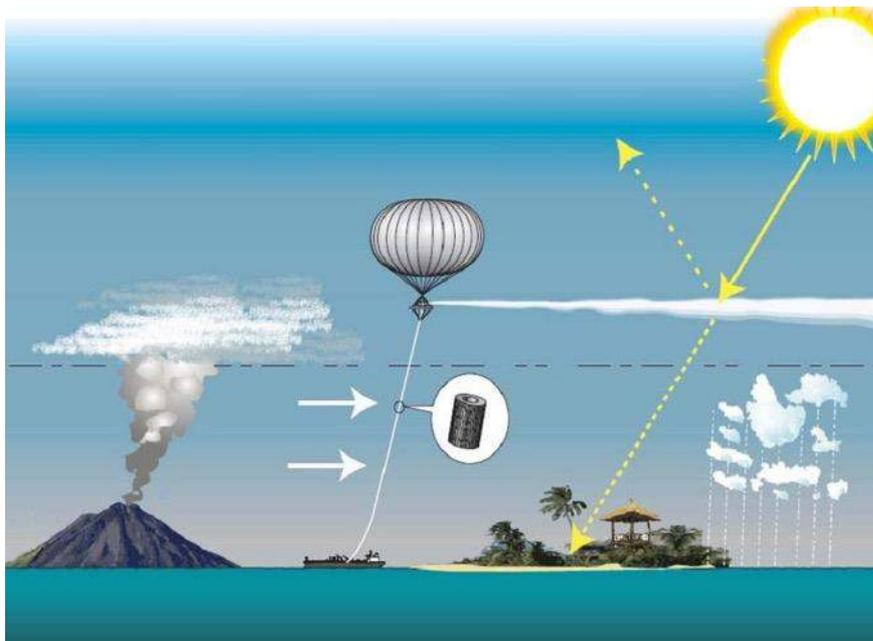
Di David Keith

La capacità degli **aerosol di solfato stratosferici** di creare un assorbimento parziale delle radiazioni solari ne fanno un possibile candidato per l'utilizzo in progetti di geoingegneria del clima atti a contrastare gli effetti dei gas serra.

David Keith ha proposto l'inserimento nella stratosfera a mezzo di missili o palloncini di gas **precursori dei solfati come il solfuro di idrogeno (H_2S) o il biossido di zolfo (SO_2)**.

Questo metodo proposto potrebbe contrastare la maggior parte dei cambiamenti climatici con effetti rapidi, costi bassi e in modo reversibile nei suoi effetti climatici diretti.

Tuttavia combattere l'incremento della temperatura non risolve il problema delle crescenti emissioni di CO_2 e delle fonti energetiche.





Per un sistema energetico integrato e sostenibile

Dove l'uomo è parte dell'ecosistema

probabilmente servirà operare secondo 4 direttrici :

- 1. Una ottimizzazione dello sfruttamento dell'energia**
- 2. Un ulteriore sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili WWS (Wind – Water – Sunlight)**
- 3. Una gestione sostenibile delle biomasse**
- 4. Le biotecnologie**



I biocarburanti di seconda generazione

Lo "short term"

Sono prodotti con tecniche di produzione che **non comportano sottrazione di terreno agricolo alla produzione alimentare o cambi di destinazione agricola.**

Vengono utilizzate biomasse costituite dalle parti non alimentari residui delle colture correnti, come steli, foglie e gusci di scarto una volta che la coltura alimentare è stata estratta, nonché altre colture non alimentari come il panico verga, l'erba, la jatropha, il miscanto, infine i rifiuti industriali e urbani.

I processi utilizzati ricadono in due categorie:

- **Conversione termochimica**

Tipicamente processi cosiddetti **BTL** (Biomass To Liquid), composto da tre fasi: 1) Gassificazione a bassa temperatura 2) Gassificazione ad alta temperatura: 3) Sintesi di Fischer Tropsch

- **Conversione biochimica**

I processi biochimici impiegano tipicamente il pretrattamento per accelerare il processo di idrolisi, che separa la lignina, l'emicellulosa e la cellulosa. Una volta separati questi ingredienti, le frazioni di cellulosa possono essere fermentate in alcoli



I biocarburanti di terza generazione

Il “medium term”

- ❖ **Sono quelli prodotti con le alghe**
- ❖ Il termine alghe comprende le **macroalghe** (alghe marine) e un vasto e diversificato gruppo di microrganismi conosciuti come **microalghe**. La resa in biomassa della macroalghe è meno vantaggiosa di quella delle microalghe,
- ❖ Le microalghe sono microrganismi fotosintetici che grazie alla loro semplice struttura, sono in grado di crescere rapidamente e vivere in diverse condizioni ambientali, sia acquatiche che sub-areali.
- ❖ Esistono più di 50.000 specie di microalghe, raggruppabili in **procariote** (Cyanobacteria), **eucariote** (Chlorophyta) e **diatomee** (Bacillariopyta), caratterizzate da un contenuto lipidico che varia dal 20 al 70% e in determinate condizioni alcune specie possono raggiungere anche **il 90%** : fino a **30 volte superiore a quello delle comuni specie vegetali** utilizzate nella produzione di biocombustibile (mais e colza in primis)



Confronto tra le microalghe e le altre colture

esempio della produzione di biodiesel

In termini di potenziale per la produzione di biocombustibili, nessuna biomassa può rivaleggiare con le alghe In termini di quantità e varietà.

Materia prima	Contenuto lipidico (%)	Kg biodiesel / ha
MAIS	4	152
SOIA	18	562
JATROPHA	28	656
COLZA	41	946
GIRASOLE	40	1 156
OLIO DI PALMA	36	4 747
MICROALGHE	30	51 927
MICROALGHE	50	86 515
MICROALGHE	70	121 104

I processi di produzione del biodiesel da microalghe comprendono una unità di produzione per la coltivazione della biomassa, una fase di separazione delle cellule dai substrati di coltivazione e una di estrazione dei lipidi.

Le successive fasi, invece, sono simili a quelle utilizzate per produrre biodiesel da altre materie prime.

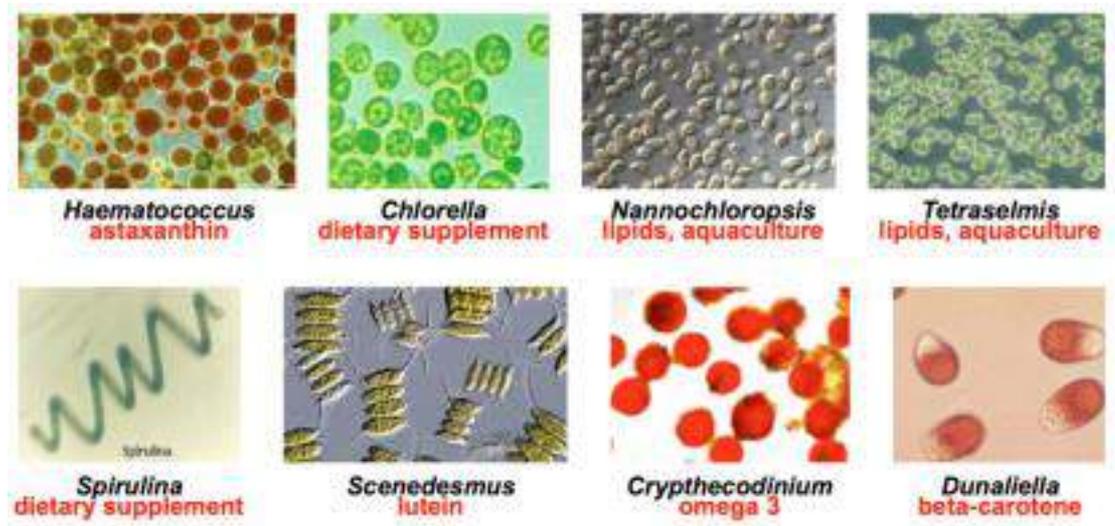
Fonte: ENEA - Le microalghe nel settore dei biocombustibili.



La coltivazione delle microalghe

I loro nutrienti

- ❖ Per la coltivazione delle alghe elementi vitali per la crescita sono la luce, l'acqua, l'anidride carbonica e alcuni nutrienti come azoto, fosforo e potassio; anche la silice e il ferro, ed altri elementi in traccia, sono importanti in quanto la loro carenza può limitarne lo sviluppo.
- ❖ L'apporto di questi nutrienti **non va sottovalutato in termini di disponibilità delle materie prime.**
- ❖ È inoltre necessario raggiungere il giusto equilibrio tra i diversi parametri, quali l'ossigeno, la CO₂, il pH, l'intensità della luce, la rimozione dei prodotti e sottoprodotti.
- ❖ In presenza di condizioni climatiche favorevoli e nutrienti a sufficienza, le microalghe di solito raddoppiano la propria biomassa in 24 h (3,5 h nella fase di crescita esponenziale), per cui hanno un ciclo di raccolta molto breve (1-10 giorni).





La varietà dei biocarburanti di terza generazione

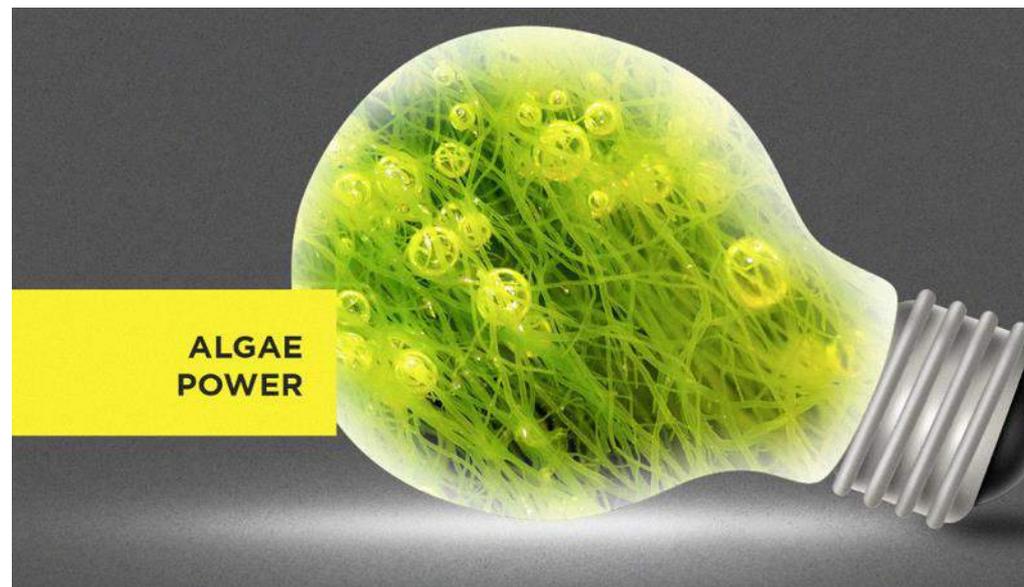
grazie alle proprietà delle microalghe

- ❖ La varietà dei combustibili che possono essere prodotti con le microalghe risulta da due caratteristiche del microrganismo.
 - **In primo luogo, le alghe producono un olio che può essere facilmente transesterificato in diesel o anche trasformato in frazioni leggere come la benzina.**
 - **la proprietà, ancora più importante, è che le alghe possono essere geneticamente modificate per produrre in teoria qualunque tipo di biocombustibile, dall'etanolo al butanolo alle benzine oltre al gasolio.**
- ❖ Il **butanolo** è di grande interesse perché è un alcool eccezionalmente simile alla benzina. Ha una densità di energia quasi identica alla benzina ed un profilo di emissioni migliorativo.
- ❖ Fino all'avvento di alghe geneticamente modificate, gli scienziati hanno avuto difficoltà a produrre biobutanolo. Ora sono già operativi diversi impianti su scala commerciale e sono sul punto di far sì che il butanolo diventi più popolare dell'etanolo, anche perché non richiede l'adattamento del motore come l'etanolo.



La potenzialità delle alghe

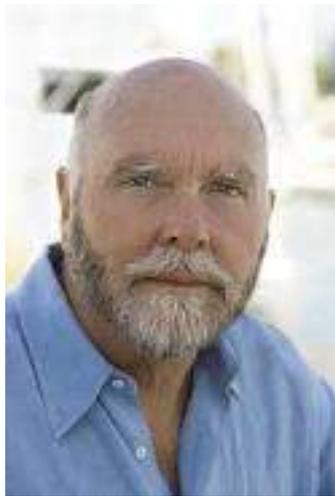
Secondo il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti, i rendimenti che sono 10 volte superiori rispetto ai biocarburanti di seconda generazione fanno sì che **solo lo 0,42% della superficie degli Stati Uniti sarebbe necessaria per generare abbastanza biocarburanti per soddisfare tutto il fabbisogno degli Stati Uniti.**





I biocombustibili di quarta generazione saranno prodotti con le biotecnologie

- ❖ Non si sa veramente ancora quello che saranno i **biocarburanti di Quarta generazione** ma tutti sembrano d'accordo che saranno basati su processi di bioingegneria e su "*microbial factories*"
- ❖ Queste tecnologie possono dare origine a processi rivoluzionari del tipo "**solar-to-fuel**" : sole, CO₂, e microrganismi ingegnerizzati si combinano in un "**convertitore solare**" per creare carburante.



Craig Venter dice:

“Pensiamo di avere in circa 5 anni la 4° generazione di carburanti in grado di utilizzare le emissioni di CO₂ come fonte primaria”.

Semplici microrganismi geneticamente modificati che producono combustibili come rifiuti. Sono forme di vita che si nutrono di emissioni di CO₂ producendo gas metano come rifiuto.

Secondo Craig Venter l'unica difficoltà risiede nell'estrazione di alte concentrazioni di CO₂ dall'atmosfera per nutrire i microrganismi.

Jhn Craig Venter (Salt Lake City, 14 ottobre 1946) è un biologo statunitense
Nel 1992 sequenziò interamente il genoma del batterio *Haemophilus influenzae*



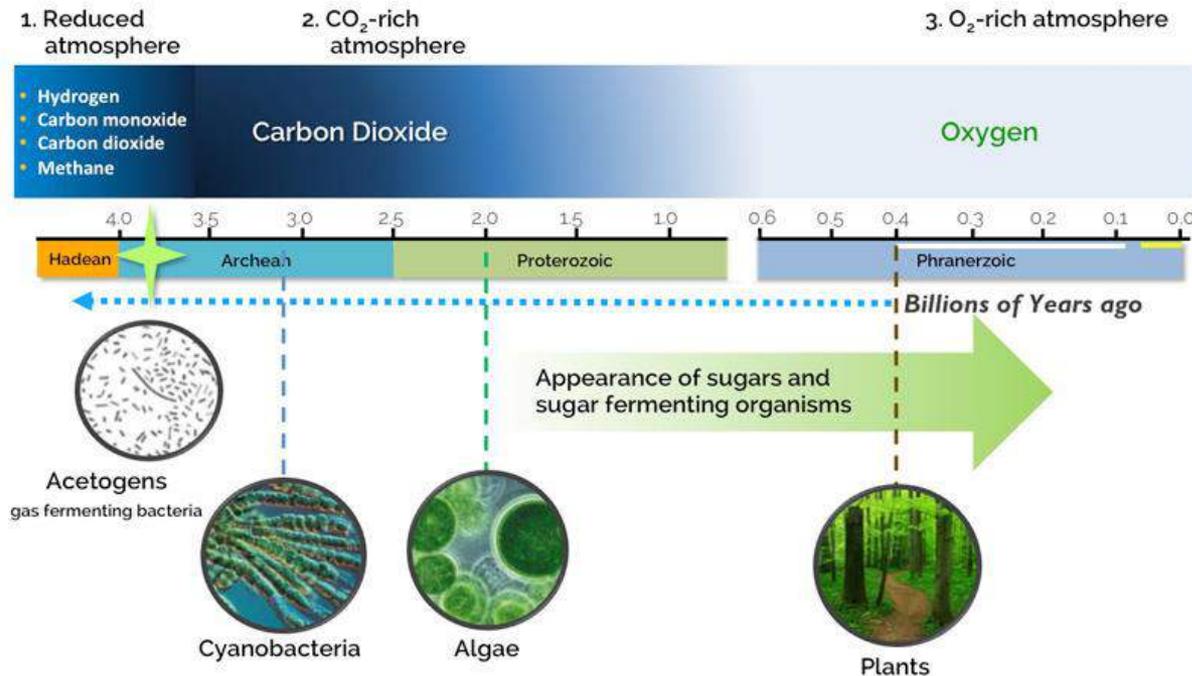
Ancient Life to Sustain Future Progress

gli archeobatteri che hanno permesso le forme di vita evolute salveranno la nostra

Gli **archeobatteri** sono organismo naturale nella famiglia degli acetogeni, e rappresentano una delle prime forme di vita che utilizzano solo gas per tutto il loro ciclo di vita.

Our Rock Star: *Clostridium autoethanogenum*

L'esempio della



Gases were the only carbon and energy source used by the first life forms.



La sezione Torinese dell'Istituto Italiano di Tecnologia

Centre for Sustainable Future Technologies

Il Progetto



Che vede Asja collaborare con IIT

The Project focuses on CO₂ reuse technologies based on microbial platforms, by developing their full potential, and need to cover one or more of the following issues:

- *Microbes with an **improved ability to convert CO₂** as a feedstock into chemicals and plastics.*
- *Discovery of new, more active and robust enzymes for improved bio-catalysis.*
- *Design of new synthetic microbial systems to produce useful enzymes.*
- ***Improved microbes with resistance to impurities, by-products and target products.***
- ***Exploring the potential application sectors of the products and technologies to be developed.***

*Proposals should address **elements of Social Sciences and Humanities (SSH)**, exploring the public perception and acceptance of the technology of CO₂ reuse.*

Gli assi di azione del Centro sono:

- cattura e riutilizzo dell'anidride carbonica come materia prima di processi produttivi,
- sviluppo di sistemi di produzione distribuita sul territorio e alimentata da materie prime e energie rinnovabili,
- sviluppo di sistemi bio-mimetici di conversione dell'energia solare in composti chimici, materiali e combustibili rinnovabili,
- stoccaggio di calore di bassa temperatura per un suo riutilizzo dilazionato nel tempo (ad esempio, il calore accumulato in estate reso fruibile in inverno).



Non viviamo nel migliore dei mondi possibili
ma certamente viviamo nel migliore dei mondi
ESISTITI FINORA

ABBIAMO LA RESPONSABILITA'
di far sì che ciò sia vero anche per le
generazioni future

green
energy
by asja

Grazie!