

Chimica Analitica e Ambiente
 Corso di Laurea Magistrale in Chimica
 Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale

Chimica Ambientale 2
 Corso di Laurea Magistrale STAMT

Fonti di energia, inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici

- Tropical lluvioso de selva
- Tropical de sabana
- Desértico
- Estepano
- Lluvias de verano
- Mediterraneo
- Lluvias escasas
- Frio de bosque nevado
- Alta montaña
- Tundra
- Hielos perpetuos

prof. Andrea Tapparo
 prof. G. Giorgio Bombi

Dipartimento di Scienze Chimiche
 Università degli Studi di Padova

A.A. 2023-24



1

Vari studi scientifici confermano questo scenario. L'innalzamento degli oceani minaccia numerose isole e città costiere

Cina assetata, alluvioni in Europa così il clima destabilizza il pianeta

alle soglie della sesta grande estinzione di massa nella storia del pianeta, la prima prodotta dalla specie umana (l'ultima è avvenuta 65 milioni di anni fa). In questo nuovo contesto climatico la diversità biologica, essendo più rara, acquista valore. E dunque cresceranno le tensioni che già oggi oppongono i paesi del Sud del mondo, che nella loro foresta custodiscono la ricchezza genetica del pianeta, alle multinazionali che, avendo massicciato le sequenze del Dna, rivendicano la proprietà delle strutture viventi catalogate nei loro archivi.

Aumentano gli uragani e i tifoni. L'aumento dell'energia provocato dalla maggiore evaporazione nell'oceano, sempre più violenta, minaccia le zone costiere. Ma anche l'Europa.

Florida, che nei prossimi anni potrebbe pagare un pedaggio molto alto al nuovo clima. In Europa invece la minaccia è legata al tempo che va verso prodotti torridi di violenza tropicale e ad alluvioni che tendono ad assumere una scala continentale, come è successo ad esempio nell'estate del 2002, quando in tutti i paesi attraversati dal Danubio è scattata l'emergenza.

si. In Italia, secondo uno studio condotto dall'Enea assieme alla Fondazione Enrico Mattei e al ministero dell'Ambiente, le aree costiere a rischio sono 33, per un totale di 4.500 chilometri quadrati che andranno sott'acqua nel caso di un aumento di 20-30 centimetri del livello del mare.

Estinzione di specie. Già oggi il ritmo di estinzione delle specie viventi è drammaticamente salito a causa della distruzione sistematica delle foreste: peraltro probabilmente una specie ogni quarto d'ora. I cambiamenti climatici esaspereranno ulteriormente il processo, tanto che, secondo molti biologi, siamo

LE CONSEGUENZE DELL'ALTERAZIONE DEL CLIMA

1. SI BLOCCA LA CORRENTE DEL GOLFO
 IL LARUSCO DELLE GRANDI MASSE D'ACQUA CALDE CAUSA DAL SOCCOLIMENTO DEI QUARCI. PICO BLOCCARE LA CORRENTE DEL GOLFO PORTANDO IN CLIMA SEVERO IN GIUGO BRENNIA

2. SI INARIDISCONO LE PIANURE FERTILI
 I GRANDI AGRICOLI EUROPEI E AMERICANI SONO MINACIATI DAL RISCHIO DELLA SICCITÀ. LE ZONE FERTILI CAMBIERANNO LATITUZIONE

3. CRESCE IL LIVELLO DEI MARI
 LE PERSONE PRANO IN UN CRESCITA DI CINQUE METRI ENTRO UN SECOLO. MIGLIAIA DI CITTÀ SOSPESO SPAZZATEVA

4. AUMENTA LA SICCITÀ
 IL CICLO DELL'ACQUA SARÀ SOSPESO DAL CAMBIAMENTO CLIMATICO. NEL MEDITERRANEO L'APPROVVEDIMENTO IDRICO CREDAI TENDONO A DIMINUIRE CHE POTREBBERO SPORCARE IN GIUGNO

5. AUMENTANO URGANI E TIFONI
 L'AUMENTO DELL'ENERGIA PROVOCATO DALLA MAGGIORE EVAPORAZIONE NELL'OCCEANO, SEMPRE PIÙ VIOLENTI, MINACCIANO LE ZONE COSTIERE. MA ANCHE L'EUROPA

6. ALLUVIONI SEMPRE PIÙ DEVASTANTI
 LUNGH PERIODI DI SICCITÀ SI ALTERNANO AD ALLUVIONI SU SCALA CONTINENTALE. COME NEL 2002, QUANDO FURONO DEVASTATI I PAESI ATTRAVERSATI DAL DANUBIO

7. LA TEMPERATURA CRESCE. LE PIROSCHE NEL COPRICE DI SUFFICIENTE ENERGIA. LA PRODUZIONE ESTREMAMENTE INNOVATIVA. CITTÀ INNOVATIVE. CITTÀ INNOVATIVE. CITTÀ INNOVATIVE.

ROMA — I mutamenti climatici sono destinati a pesare sugli equilibri geopolitici del pianeta. Inerti. Soltanto come le piccole isole a pelo d'acqua, rischiano di essere cancellati dalle carte geografiche. I grandi assetti tenderanno a mutarsi. I confini per l'acqua si moltiplicheranno. E anche l'Europa è direttamente minacciata dall'intensificarsi di tempeste e alluvioni e dalla possibile deviazione della Corrente del golfo che farebbe precipitare la costa nord atlantica del continente in un clima arido. Ecco una sintetica mappa della aree di crisi.

Desertificazione. Uno dei paesi a maggior rischio è la Cina. Il deserto guadagna a 2.500 chilometri quadrati l'anno, una superficie equivalente a quella di una provincia italiana, e la siccità è talmente grave che nel 1997 il Fiume Giallo per 226 giorni esecuto prima di riuscire a raggiungere il mare. Un altro punto critico è il Sahel, dove la siccità uccide 250 mila persone all'anno e fa fuggire un numero enormemente più alto. Secondo la stima della Banca Mondiale, nel 1999 la mancanza d'acqua ha contribuito a far arrivare 25 milioni il numero dei rifugiati ambientali; entro il 2025 potrebbero quadruplicare. In Italia il 27 per cento del territorio è a rischio desertificazione. E la situazione appare grave anche osservando il problema a livello globale. Nel complesso dei 170 paesi presi in considerazione dall'ultimo rapporto delle Nazioni Unite, 20 stanno già usando per l'irrigazione più del 40 per cento delle loro riserve idriche non rinnovabili. In esse usano più del 20 per cento.

Innalzamento del livello del mare. Secondo le previsioni dell'Intergovernmental Panel on Climate Change, la task force Onu sui cambiamenti climatici, entro il secolo in corso il livello degli oceani subirà un aumento compreso tra i 60 e i 90 centimetri. Una crescita catastrofica per molte città e isole. Asciutti come le Seychelles, le Mauritius, le Fiji potrebbero venire sommersi. E la pressione del mare costringerebbe a ricostruire l'intero sistema delle dighe olandese.

La Repubblica - 23 febbraio 2004

2



Le previsioni catastrofiche parlano addirittura di rischio di nuove guerre nel mondo per colpa dell'ambiente violentato

“L'effetto serra peggio di Al Qaeda”

Il Pentagono lancia l'allarme in un rapporto tenuto segreto da Bush

DAL NOSTRO CORRESPONDENTE ALBERTO FLORES D'ARCAIS

NEW YORK — I cambiamenti climatici dei prossimi vent'anni rischiano di cambiare il mondo per sempre: non solo per i disastri naturali ma perché provocheranno guerre, immigrazioni e catastrofi con milioni di morti. Ammettere nero su bianco questo scenario apocalittico non sono i gruppi ambientalisti ma un'organizzazione che di strategie, guerre e morti se ne intende: il Pentagono. In un rapporto "segreto" che è stato completato alla fine del 2003 e che è diventato "pubblico" a gennaio quando agli analisti sono finiti sulla rivista "Fortune" gli analisti del Pen-

tagono sostengono che l' "effetto serra" avrà un impatto sul mondo più pericoloso quanto non ha avuto Al Qaeda.

Il rapporto, di cui in Europa nessuno aveva ancora parlato, è stato rilanciato ieri dai settimanali inglesi "Observer". La Gran Bretagna, secondo il rapporto, sarà infatti una delle regioni più colpite dal cambiamento e rischia di trasformarsi in una sorta di Siberia del mondo occidentale.

Motivo? Tra il 2010 e il 2020 l'Europa subirà le conseguenze del rallentamento della Corrente del Golfo, quella che ha mantenuto temperato il clima del vecchio continente, con un calo di tre gradi e mezzo della temperatura media contro i 2,8 in meno

lungo la East coast degli Stati Uniti. Un "grande freddo" che porterà in acque antiche vicine lungo la costa del Portogallo, anche gli iceberg.

Un cambio del clima così radicale e così brusco avrà inevitabili ripercussioni in campo sociale. Se diamo retta allo studio del Pentagono i prossimi vent'anni saranno percorsi da flussi migratori incontrollati, carestie, catastrofi che provocheranno guerre e anarchia. «Rivolte e conflitti di

venteranno parte endemica della società: la guerra tornerà a definire i parametri della vita umana». Ma non sarà solo l'Europa la vittima di questi cambiamenti. Perché i conflitti esploderanno prima in quelle aree del Terzo mondo che hanno avuto una crescita notevole negli ultimi dieci anni (India, Sudafrica, Indonesia) e le migrazioni partiranno dai paesi più poveri dell'Africa, dell'Asia e dell'America Latina per raggiungere con effetti devastanti la ricca Europa e gli Stati Uniti. Perché ci saranno problemi legati alla mancanza di acqua e di energia che scateneranno conflitti tra paesi vicini e all'interno dei singoli paesi.

Il Pentagono — il rapporto è stato scritto da due analisti delle questioni ambientali su commissione di Andrew Marshall, influente "defense adviser" — ipotizza addirittura una nuova corsa al riarmo nucleare in cui, oltre a paesi già sotto tiro dell'amministrazione Usa come Iran e Corea del Nord, anche insospettabili come Giappone e Germania saranno tentati di costruirsi la propria bomba H. Alla Casa Bianca il rapporto viene studiato con attenzione anche se resta molto scetticismo. Del resto l'amministrazione Bush ha più volte ripetuto che non vede una "grande minaccia" per il mondo dai cambiamenti climatici al momento non intente di farne una delle priorità nell'agenda presidenziale.



1	1,2 mld	6 mld
MEDICINE PERSE Un farmaco viene perso ogni 2 anni per l'estinzione delle specie vegetali e animali	ACQUA ASSENTE Oltre 1,2 miliardi di persone non hanno ancora accesso all'acqua potabile	L'INQUINAMENTO Sette miliardi di tonnellate di CO2 emesse ogni anno dai combustibili fossili

L'estinzione delle specie viventi accelera per la distruzione delle foreste

42%	36%	120.000
I GHIACCIAI In 35 anni lo spessore dei ghiacci artici è calato del 42%	L'AGRICOLTURA Il 36% delle terre agricole del mondo sta perdendo l'humus	LE FORESTE Oltre 120 mila km quadrati di foreste spariscono ogni anno

In Italia oltre quattromila chilometri quadrati di terre finirebbero sott'acqua

21 marzo 2005

CORRIERE DELLA SERA

L'esperimento da inizio maggio sul Gurschen ad Andermatt

Fa caldo, la Svizzera «imballa» i ghiacciai

Per prevenire lo scioglimento dovuto al riscaldamento globale il costo è di 65 mila euro per 3 mila metri quadri di schiuma in Pvc

GINEVRA - Contro lo scioglimento dei ghiacci alpini dovuto al riscaldamento globale, l'idea della Svizzera è di «imballare» i ghiacciai. Il primo esperimento avrà luogo a partire dai primi di maggio sul ghiacciaio Gurschen, ad Andermatt. In pratica si copriranno circa 3 mila metri quadri di ghiacciaio con una schiuma speciale a base di Pvc la quale, riflettendo i raggi del sole durante i mesi più caldi, dovrebbe impedire al ghiaccio di sciogliersi e quindi preservarsi per l'inverno prossimo. Il costo stimato è di 100 mila franchi svizzeri, pari a circa 65 mila euro, ha spiegato il responsabile delle piste della stazione sciistica Carlo Danioth. Un prezzo alto per proteggere qualcosa in apparenza «senza valore», ma in realtà di grande valenza.

Non solo ambientale, ma anche perché sul Gurschen corrono le piste di sci di Andermatt: quindi se il ghiacciaio si scioglie (la lingua si accorcia di cinque metri all'anno), addio piste, addio sciatori e quindi addio soldi.

Il rivestimento in Pvc, di circa un centimetro di spessore, permette non solo di riflettere i raggi solari, ma anche di conservare le basse temperature presenti a contatto del ghiaccio. Secondo uno studio dell'Università di Zurigo pubblicato lo scorso anno e realizzato tramite foto da satellite, i ghiacciai svizzeri hanno perso il 18% della loro superficie negli ultimi quindici anni a causa del riscaldamento climatico, contro l'uno per cento del periodo 1973-1985.



Time to act

Without a solid commitment from the world's leaders, innovative ways to combat climate change are likely to come to nothing.

It is not too late yet — but we may be very close. The 500 billion tonnes of carbon that humans have added to the atmosphere lie heavily on the world, and the burden swells by at least 9 billion tonnes a year (see page 1117). If present trends continue, humankind will have emitted a trillion tonnes of carbon into the atmosphere well before 2050, and that could be enough to push the planet into the danger zone. And there is no reason to think that the pressure will stop then. The coal seams and tar sands of the world hold enough carbon for humankind to emit another trillion tonnes — and the apocalyptic scenarios extend from there (see page 1104).

Nations urgently need to cut their output of carbon dioxide. The difficulty of that task is manifest: emissions have continued to rise despite almost two decades of rhetoric, diplomacy and action on the matter. But that unhappy fact should not be taken as a licence for fatalism. Governments have a wide range of pollution-cutting tools at their command, most notably tradable permit regimes, taxes on fuels, regulations on power generation and energy efficiency, and subsidies for renewable energy and improved technologies. These tools can work if applied seriously — so citizens around the world must demand that seriousness from their leaders, both within their individual nations and in the international framework that will be discussed at the United Nations Climate Change Conference in Copenhagen this December.

As essential as it is, however, simply agreeing to cut emissions will not be enough. The fossil fuels burned up so far have already committed the world to a serious amount of climate change, even if carbon emissions were somehow to cease overnight (see page 1091). And given the current economic turmoil, the wherewithal to adapt to these changes is in short supply, especially among the world's poor nations. Adaptation measures will be needed in rich and poor countries alike — but those that have grown wealthy through the past emission of carbon have a moral duty to help those now threatened by that legacy (see page 1102).

"Even a complete halt to carbon pollution would not bring the world's temperatures down substantially for several centuries."

EDITORIAL

1077 **Time to act**



NEWS FEATURES

1091 **A burden beyond bearing**
Richard Monastersky

1094 **Sucking it up**
Nicola Jones

1097 **Great white hope**
Oliver Morton

COMMENTARY

1102 **Overshoot, adapt and recover**
Martin Parry, Jason Lowe & Clair Hanson

ESSAY

1104 **The worst-case scenario**
Stephen Schneider

BOOKS & ARTS

1107 **Could climate change capitalism?**
Robert Costanza

1112 **Managing nature as Earth warms**
Jessica J. Hellmann

NEWS & VIEWS

1117 **Too much of a bad thing**

5

NATURE Vol 458, 30 April 2009
CLIMATE CRUNCH NEWS FEATURE

A BURDEN BEYOND BEARING

The climate situation may be even worse than you think. In the first of three features, **Richard Monastersky** looks at evidence that keeping carbon dioxide beneath dangerous levels is tougher than previously thought.

6

Perché ciò sta avvenendo ?

alcune opportunità per approfondire

Internazionale

[Amitav Ghosh: La catastrofe climatica che non vogliamo vedere \(2017\)](#)



[Grammenos Mastrojeni: Clima e guerra, binomio infernale \(2023\)](#)



[NOAA, Earth System Research Laboratory - Global Monitoring Division](#)



7

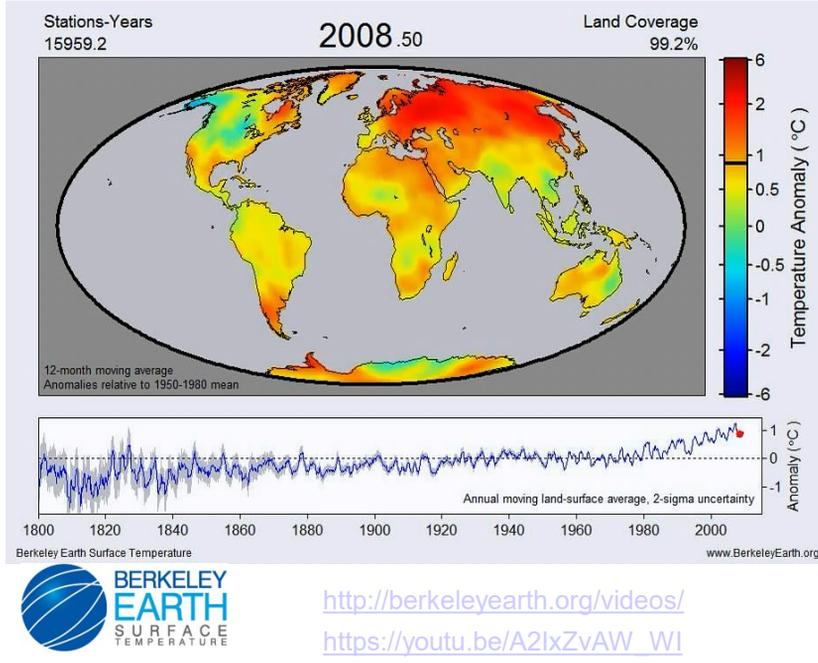
Effetto Serra e Riscaldamento Globale



- 1) il riscaldamento globale è in atto? e se sì, quali ne sono le cause?
- 2) quali possono essere le conseguenze (positive e negative) del fenomeno?
- 3) quale è l'entità dell'eventuale contributo antropico al fenomeno?
- 4) quali interventi possono o devono essere presi per limitarne gli effetti?

8

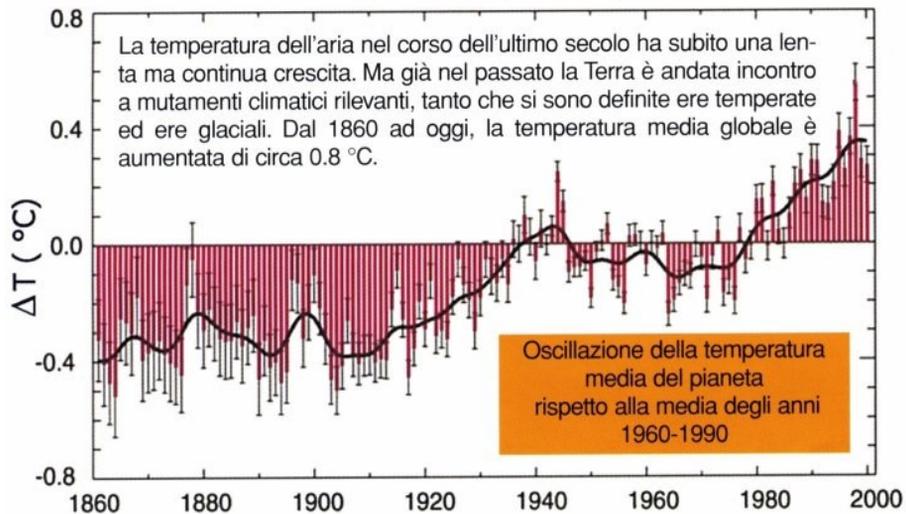
Le temperature medie della terra: modelli



9

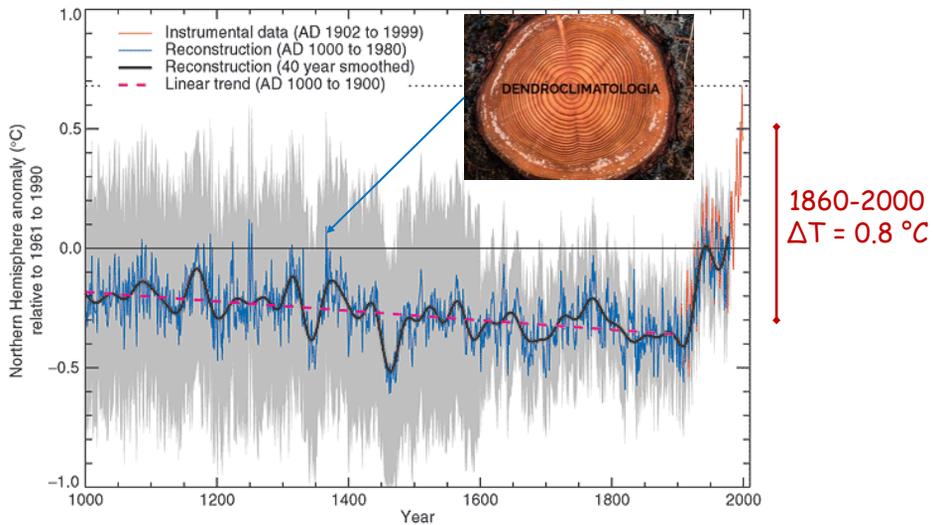
Le temperature medie della terra: misure sperimentali

Andamento delle temperature globali negli ultimi 140 anni



10

Andamento delle temperature globali nell'ultimo millennio
 (fonte: International Panel on Climate Change, IPCC - ONU, AR4, WG1, 2007)



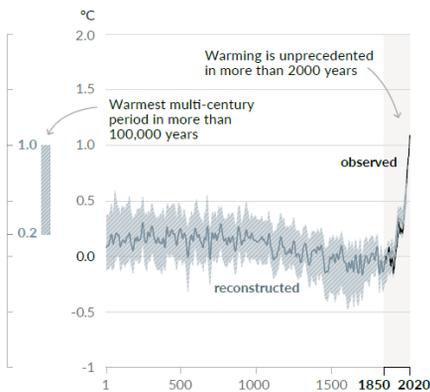
Questo diagramma è noto col nome di "Hockey Stick"

11

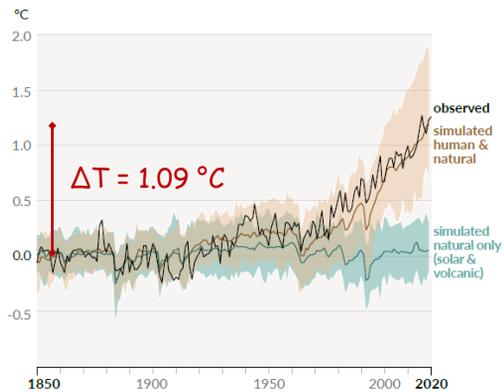
IPCC AR6, WG1 (2021)
 Climate Change 2021 - The physical science basis

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and observed (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)



T media nel decennio 2011-2020: $+1.09\text{ }^{\circ}\text{C}$ rispetto al periodo 1850-1900

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

12

IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change

È un gruppo di studio costituito nel 1988 da due agenzie delle Nazioni Unite:

- WMO (World Meteorological Organization)
- UNEP (United Nations Environment Programme)

Ha il compito di valutare in modo obiettivo e trasparente le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche necessarie per la comprensione delle basi scientifiche del rischio di alterazioni del clima indotte dall'uomo, dei loro potenziali impatti e dei possibili interventi per mitigarne gli effetti.

<https://www.ipcc.ch/>

13

L'IPCC pubblica periodicamente (a partire dal 1990) un rapporto sui cambiamenti climatici. Di fondamentale importanza:

Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

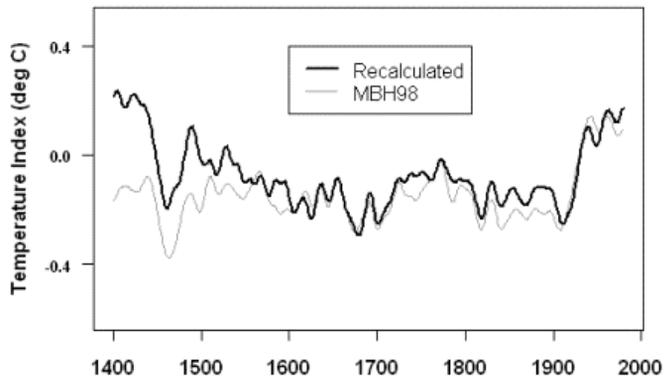
è stato pubblicato nei primi mesi del 2007. È il risultato del lavoro di 2500 "esperti" e di 800 "autori" ed è diviso in tre parti:

- "The Physical Science Basis"
- "Impacts, Adaptation and Vulnerability"
- "Mitigation of Climate Change"

La mole del rapporto è considerevole (274 Mbyte su disco); per ognuna delle tre parti è disponibile un "Summary for Policymakers" (una settantina di pagine in totale).

<https://archive.ipcc.ch/report/ar4/>

14

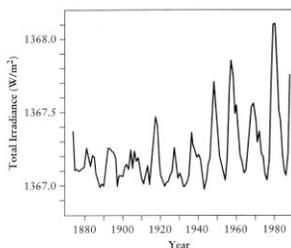


"The Hockey Stick" riveduto da McIntyre e McKitrick

15

Possibili cause astronomiche del riscaldamento globale

Variazioni della "costante solare"



La quantità di energia proveniente dal Sole (attualmente $\sim 1368 \text{ W/m}^2$) non è esattamente costante ma varia nel tempo

FIGURE 3-11 Reconstructed solar irradiance from 1874 to 1988. Redrawn from J. T. Houghton, G. J. Jenkins, and J. J. Ephraums, eds., *Climate Change, Science, Impacts, and Policy*. Cambridge University Press, New York. Copyright © 1990. Used by permission of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

16

I cicli di Milankovitch

L'orientazione dell'asse terrestre varia secondo due cicli sovrapposti di 23 000 e di 19 000 anni (precessione degli equinozi)

L'inclinazione dell'asse terrestre (attualmente 23.44°) varia fra 21.5° e 24.5° con un ciclo di 41 000 anni

L'eccentricità dell'orbita terrestre (attualmente 1.7%) varia fra 0.5 e 5.8% con due cicli sovrapposti di 400 000 e di 100 000 anni

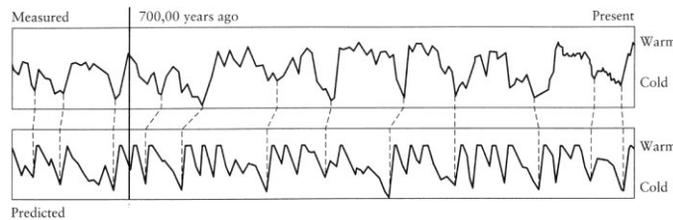


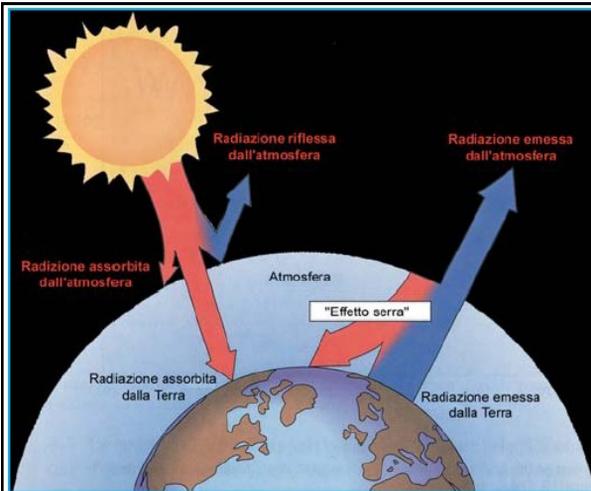
FIGURE 3-12 Comparison of warm and cold periods in the earth's climate as measured from geological data and as predicted from the Milankovitch theory. Redrawn from N. Calder, *The Weather Machine*. Viking Press, New York. London: BBC. Copyright © 1974. Used by permission of the author.

17

Un'analisi approfondita dei dati disponibili dimostra che l'attuale fase di riscaldamento globale non può dipendere da fattori astronomici e deve invece essere attribuita ad un aumento dell' "effetto serra".

L'effetto serra è un fenomeno naturale, che ha operato in tutta la storia della Terra, condizionando la stessa esistenza della vita. Attualmente ci preoccupiamo non dell'esistenza dell'effetto serra, ma della possibilità che l'entità di questo effetto venga incrementata in modo significativo dall'attività antropica.

18



Energia riflessa: 31%
 17% dalle nubi
 8% dagli aerosol
 6% dalla superficie terrestre

Energia assorbita: 69%
 4% dalle nubi
 19% dai gas e dagli aerosol
 46% dalla superficie terrestre

Ovviamente tutta l'energia assorbita deve essere reirradiata!

19

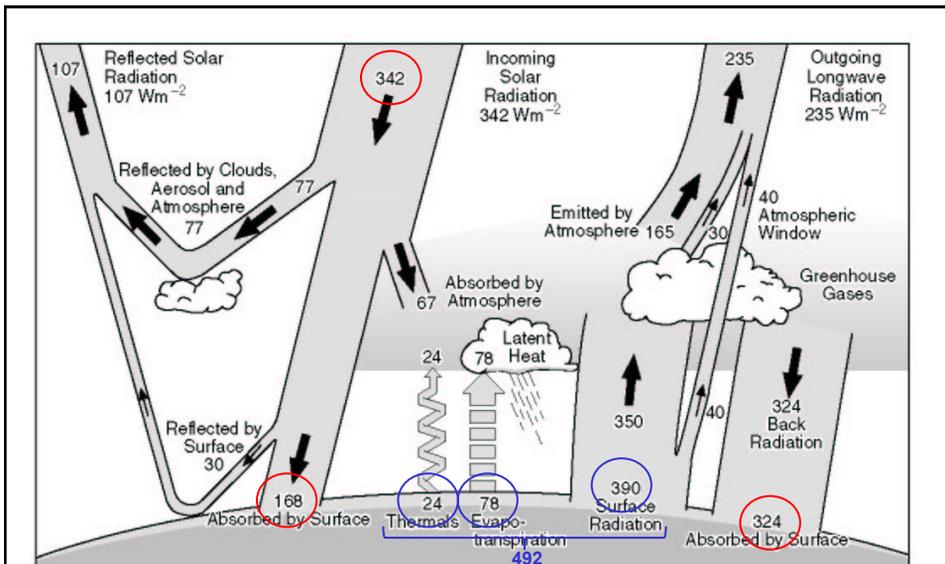


Figure 1.2: The Earth's annual and global mean energy balance. Of the incoming solar radiation, 49% ($168 Wm^{-2}$) is absorbed by the surface. That heat is returned to the atmosphere as sensible heat, as evapotranspiration (latent heat) and as thermal infrared radiation. Most of this radiation is absorbed by the atmosphere, which in turn emits radiation both up and down. The radiation lost to space comes from cloud tops and atmospheric regions much colder than the surface. This causes a greenhouse effect. Source: Kiehl and Trenberth, 1997: Earth's Annual Global Mean Energy Budget, *Bull. Am. Met. Soc.* 78, 197-208.

IPCC - Climate Change 2001

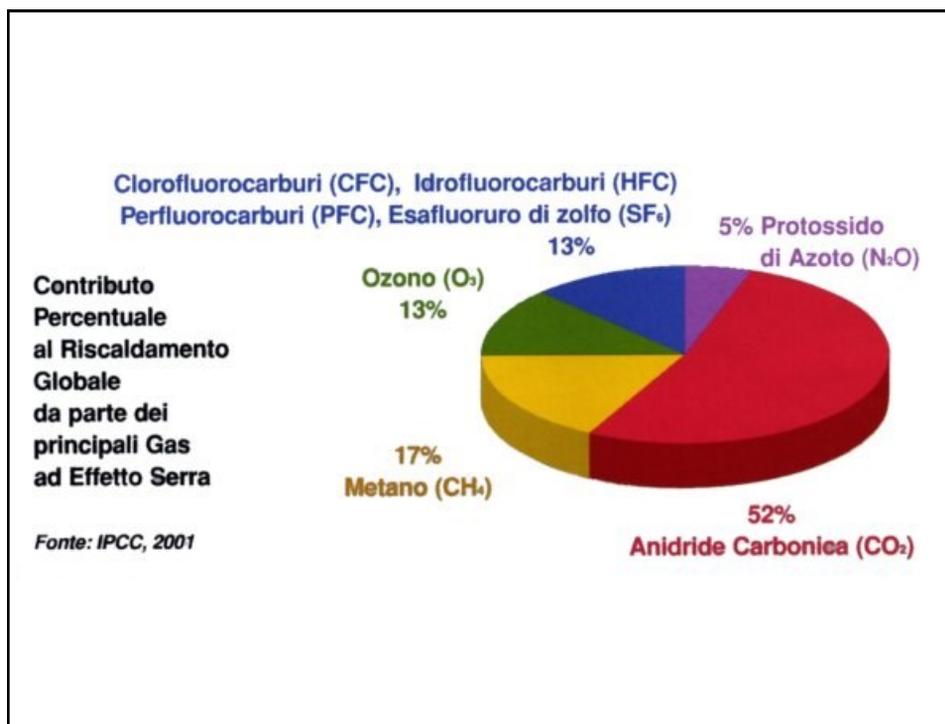
20

I gas responsabili dell'effetto serra naturale sono in primo luogo l'acqua e l'anidride carbonica; altri contributi significativi vengono dal metano, dall'ozono troposferico e dall'ossido di diazoto ("ossido nitroso").

Ovviamente il contenuto d'acqua dell'atmosfera non può essere in alcun modo influenzato dall'uomo, e quindi l'attenzione è rivolta agli altri composti.

Vedremo più avanti che gli effetti antropici provengono oltre che da una alterazione delle quantità dei gas-serra naturali anche da composti non presenti in natura, in particolare da composti alogenati (CFC, HCFC, HFC, ecc.).

21

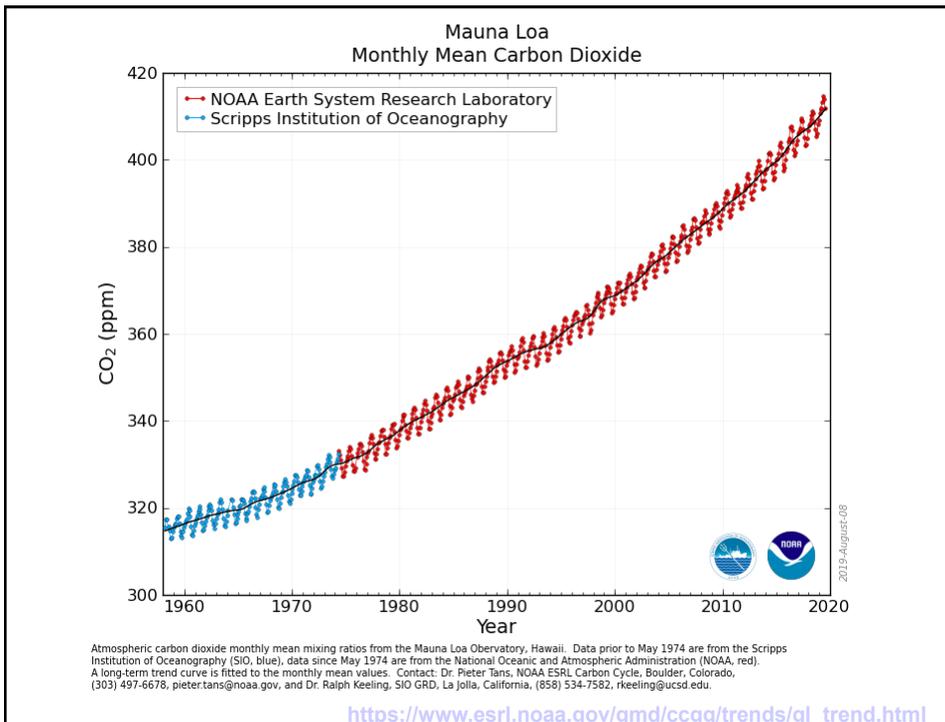


22

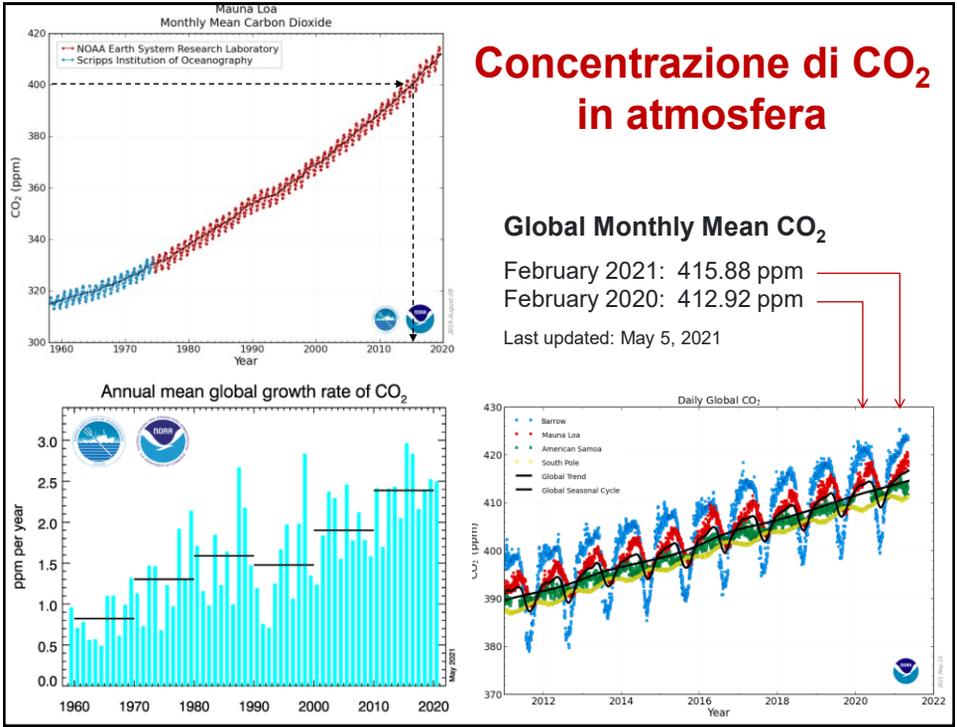
GAS AD EFFETTO SERRA				
	Sorgenti	Concentrazione		PRG 100 anni
		1860	2003	
CO ₂	Combustione, deforestazione	228 ppm	370 ppm	1
CH ₄	Bestiame, risaie, termitai	848 ppb	1839 ppb	23
O ₃	Processi fotochimici	25 ppb	50 ppb	-
N ₂ O	Combustioni, fertilizzanti	285 ppb	310 ppb	296
CFC	Refrigeranti, espandenti	assente	~10 ² ppt	10 ³ -10 ⁴
HFC	Refrigeranti, espandenti	assente	~10 ¹ ppt	10 ¹ -10 ⁴
PFC	Produzione industriale	assente	~10 ² ppt	10 ⁴
SF ₆	Isolanti	assente	ppt	22200

Potenziale di Riscaldamento Globale (PRG)
 Indica il rapporto tra il riscaldamento indotto da un generico gas-serra e quello indotto dalla stessa quantità di CO₂ nel corso di uno specifico periodo di tempo.

23



24

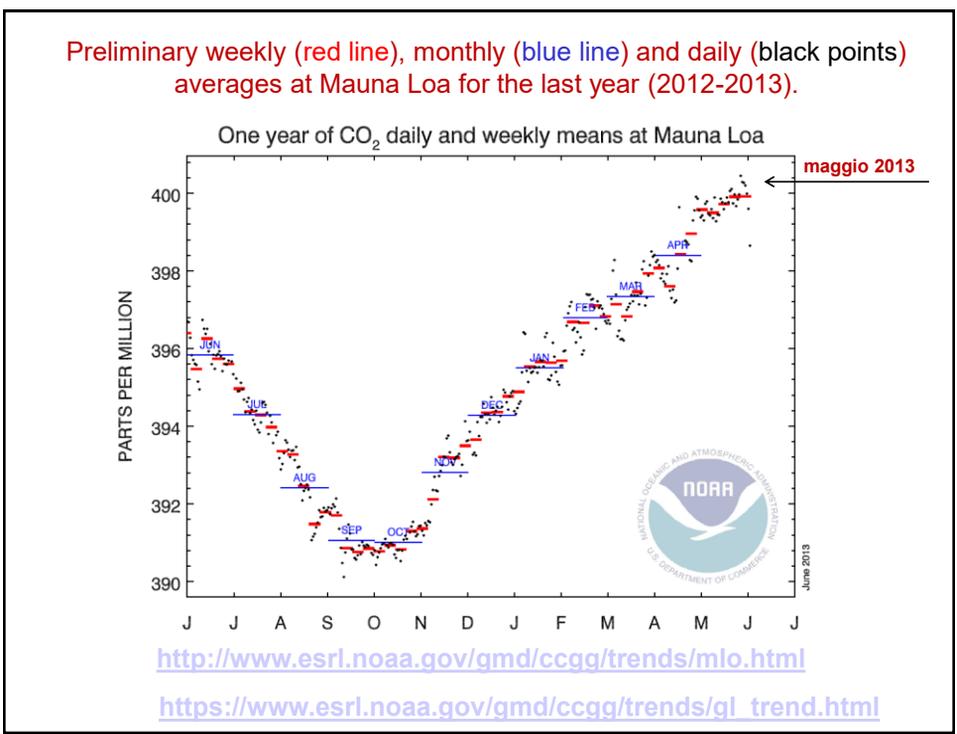


Concentrazione di CO₂ in atmosfera

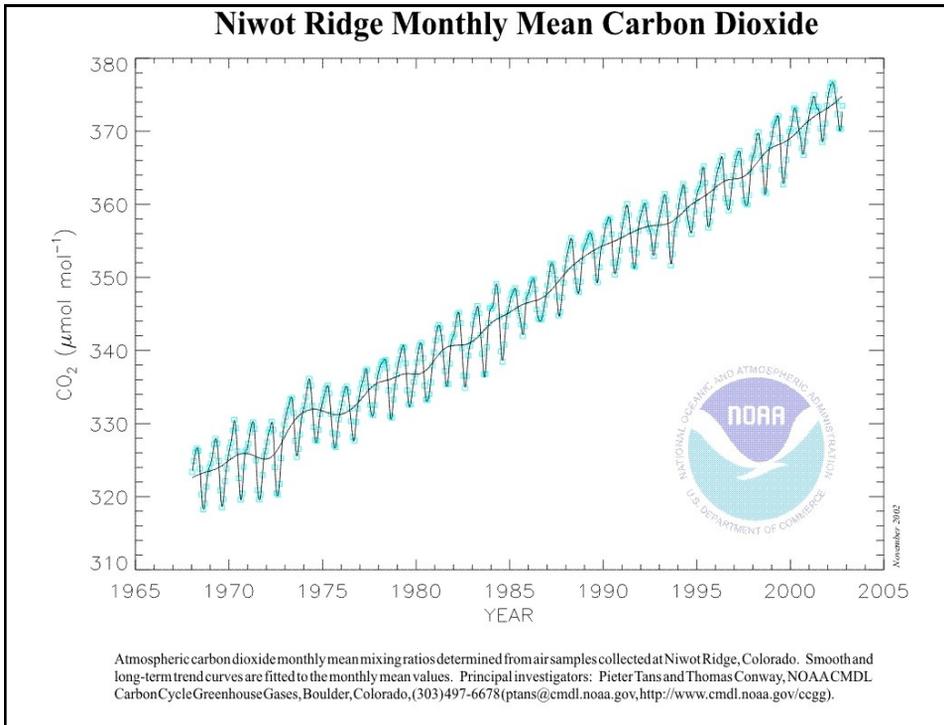
Global Monthly Mean CO₂

February 2021: 415.88 ppm
 February 2020: 412.92 ppm
 Last updated: May 5, 2021

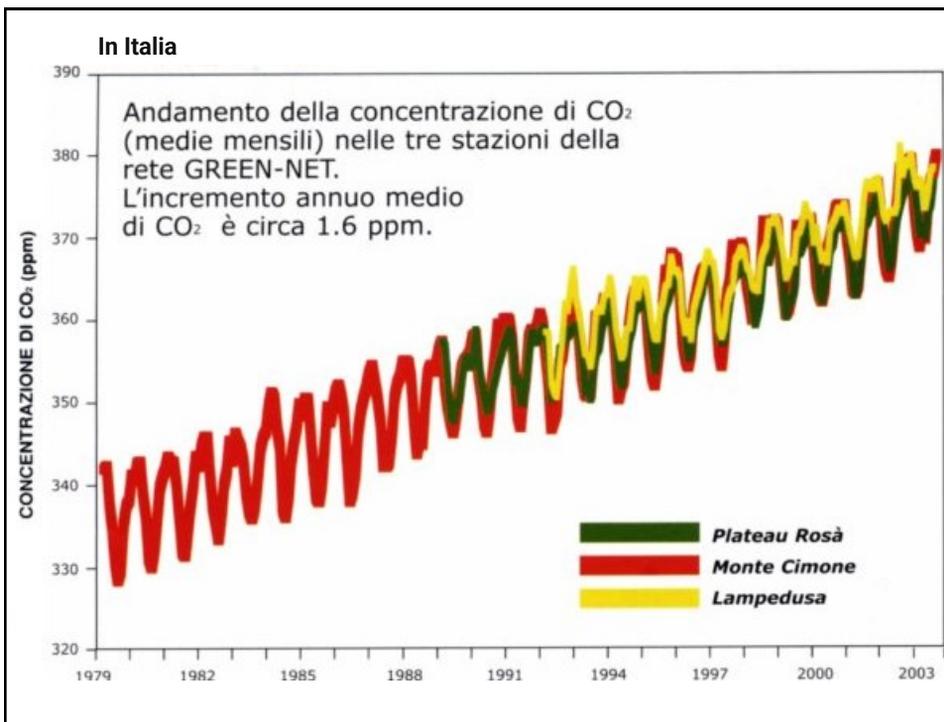
25



26

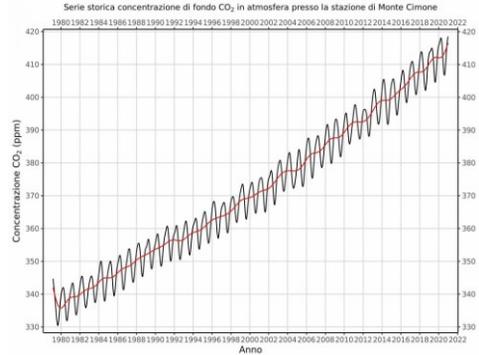


27

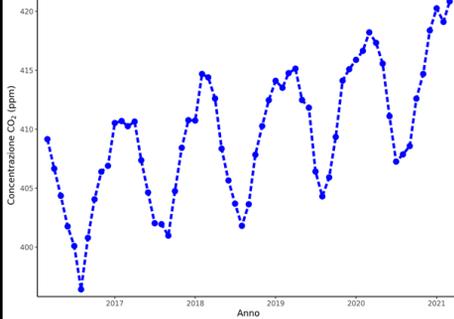


28

**In Italia: stazione di Monte Cimone
Appennino modenese**



Concentrazione media mensile di fondo di CO₂ presso la stazione di Monte Cimone



aprile 2021, conc. CO₂: 421.3 ppm
aprile 2020, conc. CO₂: 417.3 ppm
 "oggi" 11.05.21, conc. CO₂: 420.1 ppm

fonti: Aeronautica Militare
<http://www.meteoam.it/pubpage/3/9>

29

Perché è aumentata la conc. di CO₂?

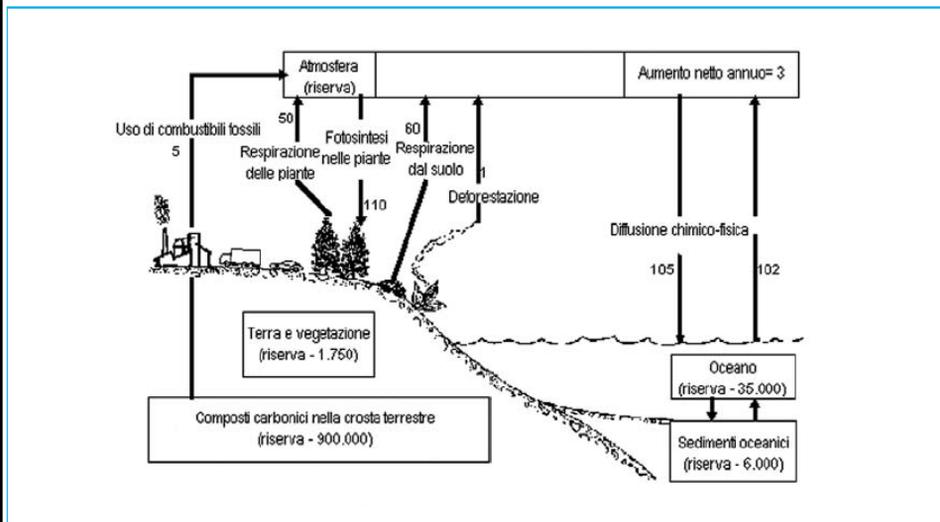
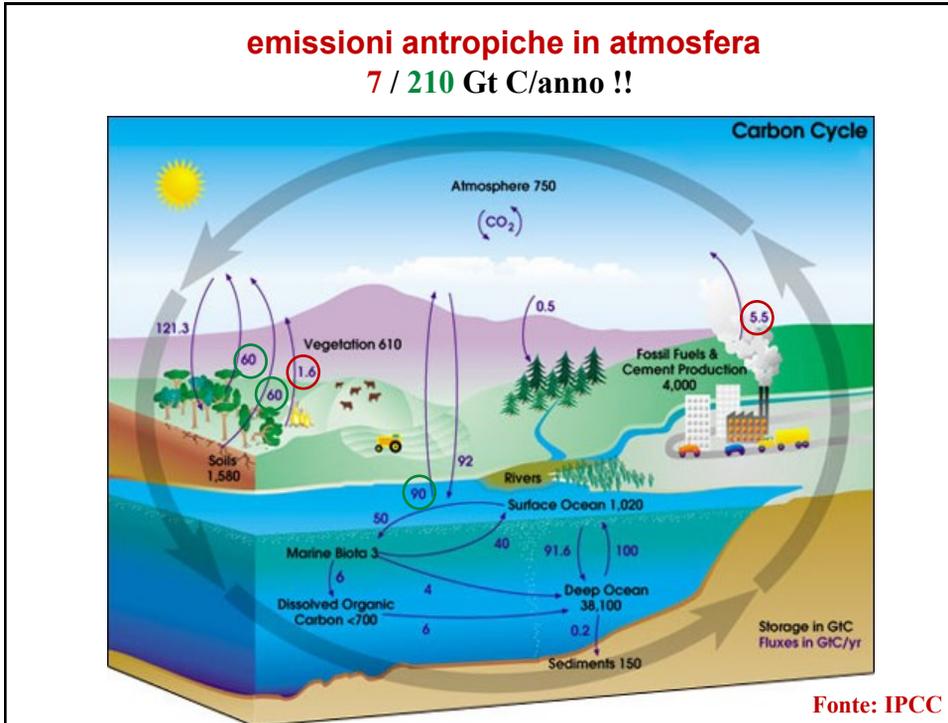


Figura 3.9. Schema del ciclo del carbonio. Sono indicati i flussi in miliardi di tonnellate di CO₂. I dati possono essere lievemente diversi rispetto a quelli derivati da altre fonti e riportati nel testo (dati Istituto Applicazioni di Calcolo – CNR; Napoli).

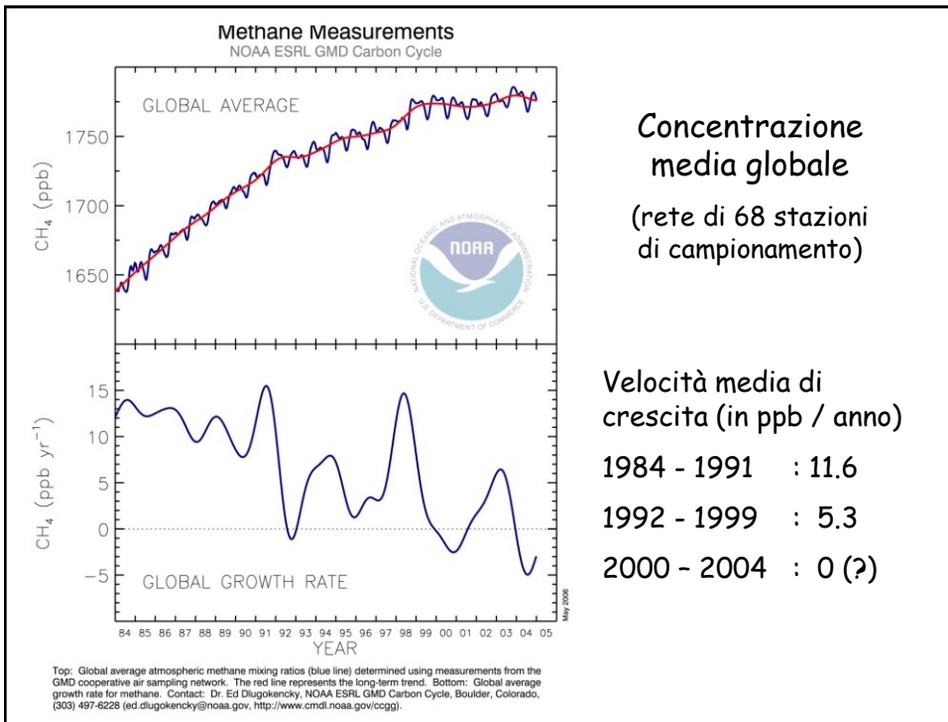
30

emissioni antropiche in atmosfera

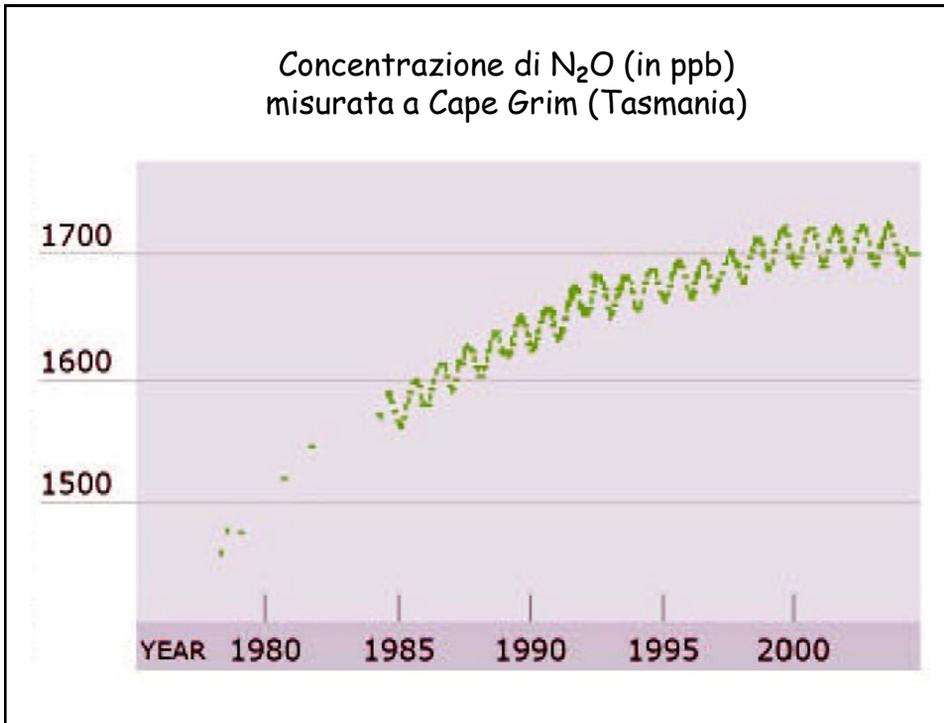
7 / 210 Gt C/anno !!



31



32



33

Non c'è alcun dubbio sull'aumento della concentrazione dei tre gas-serra CO_2 , CH_4 e N_2O negli anni recenti, per i quali sono disponibili misure sperimentali dirette.

Si può però obiettare che potrebbe trattarsi di fluttuazioni prive di un significato particolare, e che fluttuazioni analoghe, in più e in meno, potrebbero essersi verificate nel passato.

34

Tali variazioni si sono già verificate in passato?

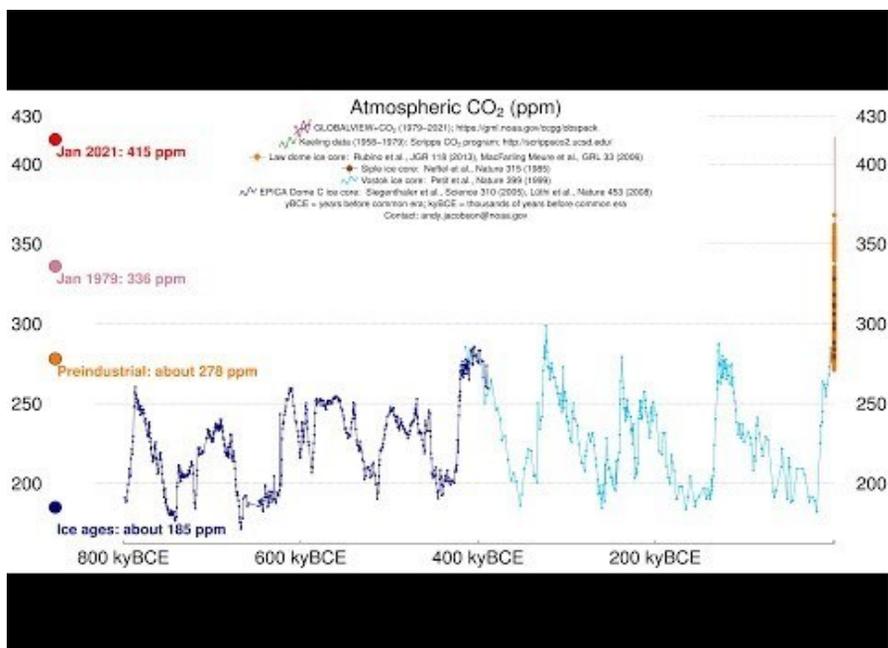
per approfondire



[NOAA, Earth System Research Laboratory - Global Monitoring Division](#)
[Trends in Atmospheric Carbon Dioxide](#)

35

In passato?



36

I ghiacci "perenni" come fonte di informazione paleoclimatica

Si estrae una "carota" di ghiaccio e si analizzano le bollicine d'aria intrappolate nel ghiaccio.

La composizione isotopica dell'acqua fornisce indicazioni sulla temperatura alla quale si è formata la neve.

Altre informazioni si possono ricavare dall'esame del particolato presente nel ghiaccio.

Una delle prime carote, e certamente la più nota, è quella ricavata negli anni '70 nella stazione sovietica di Vostok. Un'altra carota ricavata a Vostok negli anni '80 ha fornito indicazioni sulla composizione dell'atmosfera e sul clima fino a 160 mila anni "b.p."

37



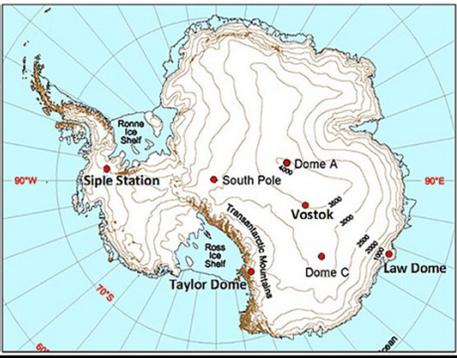
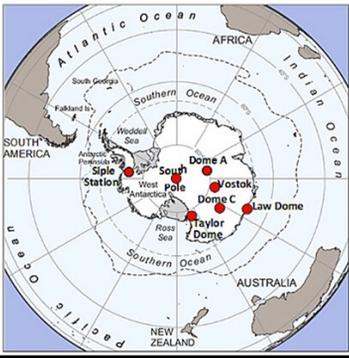
Science

25 ottobre 2005

Drill head with piece of an ice core retrieved on 30 November 2002 at Dome Concordia Station during the European Project for Ice Coring in Antarctica. This ice is from a depth of 2873 meters and is about 491,000 years old. The ice core contains a continuous record of greenhouse gases over the past 650,000 years.

38

Stazioni scientifiche in Antartide



39

Ice Core Sampling



40



US National Ice Core Laboratory

41

Analisi chimiche in paleoclimatologia

Misure di TEMPERATURA

La temperatura globale media del periodo in cui si è formato uno strato di ghiaccio può essere stimata attraverso la determinazione della distribuzione isotopica degli isotopi stabili costituenti l'acqua. Tale procedura, nota come Termometro Isotopico, si basa sull'utilizzo della spettrometria di massa per determinazione dei rapporti D/H o $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, più propriamente dell'abbondanza isotopica relativa (δ , vedi diapositiva successiva) degli isotopi stabili: δ_{D} e $\delta_{^{18}\text{O}}$.

Misure di TEMPO (età)

Le tecniche di datazione prevedono la determinazione della composizione isotopica relativa di un isotopo radioattivo, il cui tempo di dimezzamento è accuratamente noto. La più impiegata è la tecnica di datazione al ^{14}C ; anch'essa utilizza particolari spettrometri di massa.

Misure di CONCENTRAZIONE

La conc. dei gas serra presenti nel ghiaccio, dipendente dalla conc. degli stessi nel periodo di formazione del ghiaccio, viene determinata dopo fusione/estrazione in fase gas e analisi IR e/o GC.

42

Analisi della Composizione Isotopica in Paleoclimatologia

Abbondanza Isotopica Relativa Naturale (in atomi)

$^{12}\text{C} = 98.93 \%$

$^{13}\text{C} = 1.07 \%$

$^{14}\text{C} =$ radionuclide instabile (β^- , emivita 5730 anni)

$^1\text{H} = 99.984 \%$

$^2\text{H} = \text{D} = 0.0156 \%$

$^{16}\text{O} = 99.763 \%$

$^{17}\text{O} = 0.0375 \%$

$^{18}\text{O} = 0.1995 \%$

La composizione isotopica di un campione si esprime mediante il valore di δ :

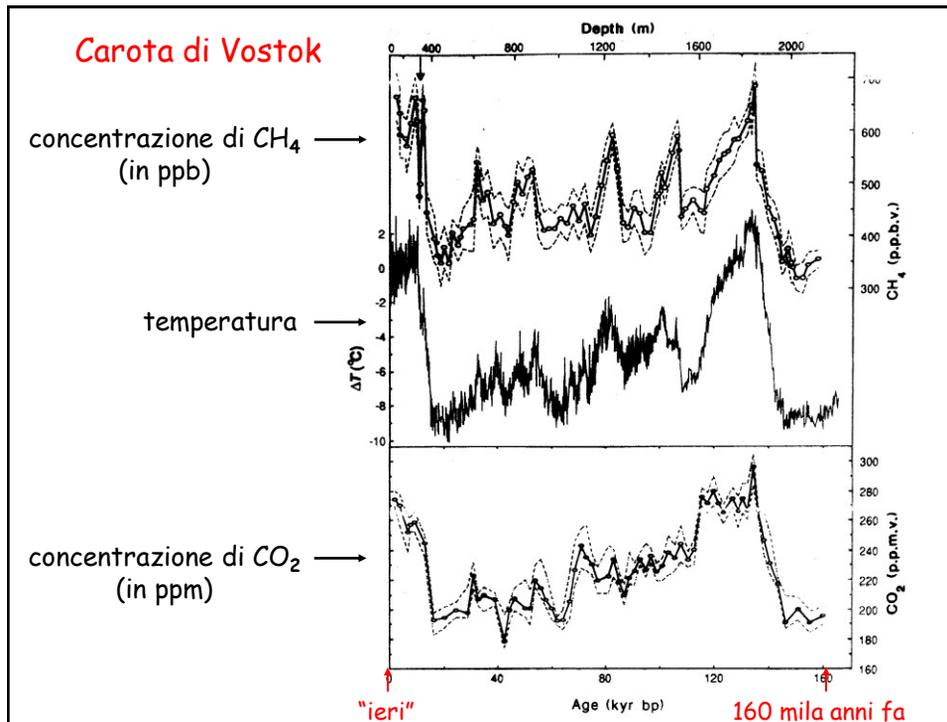
$$\delta = [(R_{\text{CAMP}} - R_{\text{STANDARD}}) / R_{\text{STANDARD}}] \cdot 1000$$

$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{sample}}}{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}}} - 1 \right) * 1000 \text{ ‰}$$

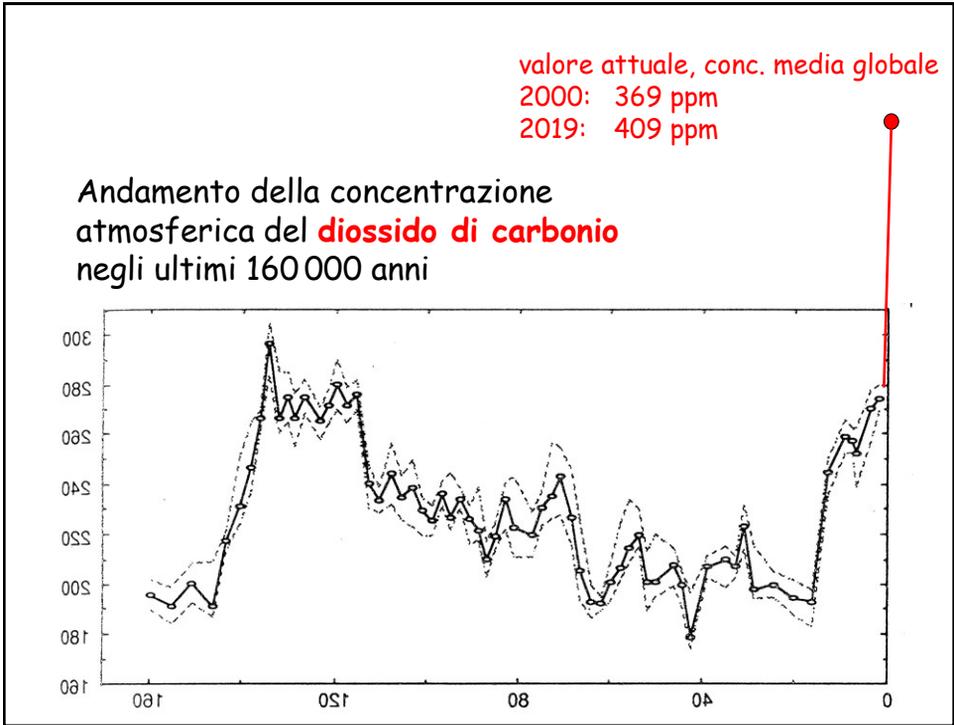
Il valore di δ dipende:

- Nel caso di isotopi radioattivi, dalla velocità di decadimento (emivita) e dal tempo. δ può pertanto essere usato per la datazione del campione.
- Nel caso di isotopi stabili, dalle proprietà chimico-fisiche della molecole che li contiene. Ad esempio, HD^{16}O e HH^{18}O hanno una tensione di vapore inferiore rispetto HH^{16}O e pertanto, nei processi di cambiamento di fase (evaporazione e condensazione) si realizzano fenomeni di arricchimento. Tali fenomeni dipendono dalla Temperatura.

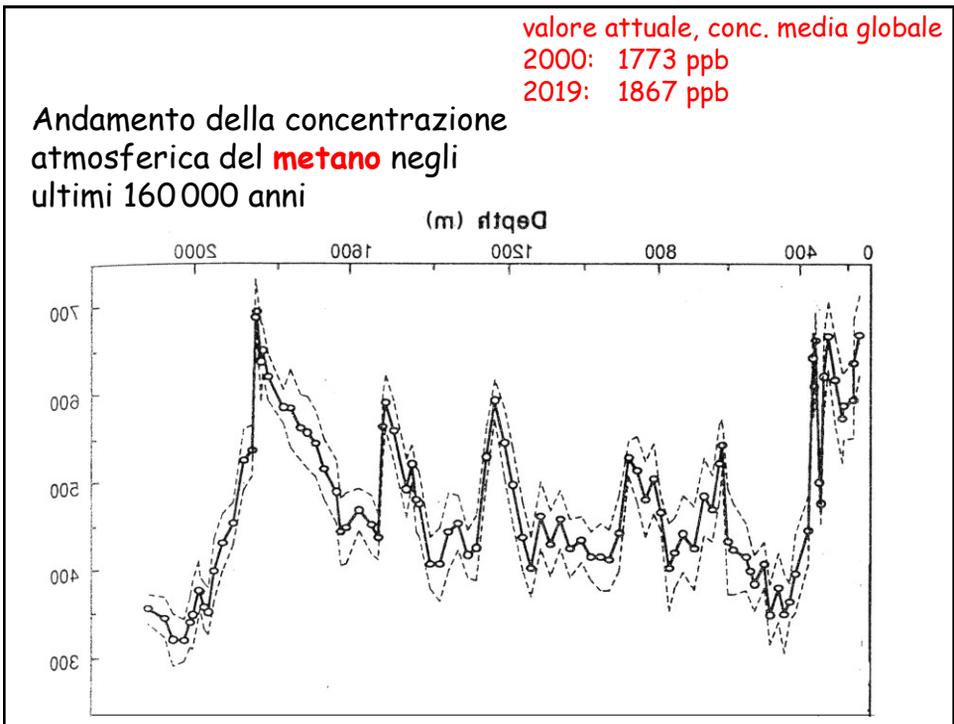
43



44



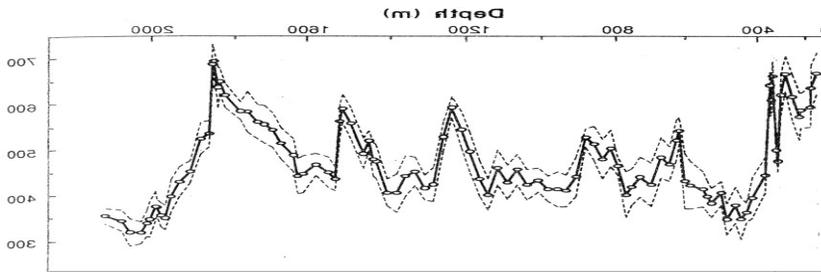
45



46

valore attuale, conc. media globale
2000: 1773 ppb
2019: 1867 ppb

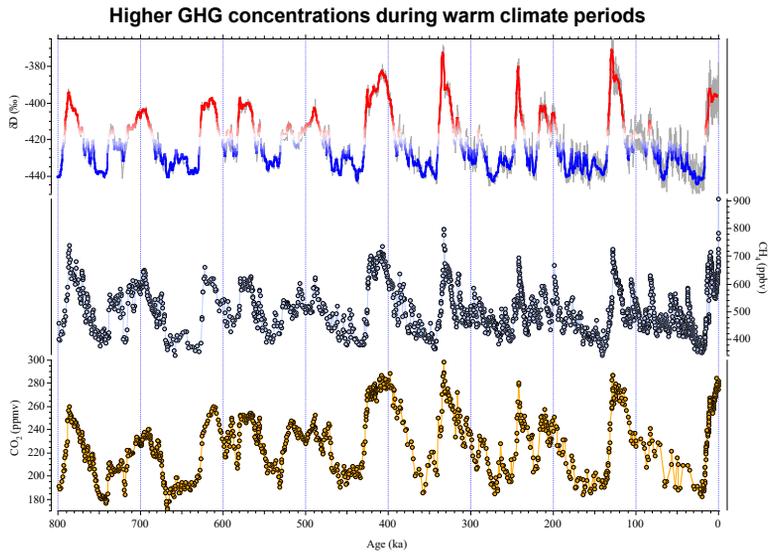
Andamento della concentrazione
atmosferica del **metano** negli
ultimi 160 000 anni



47

Greenhouse gases – the long-term perspective

Dome C, Vostok, Antarctica



Jouzel et al., 2007, Petit et al., 1999, Lüthi et al., 2008, Loulergue et al., 2008, Schilt et al., 2009

48

Oltre alla carota di Vostok (la più famosa) sono state ricavate numerose altre carote, sia nell'Antartide che in Groenlandia. La più recente è la carota di "Dome C" (Antartide).

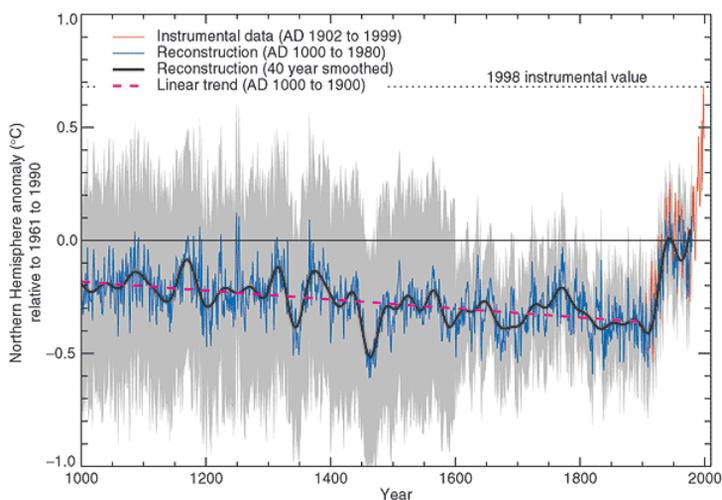
I dati attualmente disponibili coprono gli ultimi 800 000 anni e confermano quanto già visto a proposito della carota di Vostok. In particolare i valori delle concentrazioni attuali di CO_2 , di CH_4 e di N_2O (altro importante gas-serra) sono nettamente superiori ai valori massimi riscontrati.

	CO_2	CH_4	N_2O
conc. massima da dati paleoclimatici	300 ppm	770 ppb	278 ppb
conc. 2005*	379.0 ppm	1774.1 ppb	318.9 ppb
conc. 2020*	412.5 ppm	1879.3 ppb	333.0 ppb

*stima della media annuale globale (NOAA)

49

Andamento delle temperature globali nell'ultimo millennio
(fonte International Panel on Climate Change, IPCC - ONU)



Questo diagramma è noto col nome di "Hockey Stick"

50

A seguito del Rapporto **IPCC, AR4, WG1** non è più possibile dubitare che le attuali variazioni della concentrazione dei gas-serra costituiscono un fatto del tutto anomalo. L'incremento dell'effetto serra e conseguentemente della temperatura globale è dovuto all'attività umana.

Possibili conseguenze:

- scioglimento dei ghiacci polari e dei ghiacciai
- aumento del livello del mare
- alterazioni della distribuzione delle piogge
- modificazioni della circolazione oceanica
- aumento dell'acidità degli oceani

Il "Fifth Assessment Report" del "Working Group 1" dell'IPCC (settembre 2013) conferma inequivocabilmente tali conclusioni anche grazie all'analisi di nuovi dati scientifici e proiezioni modellistiche (considerate molto più affidabili di quelle impiegate in passato).

<https://archive.ipcc.ch/report/ar5/>

51

Gli effetti sul clima sono confermati e meglio quantificati (IPCC-WG1, AR5, settembre 2013)

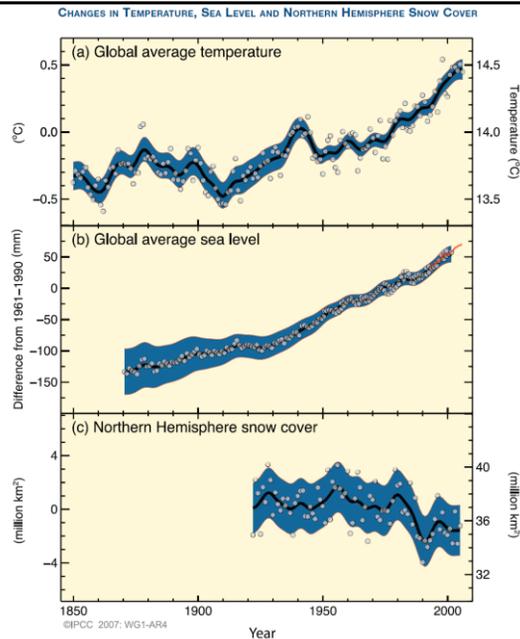
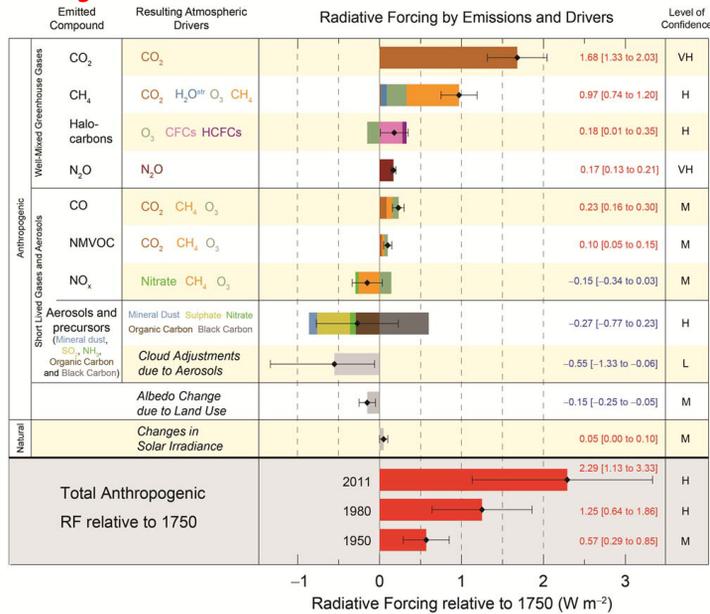


Figure SPM.3. Observed changes in (a) global average surface temperature, (b) global average sea level from tide gauge (blue) and satellite (red) data and (c) Northern Hemisphere snow cover for March-April. All changes are relative to corresponding averages for the period 1961–1990. Smoothed curves represent decadal average values while circles show yearly values. The shaded areas are the uncertainty intervals estimated from a comprehensive analysis of known uncertainties (a and b) and from the time series (c). (FAQ 3.1, Figure 1, Figure 4.2, Figure 5.10)

52

Il contributo antropico all'aumento dell'effetto serra viene valutato (IPCC, WG1, AR5, 2013) mediante la stima dell'aumento del Forcing Radiativo associato ad ogni GHG



53

Il 6° rapporto dell'IPCC (AR6-WG1) è stato pubblicato in agosto 2021. AR6-WG2 e WG3 usciranno nel 2022. Nel frattempo l'IPCC ha pubblicato altri importanti Rapporti riguardanti pertinenti al clima: ad esempio, nell'ottobre 2018 è uscito lo Special Report 1.5

Under the **Paris Agreement**¹, adopted in December 2015, 197 countries **agreed** to aim to hold the rise in global average temperature to “well below 2 °C above pre-industrial levels” and to pursue efforts to limit it to 1.5 °C².

As part of the decision to adopt the agreement, the world’s governments **invited** the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to prepare a special report in 2018 on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways³.

At a meeting in Nairobi in April 2016, member states of the IPCC **decided** to accept the UNFCCC’s invitation. A few months later at the next meeting in Bangkok in October, the Panel agreed on the title, outline, and scope of the Special Report.



The Special Report on 1.5 °C (SR15) is being developed under the joint scientific leadership of IPCC Working Groups I, II and III, with support from Working Group I Technical Support Unit. There are two other Special Reports underway as part of the IPCC’s Sixth Assessment Cycle. These Special Reports on Climate Change and Land (SRCCL) and on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC) will be published in August and September 2019, respectively.

<https://www.ipcc.ch/sr15/>

54

ipcc
Climate Change 2021
The Physical Science Basis

IPCC, AR6, WG1, 2021

SIXTH ASSESSMENT REPORT
Working Group I – The Physical Science Basis

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WHO UNEP

Headline Statements from the Summary for Policymakers

9 August 2021 (subject to final copy-editing)

A. The Current State of the Climate

A.1 It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land. Widespread and rapid changes in the atmosphere, ocean, cryosphere and biosphere have occurred.

A.2 The scale of recent changes across the climate system as a whole and the present state of many aspects of the climate system are unprecedented over many centuries to many thousands of years.

A.3 Human-induced climate change is already affecting many weather and climate extremes in every region across the globe. Evidence of observed changes in extremes such as heatwaves, heavy precipitation, droughts, and tropical cyclones, and, in particular, their attribution to human influence, has strengthened since the Fifth Assessment Report (AR5).

55

IPCC AR6, WG1 (2021) Climate Change 2021 - The physical science basis

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and observed (1850-2020)

b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

56

IPCC, AR6, WG1, 2021, in sintesi (CNR-ISAC, A.Cherchi, S. Corti, S. Fuzzi)

Lo stato attuale del clima - 1. Nuove e più dettagliate osservazioni, unite a modelli climatici sempre più perfezionati, hanno permesso di approfondire la conoscenza e la quantificazione dell'effetto antropico sul clima della terra, comunque già accertato da oltre un decennio.

Tutti i più importanti indicatori delle componenti del sistema climatico (atmosfera, oceani, ghiacci) stanno cambiando ad una velocità mai osservata negli ultimi secoli e millenni.

Le emissioni antropiche dei principali gas serra sono ulteriormente cresciute. Nel 2019 la conc. di CO₂ ha raggiunto 410 ppm e 1866 ppb per il metano. Tali conc. sono le più elevate degli ultimi 800.000 anni.

La temperatura media globale del pianeta nel decennio 2011-2020 è stata di 1.09°C superiore a quella del periodo 1850-1900, con un riscaldamento più accentuato sulle terre emerse rispetto all'oceano. Nel corso degli ultimi 50 anni la temperatura della Terra è cresciuta ad una velocità che non ha uguali negli ultimi 2000 anni.

A seguito del riscaldamento climatico, il livello medio dell'innalzamento del livello del mare fra il 1901 e il 2020 è stato di 20 cm, con una crescita media di 1.35 mm/anno dal 1901 al 1990 e una crescita accelerata di 3.7 mm/anno fra il 2006 e il 2018. L'aumento medio del livello del mare è cresciuto ad una velocità mai prima sperimentata, almeno negli ultimi 3000 anni e l'acidificazione delle acque dei mari sta procedendo a una velocità mai vista in precedenza, almeno negli ultimi 26.000 anni.

57

IPCC, AR6, WG1, 2021, in sintesi (CNR-ISAC, A.Cherchi, S. Corti, S. Fuzzi)

Lo stato attuale del clima - 2

Nell'ultimo decennio l'estensione dei ghiacci dell'Artico durante l'estate è stata la più bassa degli ultimi 1000 anni e la riduzione dell'estensione dei ghiacciai terrestri non ha precedenti negli ultimi 2000 anni.

Scenari futuri - 1

Il report stima la *Sensibilità Climatica* in termini di aumento di T pari a 2.5-4 °C per ogni raddoppio della conc. di CO₂ atmosferica (3 °C come stima più affidabile).

Il clima del futuro è quindi simulato sulla base di cinque possibili scenari (Shared Socioeconomic Pathways, SSPs) che considerano sia la crescita demografica che le differenti azioni di riduzione delle emissioni che verranno intraprese: contesti in cui non vi è alcuna sostanziale mitigazione rispetto alle emissioni di CO₂ (gli scenari SSP7.0 e SSP8.5), un contesto intermedio, ove la mitigazione è modesta (SSP4.5) e contesti che descrivono scenari a basso contenuto di CO₂ con emissioni nulle raggiunte nella seconda metà del 21° secolo (SSP2.6 e SSP1.9, dettagli nella diapositiva successiva). Per ogni SSP la cifra che segue rappresenta il valore del Forcing Radiativo (W/m²) stimato nel 2100.

Per tutti gli scenari ipotizzati, anche i più ottimistici, la T globale supererà il valore di + 1.5 °C a metà del presente secolo, con successiva riduzione solo con una **drastica riduzione delle emissioni di GHG: 50% entro il 2030, 100% entro il 2050.**

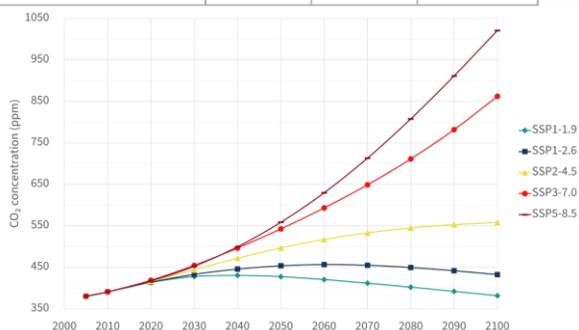
58

Shared Socioeconomic Pathways in the IPCC Sixth Assessment Report [19]

SSP	Scenario (Likelihood [20])	Estimated warming (2041–2060)	Estimated warming (2081–2100)	Very likely range in °C (2081–2100)
SSP1-1.9	very low GHG emissions: CO ₂ emissions cut to net zero around 2050	1.6 °C	1.4 °C	1.0 – 1.8
SSP1-2.6	low GHG emissions: CO ₂ emissions cut to net zero around 2075	1.7 °C	1.8 °C	1.3 – 2.4
SSP2-4.5	intermediate GHG emissions (likely): CO ₂ emissions around current levels until 2050, then falling but not reaching net zero by 2100	2.0 °C	2.7 °C	2.1 – 3.5
SSP3-7.0	high GHG emissions (unlikely): CO ₂ emissions double by 2100	2.1 °C	3.6 °C	2.8 – 4.6
SSP5-8.5	very high GHG emissions (highly unlikely): CO ₂ emissions triple by 2075	2.4 °C	4.4 °C	3.3 – 5.7

radiative forcing (W/m²)
in 2100

Atmospheric CO₂ concentrations by SSP across the 21st century. Each dotted point represents an average of simulated values generated from 6 climate models



59

Scenari futuri - 2

Nello scenario con le emissioni di CO₂ valutate più basse (SSP1.9), corrispondente a una diminuzione delle emissioni globali di gas serra dal 2020 in poi e il raggiungimento di emissioni nette di CO₂ pari a zero negli anni 2050, il riscaldamento globale durante il 21° secolo è estremamente probabile che possa rimanere al di sotto dei 2°C.

Molte delle variazioni già osservate nel sistema climatico, fra cui aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi (ondate di calore, forti precipitazioni, siccità, perdita di ghiaccio marino artico, manto nevoso e permafrost – dettagli nella diapositiva successiva) diventeranno più intense al crescere del riscaldamento globale. Ad esempio, un aumento di T di 0.5 °C provocherà un aumento chiaramente percepibile della frequenza e della durata di estremi di temperatura (ondate di calore), dell'intensità delle precipitazioni intense e della siccità in alcune regioni del pianeta.

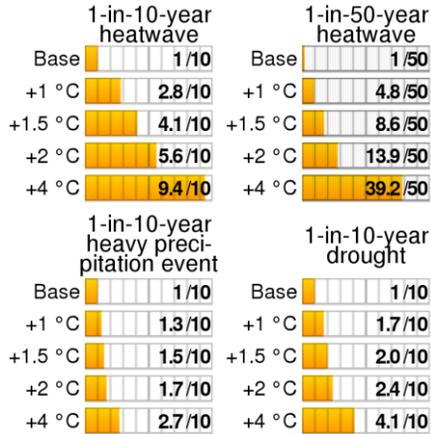
Si prevede che un ulteriore riscaldamento globale intensificherà il ciclo globale dell'acqua, compresa la sua variabilità e la gravità degli eventi umidi e secchi.

Si prevede che un ulteriore riscaldamento globale amplificherà ulteriormente lo scongelamento del permafrost e la perdita della copertura nevosa stagionale, del ghiaccio terrestre e del ghiaccio marino artico. È probabile che l'Artico sarà praticamente privo di ghiaccio marino in settembre (mese in cui raggiunge il minimo annuale) almeno una volta prima del 2050 in tutti gli scenari di emissione, con eventi più frequenti per livelli di riscaldamento più elevati.

60

IPCC, AR6, WG1 – 2021

Frequenza e intensità degli eventi estremi in relazione all'aumento della T globale



Increase in frequency and intensity of extreme events with global warming

Name of event	Climate in 1850 - 1900	1 °C warming	1.5 °C warming	2 °C warming	4 °C warming
1 in 10 years heatwave	Normal	2.8 times more often, 1.2 °C hotter	4.1 times more often, 1.9 °C hotter	5.6 times more often, 2.6 °C hotter	9.4 times more often, 5.1 °C hotter
1 in 50 years heatwave	Normal	4.8 times more often, 1.2 °C hotter	8.6 times more often, 2.0 °C hotter	13.9 times more often, 2.7 °C hotter	39.2 times more often, 5.3 °C hotter
1 in 10 years heavy precipitation event	Normal	1.3 times more often, 6.7% wetter	1.5 times more often, 10.5% wetter	1.7 times more often, 14.0% wetter	2.7 times more often, 30.2% wetter
1 in 10 years drought	Normal	1.7 times more often, 0.3 sd drier	2.0 times more often, 0.5 sd drier	2.4 times more often, 0.6 sd drier	4.1 times more often, 1.0 sd drier

61

Scenari futuri - 3

Negli scenari con elevate emissioni di CO₂, si prevede che la capacità di assorbimento del carbonio da parte degli oceani e degli ecosistemi terrestri diventerà meno efficace nel rallentare il tasso di crescita della CO₂ atmosferica.

Vi sono conseguenze dei cambiamenti climatici in atto che sono irreversibili su scale temporali dell'ordine delle centinaia di anni. In particolare questo è vero per i cambiamenti che riguardano l'oceano, il ghiaccio marino artico e il livello del mare (che continuerà a salire nel corso del 21° secolo).

Una riduzione delle emissioni di CO₂ porterà effetti positivi sulla qualità dell'aria, osservabili su una scala temporale di alcuni anni. Diversamente, gli effetti sulla temperatura del pianeta saranno visibili solo dopo molti decenni. Da qui l'estrema urgenza di interventi tempestivi e sostanziali per la riduzione delle emissioni clima-alteranti.

Quest'ultima affermazione ha avuto recentemente una prima conferma sperimentale, osservando quanto accaduto nel corso della **Pandemia COVID-19**

Le conclusioni del Rapporto IPCC-AR6-WG1 qui presentate sono reperibili presso:
<https://www.cnr.it/it/nota-stampa/n-10516/sesto-rapporto-ipcc-working-group-i-su-nuove-conoscenze-e-cambiamenti-climatici>
https://en.wikipedia.org/wiki/IPCC_Sixth_Assessment_Report

62

COVID-19, qualità dell'aria e clima

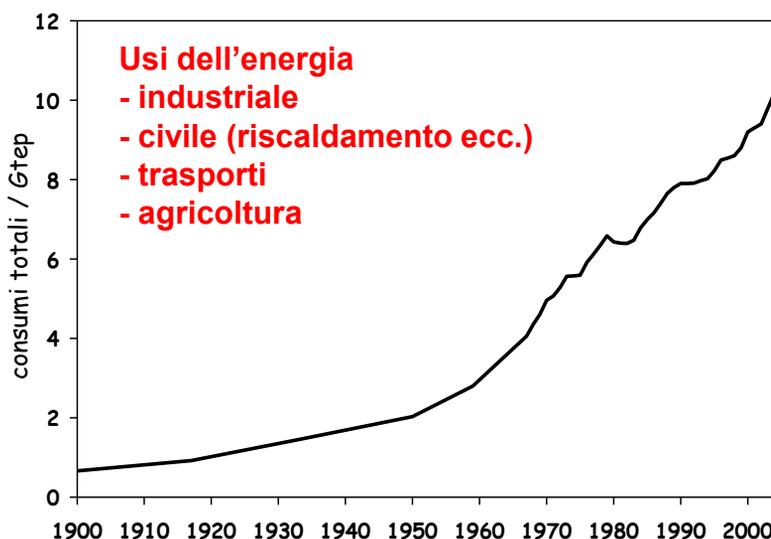
Un fenomeno del tutto imprevedibile e inaspettato, la pandemia dovuta al virus COVID-19, ha permesso di condurre un esperimento altrimenti impensabile: la riduzione in tempi brevissimi delle emissioni di inquinanti atmosferici e gas serra dovuta ai lockdown estesi praticamente in tutto il mondo. Mentre la riduzione delle emissioni inquinanti ha portato a un seppur temporaneo miglioramento della qualità dell'aria a livello globale, la riduzione del 7% delle emissioni globali di CO₂, una riduzione enorme mai sperimentata nei decenni passati, non ha prodotto alcun effetto sulla concentrazione di CO₂ in atmosfera e, conseguentemente, nessun apprezzabile effetto sulla temperatura del pianeta.

Questo perché, mentre la riduzione delle emissioni dei principali inquinanti, che permangono in atmosfera per alcuni giorni o, al massimo, per alcuni mesi, ha un rapido effetto sulla loro concentrazione con un considerevole beneficio sulla salute umana e sull'ambiente in generale, al contrario, per contrastare il riscaldamento climatico sono necessarie **riduzioni della concentrazione di CO₂**, che permane in atmosfera per centinaia di anni, **e degli altri gas serra che siano sostenute nel tempo e di grossa entità fino alla completa decarbonizzazione.**

63

Tipologia e utilizzo delle fonti di energia

Consumi energetici globali dal 1900 ad oggi



64

Fonti energetiche “convenzionali”

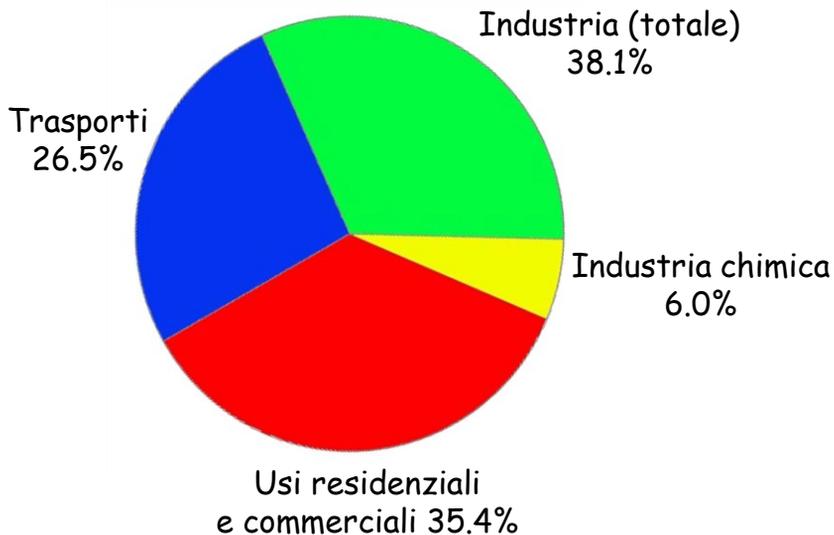
- petrolio
- gas naturale
- carbone
- idroelettrica
- nucleare

Fonti energetiche “alternative”

- geotermico
- maree
- vento
- onde
- biomasse
- solare
- nucleare da fusione

65

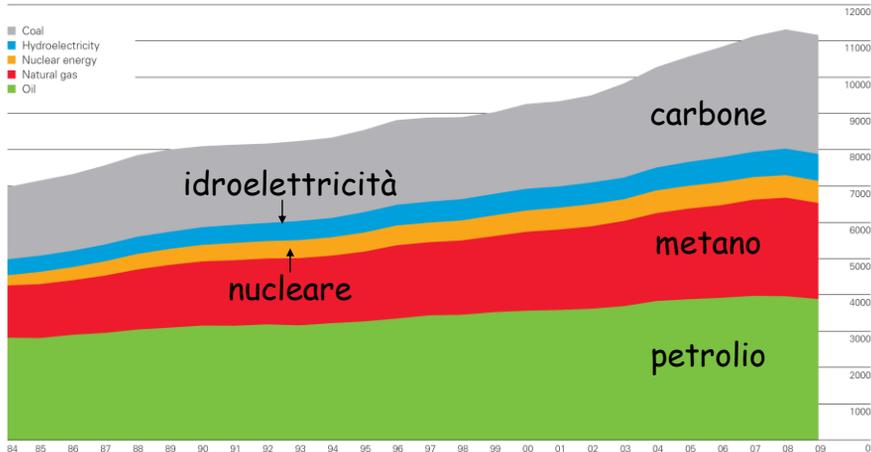
Distribuzione dei consumi energetici (USA)



66

Consumi energetici globali 1984-2009

World consumption
Million tonnes oil equivalent



World primary energy consumption fell by 1.1% in 2009, the first decline since 1982. Consumption was weaker than average in all regions. While oil remains the leading fuel (accounting for 34.8% of global primary energy consumption), it continues to lose market share. Coal's share of global energy consumption was the highest since 1970.

Fonte: BP Statistical Review of World Energy 2010

<http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>



67

Fabbisogno energetico globale

(anno 2011 - valori in Mtep)

Produzione totale di energia (†)	12 274.6	
Petrolio	4 059.1	
Carbone	3 724.3	
Gas	2 905.6	
Totale fossili	10 689.0	(87.1%)
Idroelettrico (*)	791.5	
Solare (*)	12.6	
Eolico (*)	99.0	
Altre rinnovabili (*)	83.3	
Totale rinnovabili	986.4	(8.0%)
Nucleare (*)	599.3	(4.9%)

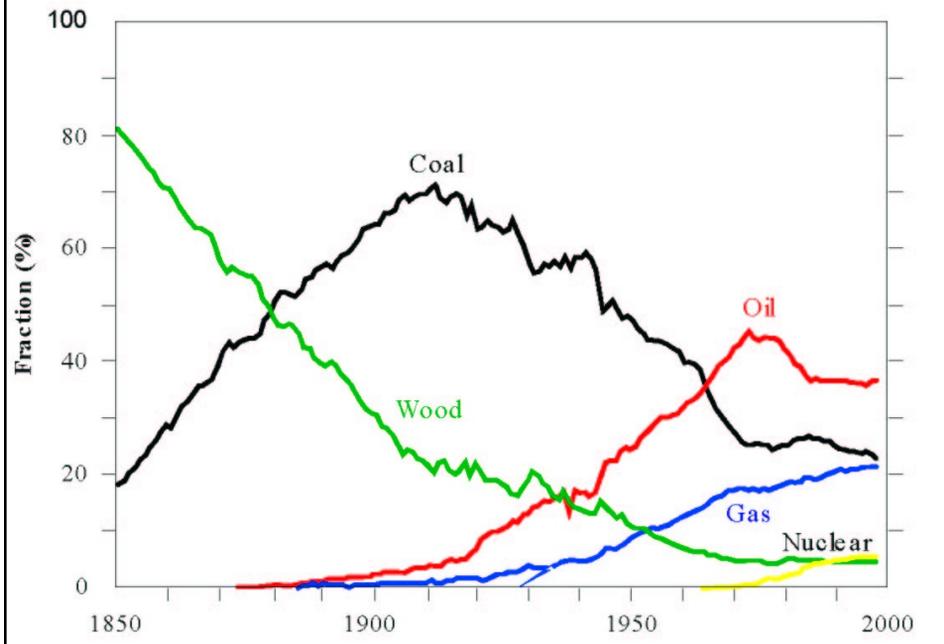
(†) Esclusa l'energia "non commerciale"

(*) Questi valori sono "rivalutati" e rappresentano la quantità di energia termica che sarebbe stata necessaria per produrre la quantità corrispondente di energia elettrica in una centrale con rendimento del 38%.

Fonte: British Petroleum – Statistical Review of World Energy 2012

68

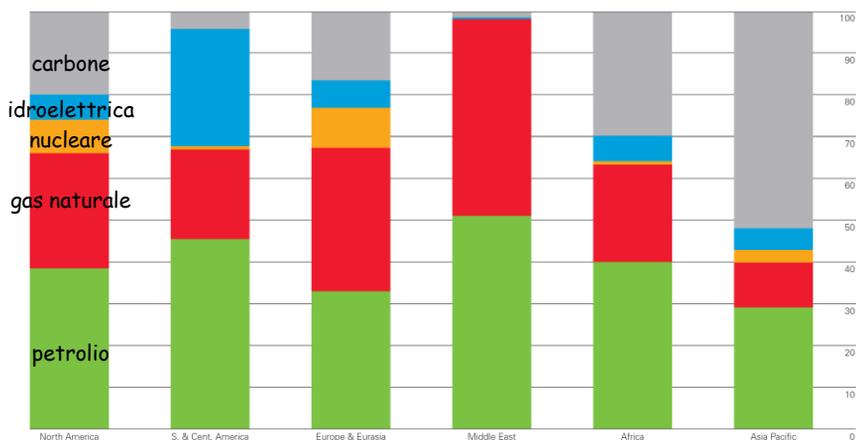
Distribuzione delle fonti energetiche 1850-2000



69

Distribuzione nell'utilizzo delle varie fonti energetiche

Regional consumption pattern 2009
Percentage



Oil remains the world's dominant fuel, although it has lost market share over the past decade – globally and in every region. Natural gas has the leading market share in Europe and Eurasia, Asia Pacific, and North America.

America sett.

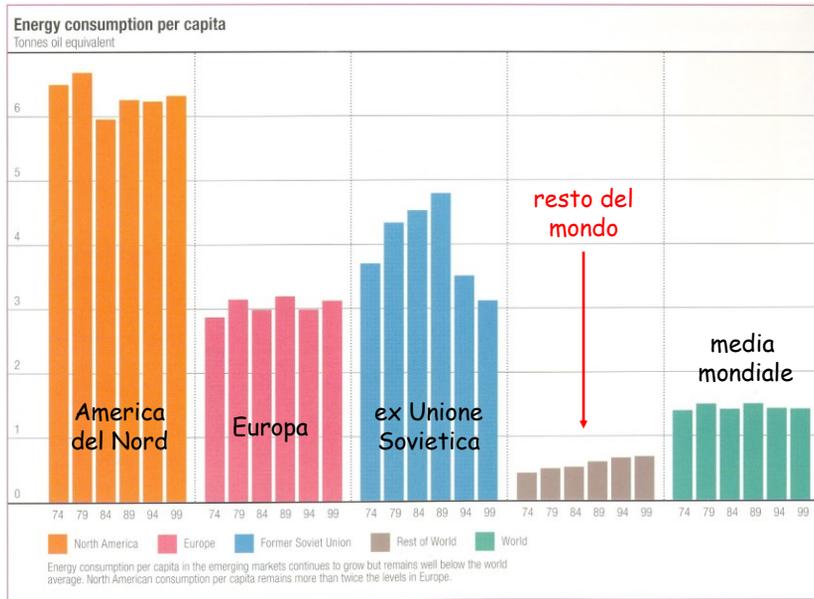
Europa

Africa



70

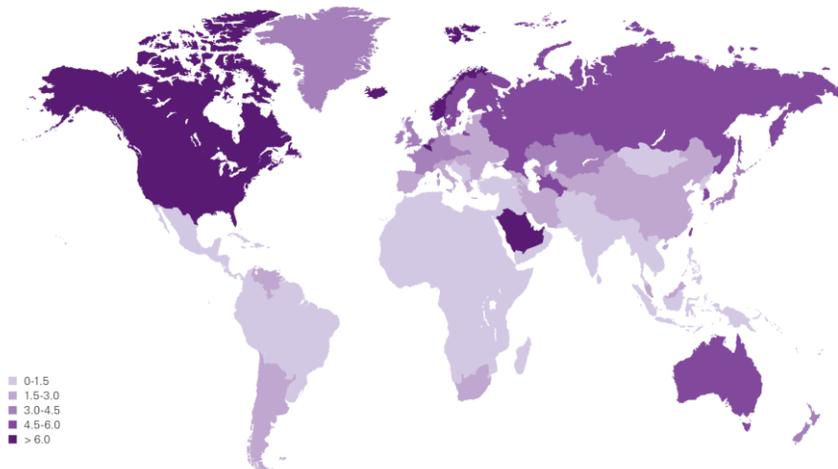
Consumi energetici pro capite per area geografica dal 1974 al 1999



71

Distribuzione geografica dei consumi energetici pro capite nel 2009

Consumption per capita 2009
Tonnes oil equivalent

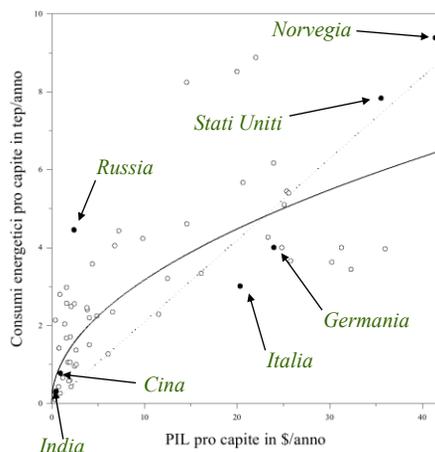


BP Statistical Review of World Energy 2010

72

Relazione tra prodotto interno lordo e consumi energetici

$y = 0.209 \cdot x$ retta di correlazione passante per l'origine
 $y = x^{1/2}$ relazione suggerita dal diagramma log-log



(Cortesia G. G. Bombi)

73

Consumi energetici pro-capite

$$1 \text{ tep} = 10^7 \text{ kcal} = 10 \text{ Gcal} = 41.84 \text{ GJ}$$

$$1 \text{ tep} / \text{anno} = 1326 \text{ W}$$

media mondiale 2000 W

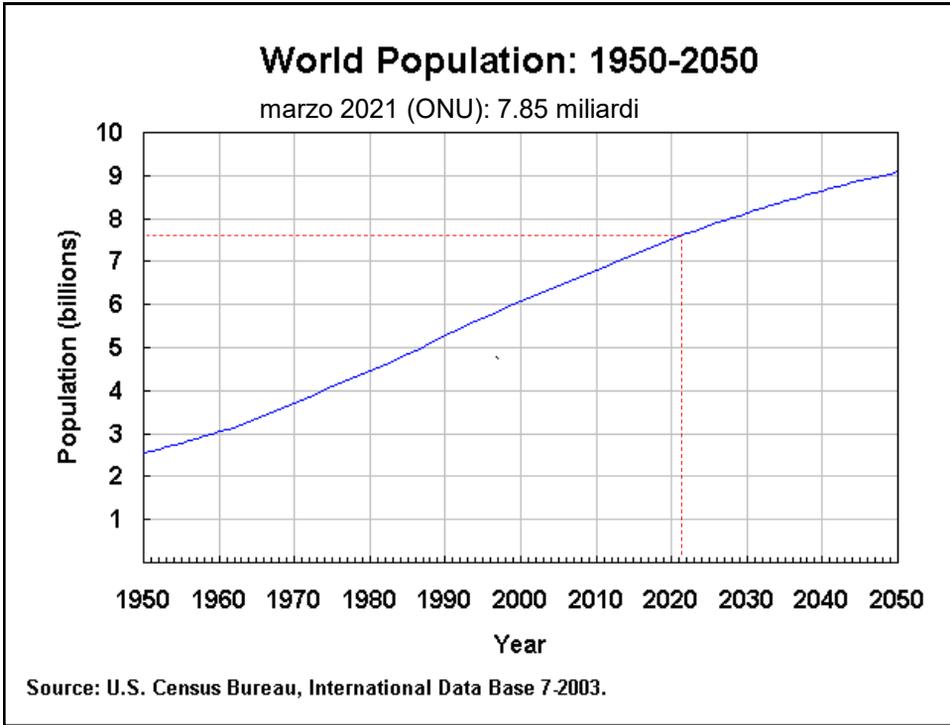
USA 8200 W

Europa (inclusa ex U.S.) 4100 W

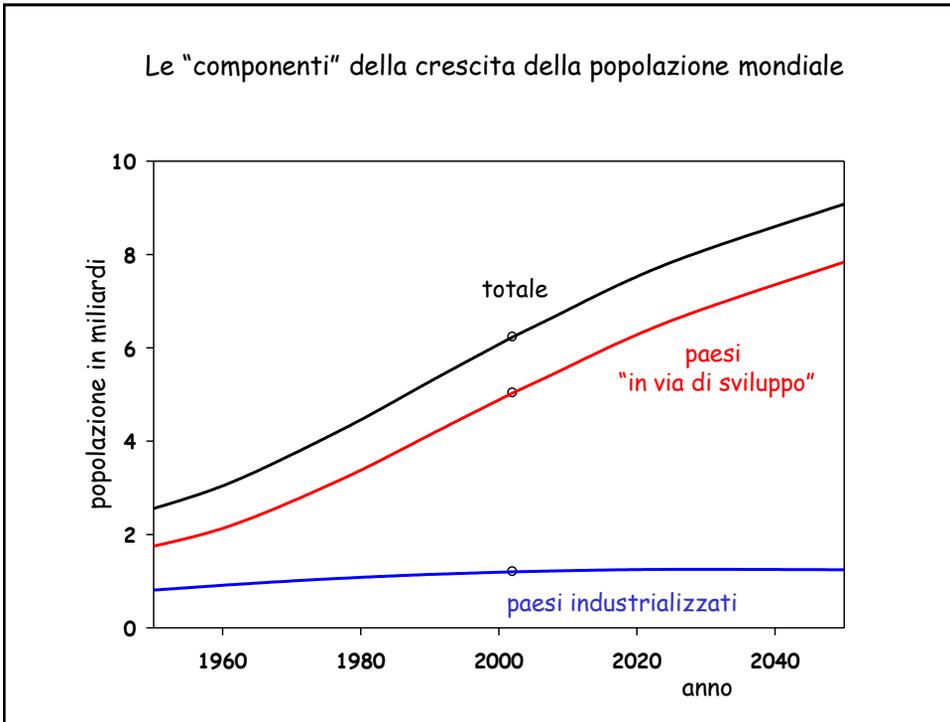
"resto del mondo" <1300 W

da confrontare con il consumo "metabolico" di circa 120 W

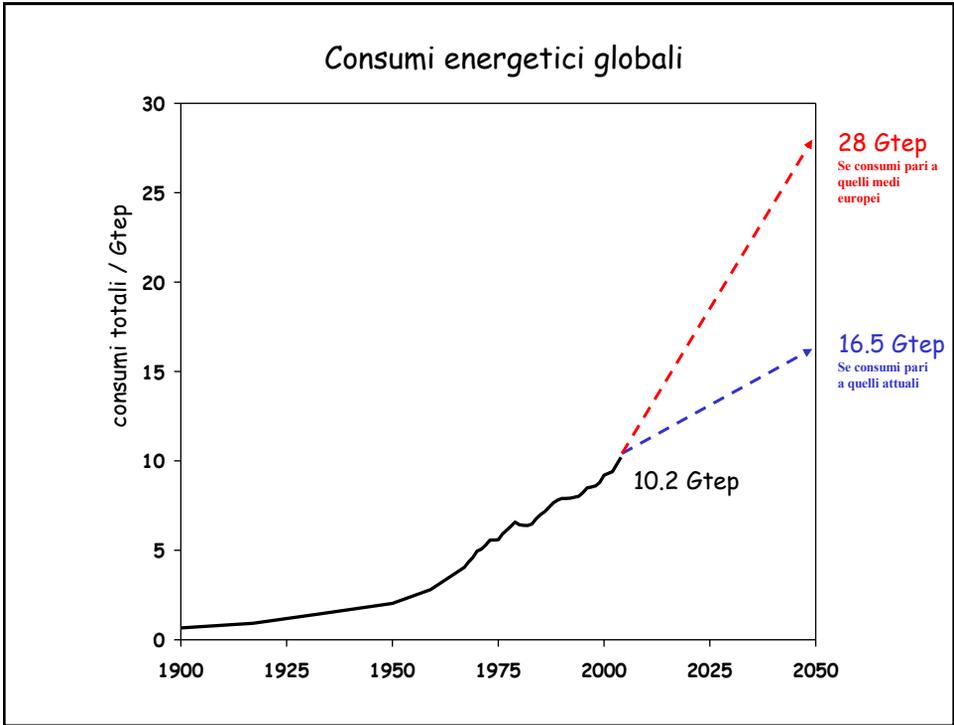
74



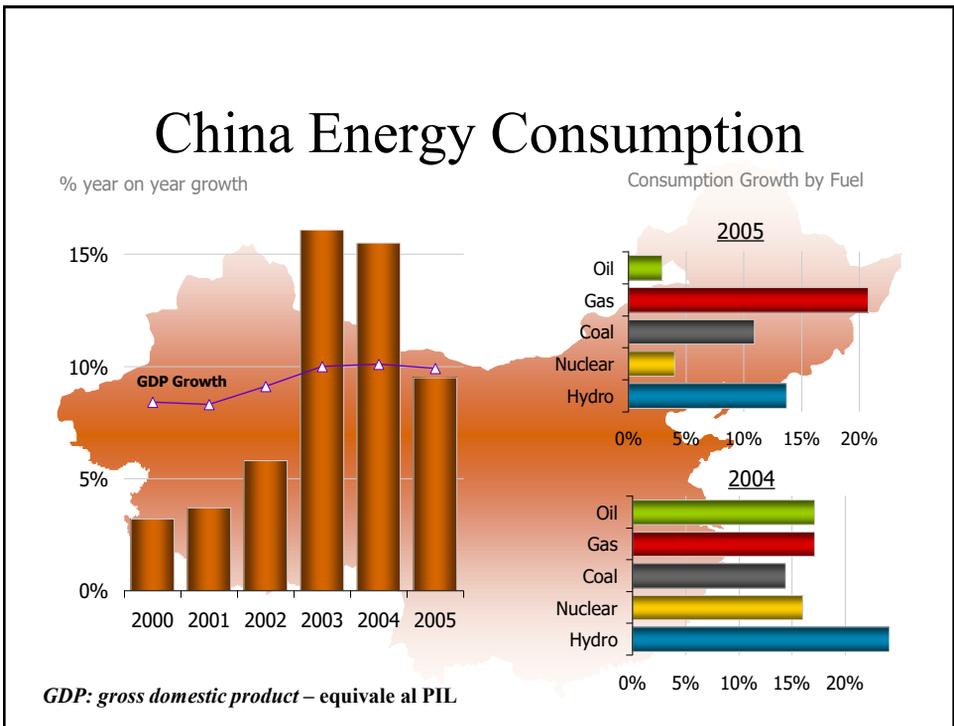
75



76

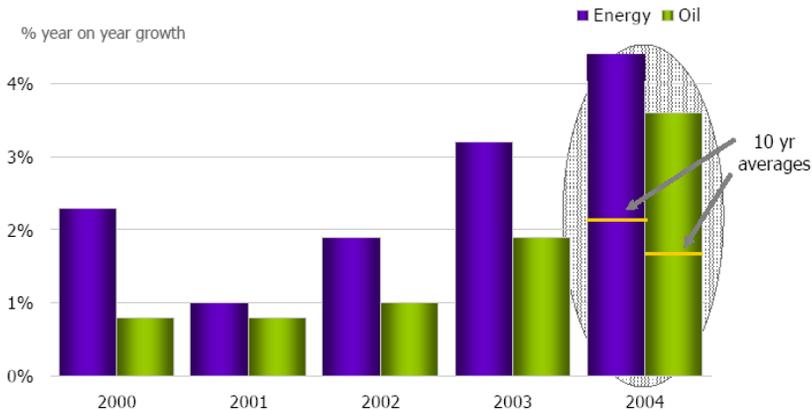


77



78

2004 Energy and Oil Growth



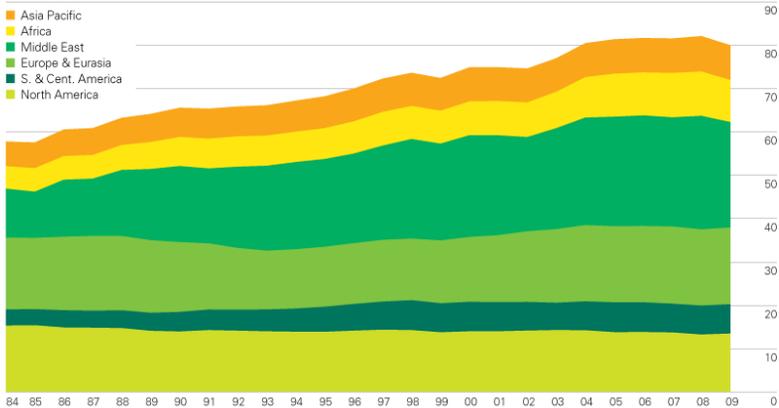
BP Statistical Review of World Energy June 2006

© BP 2006

79

Produzione di petrolio 1984-2009 Potrà ancora crescere?

Production by region Million barrels daily



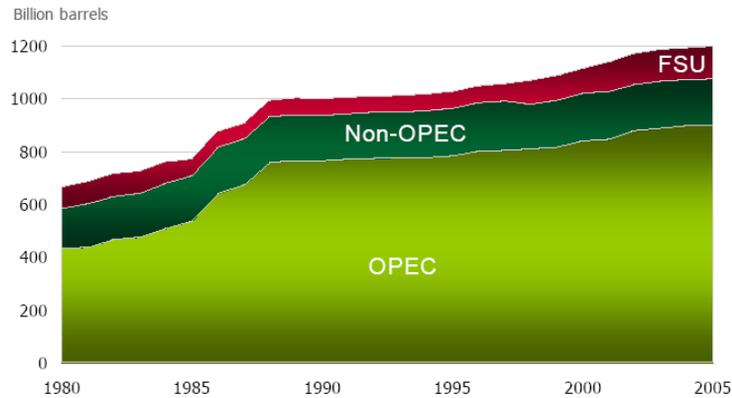
World oil production fell by 2 million b/d in 2009, the largest decline since 1982. OPEC production fell by 2.5 million b/d; Saudi Arabian output fell by 1.1 million b/d, the world's largest volumetric decline. Production outside OPEC rose by 450,000b/d, led by an increase of 460,000b/d in the US, the largest increase in the world and the strongest US growth since 1970.



80

Andamento delle riserve di petrolio 1980-2005

World Oil Reserves



BP Statistical Review of World Energy June 2006

© BP 2006

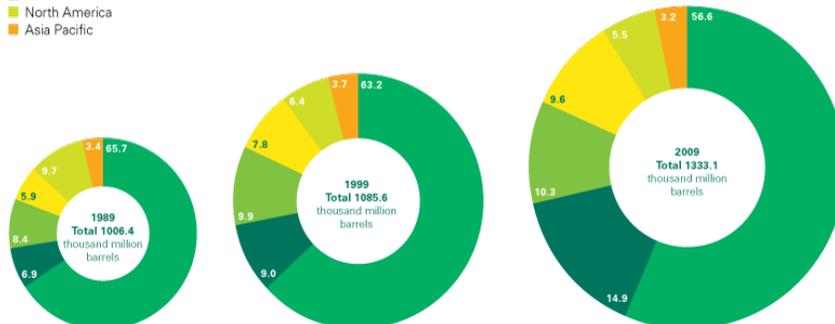
81

Riserve di petrolio 1989, 1999 e 2009

Distribution of proved reserves in 1989, 1999 and 2009

Percentage

- Middle East
- S. & Cent. America
- Europe & Eurasia
- Africa
- North America
- Asia Pacific

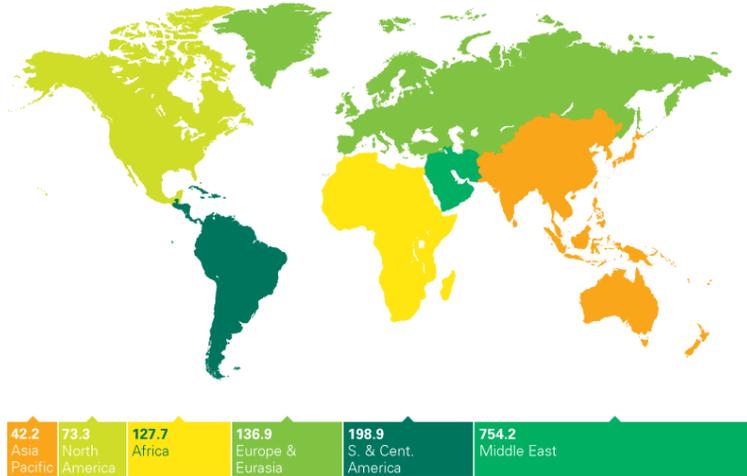


82

Distribuzione delle riserve di petrolio 2009

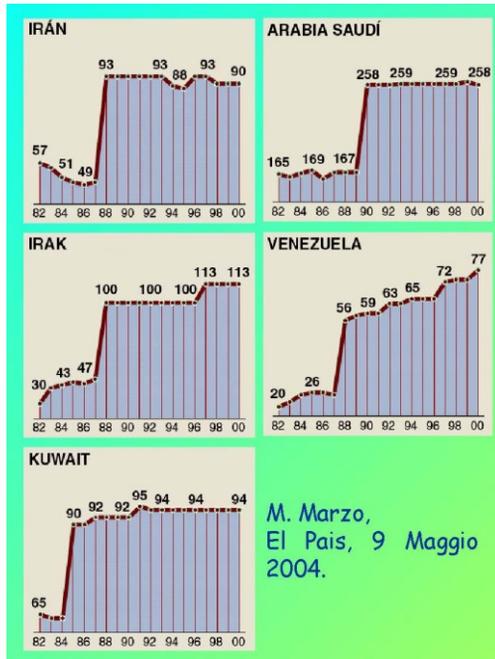
Proved reserves at end 2009

Thousand million barrels



83

La valutazione dell'entità delle riserve dipende dalle conoscenze scientifiche (valutazioni sull'esistenza e sulla consistenza dei giacimenti) e dallo stato delle tecnologie (fattibilità e costo dell'estrazione) ma può essere fortemente influenzata da fattori politico o economici.



84

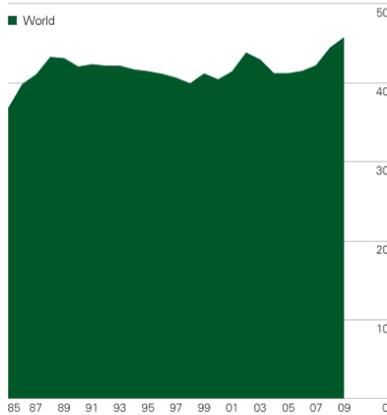
Riserve/Produzione mondiali di petrolio (2009)

Il rapporto rappresenta una stima del tempo di esaurimento agli attuali livelli di produzione e disponibilità

Reserves-to-production (R/P) ratios

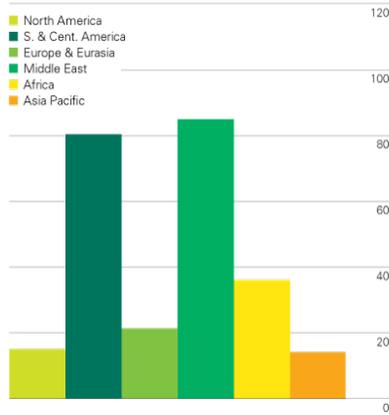
Years

World



2009 by region

North America
S. & Cent. America
Europe & Eurasia
Middle East
Africa
Asia Pacific



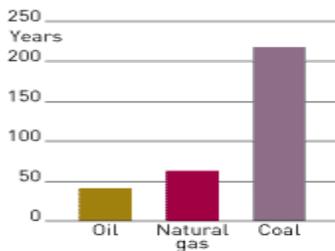
Global proved oil reserves rose by 0.7 billion barrels to 1,333.1 billion barrels, with an R/P ratio of 45.7 years. Increases in Indonesia and Saudi Arabia more than offset declines in Norway, Mexico and Vietnam. The 2008 figure has been revised higher by 74.4 billion barrels, largely due to an increase in Venezuelan official reserves.



85

Stima delle riserve fossili 1998

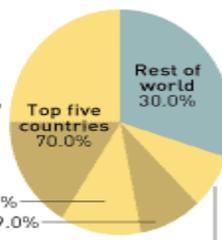
FOSSIL FUEL RESERVES, 1998 Estimated years of use at current exploitation levels



Reserves by location

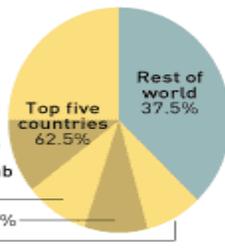
Coal

USA 25.0%
Russia 16.0%
China 12.0%
Australia 9.0%
India 8.0%



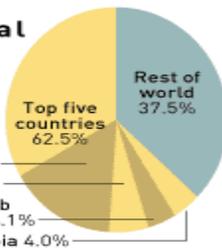
Oil

Saudi Arabia 24.8%
Iraq 10.7%
United Arab Emirates 9.3%
Kuwait 9.2%
Iran 8.5%



Natural gas

Russia 32.9%
Iran 15.7%
Qatar 5.8%
United Arab Emirates 4.1%
Saudi Arabia 4.0%



Source: BP.



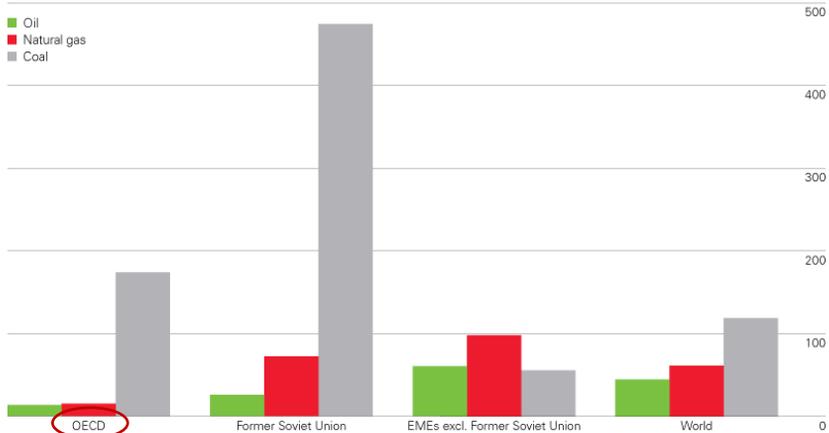
86

Stima delle riserve di petrolio 2009

Fossil fuel reserves-to-production (R/P) ratios at end 2009

Years

Oil
Natural gas
Coal



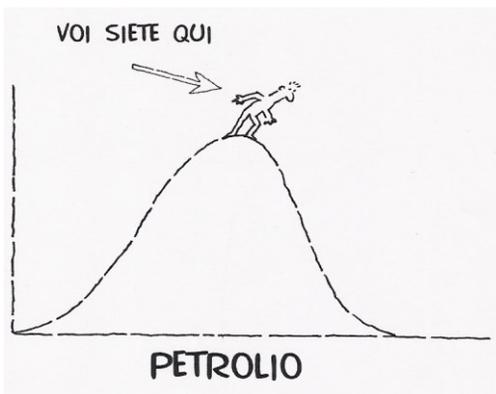
While coal remains the world's most abundant fossil fuel, with an R/P ratio of 119 years, proved reserves of oil and natural gas increased in 2009 and have tended to rise over time. OECD countries account for less than 10% of global proved reserves for oil and natural gas, but 42.6% of proved coal reserves.

Organisation for Economic Co-operation and Development
(ne fanno parte i paesi industrializzati)



87

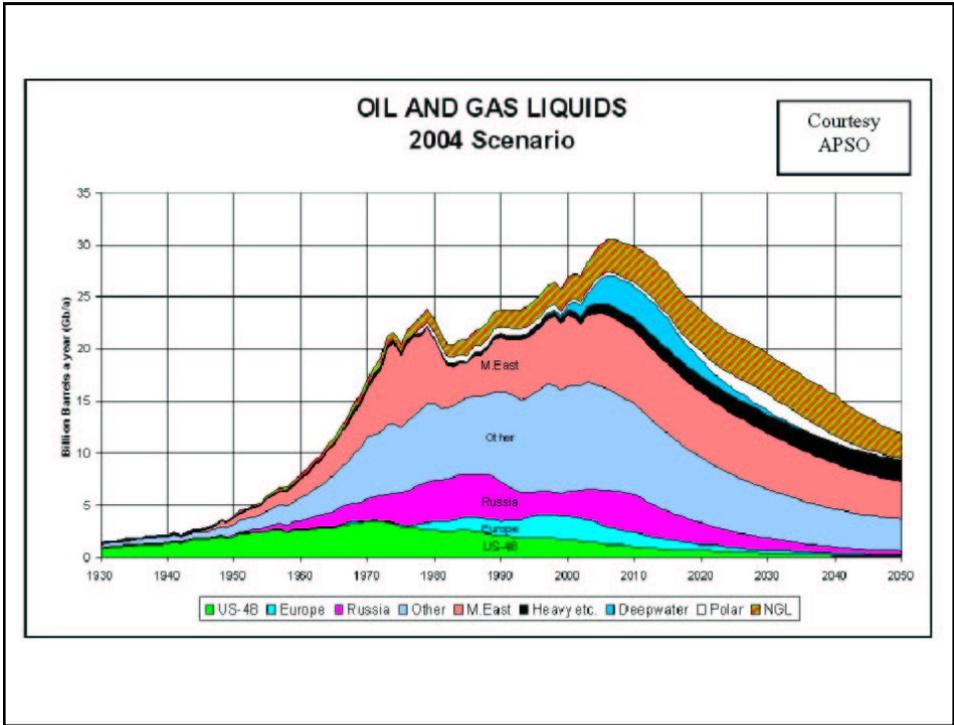
Promemoria "energetico"



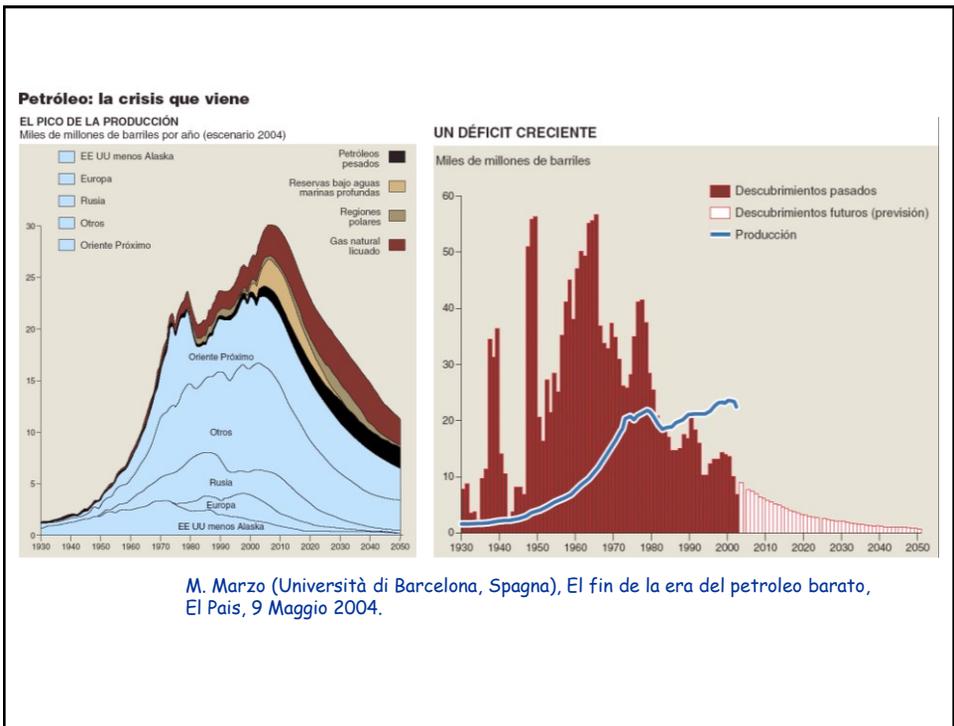
Curva di Hubbert, Picco del Petrolio



88

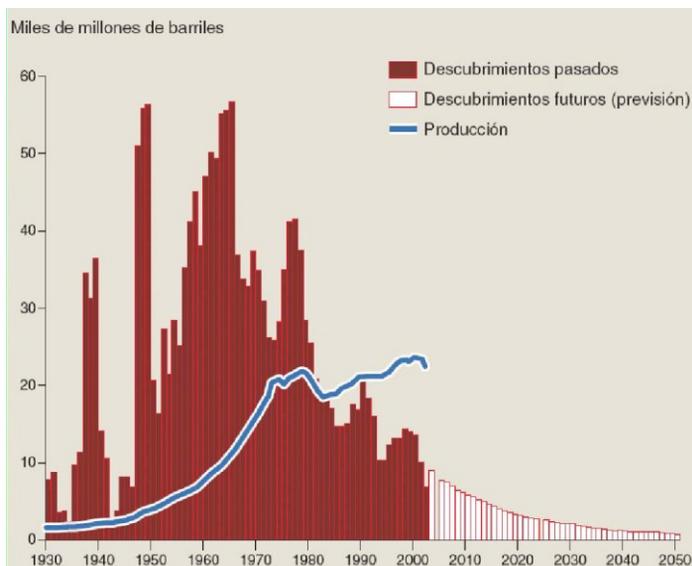


89



90

L'andamento delle scoperte di nuovi giacimenti è più illuminante dell'andamento della produzione



91

Energy Policy 12 marzo 2010

Contents lists available at ScienceDirect

Energy Policy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol




Forum

The status of conventional world oil reserves—Hype or cause for concern?

Nick A. Owen*, Oliver R. Inderwildi, David A. King

Low Carbon Mobility Centre, Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, Oxford, United Kingdom

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 13 January 2010
 Accepted 10 February 2010

Keywords:
 Liquid fuels
 Peak oil
 Conventional oil

ABSTRACT

The status of world oil reserves is a contentious issue, polarised between advocates of peak oil who believe production will soon decline, and major oil companies that say there is enough oil to last for decades.

In reality, much of the disagreement can be resolved through clear definition of the grade, type, and reporting framework used to estimate oil reserve volumes. While there is certainly vast amounts of fossil fuel resources left in the ground, the volume of oil that can be commercially exploited at prices the global economy has become accustomed to is limited and will soon decline. The result is that oil may soon shift from a demand-led market to a supply constrained market.

The capacity to meet the services provided by future liquid fuel demand is contingent upon the rapid and immediate diversification of the liquid fuel mix, the transition to alternative energy carriers where appropriate, and demand side measures such as behavioural change and adaptation. The successful transition to a poly-fuel economy will also be judged on the adequate mitigation of environmental and social costs.

© 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.

92

Oil reserves “exaggerated by one third”

The world's oil reserves have been exaggerated by up to a third, according to Sir David King, the Government's former chief scientist, who has warned of shortages and price spikes within years.

Telegraph.co.uk Rowena Mason, 22 Mar 2010



World Oil Reserves at “Tipping Point”

ScienceDaily (Mar. 26, 2010)

The world's capacity to meet projected future oil demand is at a tipping point, according to research by the Smith School of Enterprise and the Environment at Oxford University.

There is a need to accelerate the development of alternative energy fuel resources in order to ensure energy security and reduce emissions, says a paper just published in the journal *Energy Policy*. The age of cheap oil has now ended as demand starts to outstrip supply as we head towards the middle of the decade, says the report. It goes on to suggest that the current oil reserve estimates should be downgraded from between 1150-1350 billion barrels to between 850-900 billion barrels, based on recent research. But how can potential oil shortages be mitigated?

Dr Oliver Inderwildi, Head of the Low Carbon Mobility centre at the Smith School, said: “The common belief that alternative fuels such as biofuels could mitigate oil supply shortages and eventually replace fossil fuels is pie in the sky. There is not sufficient land to cater for both food and fuel demand. Instead of relying on those silver bullet solutions, we have to make better use of the remaining resources by improving energy efficiency. Alternatives such as a hydrogen economy and electric transportation are not mature and will only play a major role in the medium to long term.”

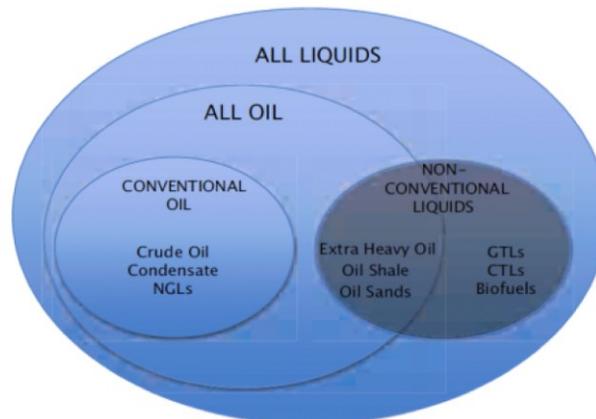
93

QUALENERGIA.it

Il picco del petrolio ... nonostante tutto

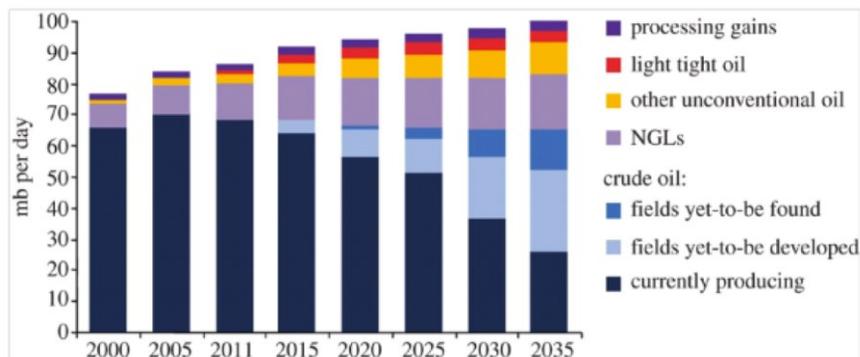
a cura di Luca Pardi

Abbiamo già avuto un picco e i suoi **effetti sono stati piuttosto dirompenti**. Alla **metà degli anni '10** di questo secolo abbiamo raggiunto e superato il picco del petrolio convenzionale che, fino ad allora forniva oltre il 60% dei consumi mondiali. Il **petrolio convenzionale è solo una parte del petrolio** che è, a sua volta, una parte di tutti i liquidi combustibili. Esso corrisponde anche al petrolio facile da estrarre e, dunque, meno costoso.



94

È la IEA che a partire dal 2010 ha iniziato ad ammettere l'evento dopo anni di militanza negazionista sul picco, presumibilmente indotta dai governi dell'OCSE da cui è controllata e non dai suoi valenti tecnici (figura sotto). Il petrolio convenzionale ha raggiunto e superato il picco nel 2005-2006 come previsto da Colin Campbell e Jean Laherrere nel 1998 nel loro articolo su Le Scienze intitolato "La fine del petrolio a buon mercato".



Proiezione di produzione di petrolio nelle proiezioni IEA del 2013, WEO 2013

95

**Convenzione quadro delle Nazioni Unite
sui cambiamenti climatici
New York 9 maggio 1992**

**Protocollo di Kyoto
Kyoto 11 dicembre 1997**

96

Cos'è un "protocollo"?

Il termine "protocollo" nel linguaggio della diplomazia designa un documento destinato ad attestare il raggiungimento di un accordo internazionale. Tale documento può costituire un atto a sé stante, non connesso con altri atti internazionali, oppure (come nel caso del "protocollo di Montreal" o del "protocollo di Kyoto") può riguardare un accordo internazionale accessorio a un accordo principale.

Più precisamente, in questi casi si tratta di *protocolli addizionali*, volti a "regolare in modo organico determinate questioni strettamente connesse con la materia dell'accordo principale e in esso soltanto accennate".

97

Il protocollo di Kyoto - cronologia

Firma: 11 dicembre 1997

Ratifica da parte dell'Italia: 1 giugno 2002

Ratifica da parte della Russia: 18 novembre 2004

Entrata in vigore: 16 febbraio 2005

98

Protocollo di Kyoto (Kyoto 11 dicembre 1997)

È un "protocollo", cioè un documento aggiuntivo, alla
Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici
(New York 9 maggio 1992)

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 142 del 19 giugno 2002 - Serie generale

Spedite abb. post. 4751 - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1998, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Mercoledì, 19 giugno 2002 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NEI FESTIVI
DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARCONA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LUNGHERA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 4987

N. 129/L

La ratifica da parte dell'Italia
è avvenuta con 5 anni e 6 mesi
di ritardo

LEGGE 1° giugno 2002, n. 120.

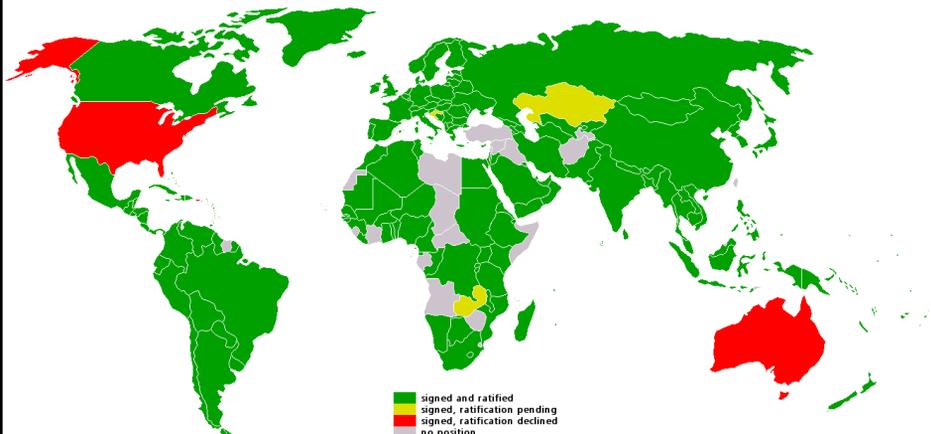
**Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto
alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambia-
menti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997.**

Gli Stati Uniti (che sono uno dei Paesi firmatari) non hanno ratificato il protocollo e hanno anzi dichiarato di non avere alcuna intenzione di procedere alla ratifica.

Il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore il 16 febbraio 2005 dopo la ratifica da parte della Russia.

99

Paesi che hanno firmato/ratificato il protocollo di Kyoto (2005)



100

Il protocollo di Kyoto prevede che i Paesi aderenti riducano l'emissione di alcuni gas-serra. L'entità della riduzione rispetto all'anno di riferimento (1992) varia da Paese a Paese.

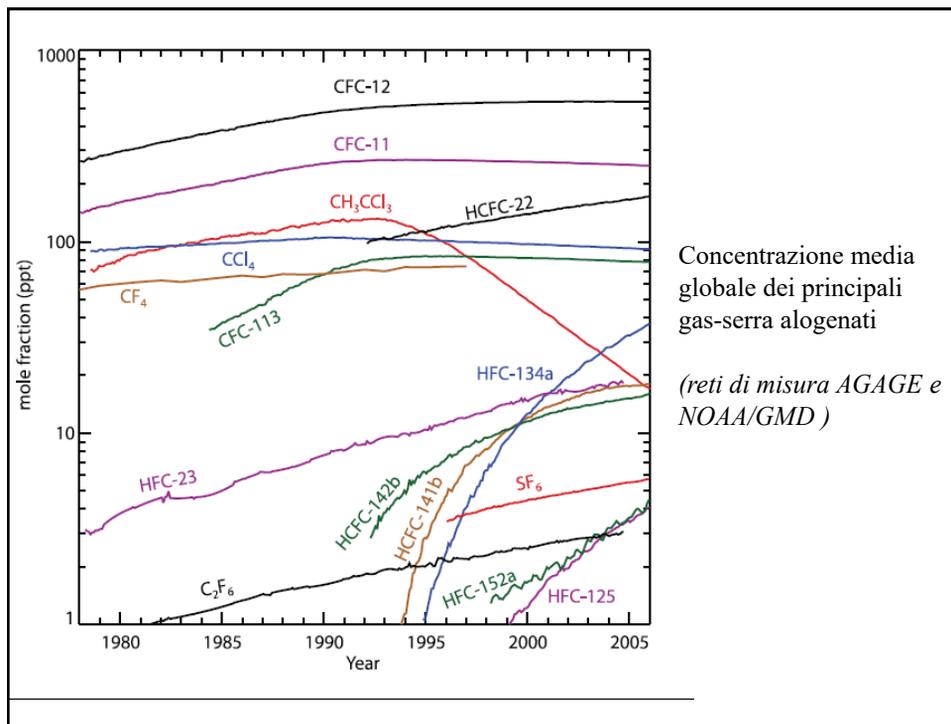
Dovrebbe essere dell'8% per la CE, del 7% per gli USA e del 5.2% in media per i Paesi industrializzati.

I gas presi in considerazione sono:

- Biossido di carbonio (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Ossido di azoto (N_2O)
- Idrofluorocarburi ("HFC")
- Perfluorocarburi ("PFC")
- Esafluoruro di zolfo (SF_6)

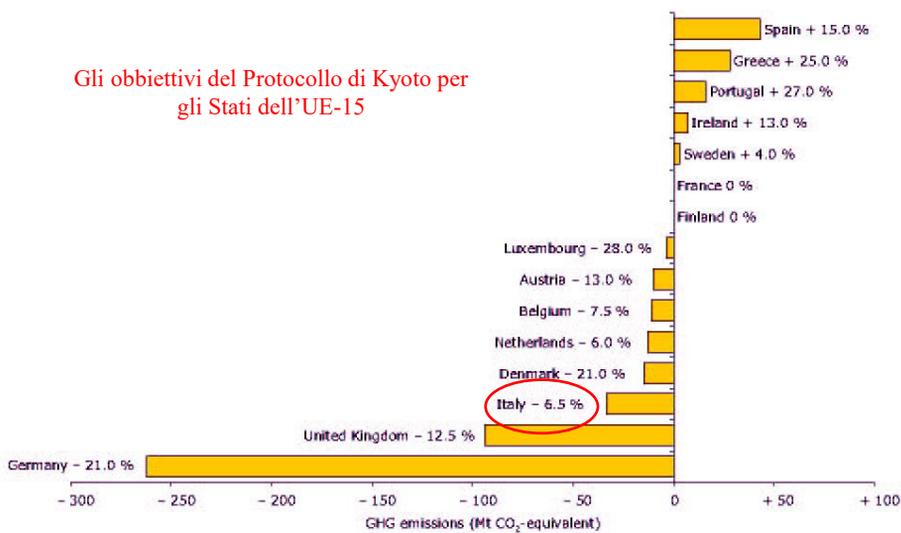
(I clorofluorocarburi, "CFC", sono anch'essi gas-serra ma non vengono presi in considerazione in quanto sono già normati dal protocollo di Montreal che mira alla tutela dello strato di ozono.)

101



102

Figure 2.1 Greenhouse gas emission targets of EU-15 Member States for 2008–2012 relative to base-year emissions under the EU burden-sharing decision (*)

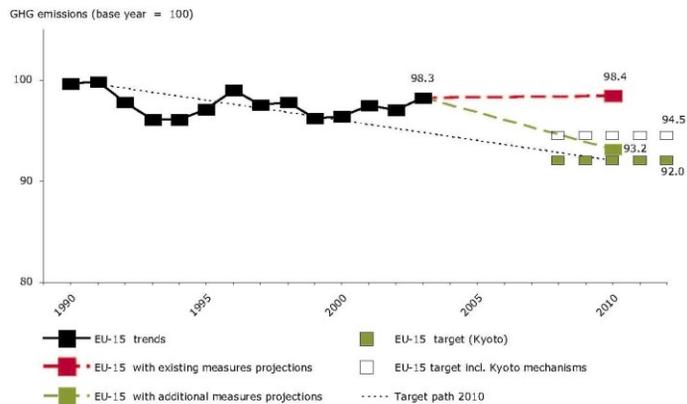


Note: The base-year is 1990 for all EU-15 Member States for CO₂, methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). 1995 is used for fluorinated gases, with the exception of France and Finland where 1990 is used.

Source: EEA.

103

Figure 4.1 Actual and projected EU-15 greenhouse gas emissions compared with Kyoto target for 2008–2012, including Kyoto mechanisms

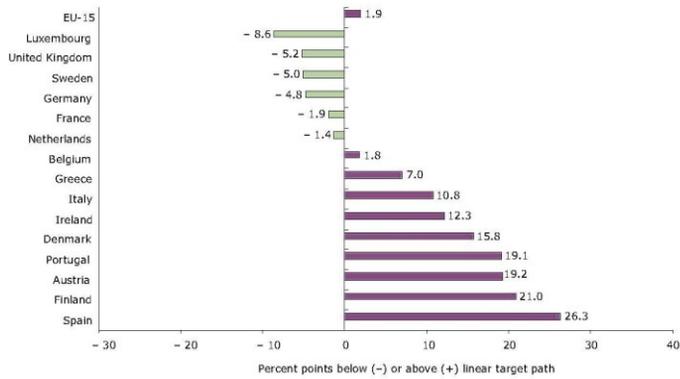


Note: Target paths are used to analyse how close 2003 emissions were to a (hypothetical) linear path of emission reductions or allowed increases from the base-year to the Kyoto Protocol target, assuming domestic policies and measures as well as use of Kyoto mechanisms. Data exclude emissions and removals from land use change and forestry. The EU-15 target including Kyoto mechanisms is based on an estimated projected use of Kyoto mechanisms, as reported by Austria, Belgium, Denmark, Finland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands and Spain, equal to about 2.5 % of the EU target of 8 %. Thus this (theoretical) target for the EU-15 including Kyoto mechanisms is presented in the graph as 92 + 2.5. For more information on Kyoto mechanisms, see Section 7.

Source: EEA.

104

Figure 4.2 Distance-to-target (burden-sharing targets) for EU-15 Member States in 2003, including Kyoto mechanisms

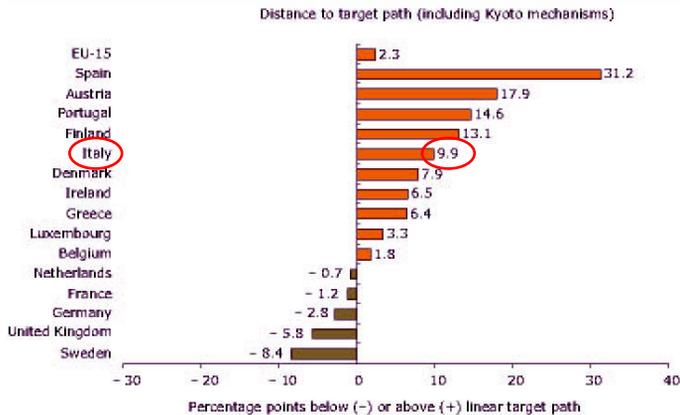


Note: The distance-to-target indicator (DTI) measures the deviation of actual emissions in 2003 from a (hypothetical) linear path between base-year emissions and the burden-sharing target for 2010. A positive value suggests an under-achievement and a negative value an over-achievement by 2003. The DTI is used as an early indication of progress towards the Kyoto and Member States' burden-sharing targets. For the following Member States the additional effects of the use of Kyoto mechanisms are included: Austria, Belgium, Denmark, Finland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands and Spain. For more information on Kyoto mechanisms, see Section 7.

Source: EEA.

105

Figure 4.2 Distance-to-target (burden-sharing targets) for EU-15 Member States in 2004, including Kyoto mechanisms and carbon sinks



Note: The distance-to-target indicator (DTI) measures the deviation in percentage points of actual emissions in 2004 from a (hypothetical) linear path between base-year emissions and the burden-sharing target for 2010. A positive value suggests an under-achievement and a negative value an over-achievement by 2004. The DTI is used as an early indication of progress towards the Kyoto and Member States' burden-sharing targets. The use of Kyoto mechanisms and carbon sinks was included where data was available.

Source: EEA, based on EU-15 Member States greenhouse gas inventories.

106

Rapporto 2006 dell' European Environment Agency (EEA) Dati relativi all'Italia

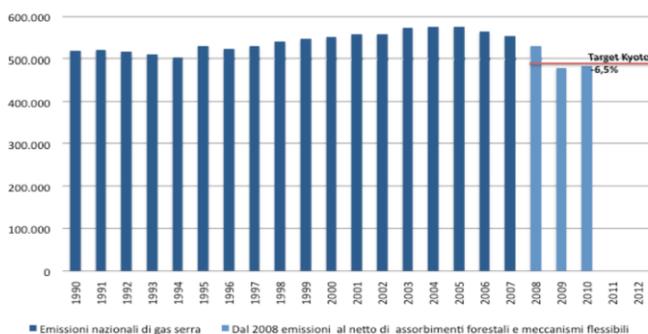
Emissions base year (latest inventory)	519.6 Mt	
Kyoto target (based on latest inventory)	485.8 Mt	- 6.5 %
Emissions 2004	582.5 Mt	+ 12.1 %
Change 2003-04		+ 0.9 %
Projections 2010 with existing measures	580.4 Mt	+ 13.9 %
Projections 2010 with additional measures	530.1 Mt	+ 4.1 %

107



Come nel 2009, anche per il 2010 il valore delle emissioni di gas serra è inferiore al target, nonostante il significativo aumento dei consumi energetici nazionali. In valore assoluto le emissioni di gas serra nel 2010 si attestano attorno a 483,6 Mt CO₂ eq., pari a -6,8% rispetto a quelle del 1990¹, includendo le riduzioni derivanti dagli assorbimenti forestali e dai certificati derivanti dai meccanismi flessibili², come previsto dal Protocollo di Kyoto.”

Figura 1 Emissioni di gas serra in Italia 1990-2010 in rapporto al target del Protocollo di Kyoto (kt CO₂ eq.)



Fonte: dati ISPRA e, per il 2010, elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile

1. Sul dato 1990 recentemente ricalcolato da ISPRA per l'ultimo *National Inventory Report, 2011*
2. A seguito degli Accordi di Marrakech, ai fini del conseguimento del target di riduzione delle emissioni è possibile contabilizzare sia gli assorbimenti derivanti dalle variazioni degli stock di carbonio immagazzinato nei sistemi forestali (opzione scelta dall'Italia), sia le riduzioni delle emissioni derivanti da interventi svolti nell'ambito dei c.d. meccanismi flessibili di mercato (Emissions Trading, Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI)). Per l'Italia è fissato un tetto per gli assorbimenti forestali di 10,2 Mt CO₂, mentre ad oggi risultano attivate azioni nell'ambito dei meccanismi flessibili per 1,1 Mt CO₂ eq.

108

Variazione delle emissioni antropiche in atmosfera di GHG (in Mt di CO₂ eq.) in Italia, 1990-2018
 fonte: ISPRA, Inventario Nazionale delle Emissioni

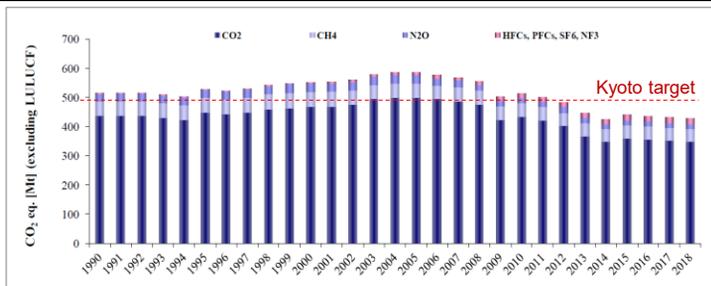


Figure 2.1 National greenhouse gas emissions from 1990 to 2018 (without LULUCF) (Mt CO₂ eq.)

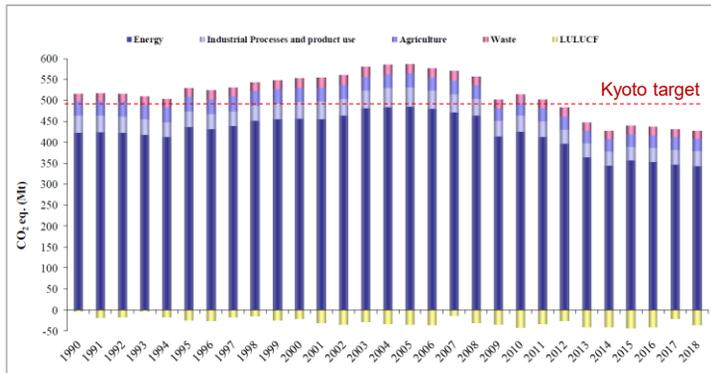


Figure 2.2 Greenhouse gas emissions and removals from 1990 to 2018 by sector (Mt CO₂ eq.)

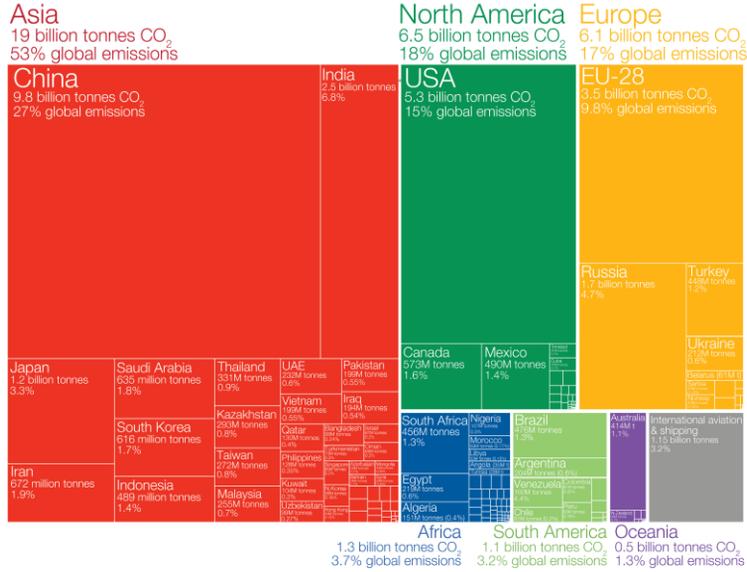
109

Stime globali riguardanti le emissioni di GHG:
 - Emissioni recenti (2017)
 - Valori integrati nel periodo 1750-2021

110

Who emits the most CO₂?

Global carbon dioxide (CO₂) emissions were 36.2 billion tonnes in 2017.

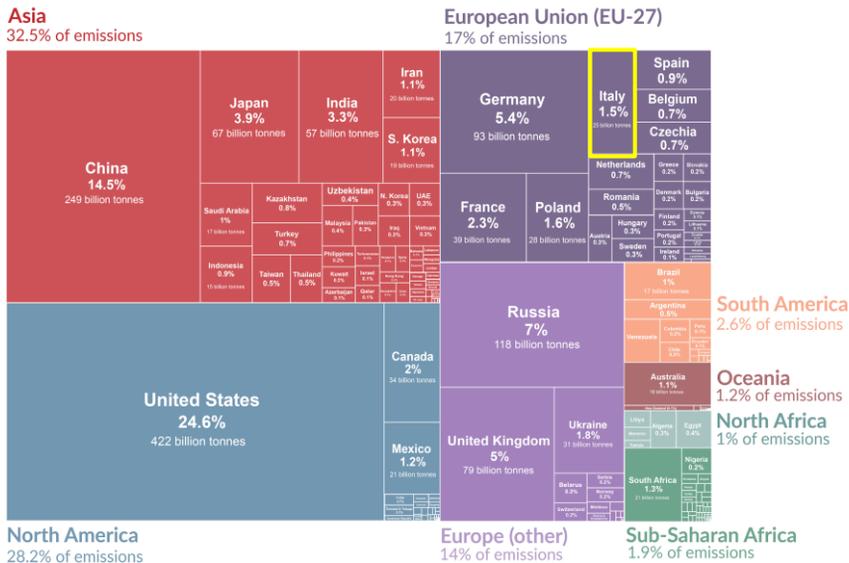


Shown are national production-based emissions in 2017. Production-based emissions measure CO₂ produced domestically from fossil fuel combustion and cement, and do not adjust for emissions embedded in trade (i.e. consumption-based).
 Figures for the 28 countries in the European Union have been grouped as the 'EU-28' since international targets and negotiations are typically set as a collaborative target between EU countries. Values may not sum to 100% due to rounding.
 Data source: Global Carbon Project (GCP).
 This is a visualization from OurWorldinData.org, where you find data and research on how the world is changing. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

111

Who has contributed most to global CO₂ emissions?

Shown is cumulative CO₂ emissions by country and region from 1750 to 2021.



Note: Fossil emissions are shown, which includes emissions from energy and industry. Land use change is not included.
 Data source: Global Carbon Project. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

112

CHE FARE?

Promozione dello sviluppo sostenibile (Kyoto)

- Migliorare l'efficienza energetica dei processi produttivi
- Limitare o ridurre le emissioni dei gas serra
- Migliorare i sistemi di rimozione, raccolta e riutilizzo dei gas serra
- Promozione di forme sostenibili di agricoltura in relazione ai cambiamenti climatici
- Promozione di metodi sostenibili di gestione forestale
- Sviluppare e adottare metodi integrati di gestione delle risorse

Un esempio: Pacchetto Clima dell'Unione Europea (post Kyoto) 20 20 20 – 2020

Si tratta di una serie di misure disposte con la Direttiva 2009/29/CE entrata in vigore nel giugno 2009 da attuare nel periodo 2013-2020

- Produzione del 20% di energia da fonti rinnovabili
- Riduzione del 20% delle emissioni di gas serra
- Aumento del 20% dell'efficienza energetica (produzione e consumo)

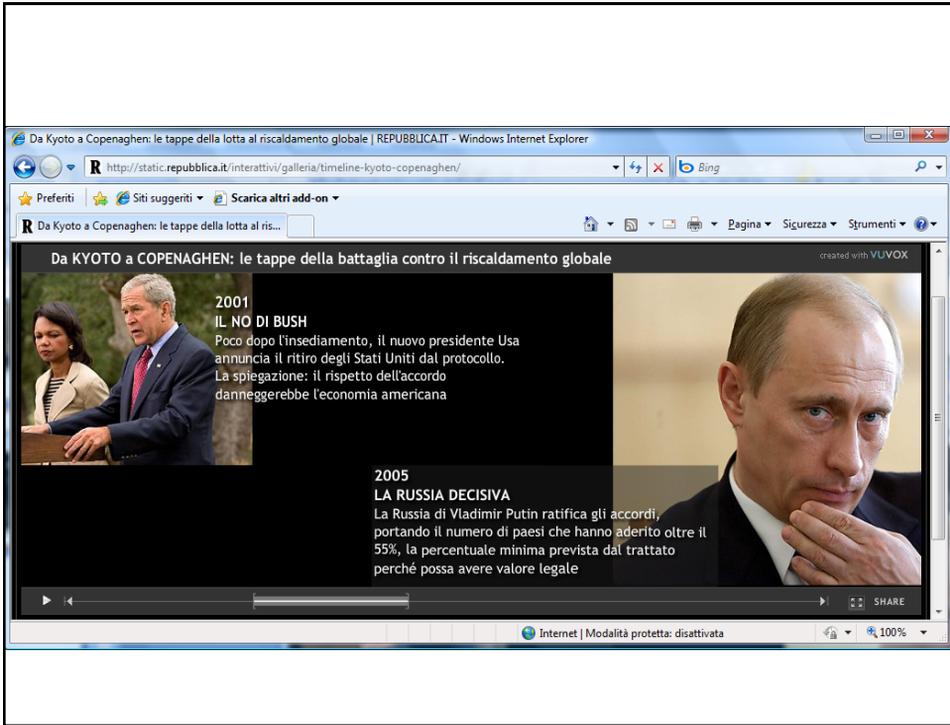
... e a livello INTERNAZIONALE???

nelle slide successive, una sintesi del lungo percorso verso un nuovo accordo per il clima

113

The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window displaying a timeline titled "Da KYOTO a COPENAGHEN: le tappe della battaglia contro il riscaldamento globale". The browser address bar shows the URL: <http://static.repubblica.it/interattivi/galleria/timeline-kyoto-copenaghen/>. The main content area features a video player with a thumbnail image of a factory emitting smoke. The video title is "11 dicembre 1997 PROTOCOLLO DI KYOTO". The text below the video reads: "Il trattato internazionale per la lotta ai cambiamenti climatici viene sottoscritto a Kyoto alla fine di dicembre. Le nazioni industrializzate si impegnano a tagliare le emissioni di gas serra. Esentati Cina e India". To the right of the video, there is a section titled "1997 L'AMBIGUITA' USA" with the text: "Tra i paesi firmatari ci sono anche gli Stati Uniti, ma mentre i negoziati per Kyoto ancora devono concludersi il Senato vota all'unanimità una risoluzione che impegna Washington a non ratificare gli accordi". The browser interface includes standard navigation buttons, a search bar, and a status bar at the bottom indicating "Internet | Modalità protetta: disattivata" and "100%" zoom.

114



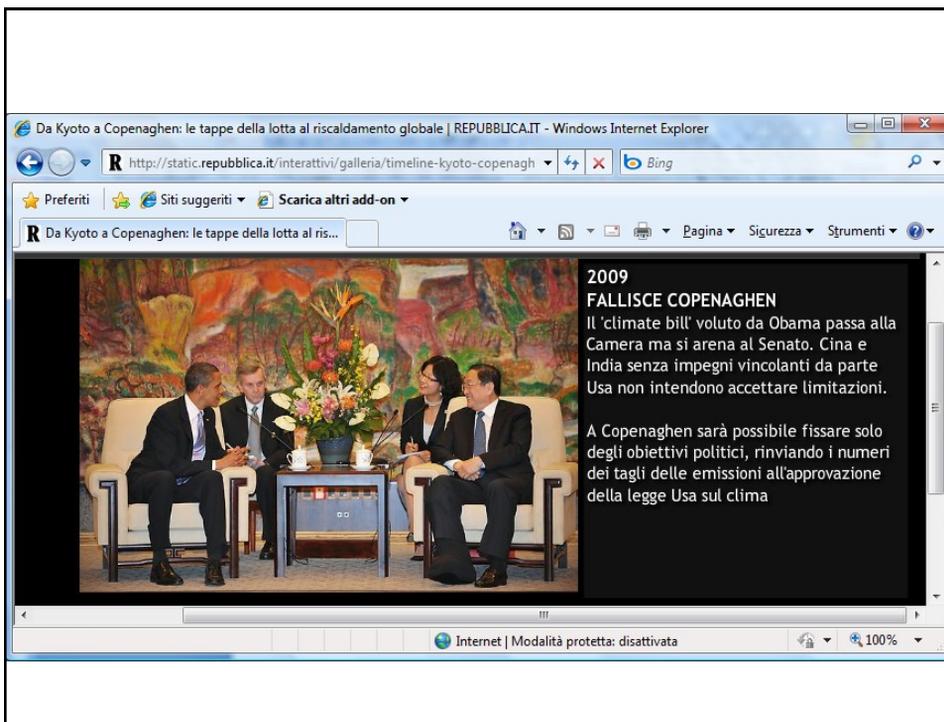
115



116



117



118



- La Conferenza di Copenhagen si conclude senza un vero trattato (accordo vincolante), in contrasto con il “Bali Action Plan” che aveva indicato nel 18 dicembre 2009 la data conclusiva per la definizione del nuovo regime di lotta ai cambiamenti climatici (fast post-2012).
- Una tale decisione è rinviata alla COP16 di Cancun - Messico (2010).
- In sostanza la Conferenza Copenhagen “prende atto” di un’intesa politica stabilita da una Convenzione promossa da alcuni Stati (tra cui Stati Uniti, Brasile, India, Cina e Sudafrica).

- Si riconosce che per raggiungere l’obiettivo della Convenzione, l’aumento della temperatura media mondiale **non dovrebbe superare i 2°C rispetto ai valori pre-industriali**, e che il picco delle emissioni di gas serra mondiali e nazionali dovrebbe verificarsi al più presto.
- Tuttavia non si prevedono misure specifiche in tal senso se non un rafforzamento dell’azione congiunta nel lungo termine.
- Viene istituito il **Green Climate Fund**, indicando uno stanziamento di 30 miliardi di \$ (periodo 2010-2012), da estendere a 100 miliardi di \$ all’anno (entro il 2020), per interventi a favore dei Paesi in via di Sviluppo (PVS).

119



- Anche la Conferenza di Cancun 2010 si conclude senza un accordo vincolante. Ma almeno il processo negoziale prosegue verso “risultati concreti”, ovvero la definizione di “obiettivi vincolanti ed efficaci”.
- Di fatto è stato concordato un pacchetto di decisioni che forniranno la base teorica per il sostegno di ulteriori negoziati nel corso del prossimo anno.
- L’obiettivo è quello di raggiungere un accordo vincolante in occasione della Conferenza delle Parti (COP17) di Durban (Sudafrica): approvare e ratificare entro un anno un piano globale per il clima.

Risultati di Cancun 2010

Riconosciuto il divario tra i deboli attuali impegni e quelli necessari per mantenere l’incremento della temperatura globale sotto i 2 °C gradi centigradi, stabilendo che bisognerà tagliare le emissioni di gas serra, rispetto al 1990, nella misura compresa tra il 25 e il 40% entro il 2020.

Istituito un Fondo per il Clima al fine di erogare finanziamenti per 10 miliardi di dollari l’anno, che arriveranno a 100 miliardi l’anno nel 2020, ai paesi in via di sviluppo per il trasferimento di tecnologie pulite e per fermare la deforestazione (non sono però stabilite le modalità di acquisizione e di spesa; ipotesi di tassazione del settore internazionale dei trasporti aerei e marittimi, attualmente non regolamentato).

Altro aspetto importante sul tavolo riguardava i meccanismi per la protezione delle foreste tropicali, con la conseguente tutela delle popolazioni indigene e della biodiversità. L’accordo REDD (Reducing Emissions from Degradation and Deforestation) ha evitato di definire alcuni parti critiche che dovranno essere definite e rafforzate nei mesi a venire, ma ha creato una solida base per far avanzare il processo decisionale.

120



COP17/CMP7
UNITED NATIONS
CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2011
DURBAN, SOUTH AFRICA
28.11-11.12 2011

La Conferenza di Durban approva 36 decisioni. Le principali sono:

1. Approvazione della **piattaforma di Durban**: un processo negoziale per la definizione di un nuovo trattato globale legalmente vincolante (protocollo o un altro strumento attuativo ma con valore legale per tutti i 194 paesi UNFCCC. Sono previste 2 fasi.

- **Entro il 2015** sarà redatta e messa a punto la bozza del trattato, che sarà "adottato" nell'assemblea plenaria della ventunesima Conferenza delle Parti (COP-21) alla fine del 2015.

- **Entro il 2020** il trattato "adottato" sarà aperto alla sottoscrizione e alle ratifiche nazionali secondo le procedure ONU in modo che possa entrare in vigore nel 2020.

2. Il **prolungamento del Protocollo di Kyoto oltre il 2012** fino al 2017 o al 2020, in relazione sia all'entità e alla natura degli impegni volontari dei singoli Paesi e sia alle necessità di coordinamento e di integrazione con il processo della piattaforma di Durban.

3. L'**avvio operativo del "Green Climate Fund"** (non è però specificato come sarà alimentato) come Istituzione Finanziaria della UNFCCC con personalità giuridica e capacità legali, la cui sede e i cui successivi programmi di dettaglio per il suo funzionamento operativo dovranno essere decisi alla prossima **Conferenza delle Parti (COP-18) alla fine del 2012 a Qatar**.

4. La definizione degli **strumenti e dei meccanismi necessari** a rendere operativa sia la fase di transizione (2013-2020) in cui sarà operante il solo protocollo di Kyoto emendato e prorogato, sia il futuro funzionamento del trattato globale quando entrerà in vigore nel 2020. Tra questi strumenti sono di particolare rilevanza: il REDD+ (regole e meccanismi per la lotta contro la deforestazione e il degrado del suolo), le modalità di preparazione e di attuazione dei "piani di adattamento" nei Paesi in via di sviluppo, il meccanismo di Trasferimento Tecnologico e di "capacity building", le relative norme di "governance" e di gestione, i meccanismi finanziari e le loro modalità di amministrazione e gestione, ecc.

121



DOHA 2012
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP18·CMP8

Conferenza di Doha, Qatar
COP 18, 26 nov. – 7(?) dic. 2012

Emendamenti al Protocollo di Kyoto. L'emendamento adottato prolunga e mira a facilitare l'attuazione del Protocollo dopo il primo periodo di impegno e include limitazioni quantificate o impegni di riduzione per il secondo periodo (**Kyoto 2, o "Doha Climate Gateway"**) per un certo numero di paesi. Il nuovo Protocollo consente a gruppi di paesi di raggiungere i propri obiettivi congiuntamente, aiutando le quindi le azioni riduzione per i paesi che hanno fallito l'obiettivo di Kyoto 1. Purtroppo il documento riguarda solo Unione Europea, Australia, Svizzera, Norvegia, cioè il 15% delle emissioni mondiali. Non partecipano, rispetto ai sottoscrittori del Protocollo di Kyoto, Russia, Giappone e Canada; **continua il non coinvolgimento dei due giganti**: Cina, che contribuisce per il 29% alle emissioni totali e che ormai ha raggiunto l'Europa in termini di emissioni pro capite (oltre 7 tonnellate) e Stati Uniti che da soli pesano per il 16% e vantano il record di 17 tonnellate pro capite.

Agreed outcome pursuant to the Bali Action Plan. Termina la realizzazione del Piano di Azione di Bali. Avrebbe dovuto concludere i lavori a Copenhagen ma è stato prorogato ripetutamente. L'obiettivo strategico del gruppo di lavoro era di stabilire una visione condivisa per un'azione a lungo termine di cooperazione, comprendente un obiettivo a lungo termine per la riduzione globale delle emissioni.

Advancing the Durban Platform. Documento che contiene pochi avanzamenti del lavoro del Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action, ADP, varato a Durban per dare soluzione al problema della definizione entro il 2015 di uno schema a valore legale di accordo per la mitigazione che coinvolga tutti i paesi. Non contiene altro che un calendario per le riunioni del 2013.

Impegno di EU e Crozia per ottenere congiuntamente gli obiettivi di riduzione del nuovo Protocollo.

122



dal Corriere della Sera, 25 novembre 2013
RISULTATI DELUDENTI DI COP19, MA SI È EVITATA LA ROTTURA TOTALE
 Conferenza di Varsavia: l'Occidente non sa imporsi sul clima
L'economia prevale sull'ambiente. I Paesi emergenti più forti non prendono «impegni», ma forniscono solo «contributi» volontari

Almeno due insegnamenti escono dalla conferenza Onu sul clima che si è chiusa il 23 novembre a Varsavia (dopo 27 ore di negoziati extra perché gli oltre 190 Paesi non trovavano un accordo). Uno racconta che di questi tempi l'economia prevale sull'ambiente, l'altro che l'Occidente non ha più la forza di imporre la sua legge, deve scendere a patti.

Stati Uniti e Unione Europea, che di solito sul clima sono lontanissimi, a Varsavia hanno fatto fronte comune per cercare di costringere i Paesi emergenti più forti - Cina, India e Brasile in testa - a prendere impegni precisi in termini di taglio delle emissioni dei gas serra, da scrivere in un protocollo che dovrebbe essere firmato nel dicembre 2015 a Parigi e diventare vincolante dal 2020. Dopo uno scontro durissimo, non ci sono riusciti. Invece di «impegni», nel documento finale della Conferenza - la diciannovesima sul tema - appare il termine più debole «contributi» che gli emergenti offriranno su basi volontarie: in quanto considerano l'Occidente sviluppato il responsabile primo delle emissioni, quindi quello che deve impegnarsi di più per ridurle.

123



SUSTAINABLE INNOVATION FORUM 2014
 9th December 2014, Westin Hotel and Convention Center, Lima

Cop 20 di Lima: "Un timido passo verso Parigi 2015"

Alcuni segnali positivi di ascolto tra Paesi industrializzati e in via di sviluppo. Ma restano da definire numerosi e importanti punti, come la natura legale vincolante o meno del nuovo accordo.

Il risultato principale è stato la "Lima Call for Climate Action": contiene la riaffermazione del principio di responsabilità comune ma differenziata, introdotto già nella Convenzione UNFCCC del 1992, ma adesso a rischio; il meccanismo Lost & Damage, ovvero lo strumento attraverso il quale i Paesi in via di sviluppo particolarmente vulnerabili alle conseguenze dei cambiamenti climatici potranno ricevere delle compensazioni per le calamità naturali legate al clima che sono ormai inevitabili; il principio in base al quale le negoziazioni riguarderanno di pari passo le azioni di mitigazione, ovvero il taglio delle emissioni di gas serra, e di adattamento ai cambiamenti del clima già in corso. Inoltre è stato deciso che il segretario preparerà un report di sintesi per valutare quale sarà l'effetto complessivo degli impegni di riduzione di emissioni degli Stati. Dalla Conferenza di Lima esce anche il documento "Elementi per una bozza di testo negoziale" che contiene le basi del futuro trattato di Parigi. Gli impegni degli Stati per la riduzione delle emissioni di gas serra non erano invece in discussione a Lima.

fonte: Wikipedia

124



G7, accordo sul clima: temperature globali entro il limite dei 2 gradi.

"Necessaria un'azione urgente e concreta", hanno affermato i leader nel comunicato finale.

Per il ministro Galletti: "È un segnale importantissimo"

GARMISH, Germania, 8 giugno 2015

C'è l'accordo sul clima fra i sette leader del G7 di Elmau: un'azione "urgente e concreta è necessaria per affrontare il cambiamento climatico", hanno affermato i sette leader di governo nel comunicato finale. I capi di Stato si sarebbero accordati sul mantenere l'aumento della temperatura globale entro il limite di 2 gradi rispetto ai livelli preindustriali, su cui erano divisi fino a poco tempo fa. L'obiettivo prevede anche una riduzione dal 40% al 70% delle emissioni rispetto a quelle del 2010 entro il 2050, "nell'ambito di una risposta mondiale". I paesi del G7 si sono impegnati a "fare la loro parte per arrivare a un'economia globale che a lungo termine non consumi eccessivo carbonio".



125



PARIS2015
19th Session of the Conference of the Parties
COP21-CMP11



La COP 21 si è tenuta a Parigi dal 30.11 al 12.12.2015. È stata la 21ª sessione annuale della conferenza delle parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) del 1992 e la 11ª sessione della riunione delle parti del protocollo di Kyoto del 1997[1]. Obiettivo della conferenza era quello di concludere, dopo oltre 20 anni di mediazione da parte delle Nazioni Unite, un accordo vincolante e universale sul clima, accettato da tutte le nazioni.

La conferenza ha negoziato l'Accordo di Parigi, il cui testo ha rappresentato un consenso dei rappresentanti delle 196 parti partecipanti. L'accordo diventerà giuridicamente vincolante, se ratificato da almeno 55 paesi che insieme rappresentino almeno il 55% delle emissioni globali di gas serra. **Le parti dovranno firmare l'accordo a New York tra il 22 aprile 2016 al 21 aprile 2017, e anche adottarlo all'interno dei propri sistemi giuridici.**

I punti principali dell'Accordo di Parigi (1)

RISCALDAMENTO GLOBALE

L'articolo 2 dell'accordo fissa l'obiettivo di restare "ben al di sotto dei 2 gradi rispetto ai livelli pre-industriali", con l'impegno a "portare avanti sforzi per limitare l'aumento di temperatura a 1,5 gradi".

OBIETTIVO A LUNGO TERMINE SULLE EMISSIONI

L'articolo 3 prevede che i Paesi "puntino a raggiungere il picco delle emissioni di gas serra il più presto possibile", e proseguano "rapide riduzioni dopo quel momento" per arrivare a "un equilibrio tra le emissioni da attività umane e le rimozioni di gas serra nella seconda metà di questo secolo".

126

I punti principali dell'Accordo di Parigi (2)

IMPEGNI NAZIONALI E REVISIONE

In base all'articolo 4, tutti i Paesi "dovranno preparare, comunicare e mantenere" degli impegni definiti a livello nazionale, con revisioni regolari che "rappresentino un progresso" rispetto agli impegni precedenti e "riflettano ambizioni più elevate possibile". I paragrafi 23 e 24 della decisione sollecitano i Paesi che hanno presentato impegni al 2025 "a comunicare entro il 2020 un nuovo impegno, e a farlo poi regolarmente ogni 5 anni", e chiedono a quelli che già hanno un impegno al 2030 di "comunicarlo o aggiornarlo entro il 2020". La prima verifica dell'applicazione degli impegni è fissata al 2023, i cicli successivi saranno quinquennali.

LOSS AND DAMAGE

L'accordo prevede un articolo specifico, l'8, dedicato ai fondi destinati ai Paesi vulnerabili per affrontare i cambiamenti irreversibili a cui non è possibile adattarsi, basato sul meccanismo sottoscritto durante la Cop 19, a Varsavia, che "potrebbe essere ampliato o rafforzato". Il testo "riconosce l'importanza" di interventi per "incrementare la comprensione, l'azione e il supporto", ma non può essere usato, precisa il paragrafo 115 della decisione, come "base per alcuna responsabilità giuridica o compensazione".

FINANZIAMENTI

L'articolo 9 chiede ai Paesi sviluppati di "fornire risorse finanziarie per assistere" quelli in via di sviluppo, "in continuazione dei loro obblighi attuali". Più in dettaglio, il paragrafo 115 della decisione "sollecita fortemente" questi Paesi a stabilire "una roadmap concreta per raggiungere l'obiettivo di fornire insieme 100 miliardi di dollari l'anno da qui al 2020", con l'impegno ad aumentare "in modo significativo i fondi per l'adattamento".

127



MARRAKECH COP22|CMP12
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2016



La Conferenza di Marrakech - COP22, 7-18 nov. 2016, è la prima dopo l'Accordo di Parigi (dic. 2015, 196 paesi partecipanti si espressero a favore) e aveva l'obiettivo di dare attuazione all'accordo. Non vi è stato alcun provvedimento concreto, solo la definizione di alcune procedure:

- Definire un regolamento da approvare entro il 2018 che stabilisce in che modo i Paesi monitoreranno i loro impegni per la riduzione dei gas serra (Nationally Determined Contributions).
- Richiesta agli Stati ricchi di continuare a lavorare per istituire entro il 2020 il Green Climate Fund, per gli aiuti ai Paesi in via di sviluppo (100 miliardi di dollari/anno).
- Appello a Trump, neo Presidente USA, perché abbandoni il suo scetticismo sul cambiamento climatico, avendo anche minacciato di far ritirare gli USA dall'accordo.

Nel frattempo:

- Il 22 apr. 2016, giornata mondiale della Terra, presso le Nazioni Unite a New York vi è stata la firma da parte di 175 Paesi all'Accordo di Parigi sul clima; molti hanno annunciato che intendono ratificarlo subito dopo la firma.
- L'Italia ha firmato il 22 apr. 2016 all'ONU, e l'iter parlamentare di ratifica si è concluso il 27 ott. 2016.
- L'Accordo di Parigi è entrato in vigore il 4 novembre 2016, dopo che il 5 ottobre 2016 si è superata la sottoscrizione da parte di Paesi responsabili di almeno il 55% delle emissioni (risultavano infatti 72 i Paesi ratificanti, che rappresentano il 58.8% delle emissioni globali di gas serra). Il 5 ott. 2016 vi è stata la Ratifica Collettiva da parte dell'Unione Europea, individualmente di 7 suoi stati membri, più quelle di Bolivia, Nepal e Canada; qualche giorno prima vi fu quella di India e Nuova Zelanda.
- Il 27 marzo 2017, Donald Trump promulga l'ordine esecutivo "Promoting Energy Independence and Economic Growth" che, secondo quanto promesso in campagna elettorale, tende a rivedere il "Clean Power Plan" di Obama (riduzione del 26% delle emissioni entro il 2025 rispetto ai livelli del 2005).

128

Per un approfondimento sull'Accordo di Parigi ed un aggiornamento sui Paesi che lo hanno sottoscritto:



United Nations
Framework Convention on
Climate Change

UNFCCC Google Search



Home CDM JI CC:Net TT:Clear Your location: Home > Paris Agreement

NEWSROOM
Get News
on the Latest
Climate Action

KEY STEPS
The Convention
Kyoto Protocol
Paris Agreement

NEGOTIATIONS
Meetings
Documents & Decisions
Bodies

Paris Agreement - Status of Ratification al 18 aprile 2017

143 Parties have ratified of 197 Parties to the Convention

On 5 October 2016, the threshold for entry into force of the Paris Agreement was achieved. The Paris Agreement entered into force on 4 November 2016. The first session of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Paris Agreement (CMA 1) took place in Marrakech, Morocco from 15-18 November 2016.
[More information](#)

The Paris Agreement entered into force on 4 November 2016, thirty days after the date on which at least 55 Parties to the Convention accounting in total for at least an estimated 55 % of the total global greenhouse gas emissions have deposited their instruments of ratification, acceptance, approval or accession with the Depositary.

Authentic texts of the Paris Agreement

- Arabic (3595 kB)
- Chinese (3131 kB)
- English (4439 kB)
- French (5194 kB)
- Russian (5397 kB)
- Spanish (5234 kB)

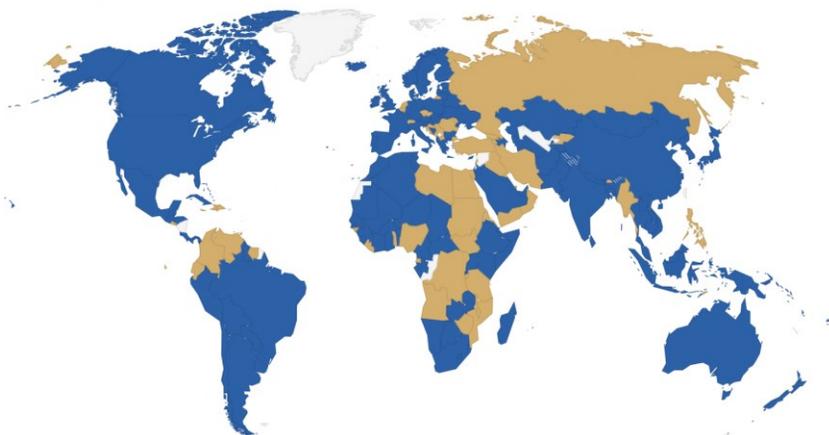
First nationally determined contribution

By decision 1/CP.21, paragraph 22, the COP invited Parties to communicate their first nationally determined

http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php

129

CLIMATE
ANALYTICS



from CLIMATE ANALYTICS, as of 22 March 2017:

194 Parties signed the Agreement,
137 Parties ratified.

<http://climateanalytics.org/hot-topics/ratification-tracker.html>

130

Strategie e obiettivi climatici dell'Unione Europea

dal sito della Commissione UE, 2018

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_it

L'UE ha fissato i suoi obiettivi per ridurre progressivamente le emissioni di gas a effetto serra fino al 2050. Gli obiettivi fondamentali sono stabiliti nel:

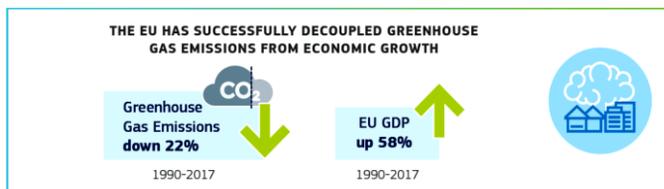
- [pacchetto per il clima e l'energia 2020](#)
- [quadro per le politiche dell'energia e del clima 2030](#).

La definizione di questi obiettivi aiuterà l'UE a compiere il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio entro il 2050 come indicato nella apposita [tabella di marcia](#).



"As Europeans, we want to leave a healthier planet behind for those that follow. We obviously cannot turn a blind eye to the climate challenge; we must look to the future."

Jean-Claude Juncker, State of Union address
September 2018



https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/vision_1_emissions_en.pdf

131

da Parigi 2015 a Dubai 2023



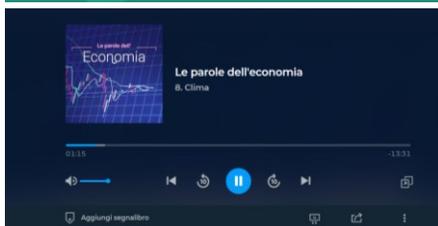
132

Glasgow, 2021



<https://www.youtube.com/watch?v=6t2FQVjbN0c>

133



[Dal podcast di Stefano Feltri, Le Parole dell'Economia](https://www.raiplaysound.it/audio/2023/11/Le-parole-delleconomia-del-12112023-4a0f81c3-291e-4da9-9212-eba304d74ba8.html)

8. Clima

Cop28 ad Abu Dhabi, a casa dei petrolieri per decidere sul futuro del pianeta. L'accordo di Parigi e il ritardo sugli obiettivi, il riscaldamento globale che invade sulla produttività e brucia punti di PIL, l'inadeguatezza della politica e l'ecoansia dei giovani. Con Stefano Feltri

12 Nov 2023

<https://www.raiplaysound.it/audio/2023/11/Le-parole-delleconomia-del-12112023-4a0f81c3-291e-4da9-9212-eba304d74ba8.html>

134



EU 2020-2030 climate & energy package/framework

The 2030 climate and energy framework includes EU-wide targets and policy objectives for the period from 2021 to 2030

The **2020** package sets three key targets:

- 20% cut in **greenhouse gas** emissions (from 1990 levels)
- 20% of EU energy from **renewables**
- 20% improvement in **energy efficiency**

Key targets for **2030**:

- At least 40% cuts in **greenhouse gas emissions** (from 1990 levels)
- At least 32% share for **renewable energy**
- At least 32.5% improvement in **energy efficiency**

Greenhouse gas emissions - raising the ambition

As part of the [European Green Deal](#), the Commission [proposed](#) in September 2020 to raise the 2030 greenhouse gas emission reduction target, including emissions and removals, to at least 55% compared to 1990. It looked at the actions required across all sectors, including increased energy efficiency and renewable energy, and it starts the process of making detailed legislative proposals by June 2021 to implement and achieve the increased ambition.

135



Trasformare il nostro mondo: Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile

Dipartimento per la Pubblica Informazione
Nazioni Unite

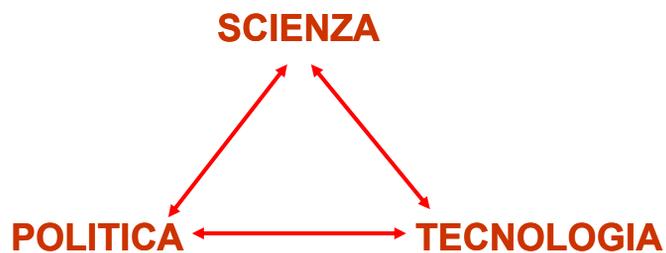
Obiettivo 13: Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico



136

Possibili vie di intervento

- utilizzo più efficiente delle fonti energetiche convenzionali ("risparmio energetico")
- utilizzo di fonti energetiche "alternative"



137

Fonti energetiche "alternative":

- geotermico
- maree
- vento
- onde
- biomasse
- solare
- nucleare da fusione

138

Fotovoltaico in Italia (fonte GSE 2023)

Evoluzione della potenza e della numerosità 2008-2022



Il grafico illustra l'evoluzione del numero e della potenza degli impianti fotovoltaici installati in Italia nel periodo 2008-2022; si osserva come, alla veloce crescita iniziale favorita - tra l'altro - dai meccanismi di incentivazione pubblici (in particolare il Conto Energia) seguita, a partire dal 2013, una fase di consolidamento caratterizzata da uno sviluppo più graduale.

al 2022 risulta:
Potenza installata: 25.1 GW
Produzione: 28.1 TWh

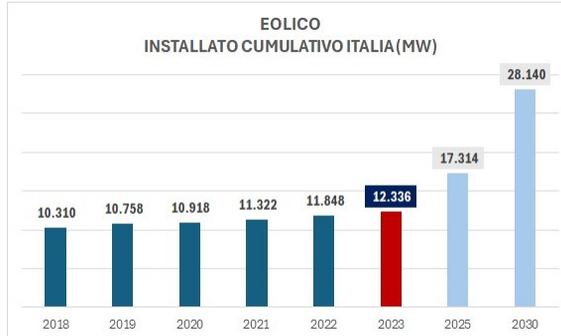
Distribuzione regionale della potenza installata a fine 2022



La potenza complessivamente installata in Italia a fine 2022 si concentra per il 45,1% nelle regioni settentrionali del Paese, per il 36,8% in quelle meridionali, per il restante 18,1% in quelle centrali. In termini di contributo alla potenza complessiva nazionale, il più elevato si rileva in Lombardia (12,6%), che supera per la prima volta la Puglia (12,2%); seguono Emilia Romagna (10,0%) e Veneto (9,9%).

139

Eolico in Italia (fonte Terna-Gaudi 2024)



al 2023 risulta:
Potenza installata: 12.3 GW
Produzione: 23.4 TWh

Opinione di **QUALENERGIA.it**
Purtroppo, la potenza installata annuale non sta seguendo il passo necessario per raggiungere gli obiettivi 2030. Nel 2023 il nuovo installato è di quasi 488 MW, in leggero calo (-7%) sul 2022.



140

La **produzione nazionale lorda**, pari a **289,7 TWh**, è stata coperta per il 66,5% dalla produzione termoelettrica che risulta in flessione (192,7TWh: -8,0% rispetto al 2017), per il 17,4% dalla produzione idroelettrica (50,5TWh) che registra un significativo aumento a due cifre (+32,8% rispetto al 2017) e per il restante 16,1% dalle fonti geotermica, eolica e fotovoltaica. Quest'ultima, dopo un aumento a due cifre registrato lo scorso anno, torna in flessione: -7,1% rispetto al 2017.

I **consumi elettrici**, in aumento dello 0,5% rispetto al 2017, si sono attestati a **303,4 TWh**.

In termini di **potenza installata**, al **31 dicembre 2018** la potenza efficiente lorda di generazione è risultata pari a **118,1 GW**, lievemente in aumento rispetto al dato dello scorso anno, in quanto l'entrata in esercizio di nuovi impianti, anche termoelettrici di piccola taglia ha compensato le grandi dismissioni nel parco di generazione tradizionale. In aumento la capacità delle fonti rinnovabili quali il fotovoltaico, l'eolico e l'idroelettrico.



141

La **domanda di energia elettrica** ha raggiunto i 319.622 GWh, con una flessione dello 0,6% rispetto all'anno precedente. E' stata soddisfatta per l'88,1% da produzione nazionale destinata al consumo per un valore pari a 281.481 GWh (+1,4% sul 2018) al netto dei consumi dei servizi ausiliari e del pompaggio. La quota restante del fabbisogno (11,9%) è stata coperta dalle importazioni nette dall'estero per un ammontare di 38.141 GWh in diminuzione del 13,1% rispetto all'anno precedente.

La **produzione nazionale lorda** nel 2019 è stata pari a 293.853 GWh ed è stata coperta per il 60,0% dalla produzione termoelettrica non rinnovabile (+1,5% rispetto al 2018), per lo 0,6% dalla produzione idroelettrica da pompaggio (+6,9% rispetto al 2018) e per il restante 39,4% dalle fonti rinnovabili (Idrica -5,1% rispetto al 2018, Eolica +14,0% rispetto al 2018, Fotovoltaica +4,6% rispetto al 2018, Geotermica -0,5% rispetto al 2018 e Bioenergie +2,1% rispetto al 2018).

La **potenza installata** in Italia al 31.12.2019 continua a essere lievemente in crescita rispetto al 2018. La potenza efficiente lorda si è attestata a 119,3 GW (+1,0 % rispetto al 2018) essenzialmente imputabile alle rinnovabili. Il parco di generazione termoelettrico si è mantenuto sostanzialmente stabile, mentre il parco di generazione delle fonti rinnovabili continua la sua crescita con un incremento generale pari al +2,2% ed una potenza che rappresenta il 46,5% del totale installato in Italia (era 46% nel 2018).



142

Terna 2021

La **domanda di energia elettrica** nel 2021 è stata pari a 319,9 TWh (+6,2% rispetto all'anno precedente). Il fabbisogno di energia elettrica è stato soddisfatto per l'86,6% da produzione nazionale destinata al consumo, per un valore di 277,1 TWh (+3,0%) e per la quota restante (13,4%) dalle importazioni nette dall'estero per un ammontare di 42,8 TWh (+32,9% rispetto al 2020).

La **produzione nazionale lorda** è stata pari a 289,1 TWh (+3,0% rispetto al 2020). È stata coperta per il 59,0% dalla produzione termoelettrica non rinnovabile (in aumento del 5,5% rispetto al 2020), per il 16,4% dalla produzione idroelettrica (-4,1% rispetto al 2020) e per il restante 24,6% dalle fonti eolica, geotermica, fotovoltaica e bioenergie (eolica +11,5%, fotovoltaica +0,4%, geotermica -1,9% e bioenergie -2,9% rispetto al 2020). La produzione termoelettrica (prevalente) osserviamo come gli impianti di cogenerazione, che hanno rappresentato nel 2021 il 53,7% del termoelettrico totale, a fronte di una produzione elettrica di 101,6 TWh hanno prodotto, in assetto cogenerativo, 57,7 TWh termici, con un relativo utilizzo del calore pari all'81,8%.

La **potenza installata** (efficiente lorda di generazione) è risultata pari a 119,8 GW, con un incremento dello 0,6% rispetto all'anno precedente. Il parco di generazione da fonti rinnovabili ha avuto un incremento generale pari al 2,5% e una potenza di 58,0 GW, rappresentando il 48,4% del totale installato nel nostro Paese. Il parco di generazione termoelettrico ha invece registrato un lieve calo, passando da 62,7 GW nel 2020 a 61,9 GW.



143

Terna 2022

La **domanda di energia elettrica** in Italia nel 2022 è stata pari a **315 TWh** (-1,5% rispetto al 2021). Il fabbisogno di energia elettrica è stato soddisfatto per l'**86,4% da produzione nazionale** destinata al consumo, per un valore di 272 TWh (-1,8%), e per la quota restante, pari al **13,6%**, dalle **importazioni nette dall'estero** per un ammontare di 43 TWh.

La **produzione nazionale lorda** è stata pari a **283,9 TWh** (-1,8% rispetto al 2021). La **fonte termoelettrica non rinnovabile** ha coperto la maggior parte del fabbisogno, rappresentando il **63,9% della produzione** (+6,4% rispetto al 2021). Tra le fonti rinnovabili si registra il **record storico del fotovoltaico**, che nel 2022 ha totalizzato **oltre 28 TWh di produzione** (+12,3% rispetto al 2021); al contrario è stato registrato un minimo storico nella **produzione idroelettrica** che scende del 36,2% attestandosi a **30,3 TWh**. In calo anche le altre fonti rinnovabili: eolica -2,1%, geotermica -1,3% e bioenergie -7,6% rispetto al 2021. La produzione termoelettrica è sempre prevalente; osserviamo come gli impianti di cogenerazione (53,1% del termoelettrico totale a fronte di una produzione elettrica di 105,4 TWh) hanno prodotto, in assetto cogenerativo, 56,6 TWh termici, con un relativo utilizzo del calore pari all'81,4%.

La **potenza installata** (efficiente lorda di generazione), è risultata pari a **123,3 GW**, con un incremento del 3% rispetto all'anno precedente. In particolare, con 61,1 GW la **capacità rinnovabile, ha raggiunto il 50% del totale installato** nel nostro Paese nel 2022 (+5,3% rispetto al 2021). Il parco di generazione termoelettrico ha registrato un contenuto incremento (+0,9%) passando dai 62,7 GW del 2021 ai 63,3 GW del 2022.

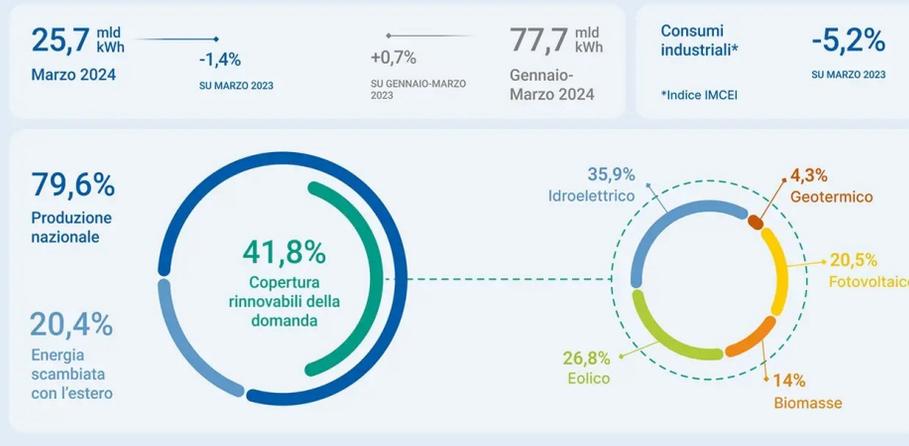


<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>

144

Consumi di energia elettrica in Italia

Marzo 2024



<https://www.terna.it/it/media/comunicati-stampa>

<https://www.terna.it/it/media/comunicati-stampa/dettaglio/consumi-elettrici-marzo-2024>

145

CHE FARE OGGI?

Il Rapporto **IRENA 2023 (International Renewable Energy Agency)** indica la linea da seguire per tentare di limitare l'aumento della temperatura media globale a +1.5 °C entro la fine del secolo e comunque al di sotto dei 2 °C.

A livello globale servono:

- **Oltre 10.000 GW (oltre 10 TW) di potenza installata nelle rinnovabili al 2030.** Oggi siamo a circa 3.000 GW (3 TW), quindi questo target significherebbe installare in media quasi 1000 GW ogni anno.
- **Investimenti per 35 mila miliardi di \$ al 2030** nelle diverse tecnologie della transizione green, dalle rinnovabili ai veicoli elettrici, passando per le reti, le soluzioni di efficienza energetica, la produzione di idrogeno e così via.

Si osserva invece che:

- **Con le politiche attuali**, nel solo settore della produzione di energia elettrica, le fonti rinnovabili arriverebbero a 5.4 TW di capacità cumulativa nel 2030.
- Il che rappresenta **circa la metà di quello che servirebbe (fino a 10-11 TW)** per un percorso compatibile con l'obiettivo +1.5 °C.

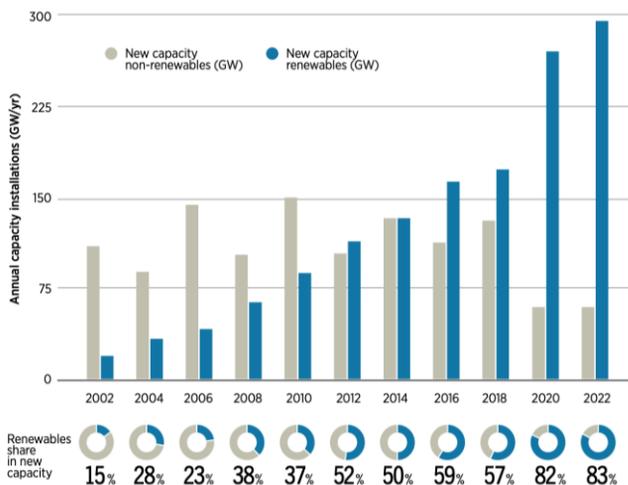
Ma è anche necessario modificare i nostri consumi di energia

<https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

146

Rapporto IRENA 2023. Cosa dobbiamo fare da oggi al 2030-2050

Globalmente, nel settore elettrico si sono installati 295 GW di rinnovabili nel 2022, con una quota percentuale altissima sul totale del nuovo installato (83%). Le rinnovabili rappresentano quindi il 40% della potenza globale elettrica. Questo dato è incoraggiante, ma non è sufficiente per raggiungere l'obiettivo:



147

Infatti, dai 295 GW realizzati nel 2022, bisognerebbe incrementare tale quota a una media di quasi 1000 GW/anno entro il 2030. In particolare, bisognerebbe installare ogni anno, in media, da qui al 2030, 551 GW di fotovoltaico e 329 GW di eolico, contro, rispettivamente, 191 e 75 GW sviluppati nel 2022.

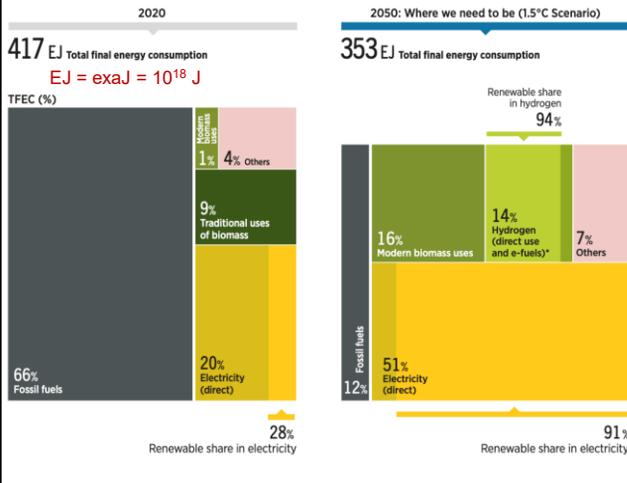
Indicators	Recent years	2030 ¹⁾	2050 ¹⁾	Progress (Off / on track)
ELECTRIFICATION WITH RENEWABLES				
Share of renewables in electricity generation	28% ²⁾	67%	91%	Off track
Renewable ²⁷⁾ power capacity additions	295 GW/yr ³⁾	975 GW/yr	1066 GW/yr	Off track
Annual solar ²⁷⁾ PV additions	191 GW/yr ⁴⁾	551 GW/yr	615 GW/yr	Off track
Annual wind ²⁷⁾ energy additions	75 GW/yr ⁵⁾	329 GW/yr	335 GW/yr	Off track
Investment needs for RE generation	486 USD billion/yr ⁶⁾	1300 USD billion/yr	1382 USD billion/yr	Off track
Investment needs for power grids and flexibility	274 USD billion/yr ⁷⁾	548 USD billion/yr	790 USD billion/yr	Off track

Gli investimenti in nuova generazione elettrica rinnovabile dovrebbero quasi triplicare, da 486 miliardi di \$/anno in media a 1.300 mld \$/anno. Saranno necessari anche più investimenti per le reti elettriche e gli accumuli: 548 miliardi di \$/anno, circa il doppio rispetto alla media degli ultimi anni. Le fonti rinnovabili dovrebbero quindi arrivare al 67% della generazione elettrica complessiva nel 2030, contro il 28% odierno.

148

I consumi energetici finali (TFEC: Total final energy consumption) al 2050

Lo scenario auspica una diminuzione dei consumi globali di energia del 15% rispetto al 2020. Deve poi drasticamente ridursi la quota delle fonti fossili nel soddisfare i consumi finali complessivi di energia, dal 66% nel 2020 al 12% nel 2050. In una prospettiva di elettrificazione dei consumi, la quota dell'elettricità sui consumi finali passerebbe dal 20% al 51%, con un peso delle rinnovabili sempre più vicino al 100%, (91% dei consumi elettrici).

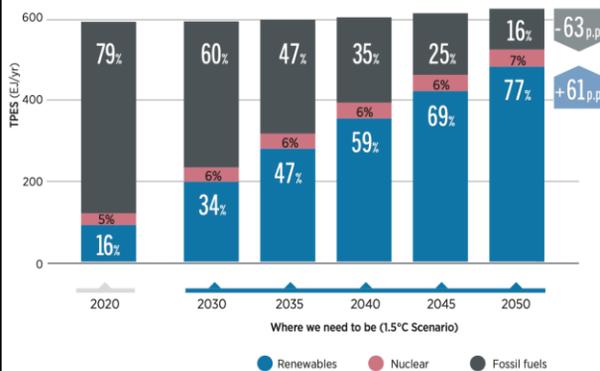


Una quota rilevante dei consumi (14%) sarebbe soddisfatta da H₂ (di cui il 94% H₂ da fonti rinnovabili), tra usi diretti e indiretti tramite i cosiddetti e-fuel, carburanti sintetici ricavati appunto da idrogeno green e CO₂. Il 16% dei consumi energetici mondiali sarebbe garantito dagli usi "moderni" delle biomasse, con impianti e tecnologie a elevata efficienza (invece gli usi "tradizionali" delle biomasse si riferiscono ad esempio alla legna da ardere nelle economie poco sviluppate).

EJ = exaJ = 10¹⁸ J

149

Fornitura globale di energia primaria (TPES: Total primary energy supply). Al 2030 la quota delle rinnovabili dovrebbe raddoppiare, dal 16% del 2020 al 34%, per poi arrivare al 77% nel 2050. La quota di nucleare rimarrebbe stabile al 6-7%, senza tuttavia conoscere il destino dei nuovi progetti che alcuni ritengono possibili. Le fonti fossili sarebbero ancora dominanti fino al 2030 (60% delle forniture), per poi andare in pareggio con le rinnovabili cinque anni più tardi (47%) e diminuire costantemente nei decenni successivi.



Una fonte di energia primaria è una risorsa naturale che costituisce, o da cui è possibile ricavare direttamente, un prodotto energetico. Rientrano in questa classificazione sia fonti rinnovabili (solare, eolico, energia idraulica, geotermica, e biomasse) che fonti esauribili, come i combustibili direttamente utilizzabili (petrolio, gas naturale, carbone) o l'energia nucleare. Si differenziano dalle fonti di energia secondaria in quanto queste ultime possono essere utilizzate solo a valle di una trasformazione di energia (come l'energia elettrica o l'idrogeno).

In conclusione del **Rapporto IRENA 2023**:

Si tratta di uno sforzo enorme per obiettivi che potranno essere conseguiti solo se ci sarà una volontà politica molto più forte di quella espressa finora, e quindi in grado di promuovere e accelerare gli investimenti soprattutto nelle economie emergenti.

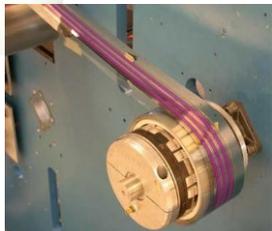
150



Sir Richard Branson and the Virgin Group commit to significant investment in renewable energy: "... we currently estimate this commitment to be \$3 billion over the next ten years".

151

Celle solari in materiali polimerici

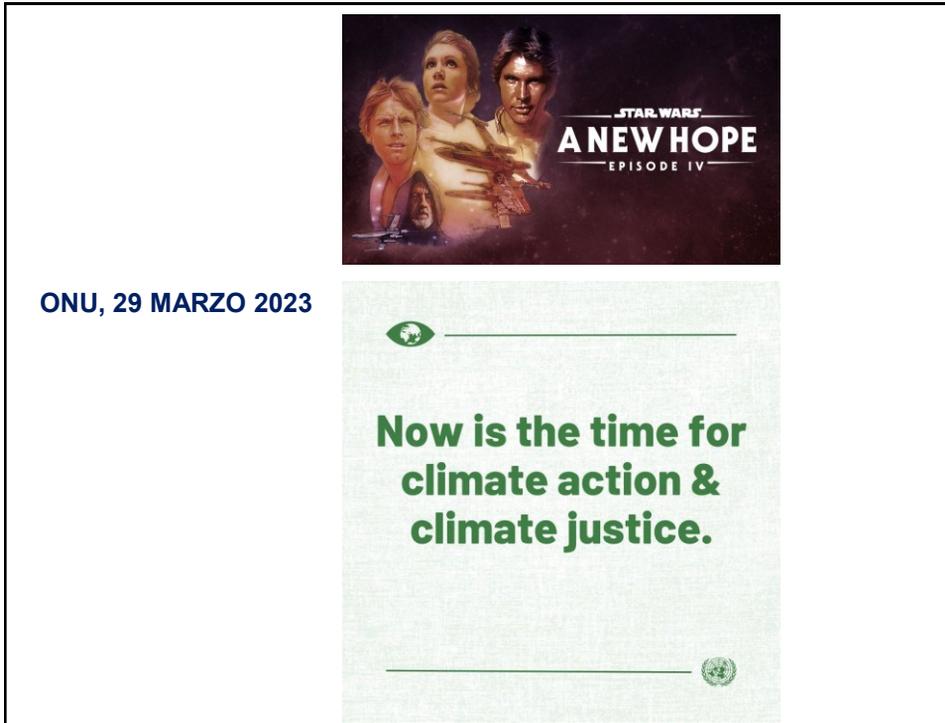




Konarka Builds Power Plastic That Converts Light To Energy – Anywhere.





152



ONU, 29 MARZO 2023

153

La Repubblica, 29 MARZO 2023
Onu: approvata risoluzione su giustizia climatica

Le Nazioni Unite hanno approvato una “storica” risoluzione sulla giustizia climatica. Il documento chiede alla Corte Internazionale di Giustizia (Cig) di emettere un parere consultivo sugli obblighi degli Stati in materia di cambiamento climatico e di proporre conseguenze legali che devono affrontare se non lo fanno. La risoluzione potrebbe stabilire un obbligo ad agire contro il climate change. Anche se il parere consultivo non è vincolante potrebbe “fornire chiarimenti, tanto necessari, sugli obblighi legali internazionali esistenti”, ha dichiarato il segretario generale delle Nazioni Unite António Guterres, spiegando che tale parere “aiuterebbe l'Assemblea Generale, le Nazioni Unite e gli Stati membri a intraprendere un'azione climatica più audace e più forte”. Il pronunciamento potrebbe essere citato nei casi giudiziari che vedono implicate le compagnie di combustibili fossili per aver contribuito al problema del cambiamento climatico.

Il principale promotore dell'iniziativa è stata Vanuatu, nazione insulare dell'oceano Pacifico che rischia di scomparire a causa dell'innalzamento del livello degli oceani e che da anni è in prima fila per denunciare gli effetti devastanti del riscaldamento globale. Il testo dellarisoluzione, proposto da quasi 100 Paesi tra cui l'Italia, è stato adottato all'unanimità e tra gli applausi dall'Assemblea generale dell'Onu. "Insieme si scrive la storia", ha commentato Guterres.

154

9 aprile 2024. Sentenza della Corte Europea per i Diritti dell'Uomo, a seguito della denuncia dell'associazione [Anziane per il Clima](#) che accusava la Svizzera di avere violato i loro diritti venendo meno agli impegni presi per contrastare il cambiamento climatico.

La Corte ha dichiarato che i Paesi sono chiamati a «proteggere meglio» la popolazione dalle conseguenze del climate change, stabilendo che il flop della Confederazione Elvetica sui suoi obiettivi climatici rappresenta una «violazione» dei diritti umani delle ricorrenti. Gli Stati, si legge nella sentenza della Corte, devono attenersi alla Convenzione europea dei diritti umani e garantire «un'efficace protezione da parte delle autorità statali dai gravi effetti negativi dei cambiamenti climatici sulla loro vita, salute, benessere e qualità di vita».

La Corte, con 16 voti contro 1, ha stabilito che vi è stata una violazione dell'articolo 8 che sancisce il diritto ad una tutela effettiva, da parte delle autorità statali, contro i gravi effetti dannosi dei cambiamenti climatici sulla vita, sulla salute, sul benessere e sulla qualità della vita. La Corte ha ritenuto che l'associazione fosse autorizzata ad agire in giudizio a nome di persone che affermassero che le loro condizioni di vita e la loro salute erano minacciate dal cambiamento climatico.



Attiviste di "Anziane per il clima" accolgono la sentenza (EPA/RONALD WITTEK, ANSA)

Greta Thunberg: «è solo l'inizio in termini di contenziosi sul clima» «in tutto il mondo, sempre più persone portano i propri governi in tribunale per ritenerli responsabili delle loro azioni. In nessun caso dobbiamo tirarci indietro, dobbiamo battere ancora di più perché questo è solo l'inizio».

La Svizzera: «Dobbiamo, in buona fede, attuare ed eseguire la sentenza».

Il Presidente della Corte, ha sottolineato che spetterà ai governi decidere come affrontare gli obblighi relativi al cambiamento climatico.

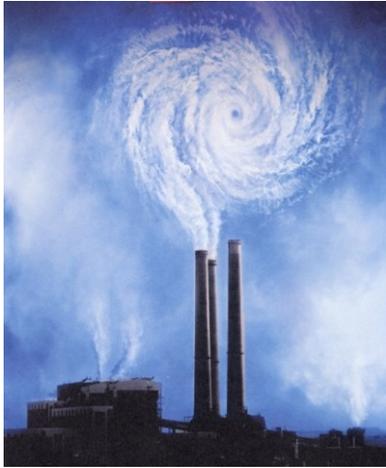
155



ARTICOLO 8. Diritto al rispetto della vita privata e familiare

1. Ogni persona ha diritto al rispetto della propria vita privata e familiare, del proprio domicilio e della propria corrispondenza.
2. Non può esservi ingerenza di una autorità pubblica nell'esercizio di tale diritto a meno che tale ingerenza sia prevista dalla legge e costituisca una misura che, in una società democratica, è necessaria alla sicurezza nazionale, alla pubblica sicurezza, al benessere economico del paese, alla difesa dell'ordine e alla prevenzione dei reati, alla protezione della salute o della morale, o alla protezione dei diritti e delle libertà altrui.

156



Lo studio, la ricerca e il lavoro di oggi
per un domani realmente sostenibile

Fine delle lezioni 2024

A.T.