

“

La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

”

Maurizio Fermeglia

Università di Trieste

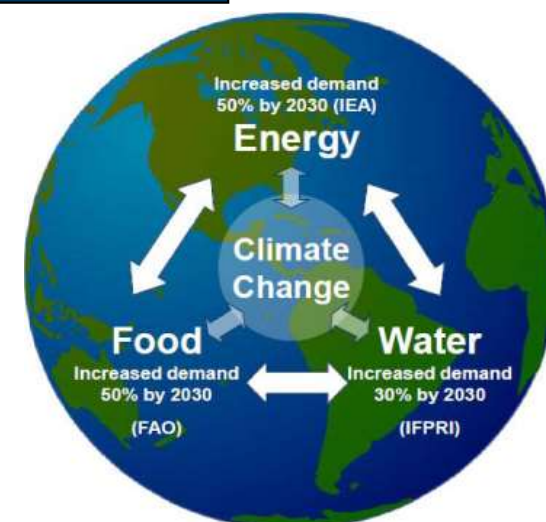
Maurizio.Fermeglia@units.it - www.molbnl.it



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

La tempesta perfetta di John Beddington

- Aumento **popolazione globale** (da 6.8 miliardi a 8.3 miliardi).
- Richiesta di **cibo** aumentata del 50%, ma produzione non adeguata
- Richiesta di **energia** aumentata del 60% ma produzione non adeguata
- Domanda globale di **acqua** aumentata del 30%, problemi di approvvigionamento acqua potabile
- Riduzione delle **emissioni di gas serra** inferiori alle aspettative - cambiamenti climatici sempre più evidenti
- Scarsità di cibo, energia ed acqua portano a **tensioni internazionali e migrazioni**



theguardian

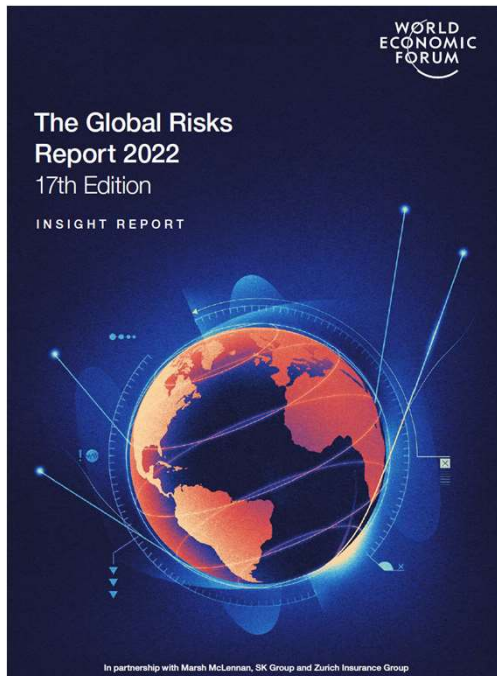
News | Sport | Comment | Culture | Business | Money | Life & style

News > Science

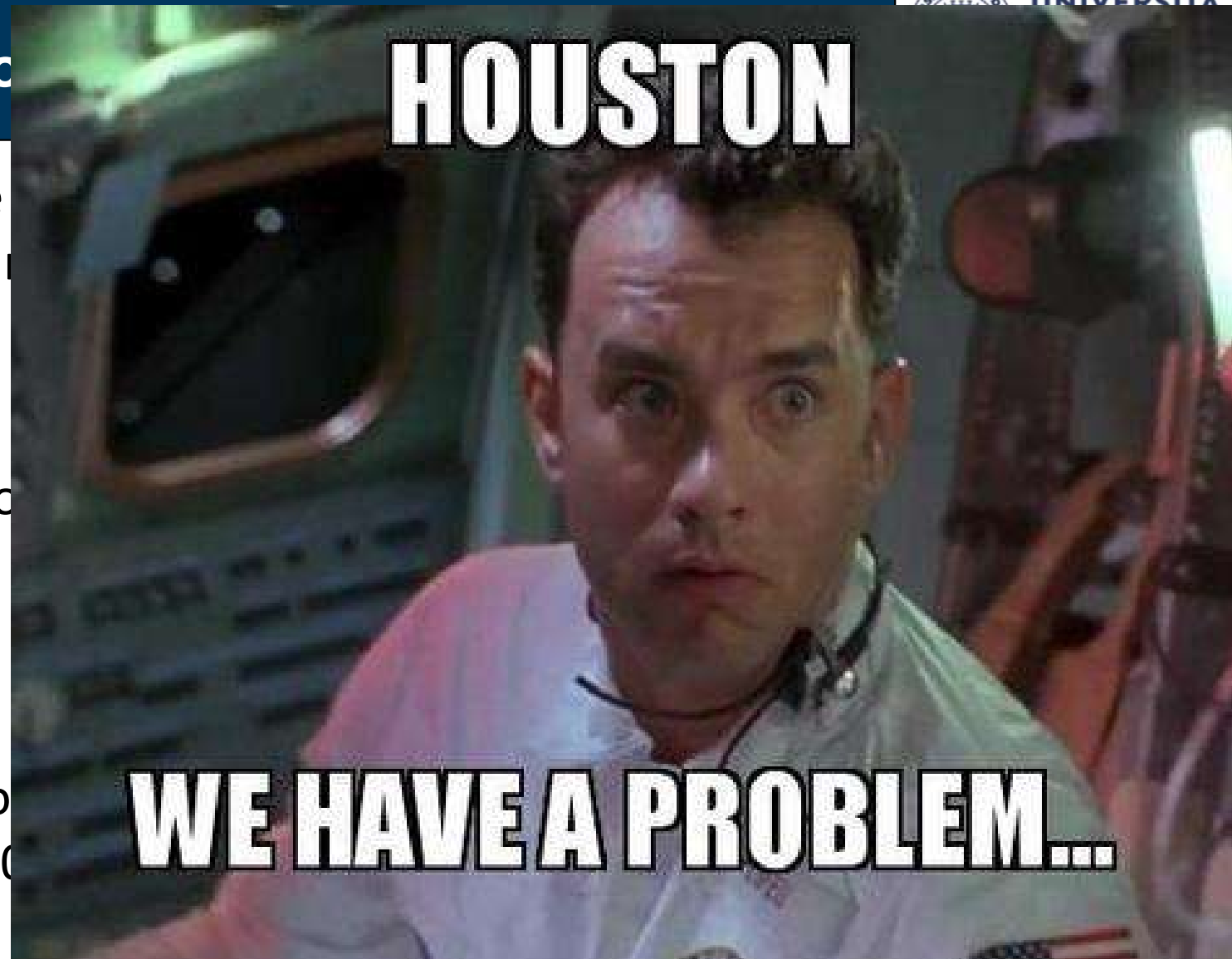
World faces 'perfect storm' of problems by 2030, chief scientist to warn

Food, water and energy shortages will unleash public unrest and international conflict, Professor John Beddington will tell a conference tomorrow

World Economic Fo



- Breve (0-2 a
- Medio (2 – 5
- Lungo (5 – 10



La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

■ Economic
 ■ Environmental
 ■ Geopolitical
 ■ Societal
 ■ Technological

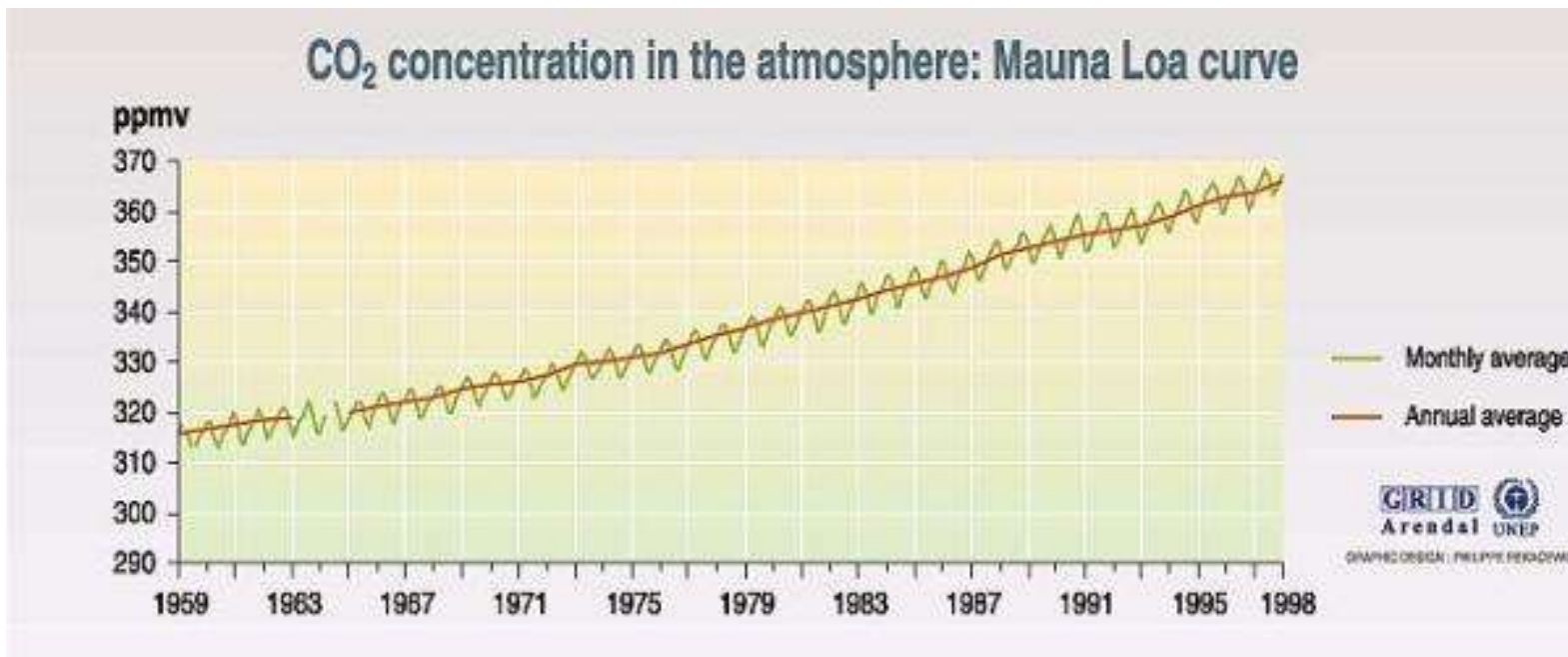
Effetto: variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera



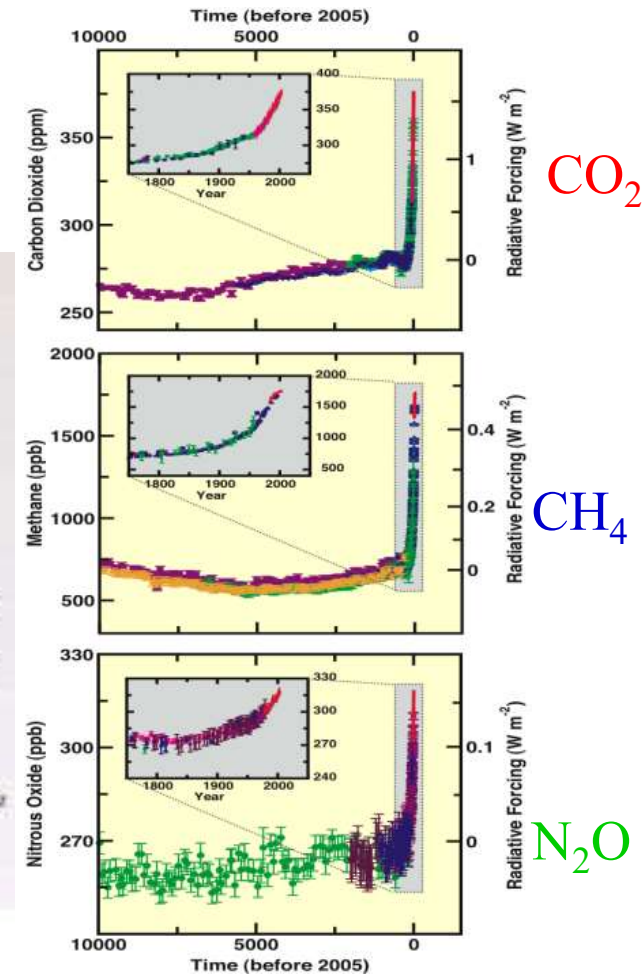
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

2010: 380ppm

1900: 280ppm



Source : Scripps Institution of oceanography (SIO), University of California, 1998.



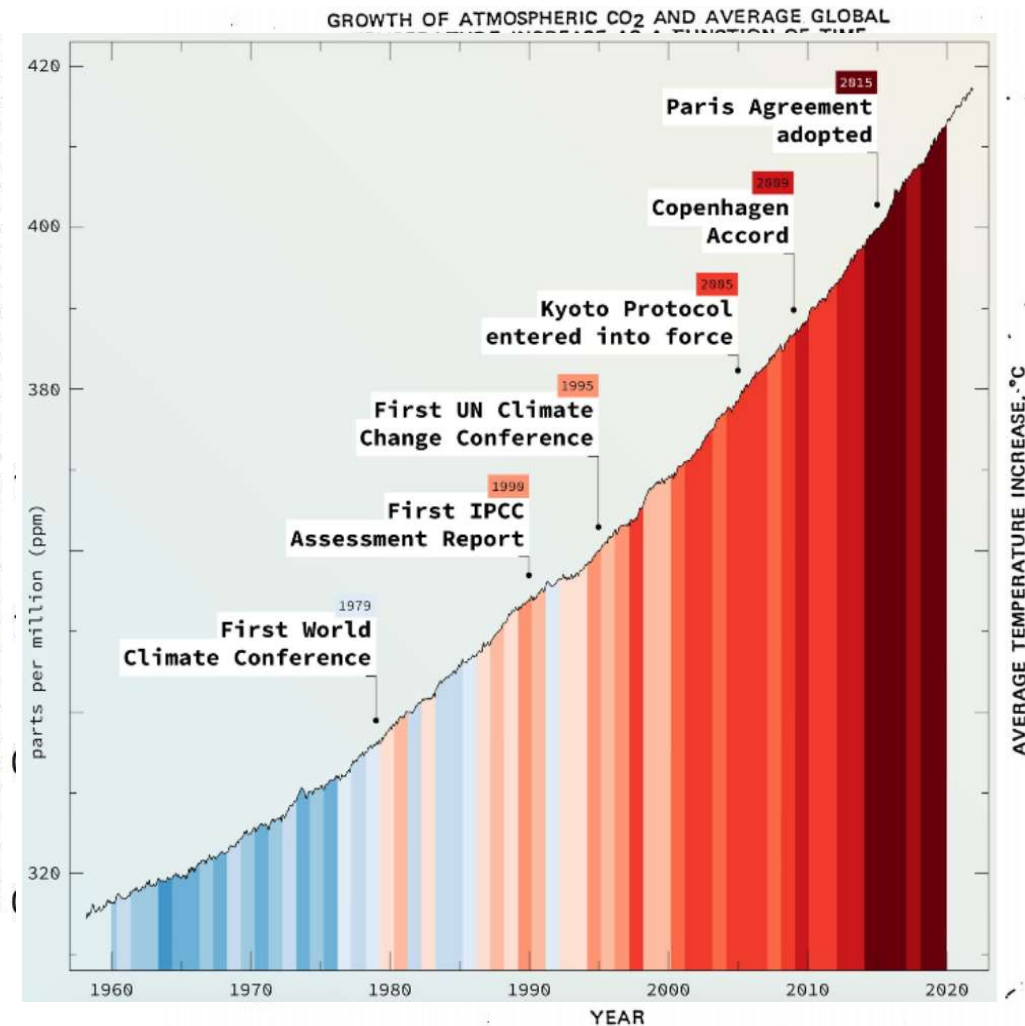
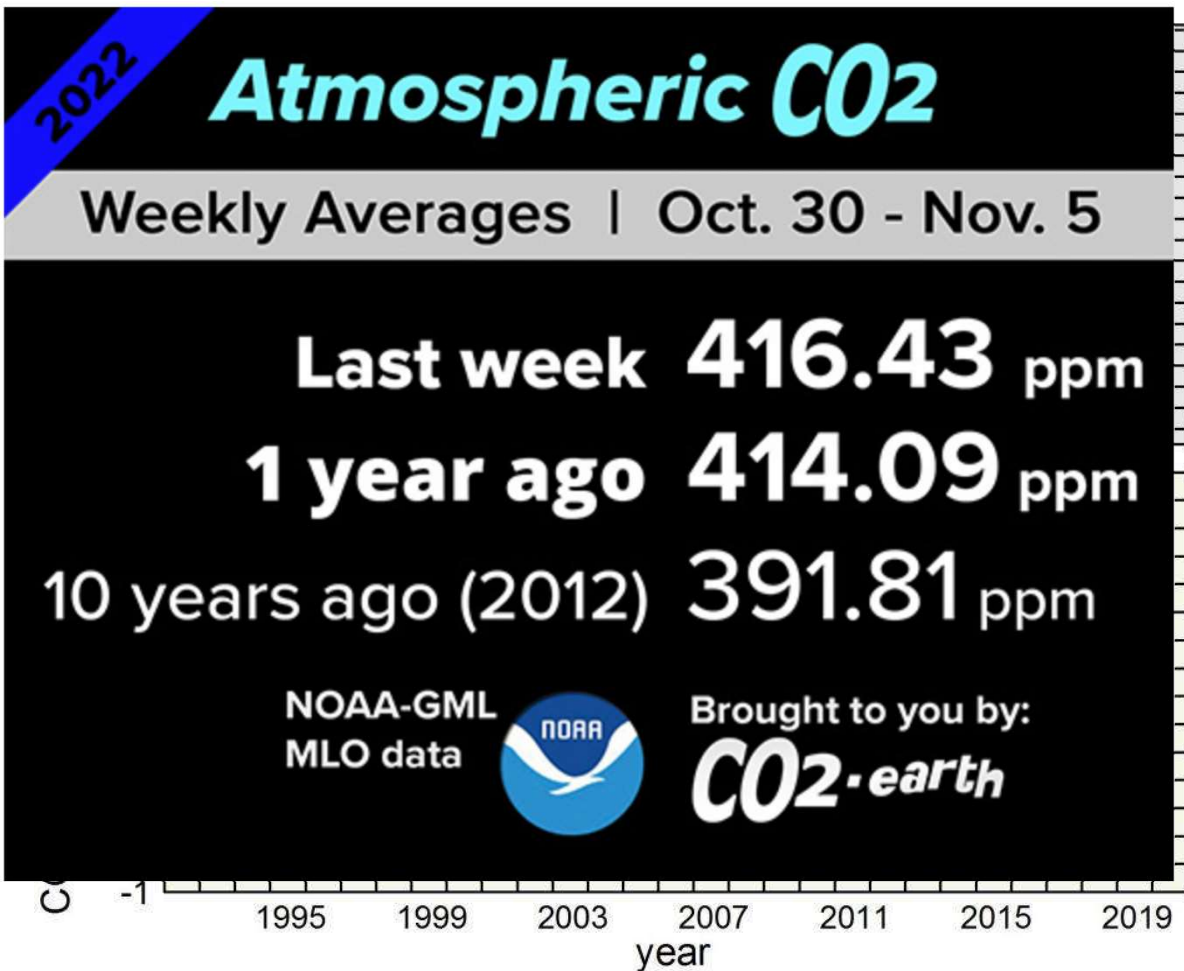
La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

Trieste, 18 November, 2022 - 4

Effetto: variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera

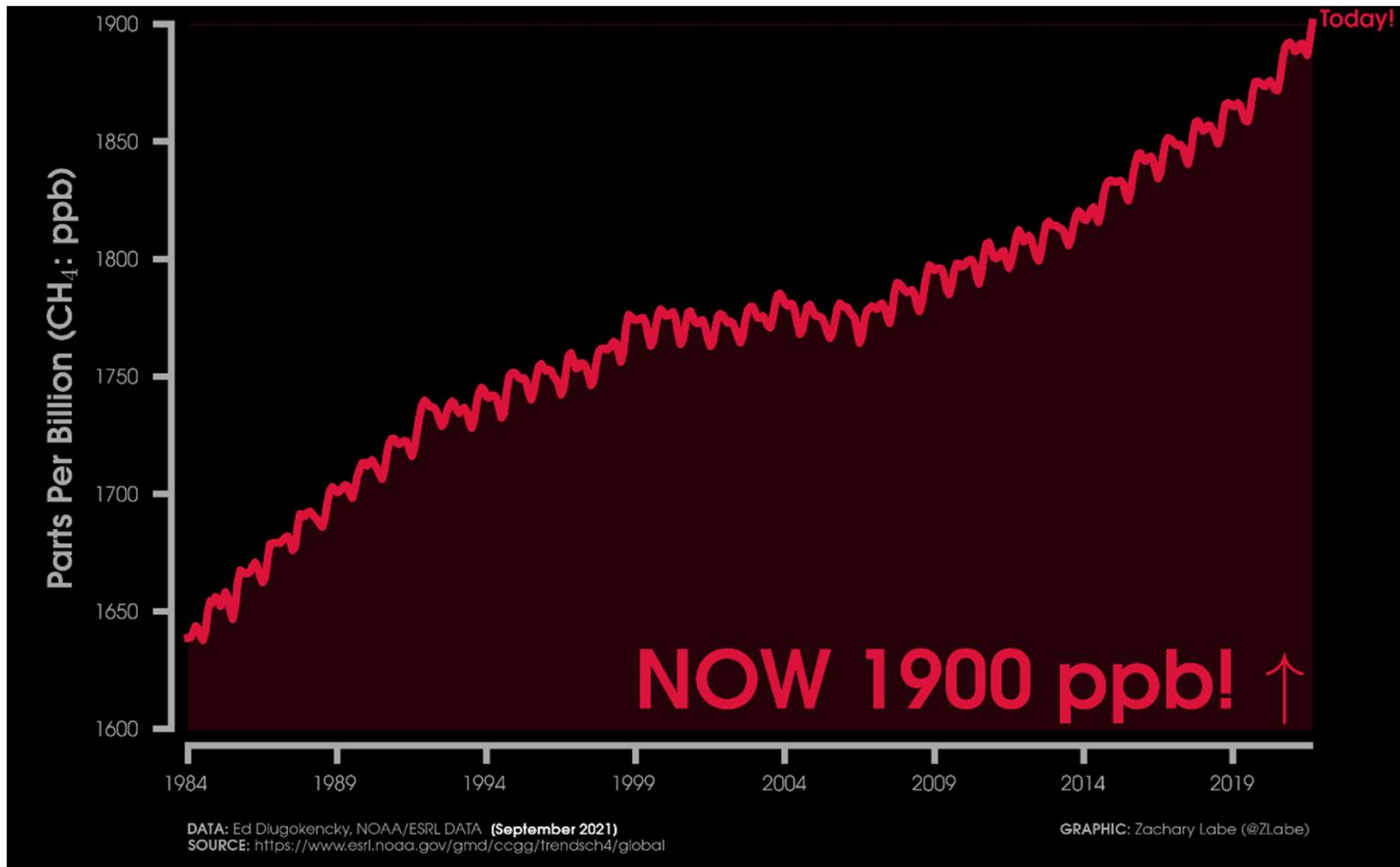


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

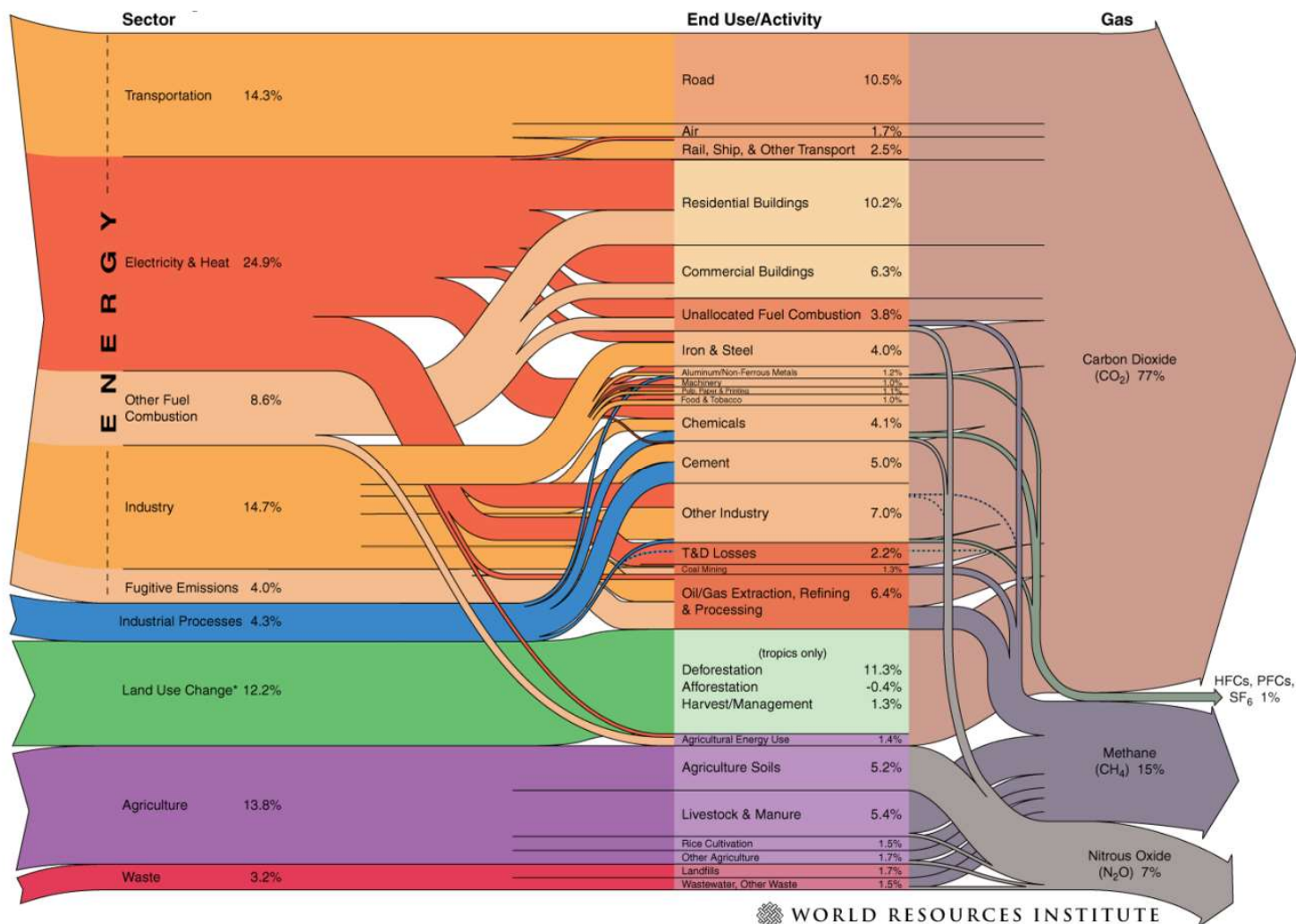
Variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera: metano



Da dove vengono le emissioni? Dal sistema energetico!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



WORLD RESOURCES INSTITUTE

Trieste, 18 November, 2022 - 7

Energia: quanta e come ... un pioniere ...



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

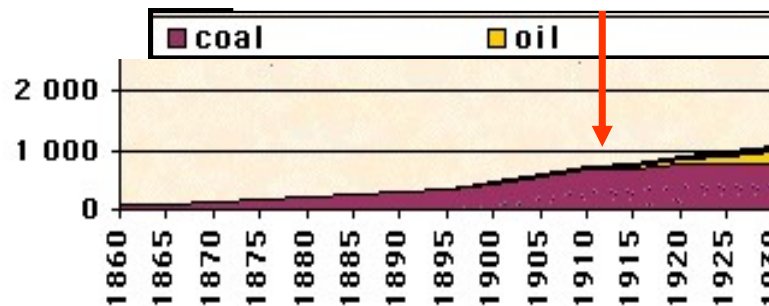


"...if our black and nervous civilization, based on coal, shall be followed by a quieter civilization based on the utilization of solar energy, that will not be harmful to progress and to human happiness."

SCIENCE

1912
~ 1 TW

Mtoe/anno



FRIDAY, SEPTEMBER 27, 1912

CONTENTS

<i>The Photochemistry of the Future:</i> PROFESSOR GIACOMO CIAMICIAN	385
<i>The First International Eugenics Congress:</i> PROFESSOR RAYMOND PEARL	395
<i>Industrial Education in the Philippines</i>	396
<i>Graduates from American Colleges and Universities</i>	397

THE PHOTOCHEMISTRY OF THE FUTURE¹

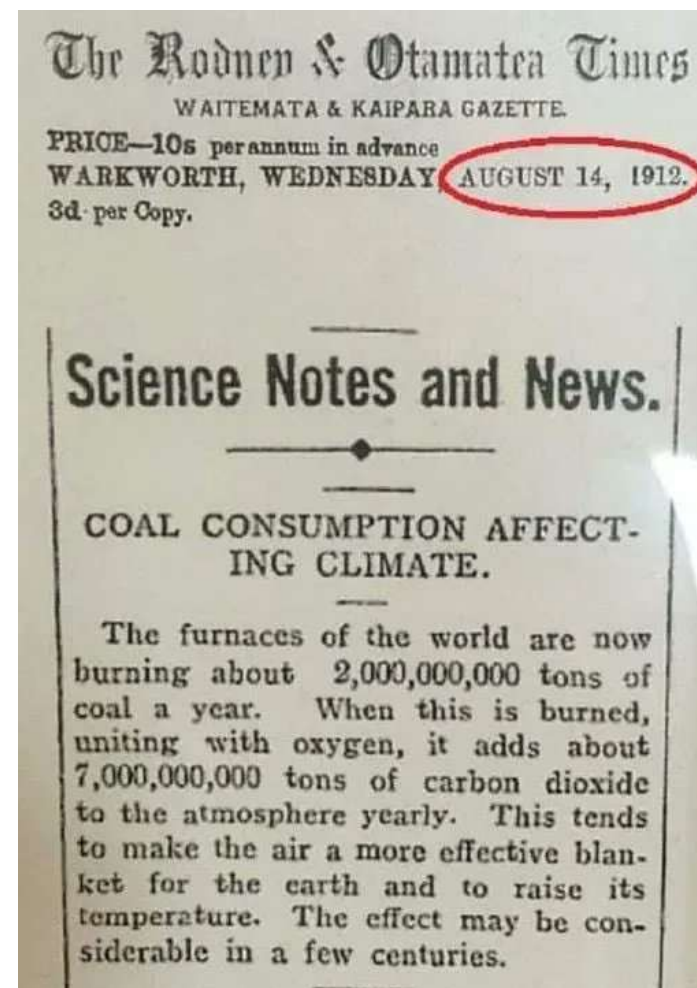
MODERN civilization is the daughter of coal, for this offers to mankind the solar energy in its most concentrated form; that is, in a form in which it has been accumulated in a long series of centuries. Modern man uses it with increasing eagerness and thoughtless prodigality for the conquest of the world and, like the mythical gold of the Rhine, coal is to-day the greatest source of energy and wealth.

1912 è un anno importante: 110 anni fa ...



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

- "Le fornaci del mondo stanno bruciando circa 2 miliardi di tonnellate di carbone all'anno", si legge nell'articolo. "Quando questo viene bruciato, unendosi con l'ossigeno, aggiunge circa 7 miliardi di tonnellate di anidride carbonica all'atmosfera ogni anno. Questo tende a rendere l'aria una coperta più efficace per la terra e ad aumentarne la temperatura. L'effetto potrebbe essere considerevole in pochi secoli".

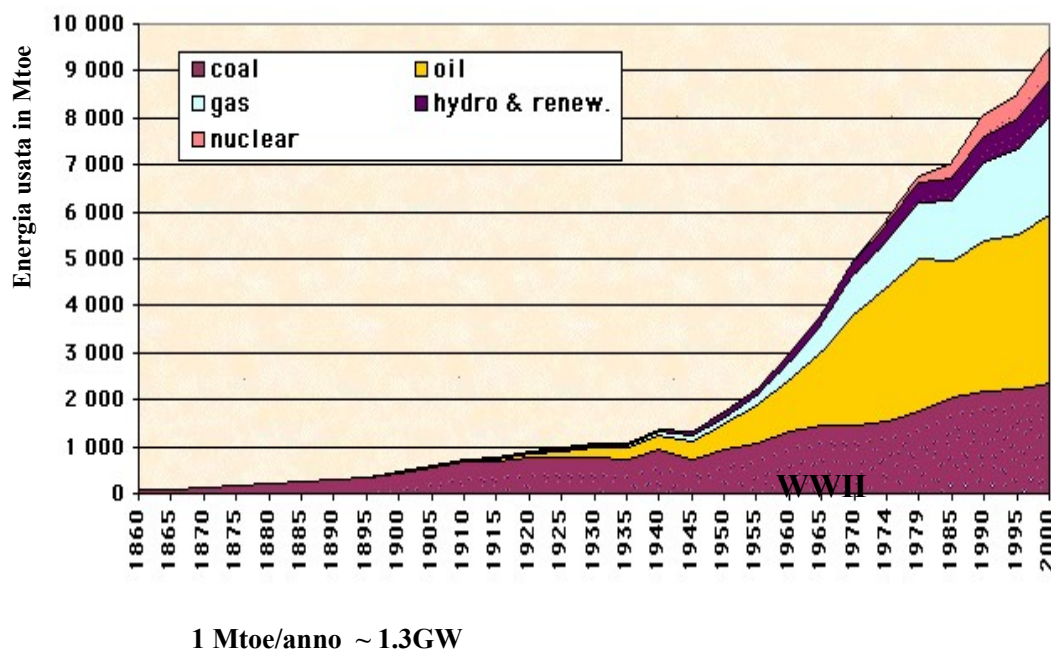


Ma dopo il 1912 ... nessuna buona notizia!

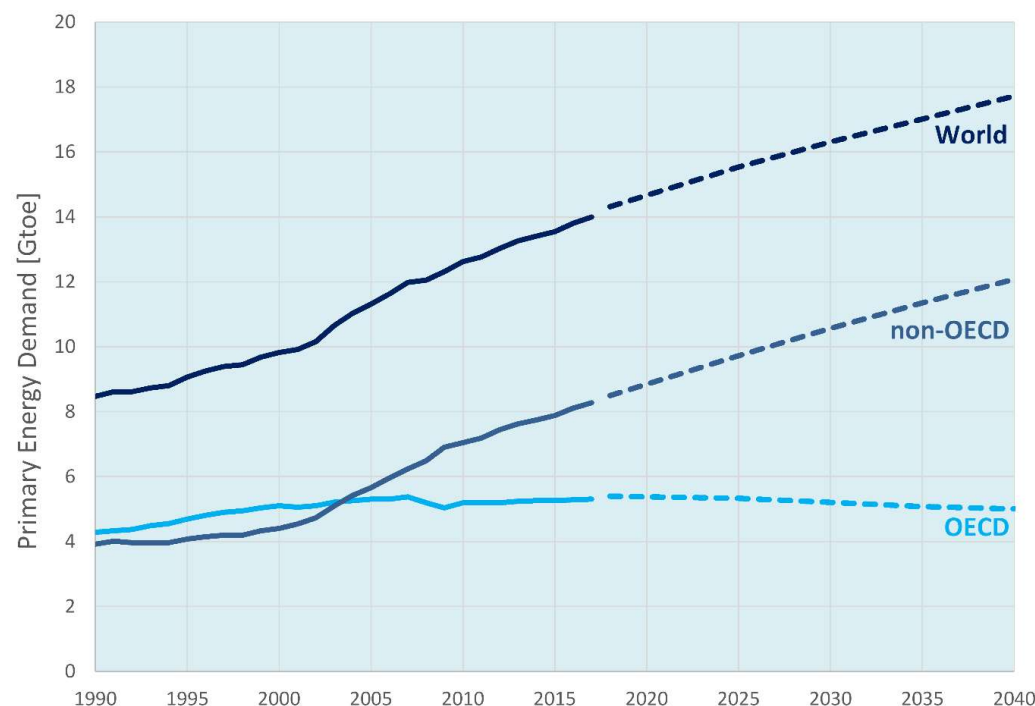


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Nel 2000 12.3 TW



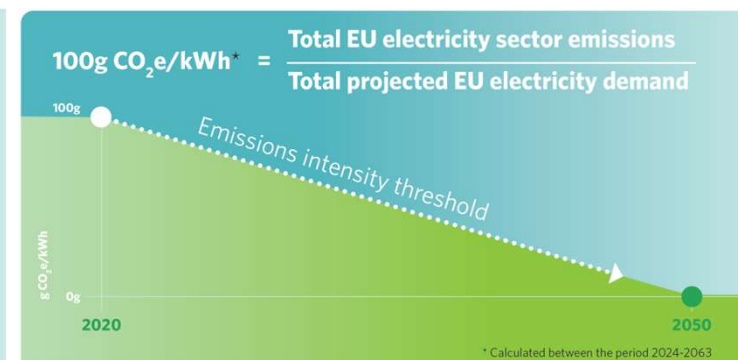
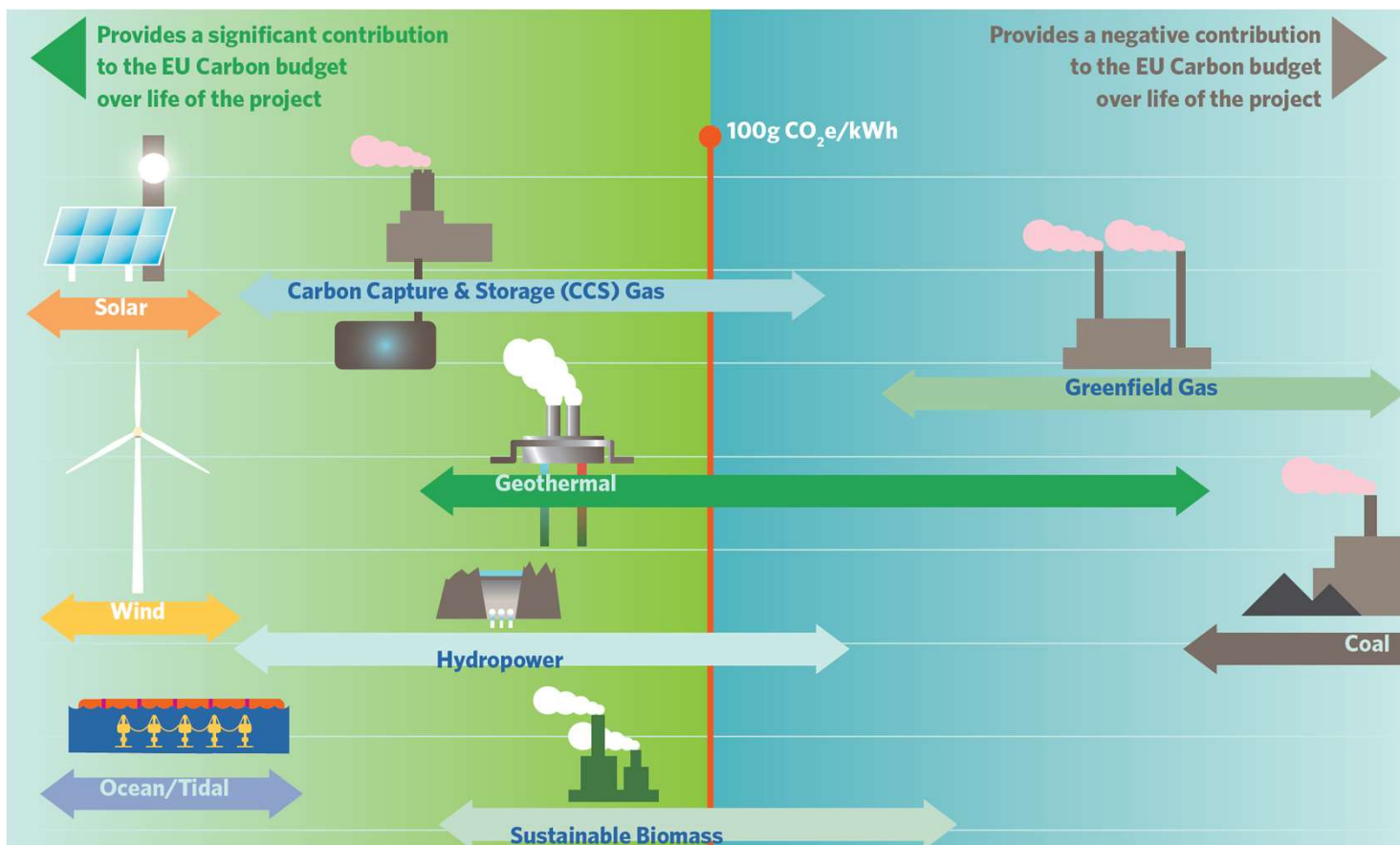
Nel 2040 TW 23.5



EU taxonomy: net zero emission target 2050



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



The Takeaway

A power plant operating below 100g CO₂e/kWh over its lifetime is making a substantial contribution to reaching Paris Agreement targets.

Any power plant that emits more than 270g CO₂e/kWh is making this more difficult.

Indicatori su cui basare le decisioni

- Ritorno dell'investimento energetico – EROEI e indicatori da esso derivati (ESOEI – EROC)
- Costo dell'energia – LCOE
- Analisi del ciclo di vita - LCA



EROEI: King et al. 2081

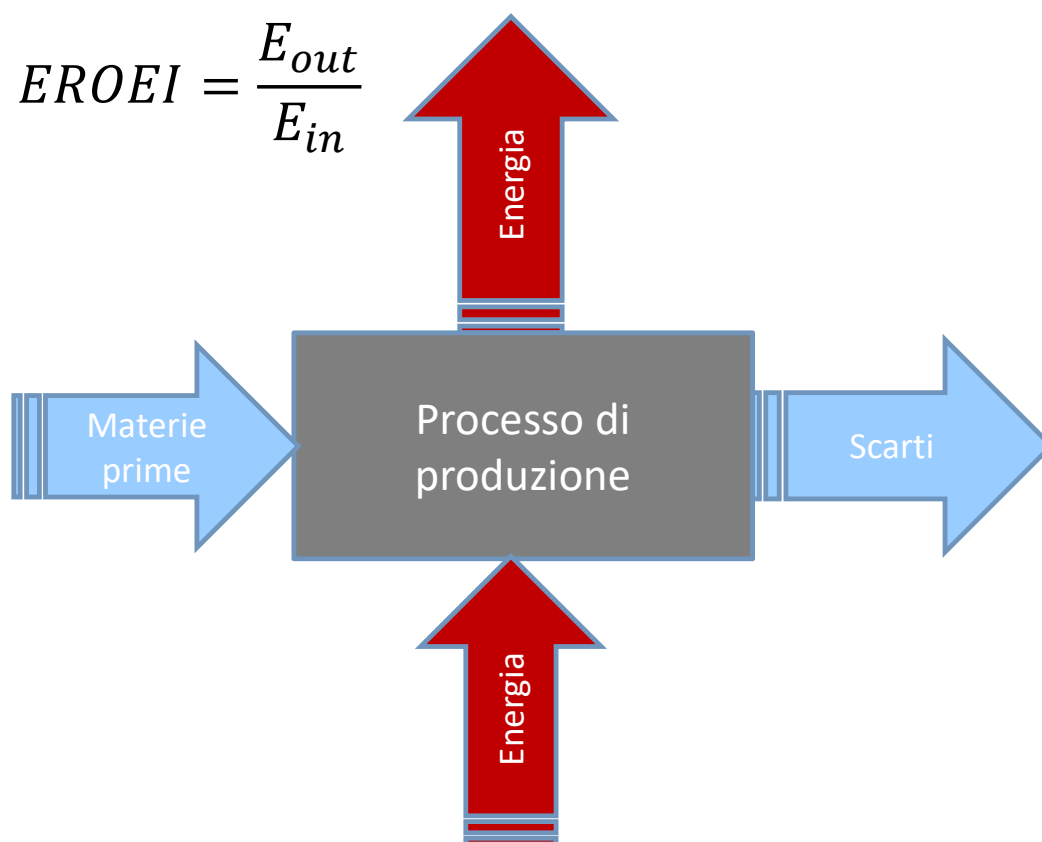


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Table 1 | Comparison of mean EROIs for different energy sources

Energy source			Optimistic EROI	Optimistic net energy percentage
Coal	Thermal	Electricity	46:1	98
			17:1	94
			13:1	92
Oil	Thermal	Electricity	19:1	95
			7:1	85
Gas	Thermal	Electricity with CCS	19:1	95
			8:1	88
			7:1	86
Biofuels & waste	Solids	Thermal	25:1	96
		Electricity	10:1	90
	Gases and liquids	Thermal	5:1	80
		Electricity	2:1	50
Nuclear			14:1	93
Hydroelectric			84:1	99
Geothermal			9:1	89
Wind			18:1	94
Solar PV			25:1	96
Solar thermal			19:1	95

Fonte: King et al, Nature Energy, 2018



LCOE - LCA

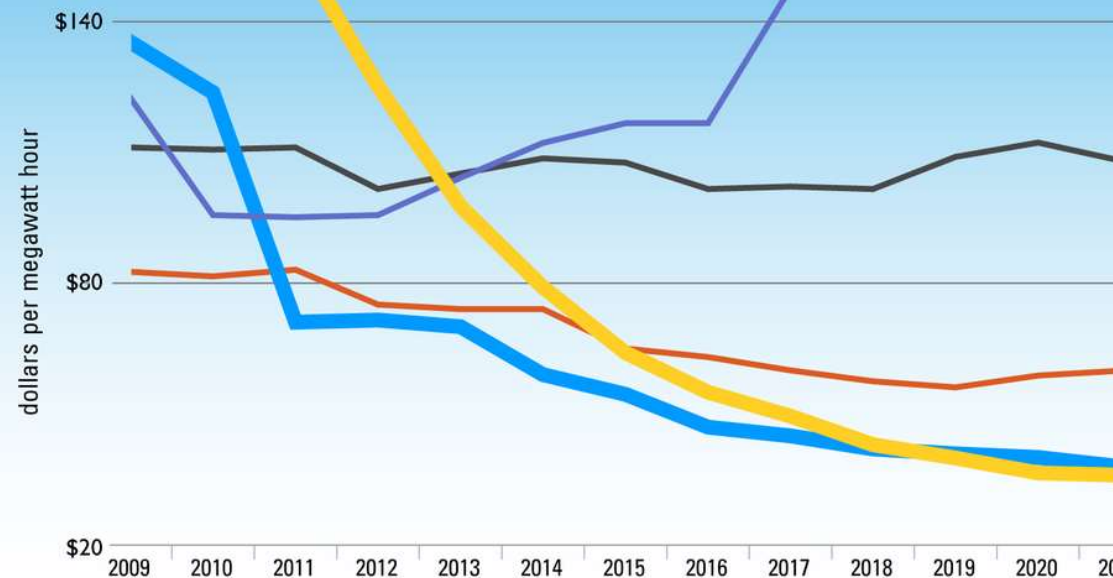


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Lazard Levelized Cost of Energy Comparison

Historical Utility-Scale Generation Comparison

2021



Human toxicity	Kg _{eq} chloroethylene [in aria]
Respiratory (inorganics)	Kg _{eq} PM2.5 [in aria]
Ionizing radiations	Bq _{eq} carbon-14 [in aria]
Ozone layer depletion	Kg _{eq} CFC-11 [in aria]
Photochemical oxidation	Kg _{eq} ethylene [in aria]
Aquatic ecotoxicity	Kg _{eq} triethylene [in acqua]
Terrestrial ecotoxicity	Kg _{eq} triethylene [in acqua]
Terrestrial acidification/nutritification	Kg _{eq} SO ₂ [in aria]
Aquatic acidification	Kg _{eq} SO ₂ [in aria]
Aquatic eutrophication	Kg _{eq} PO ₄ [in acqua]
Land occupation	m ² _{eq} organic arable land*yr
Global warming	Kg _{eq} CO ₂ [in aria]
Non-renewable energy	Kg _{eq} crude oil [860kg/mc] o MJ total primary non-renewable
Mineral extraction	Kg _{eq} iron [in ore]

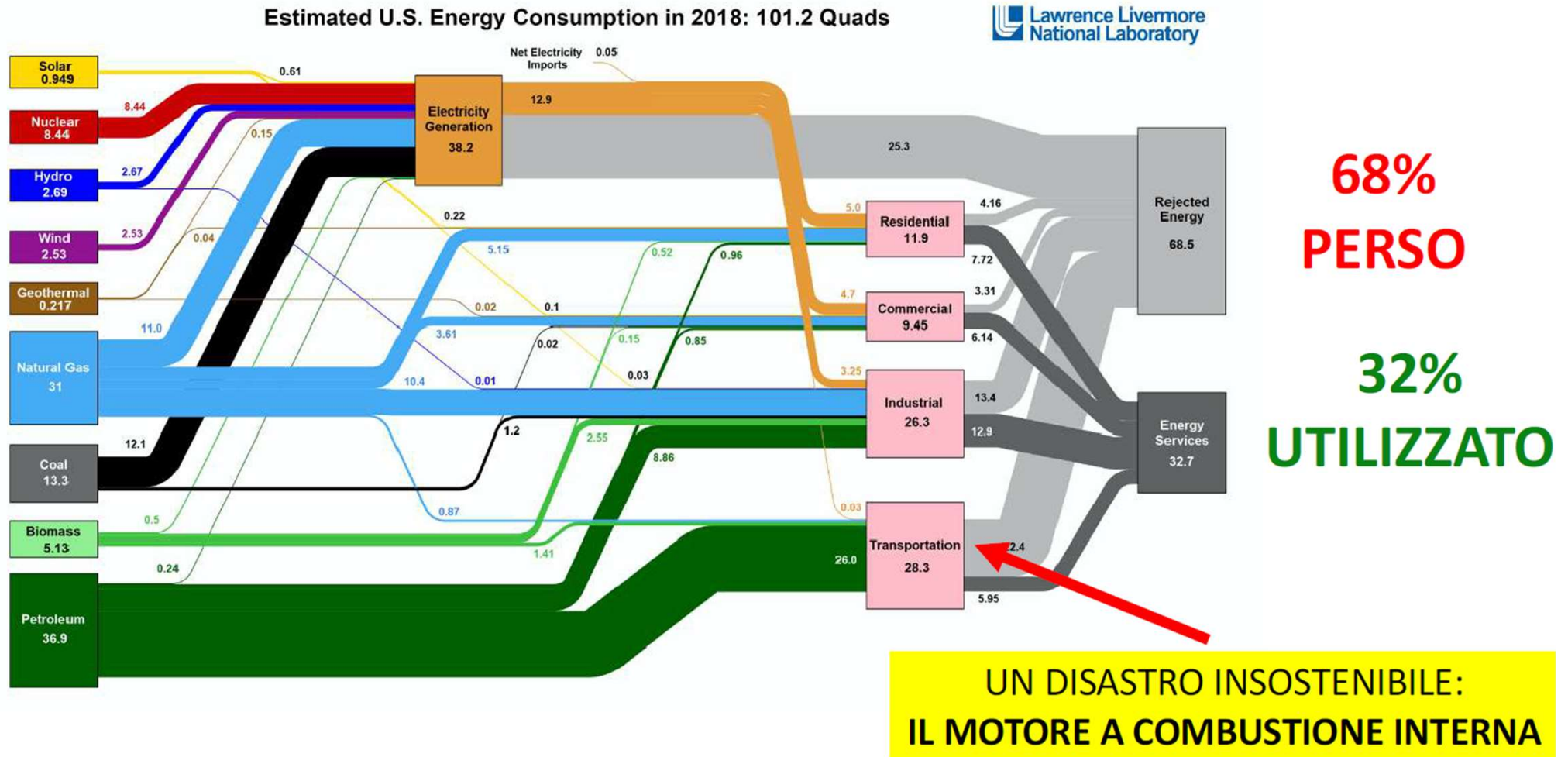
La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

Trieste, 18 November, 2022 - 14

Dalle fonti di energia ai servizi: il sistema energetico USA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

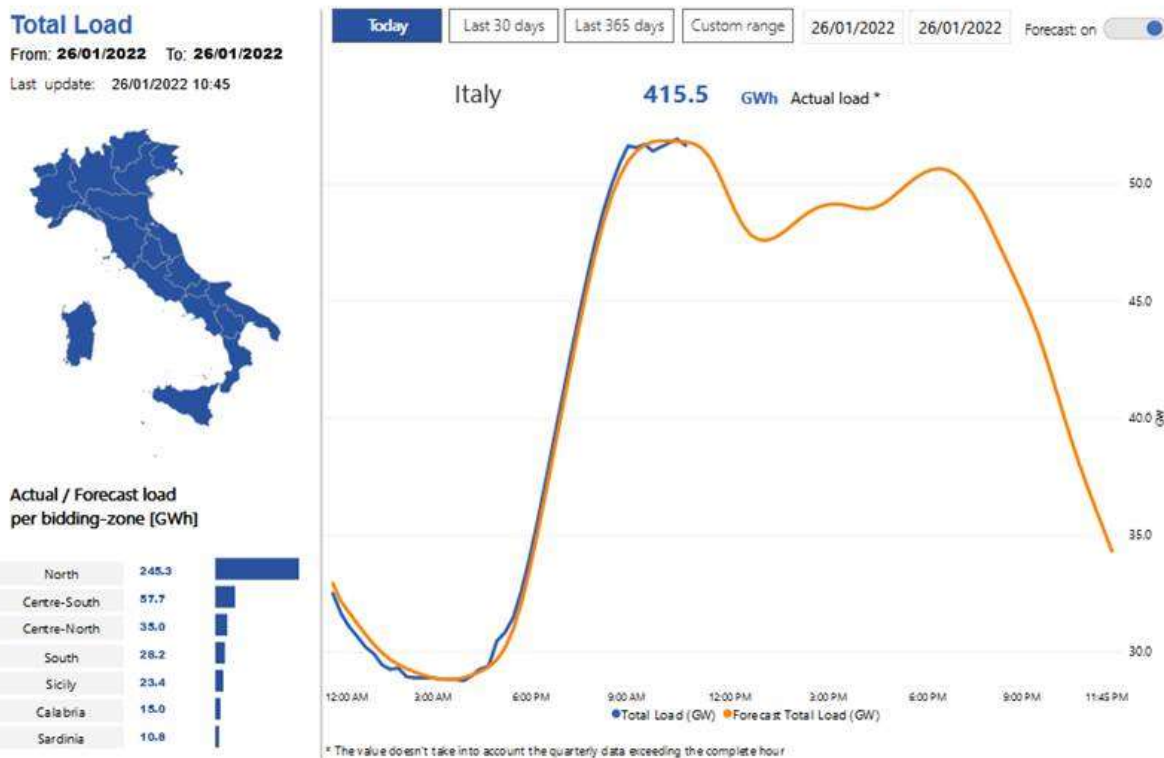


La grande sfida dell'energia: come evitare la 'tempesta perfetta'

Trieste, 18 November, 2022 - 15

Italia: potenza installata

- Dati Terna: Potenza richiesta è variabile in funzione del giorno e dell'ora:
 - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/transparency-report/total-load>



POWER GENERATION – ITALY

	2020	2005
Thermal power	60%	81%
Hydropower	17%	15%
Photovoltaics	9%	0%
Wind power	6%	1%
Biomass	6%	2%
Geothermal	2%	2%

Total Renewables in 2020 was 40%, whereas in 2005 was 20%!!!

Alternative??

- Carbone?
 - Non ne parliamo
- Petrolio?
 - Trasporto e petrolchimica
- Gas con CCS?
 - Emissioni CO₂ sopra ai 100 g/kWh e fughe CH₄
 - impatto ambientale per solventi
 - EROEI si riduce ad 1/3
 - problemi stoccaggio ed uso CO₂
 - costi del gas e dipendenza geopolitica
- Idroelettrico?
 - Saturato
- Biomasse?
 - Solo marginali (no da biomassa legnosa)
 - basso EROEI
 - biodiversità e ambiente

- Nucleare
 - IV o III generazione ? SMR ?? Fusione ??? Scorie????
 - Sostenibilità economica (costi e tempi costruzione)
 - LCOE 155 \$/MWh (REN 40 \$/MWh) - Basso EROEI
 - Bassa accettabilità sociale (10-15 reattori da 1.2 GW):
 - sismicità, densità popolazione, acqua raffreddamento



La terra è un sistema isolato ricordiamoci di Ciamician



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

- ... eccetto che per l'irraggiamento solare
- Solare e eolico
 - Buon EROEI
 - Ottimo LCOE
 - LCA competitivo (riciclo moduli)
 - No emissioni gas serra
 - No import, no costi materie prime
- Sistema 100% rinnovabile
 - Smart grids, batterie, idrogeno digitalizzazione
 - 70 GW elettrici da REN al 2030
- Il problema principale??
 - Tempo
 - No distrazioni



Perche' dobbiamo agire subito?

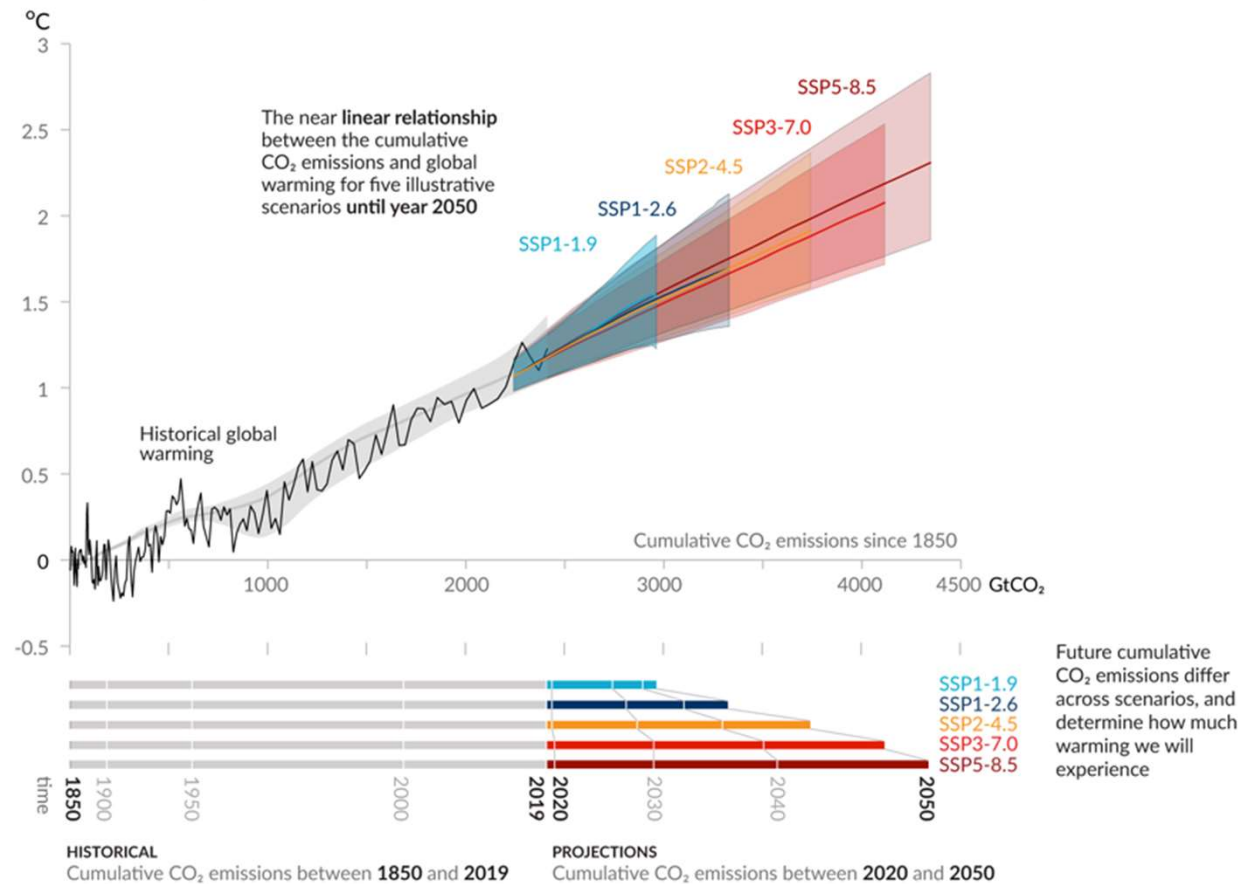


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

- Relazione quasi lineare fra le emissioni cumulative di CO₂ e il riscaldamento globale
- ~1000 Gton CO₂ → +0.45 (0.27-0.63) °C

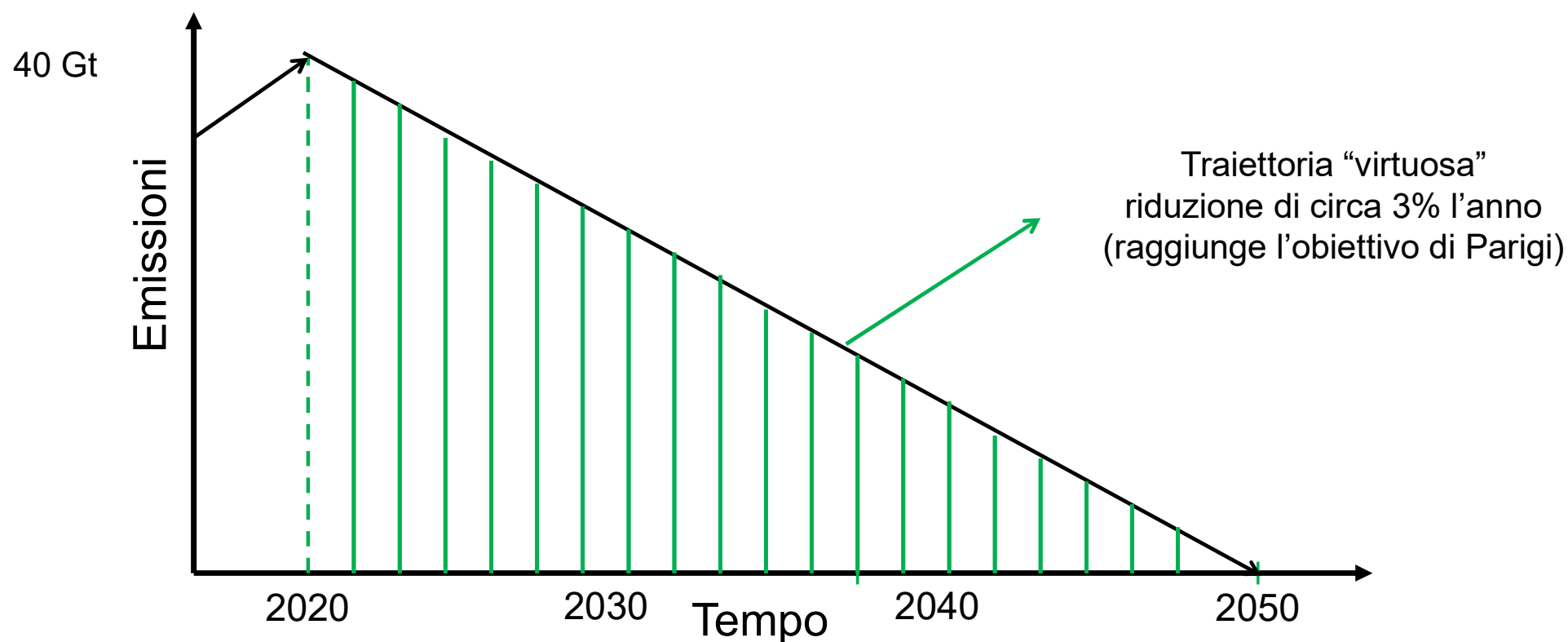
Every tonne of CO₂ emissions adds to global warming

Global surface temperature increase since 1850-1900 (°C) as a function of cumulative CO₂ emissions (GtCO₂)



Perché non possiamo perdere tempo!

- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra "0 emissioni nel 2050"), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo

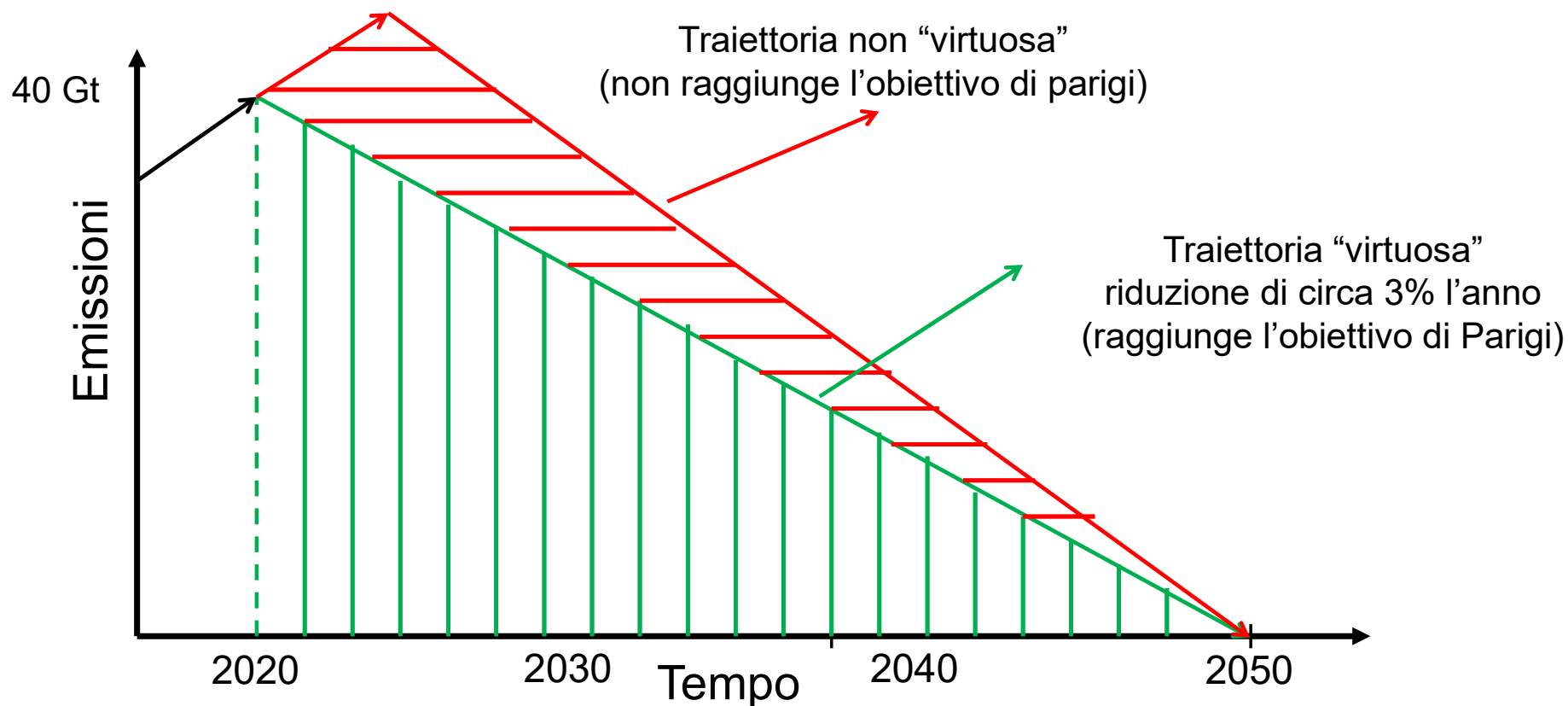


Perché non possiamo perdere tempo!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra "0 emissioni nel 2050"), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo

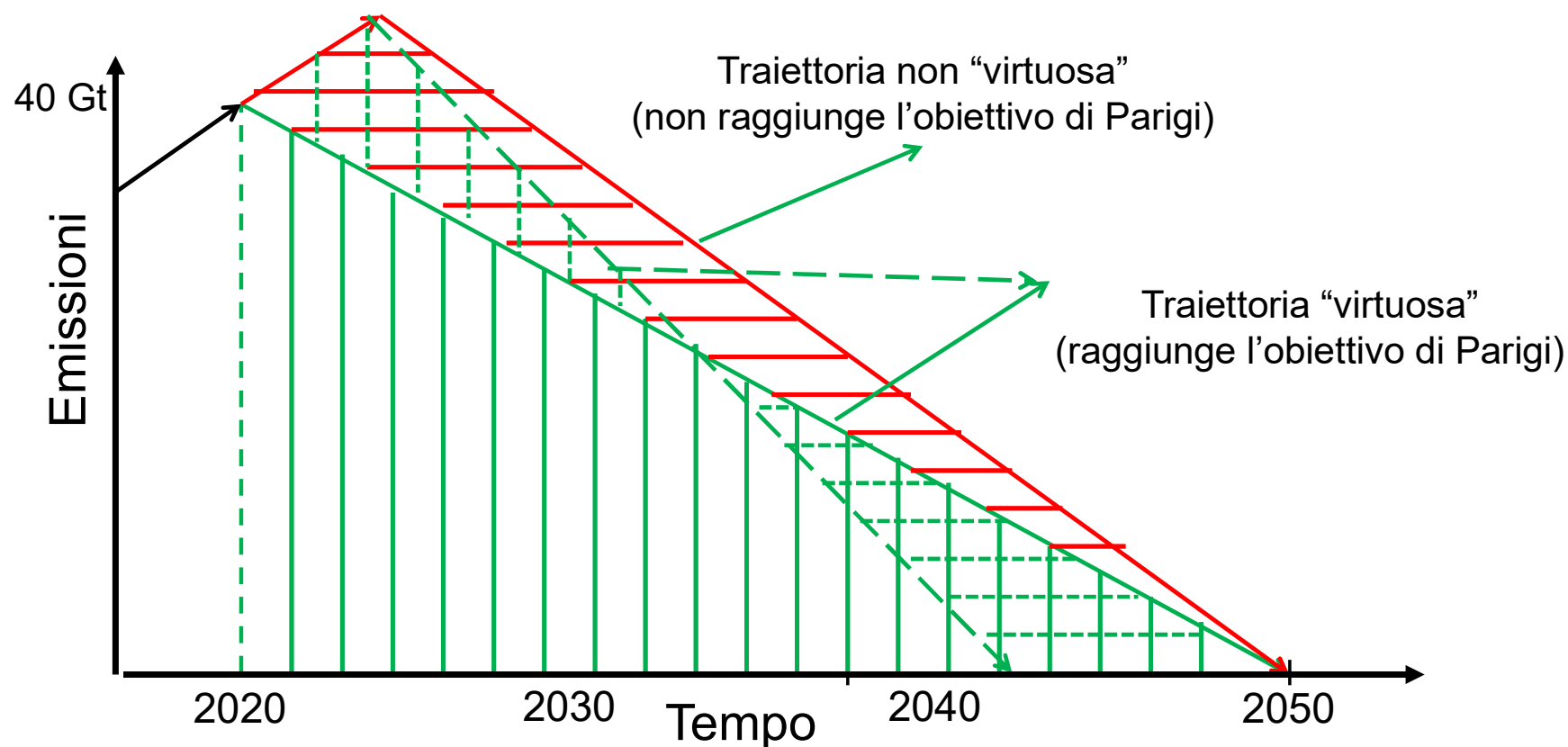


Perché non possiamo perdere tempo!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra "0 emissioni nel 2050"), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo



“ **The evidence is
clear:
The time for
action is now**

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change



Working Group III contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change



Ecco, appunto ... e quindi?

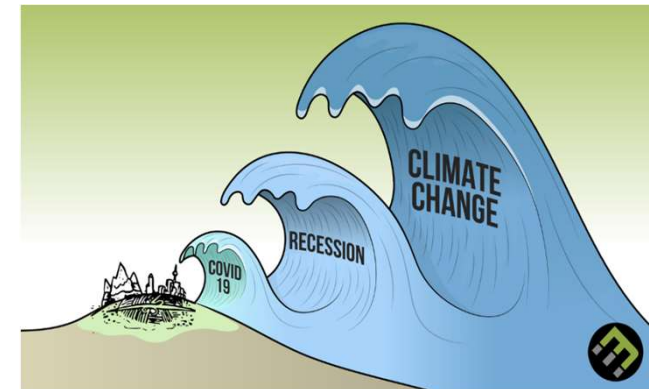


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

**“L’età della pietra non è finita perché si sono esaurite le pietre
... non dobbiamo attendere che si esaurisca il petrolio per chiudere l’età del petrolio”**

Don Huberts

Shell
Hydrogen



La grande sfida dell’energia: come evitare la ‘tempesta perfetta’

Trieste, 18 November, 2022 - 24