

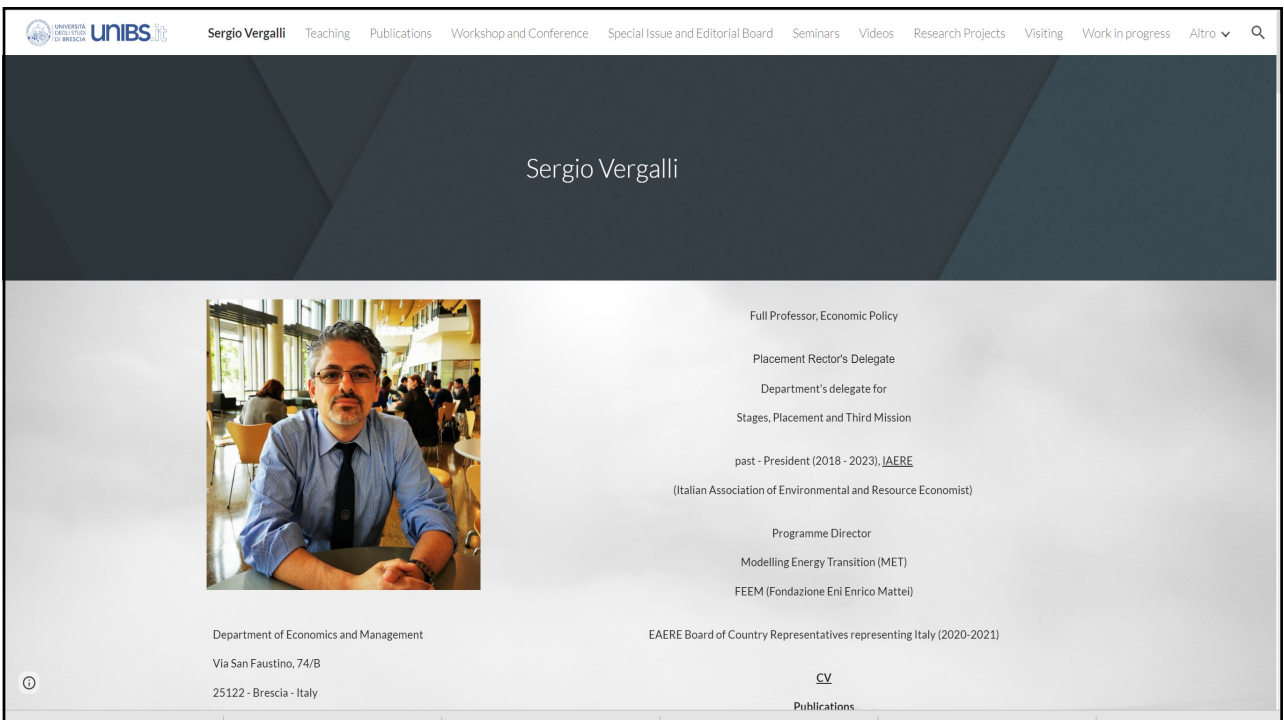


# L'economia della Transizione energetica

Sergio Vergalli  
sergio.vergalli@unibs.it




1



UNIBS.it Sergio Vergalli Teaching Publications Workshop and Conference Special Issue and Editorial Board Seminars Videos Research Projects Visiting Work in progress Altro

## Sergio Vergalli



Full Professor, Economic Policy  
Placement Rector's Delegate  
Department's delegate for Stages, Placement and Third Mission  
past - President (2018 - 2023), [IAERE](#)  
(Italian Association of Environmental and Resource Economist)  
Programme Director  
Modelling Energy Transition (MET)  
FEEM (Fondazione Eni Enrico Mattei)  
EAERE Board of Country Representatives representing Italy (2020-2021)

Department of Economics and Management  
Via San Faustino, 74/B  
25122 - Brescia - Italy

[CV](#)  
[Publications](#)

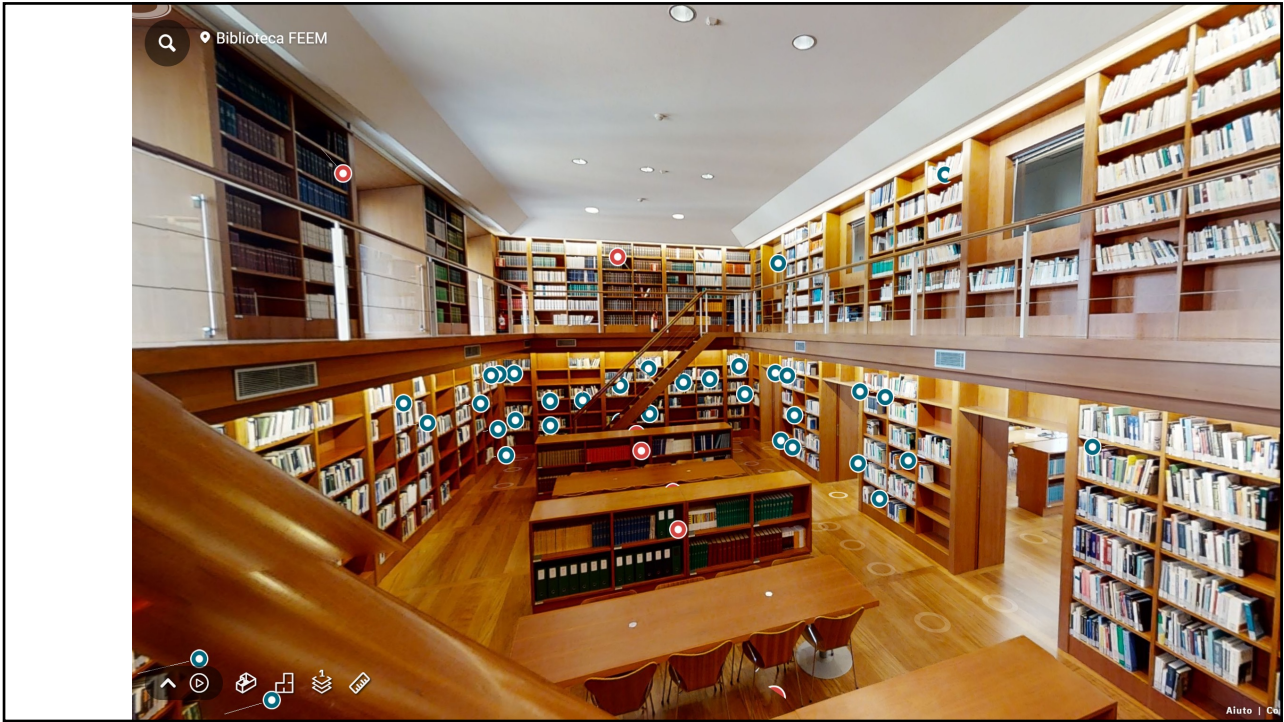
2



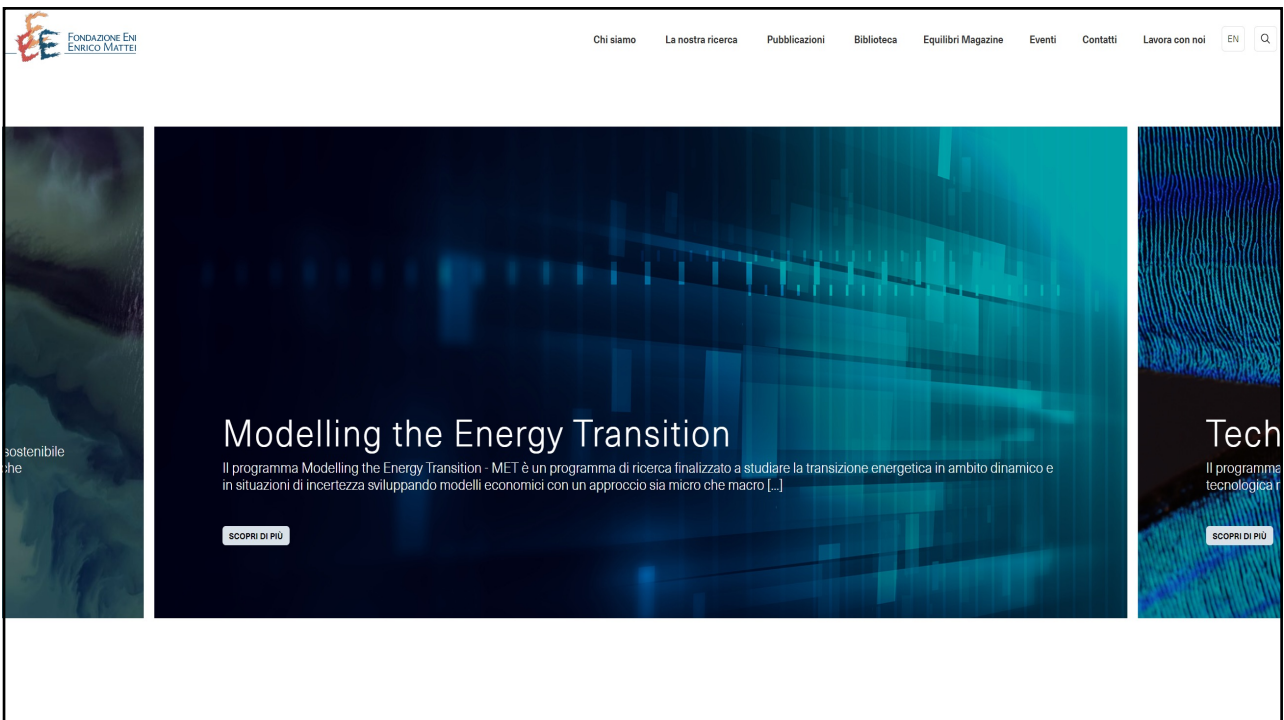
3















4



5



6

 <p><b>PROGRAMME DIRECTOR DEL PROGRAMMA DI RICERCA "MODELLING THE ENERGY TRANSITION - MET"</b> Sergio Vergalli Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATRICE</b> Marta Castellini Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATRICE JUNIOR</b> Camilla Gusperti Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATORE</b> Emanuele Ciola Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>
 <p><b>RICERCATORE</b> Nicola Comincioli Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATORE / RICERCATORE</b> Davide Bazzana Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATORE</b> Enrico Turco Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	
 <p><b>RICERCATRICE ASSOCIATA</b> Veronica Lupi Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATORE / RICERCATORE</b> Massimiliano Carlo Pietro Rizzati Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATRICE JUNIOR</b> Cristina El Khoury Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	
 <p><b>RICERCATORE</b> Demis Legrenzi Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>	 <p><b>RICERCATRICE</b> Shobha Poudel Milano <a href="#">DETTAGLI &gt;</a></p>		

7

# EQUILIBRI MAGAZINE

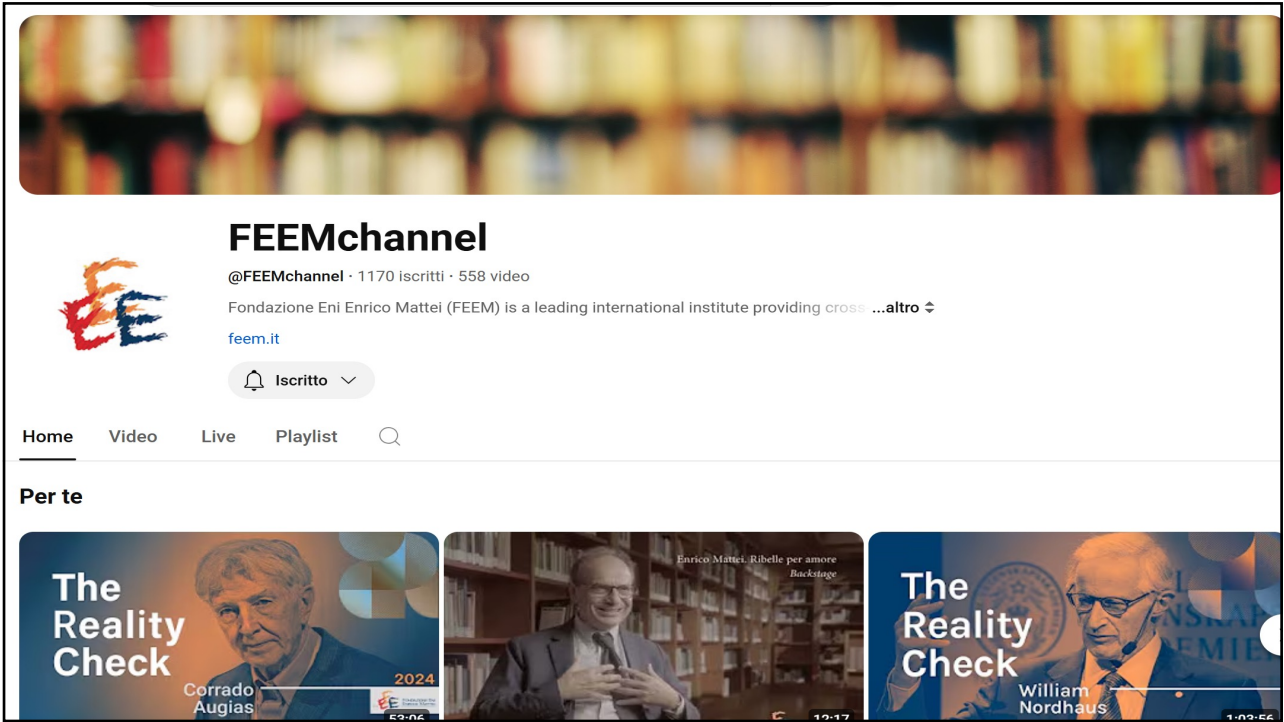
RIVISTA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Cerca

<p><b>OGGI / Clima</b></p> <p>La scomparsa di uno degli iceberg più grandi al mondo</p>	<p><b>OGGI / Società</b></p> <p>La pesca a strascico è un problema per la biodiversità</p>	<p><b>OGGI / Scienza</b></p> <p>Insetti 'x-men': con i loro elmetti percepiscono campi elettrici</p>	<p><b>OGGI / Clima</b></p> <p>Il clima cambia, le foreste come stanno rispondendo?</p>	<p><b>OGGI / Scienza</b></p> <p>Anche le orche sono delle grandi team player quando cacciano</p>	<p><b>OGGI / Scienza</b></p> <p>Balene e dritti: le popolazioni del Pacifico guidano il cambiamento</p>
---	--	--	--	--	---

 <p><b>EDITORIALI</b> Clima</p> <p><b>TUVALU INAUGURA IL PRIMO PROGRAMMA DI VISTI CLIMATICI</b> Minacciato dall'innalzamento del mare</p>	<p><b>COORDINATE</b> Tecnologia</p> <p><b>Sepulture celestiali</b> La vita eterna diventa viaggio eterno: negli USA crescono i funerali spaziali. Ma anche nello spazio si può morire. La Stazione Spaziale Internazionale si adegua</p>	<p><b>FRECCETTE</b> Società</p> <p><b>In alto mare. Paperelle, ecologia, Antropocene</b> di <b>Veronica Ronchi</b> 4 minuti di lettura</p>
--	--	--

8



**FEEMchannel**  
@FEEMchannel · 1170 iscritti · 558 video  
Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) is a leading international institute providing cross...altro ↕  
feem.it

Isritto ▾

Home Video Live Playlist 🔍

**Per te**

- The Reality Check** Corrado Augias 2024 03:06
- Enrico Mattei. Ribelle per amore *Backstage* 12:17
- The Reality Check** William Nordhaus 1:02:56

9



**EQUILIBRI MAGAZINE**  
RIVISTA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

**EM** **Equilibri Magazine**  
@equilibrimagazine3088 · 26 iscritti · 16 video  
Scopri di più su questo canale...altro ↕

Isritto ▾

Home Video Playlist 🔍

**Per te**

- SQUARDI SUL FUTURO Robert Mendelsohn Intervistato da Sergio Vergalli 48:09
- SQUARDI SUL FUTURO Richard Tol Intervistato da Sergio Vergalli 1:16:30
- SQUARDI SUL FUTURO Robert S. Pindyck Intervistato da Sergio Vergalli 31:19

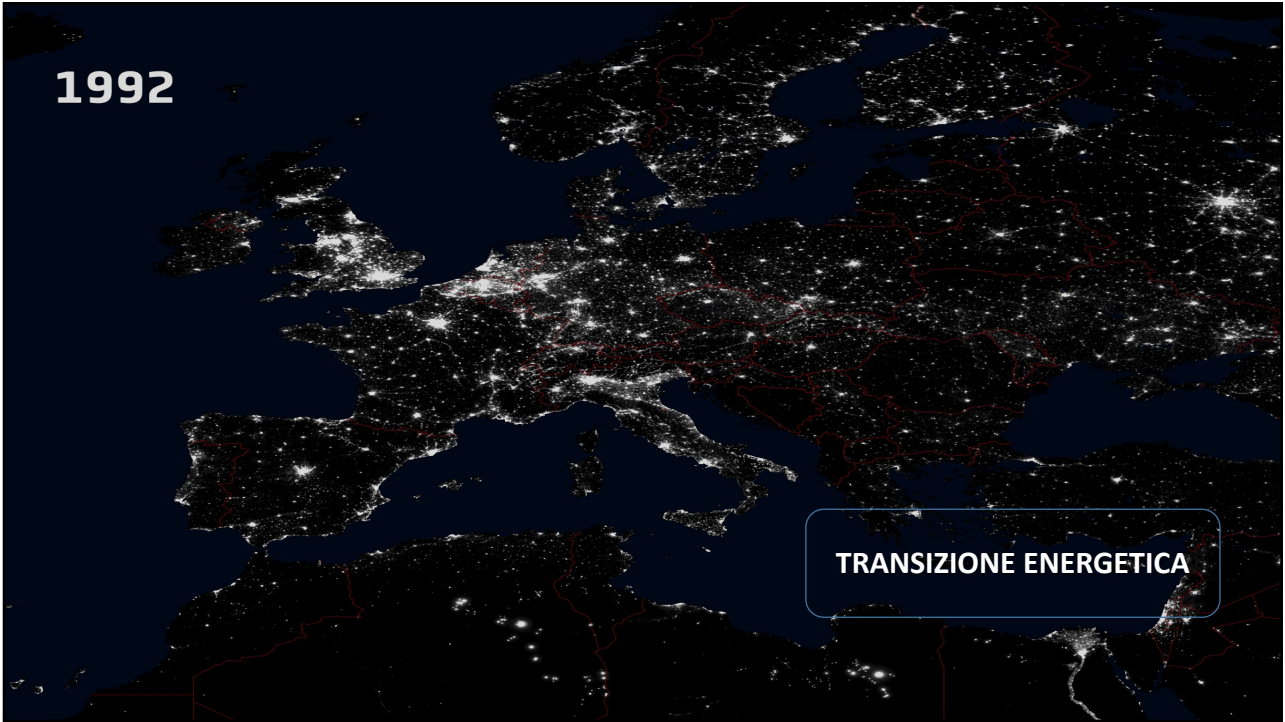
10



11



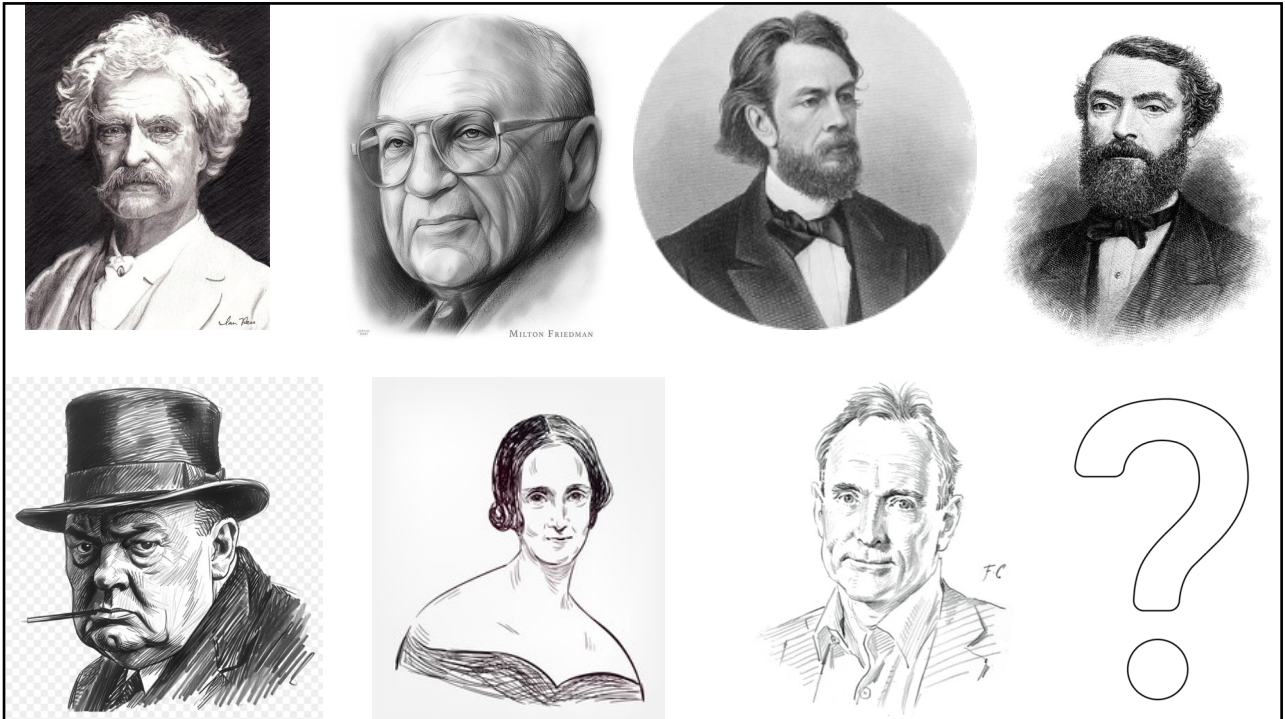
12



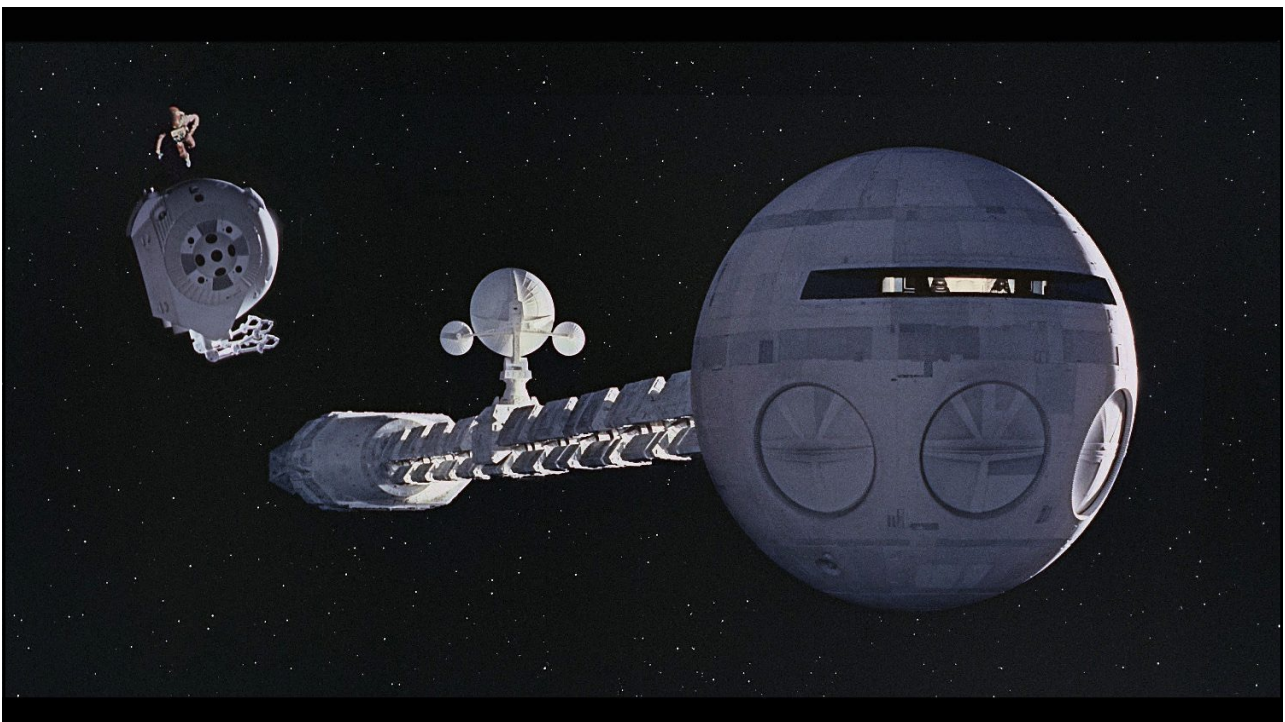
13



14



15



16



17



18



19



20



21



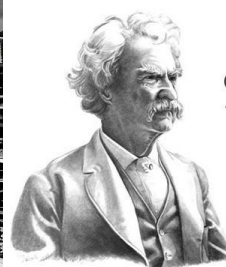
22



23



24



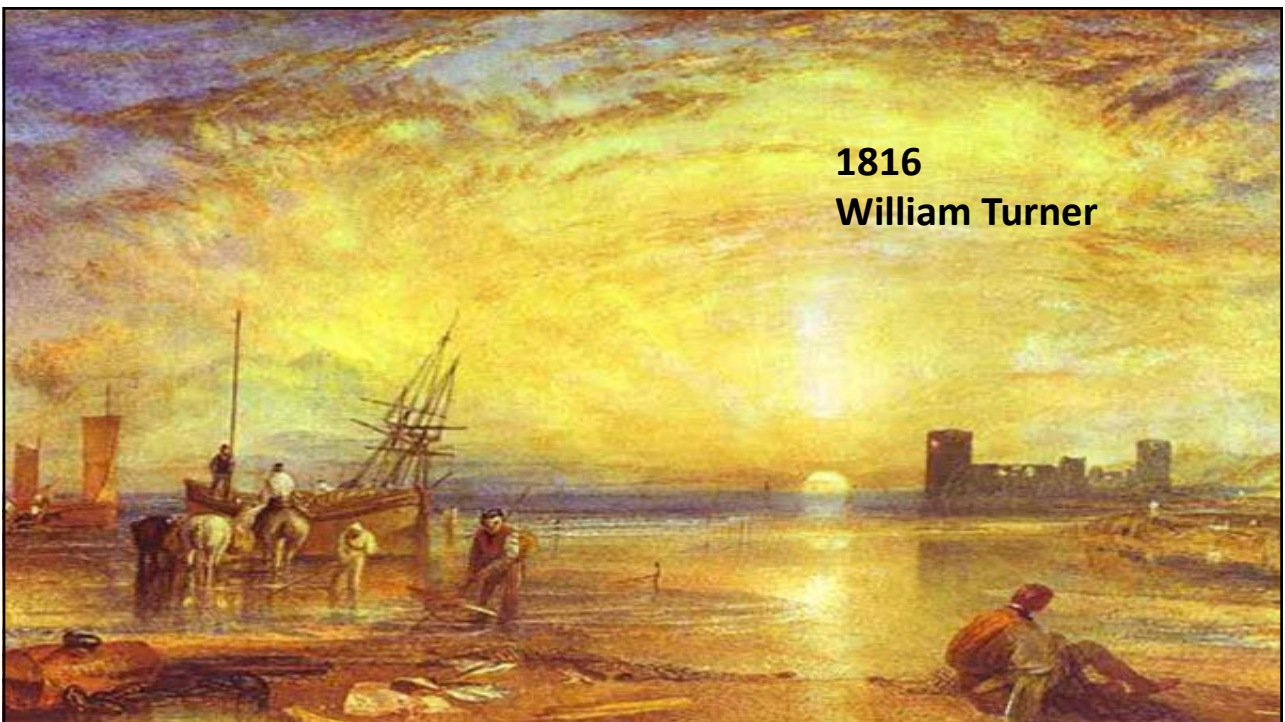
**History**  
doesn't repeat itself,  
but it does rhyme.

Mark Twain



**1815, 18 June  
Waterloo**

25



**1816  
William Turner**

26



27

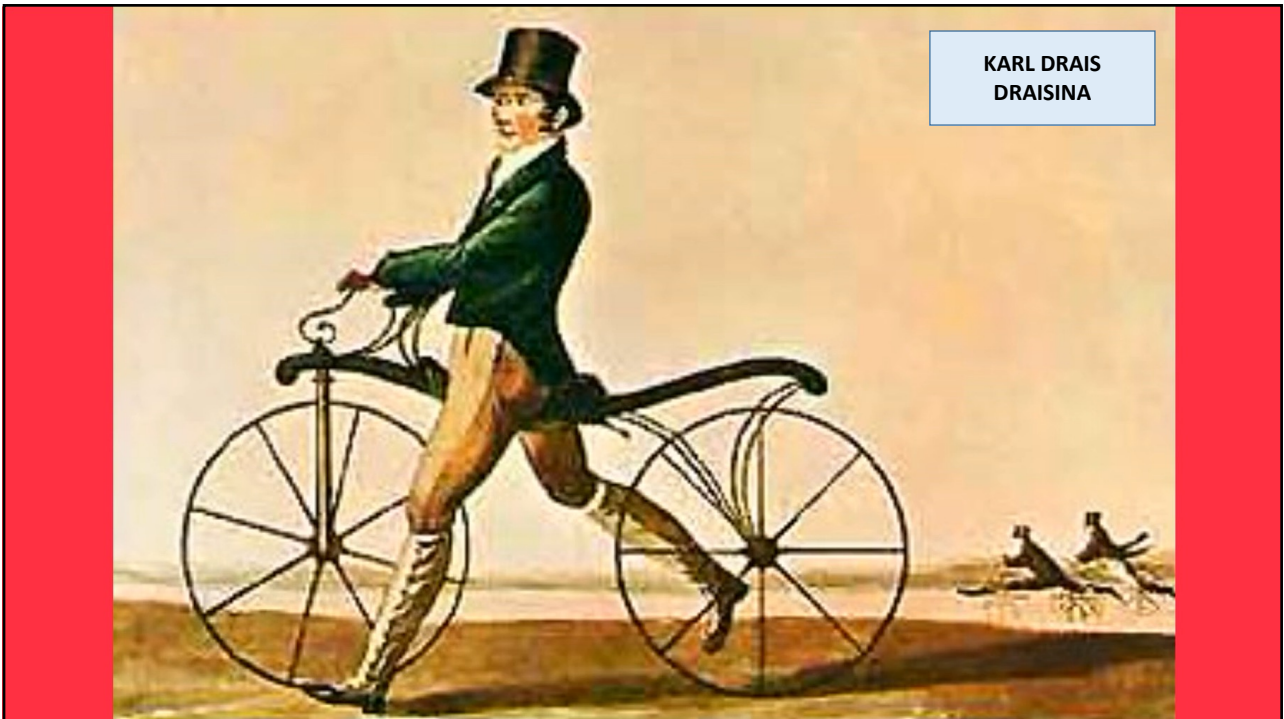


28



CARESTIA  
CRISI ECONOMICA  
COLERA

29



KARL DRAIS  
DRAISINA

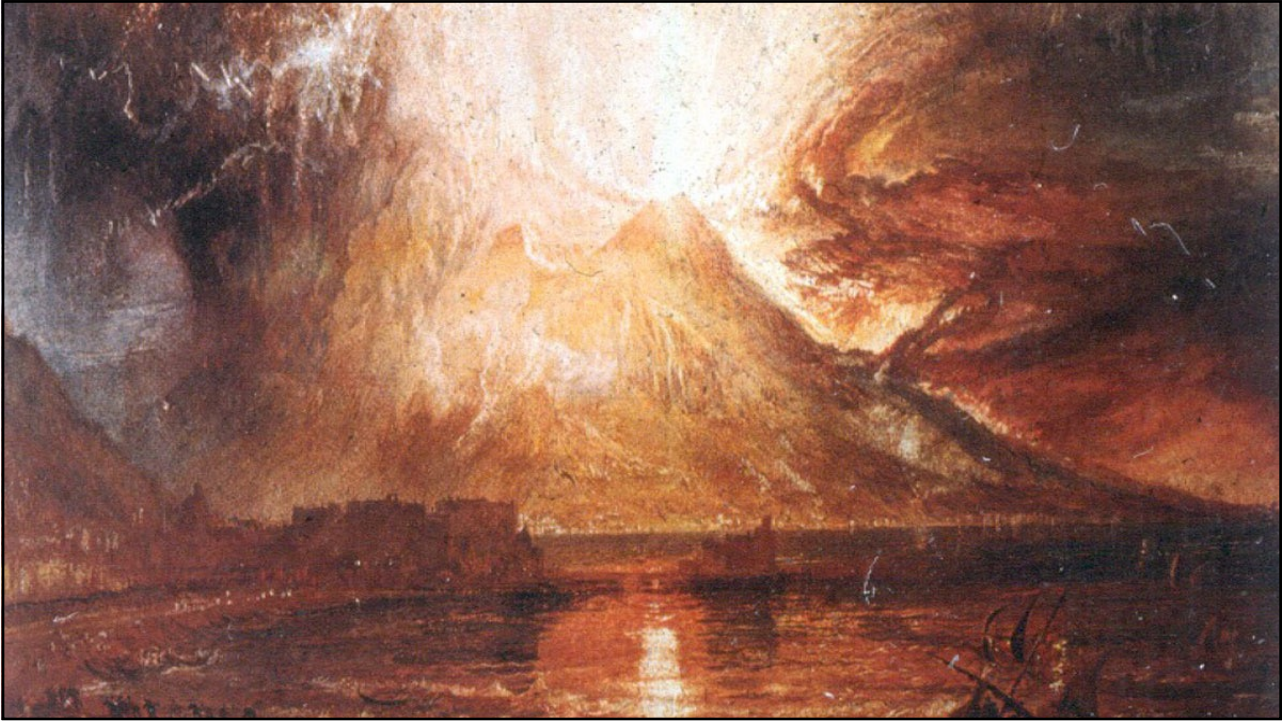
30



31



32



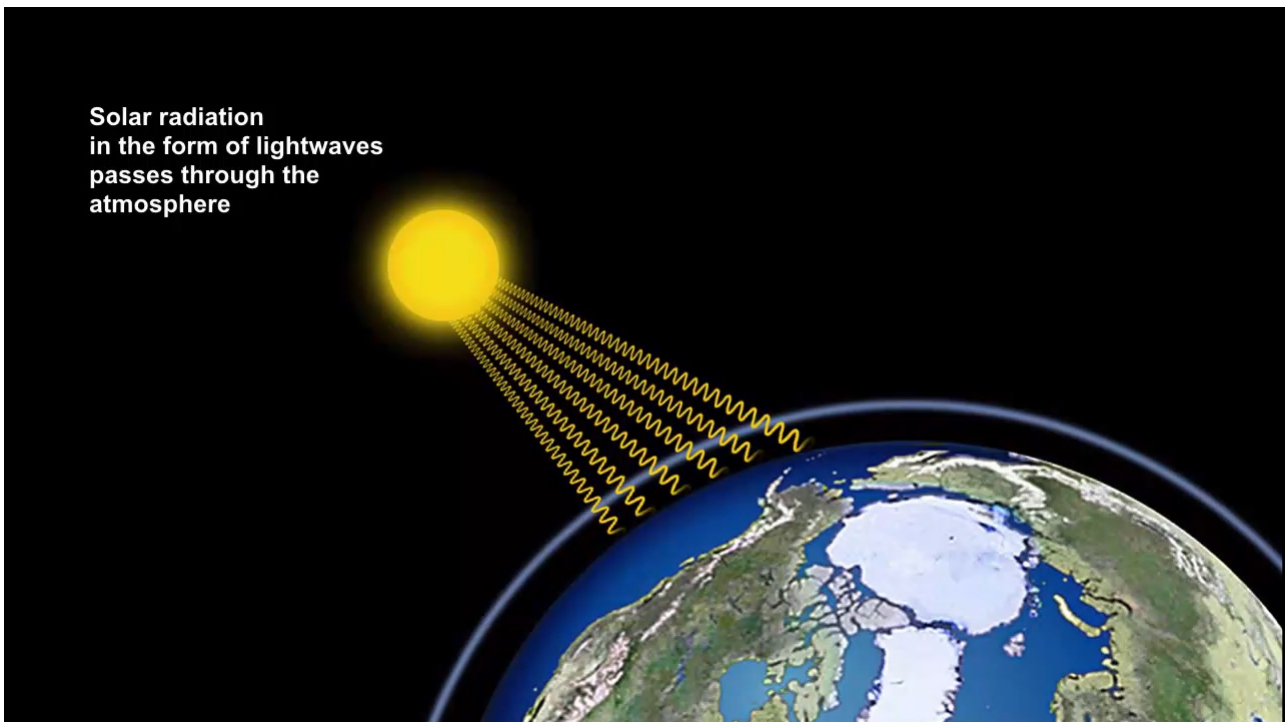
33



34



35



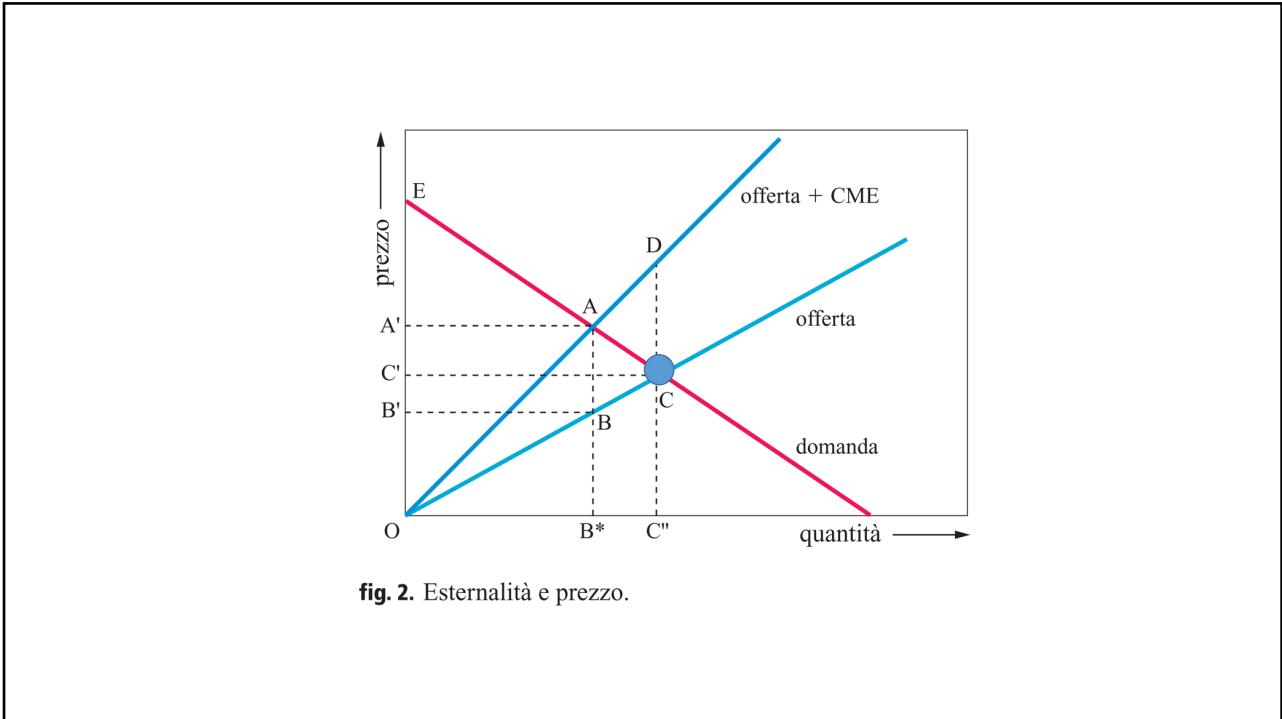
36



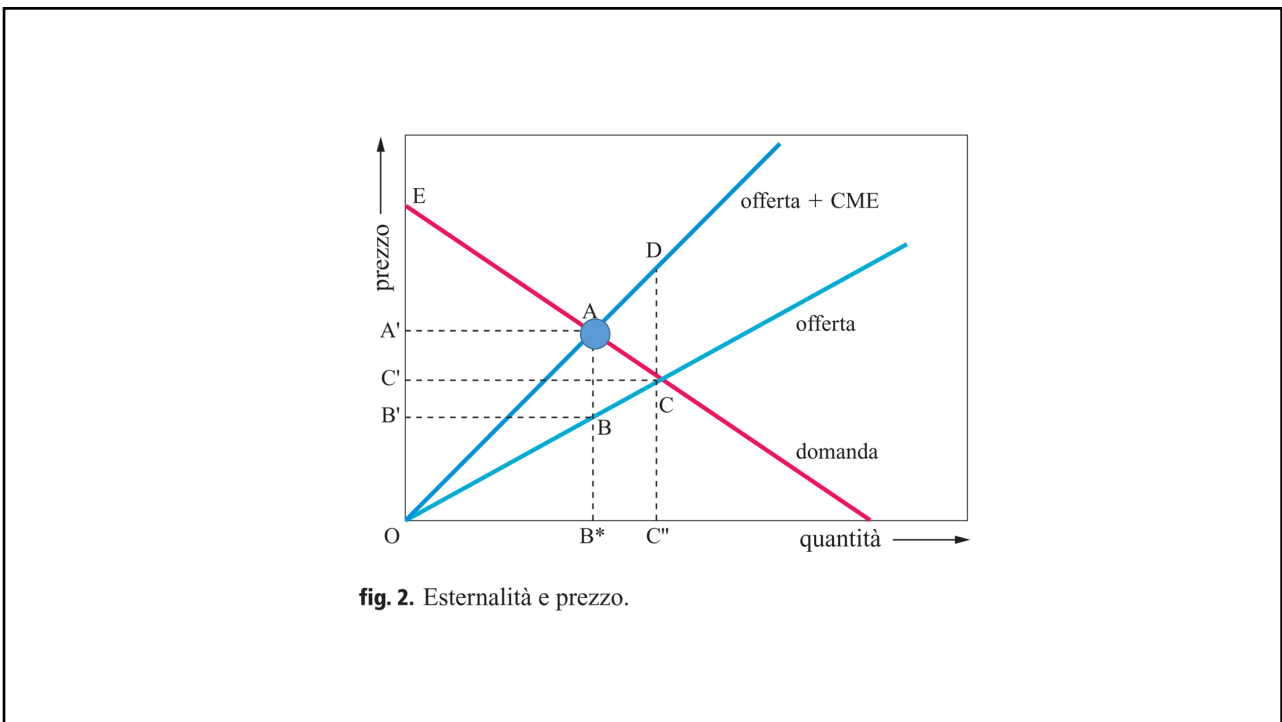
37



38



39

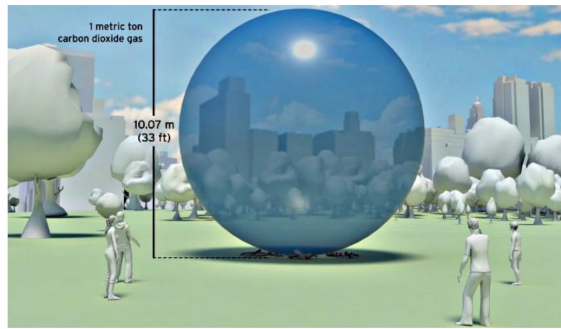


40

## Riscaldamento globale

Le concentrazioni di gas serra dipendono dalle emissioni legate alle attività di tutti i settori dell'economia (tCO<sub>2</sub>-eq - tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti) → una tonnellata di CO<sub>2</sub> è l'equivalente di una sfera di circa 10 metri di diametro

NEW YORK:  
2 tons per second  
54 million per year



41



42



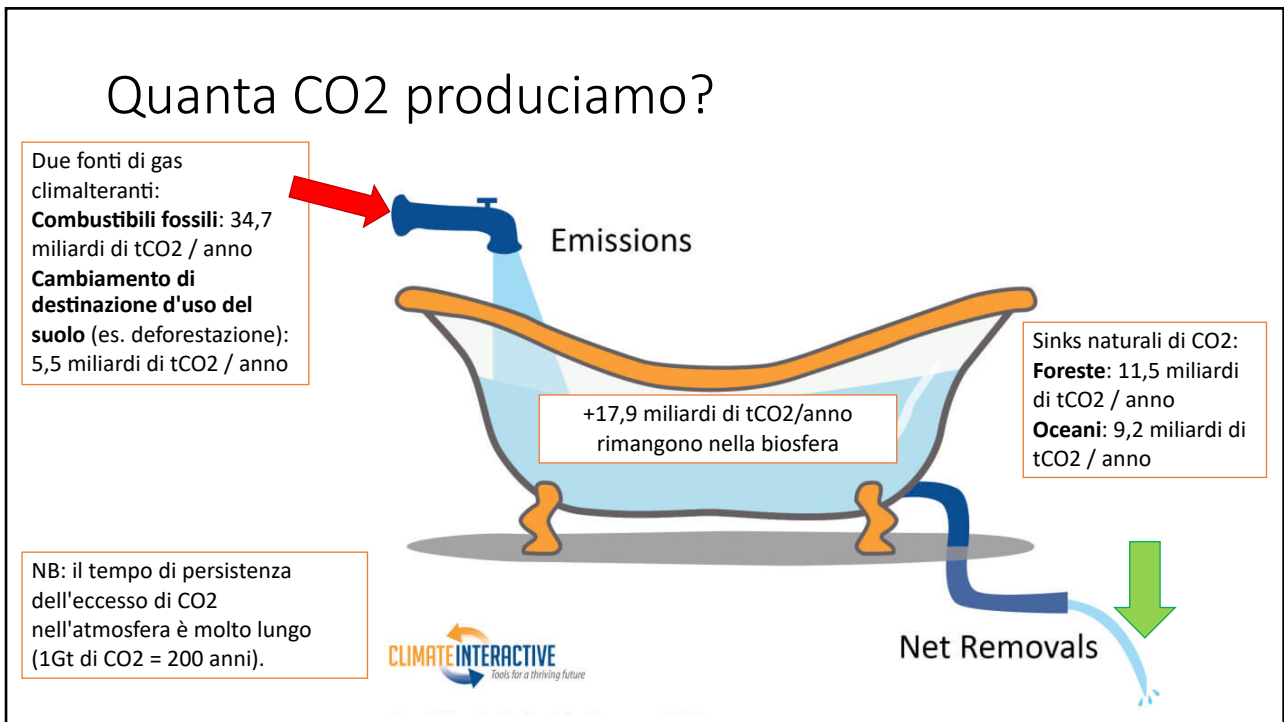
43



44



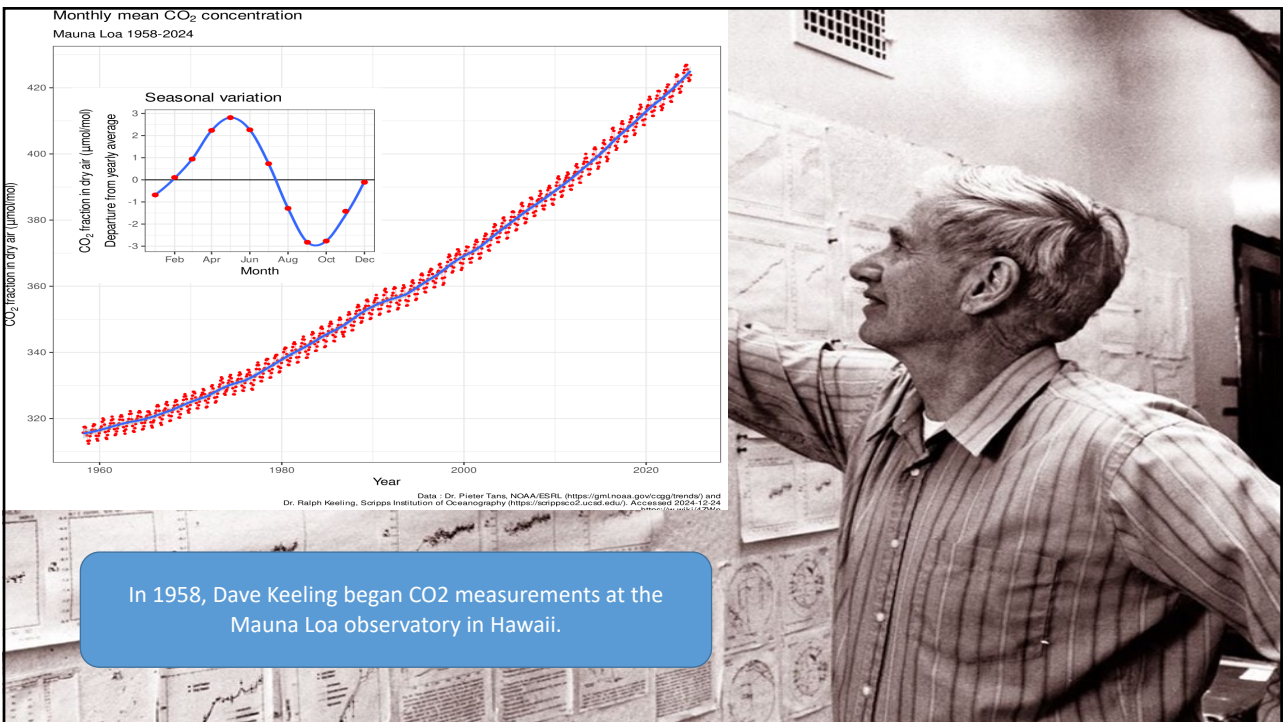
45



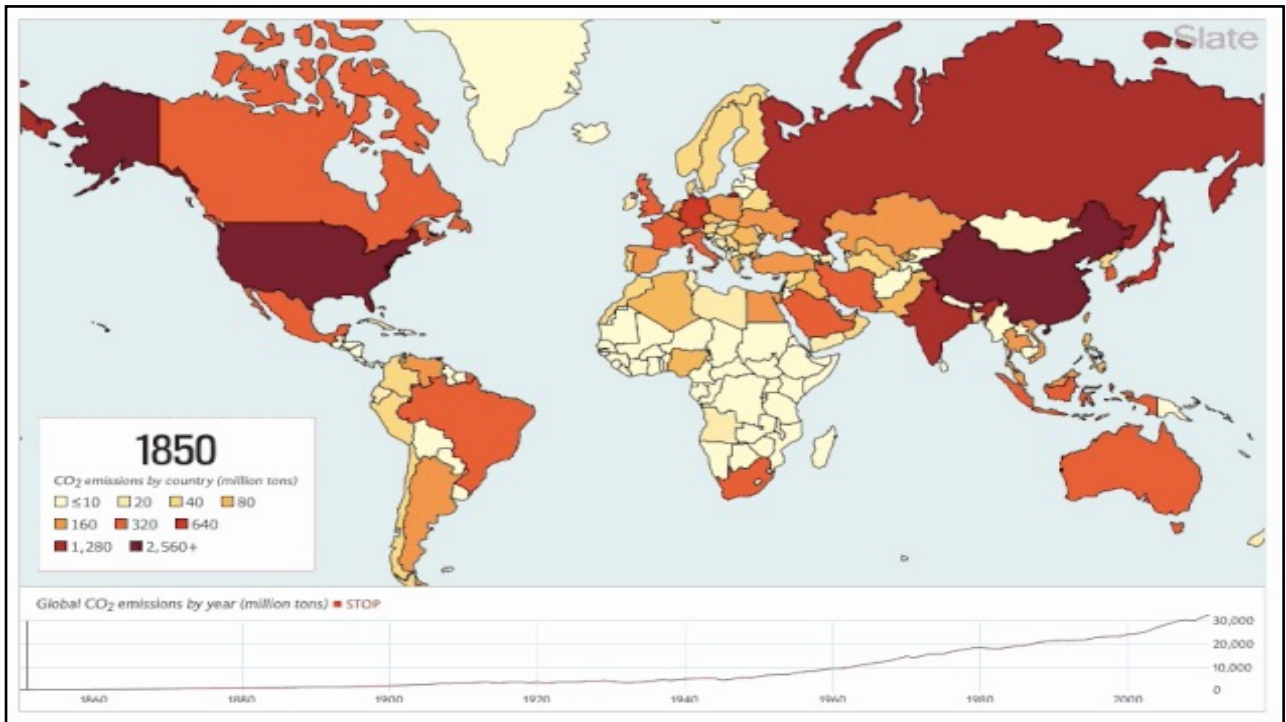
46



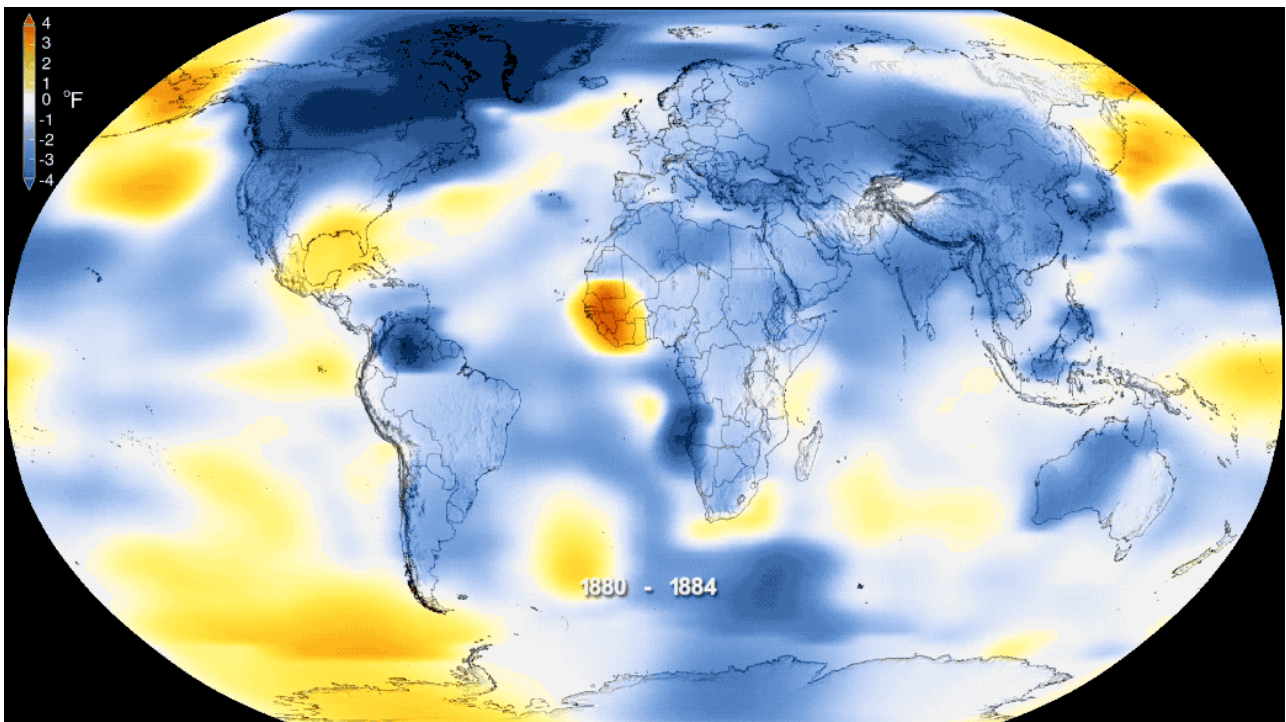
47



48



49



50



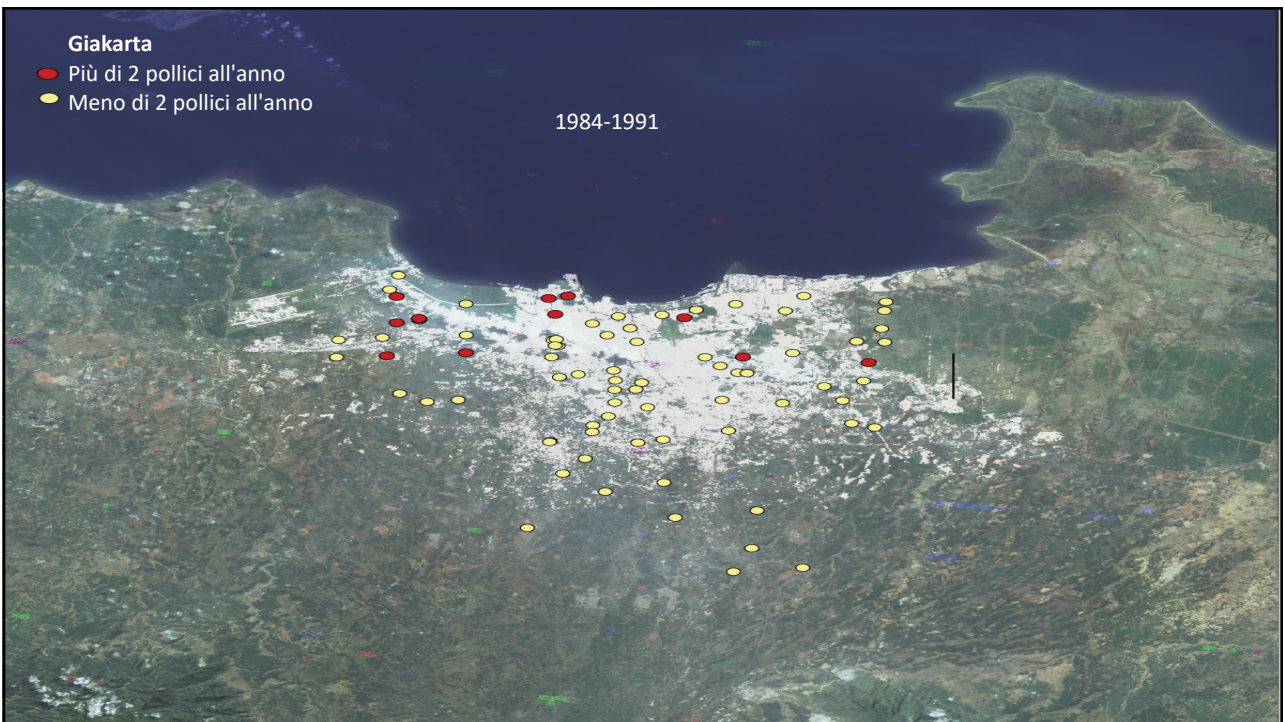
51



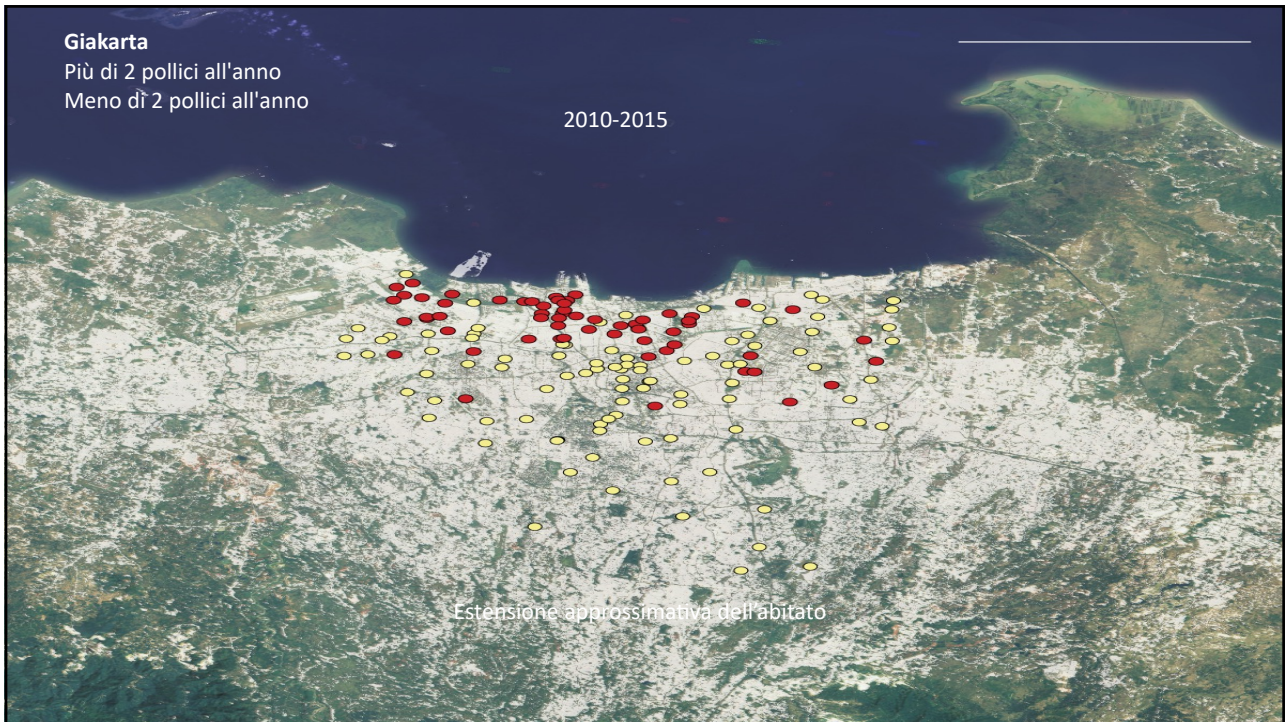
52



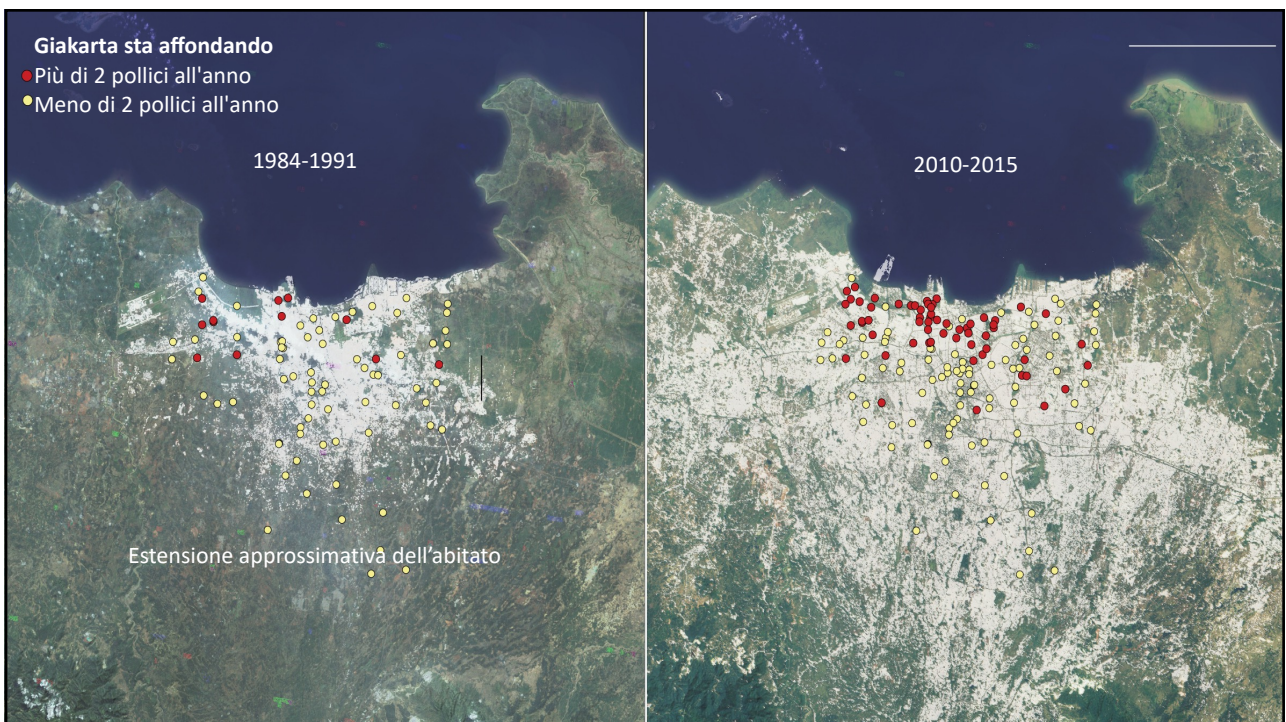
53



54



55



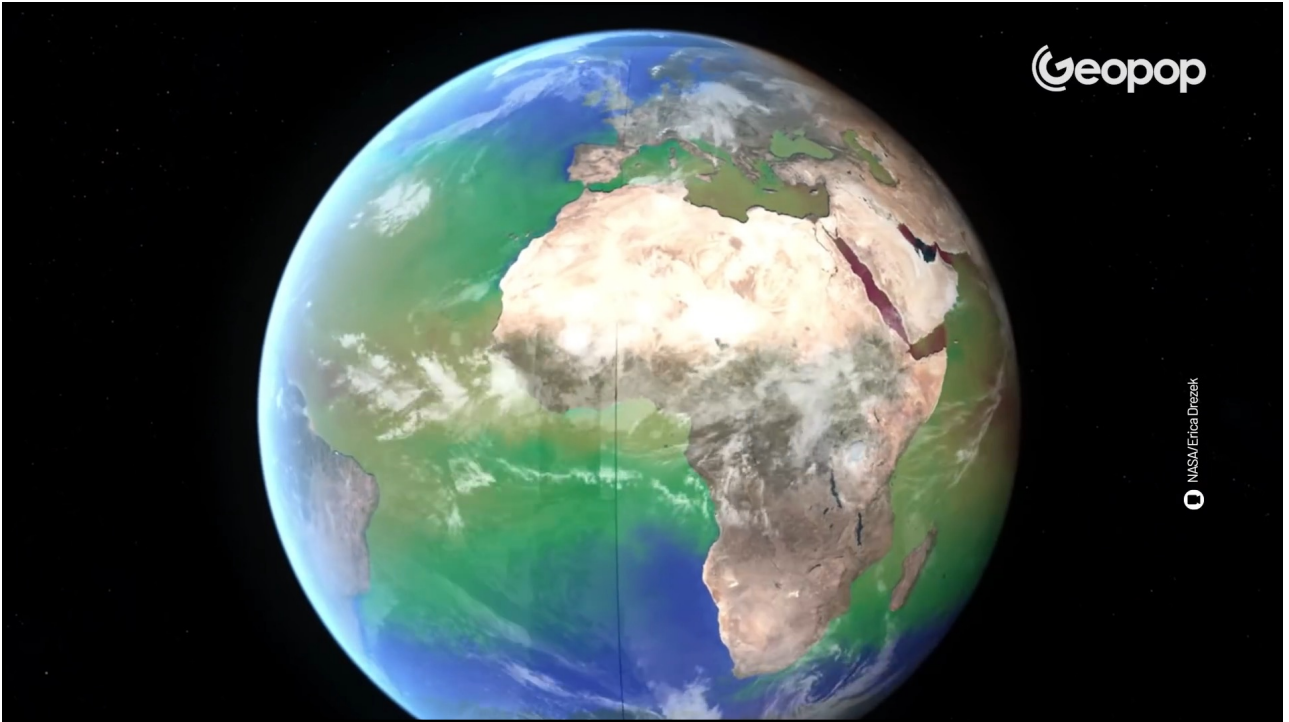
56



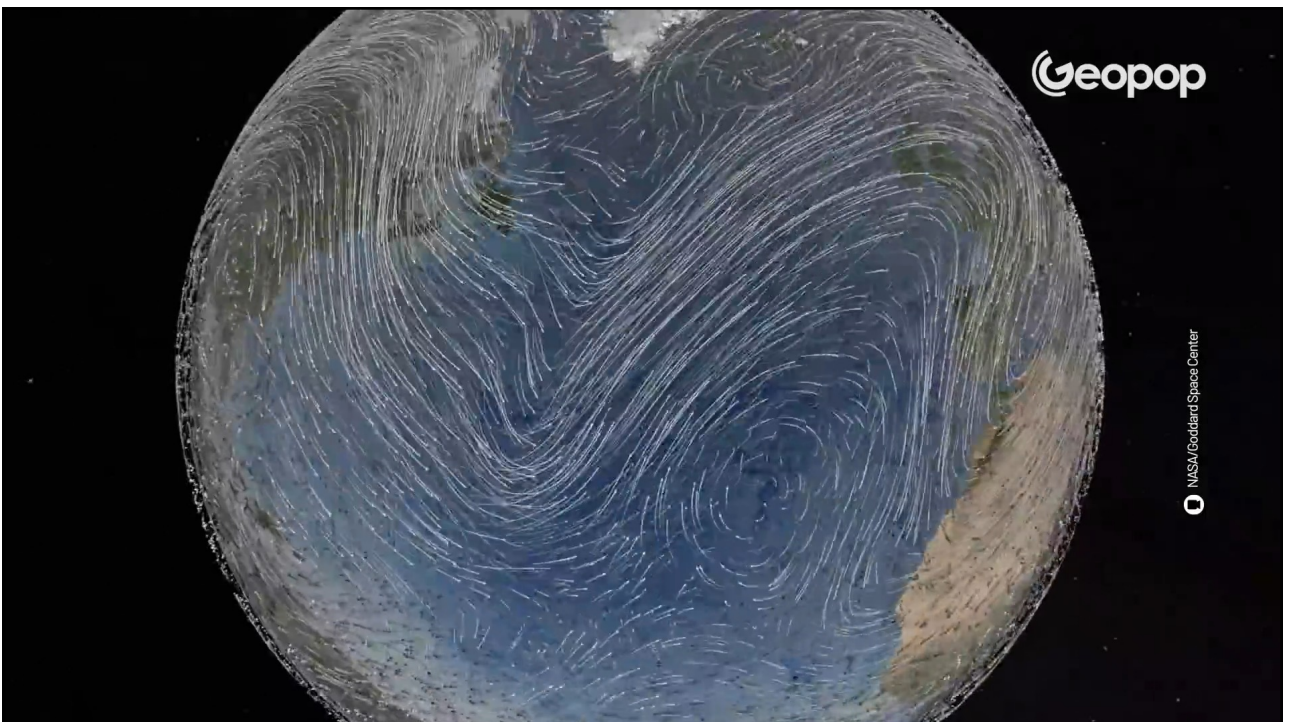
57



58



59



60

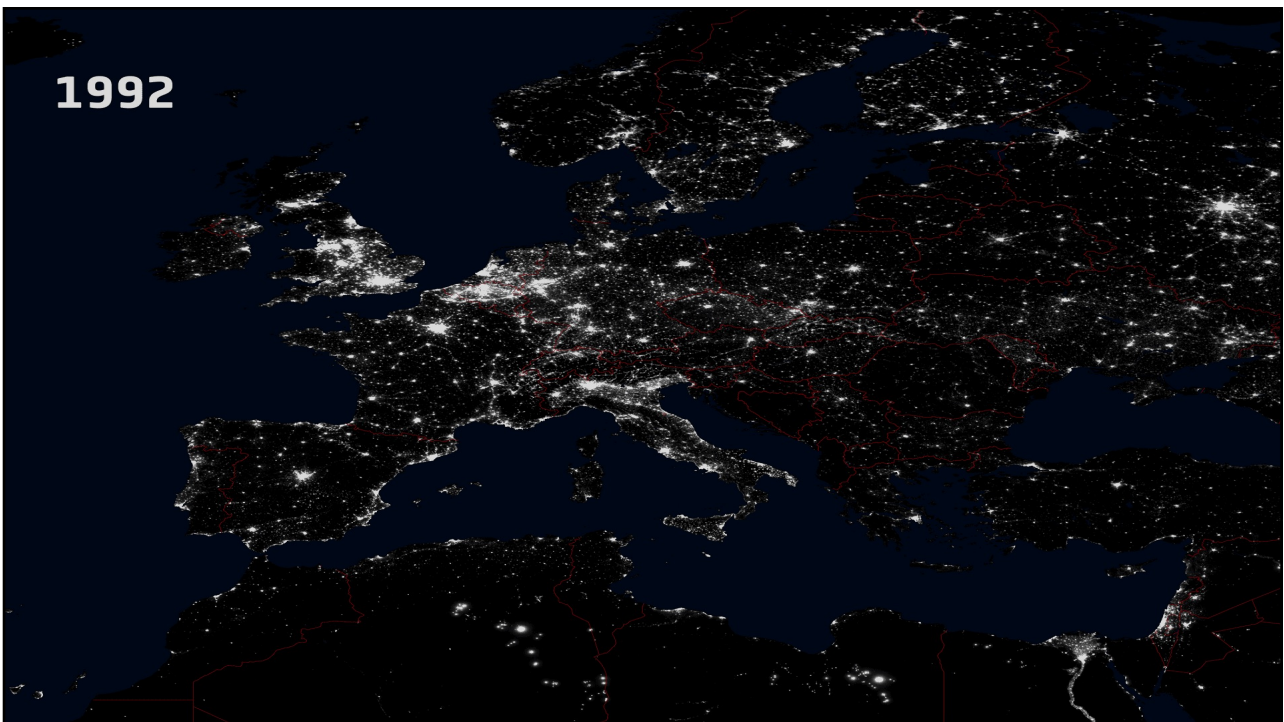


Transizione energetica  
(ed Economia)

Sergio Vergalli  
sergio.vergalli@unibs.it



61



62



**1**  
**IL DOMINIO DEL FUOCO**  
Circa un milione di anni fa, l'*Homo erectus* era in grado di controllare il fuoco: lo testimoniano i reperti rinvenuti nel 2012 nella grotta di Wonderwerk, in Sudafrica.

**2**  
**LA RIVOLUZIONE AGRICOLA**  
Durante il neolitico, l'uomo comincia a sfruttare la forza degli animali. Nella foto, pittura rupestre raffigurante delle mucche, Laas Geel, Somalia.

**3**  
**I MOTORI MECCANICI**  
La terza transizione energetica vede l'utilizzo di motori primari dall'antichità fino al XVII secolo. Nella foto, un mulino ad acqua, 1200 circa, Lower Slaughter, Inghilterra.

?

63



64

## IL PROBLEMA

## Le miniere di carbone si allagano



### Acque sotterranee

Scavando sempre più in profondità, le miniere vengono invase dalle falde acquifere.



### Metodi obsoleti

Secchi trascinati da animali, mulini a vento e ad acqua: sistemi lenti, costosi e insufficienti.



### Crisi di produzione

Le miniere si fermano: meno carbone estratto, prezzi alle stelle, industrie in stallo.

65

## PERSONAGGIO 1 · 1698

## Thomas Savery

*Ingegnere militare inglese (1650–1715)*



- Prima pompa a vapore funzionante: brevettata nel 1698
- Nessun pistone: sfrutta pressione e condensazione del vapore
- Progettata per aspirare l'acqua dal fondo delle miniere
- Problema: alta pressione → rischio di esplosioni
- Apre la strada alle macchine successive

**"Una nuova invenzione  
per sollevare acqua con la  
forza del fuoco"**

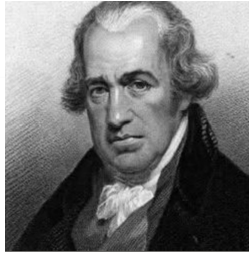
Brevetto n° 356  
Thomas Savery, 1698

66

PERSONAGGIO 2 · 1712

# Thomas Newcomen

Fabbro e predicatore inglese (1663–1729) ·  
«Padre della Rivoluzione Industriale»



## L'innovazione

- Prima macchina con pistone: usata il 1712 in una miniera a Dudley.
- Vapore a bassa pressione → meno rischi rispetto a Savery.
- Prima trasformazione di energia chimica (carbone) in energia meccanica.

## Il limite

- Rendimento termodinamico molto basso.
- Il cilindro si raffredda e riscalda continuamente → enorme spreco di carbone.
- Serviva qualcuno che risolvesse il problema dell'efficienza.

67

PERSONAGGIO 3 · 1765–1781

# James Watt

Ingegnere scozzese (1736–1819) · L'inventore che cambiò il mondo

## 1765- 1769

### Il condensatore separato

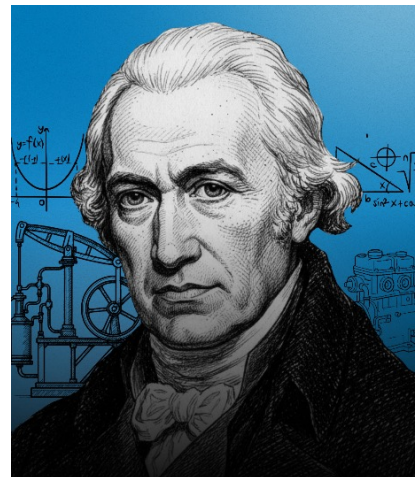
Watt separa la condensazione dal cilindro. Il cilindro rimane sempre caldo → meno carbone consumato, più efficienza.

Brevetto ufficiale della macchina a vapore migliorata. Rivoluzione nell'industria tessile e mineraria.

## 1781

### Moto rotatorio

Brevetto del rotismo epicicloidale: trasforma il moto alternativo in rotatorio. Apre la via a ogni tipo di macchina.



68

IL MOTORE ECONOMICO

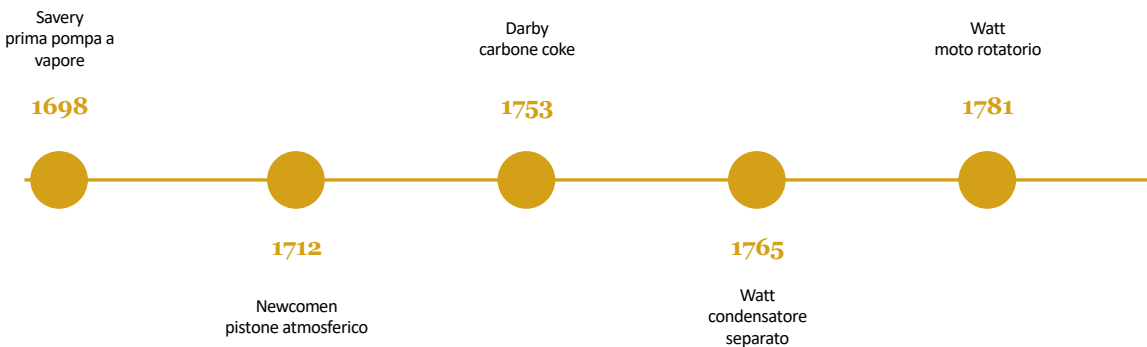
# Il circolo virtuoso del carbone



Il carbone non fu solo combustibile: fu il catalizzatore dell'intera economia industriale.

69

SINTESI CRONOLOGICA



70

## IMPATTO ECONOMICO

## Cosa cambiò davvero?

1760–1840

Prima Rivoluzione Industriale



## Produttività

La forza meccanica sostituisce quella animale.  
Output industriale +400% in meno di un secolo.



## Trasporti

Nasce la ferrovia. Merci e persone si spostano a costi drasticamente ridotti, unificando i mercati.



## Urbanizzazione

Le campagne si svuotano. Manchester passa da 20.000 a 300.000 abitanti in 60 anni.



## Nuovo capitalismo

Emerge il capitalismo industriale: imprenditori, operai salariati, mercati di massa e concorrenza globale.

71

## EREDITÀ DI JAMES WATT

W

## 1 Watt = 1 Joule al secondo

*Potenza = Energia trasferita nell'unità di tempo*



## Watt inventa il "cavallo vapore"

Per vendere le sue macchine, Watt introduce nel 1782 il concetto di «horsepower» (HP): la potenza di un cavallo. Serviva un linguaggio comprensibile per i clienti.



## La scienza lo onora

Nel 1882 la British Science Association battezza il watt (W) come unità di potenza, in suo onore, per i contributi alla termodinamica e alla meccanica.



## Tutto usa i watt oggi

Lampadine, motori elettrici, smartphone, centrali: ogni misura di potenza — elettrica o meccanica — porta il nome di Watt. 1 HP ≈ 746 W.

72