



1. L'energia nella storia umana

2. L'era dei combustibili

3. L'elettricità, energia moderna

4. Il nucleare sembrava la soluzione

5. La povertà energetica

6. I limiti dello sviluppo

7. Capire il cambiamento del clima

8. Le risorse per il futuro: rinnovabili e altro

9. Quante emissioni possiamo permetterci

10. Lo sviluppo sostenibile

11. Consumatori e servizio pubblico

8.1 Fonti di energia rinnovabili, vecchie e nuove

- **Biomasse**
 - Combustione per calore, elettricità, cogenerazione e teleriscaldamento
 - Trasformazione in etanolo, biogas
- **Geotermia:** calore, elettricità
 - Naturale, stimolata con iniezioni
- **Idraulica e idroelettricità:**
 - Cadute d'acqua, acqua fluente: energia meccanica, idroelettrica
 - Bacini e pompaggi
- **Solare (risorsa praticamente illimitata)**
 - Calore (pannelli termici)
 - Termodinamico per elettricità (recupero del calore)
 - Fotovoltaico: evoluzione delle celle, parchi o pannelli sparsi
- **Eolica**
 - Parchi, piattaforme in mare (offshore), alta quota
- **Moto ondoso, maree e correnti marine**

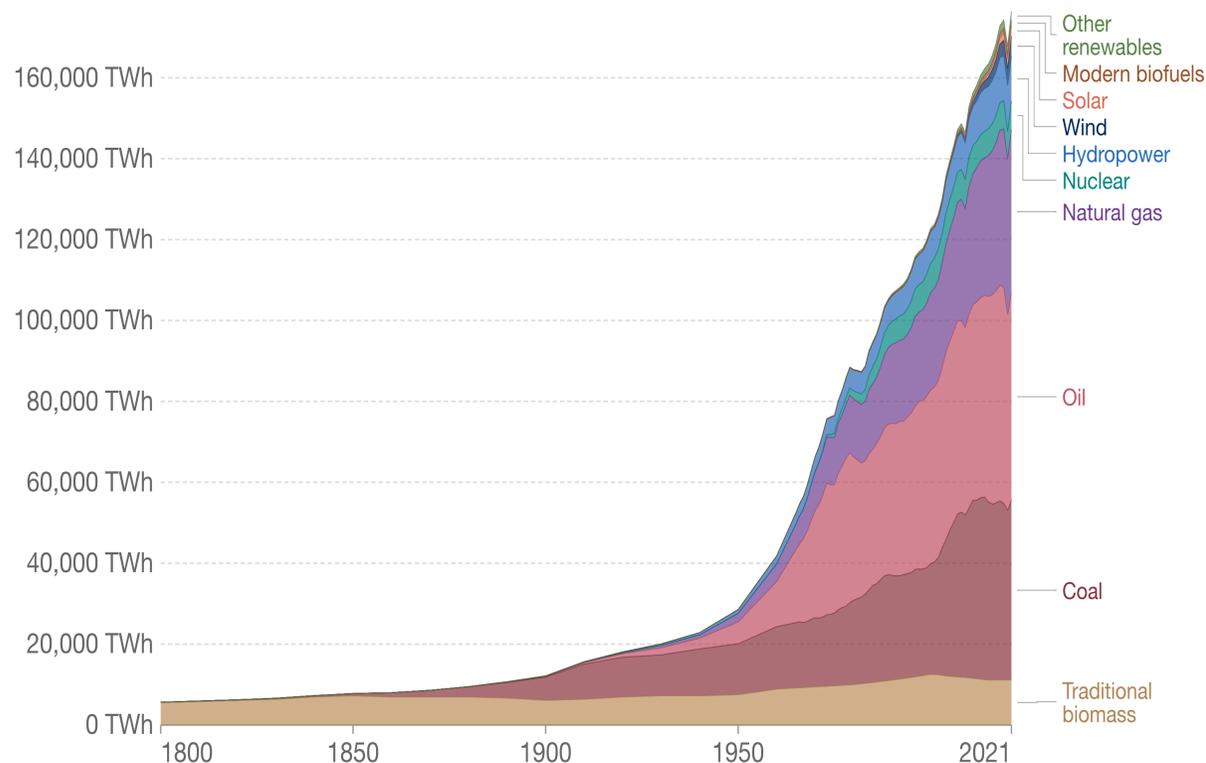
Tra gli usi anche:
dissalazione
idrogeno

8.2 le nuove rinnovabili nel mondo: svolta col millennio ma nel 2021 sono ancora il 2,5% dell'energia mondiale

Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World in Data

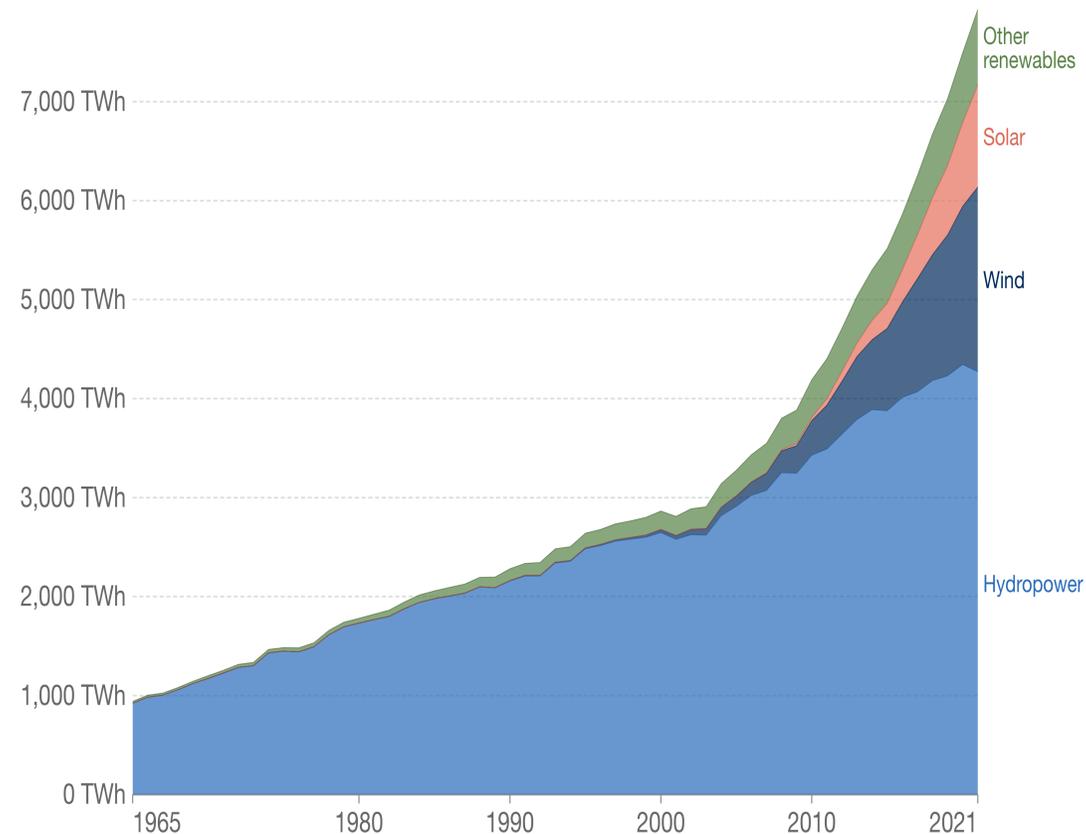


Source: Our World in Data based on Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Renewable energy generation, World

Our World in Data



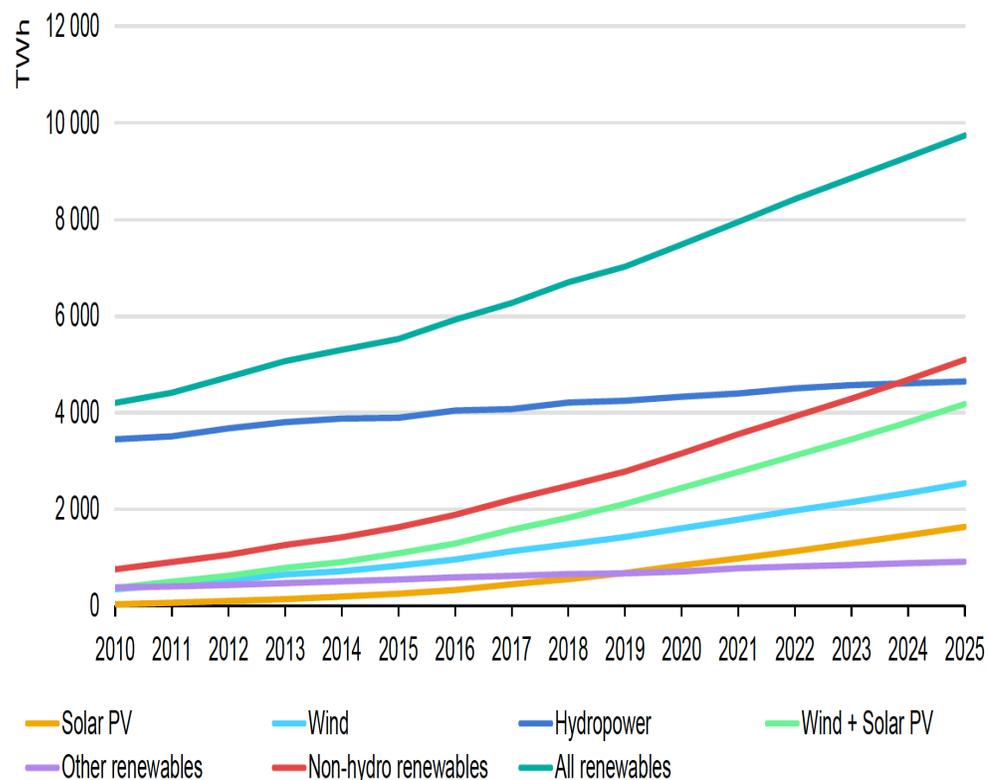
Source: BP Statistical Review of Global Energy

OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Note: 'Other renewables' refers to renewable sources including geothermal, biomass, waste, wave and tidal. Traditional biomass is not included.

8.3 le nuove rinnovabili nel mondo crescono in fretta

Figure 2.5 Renewable electricity generation by technology, 2010-25



IEA. All rights reserved.

2010-2025: le rinnovabili elettriche crescono del 250%

La crescita attuale copre tutto l'incremento della domanda elettrica mondiale

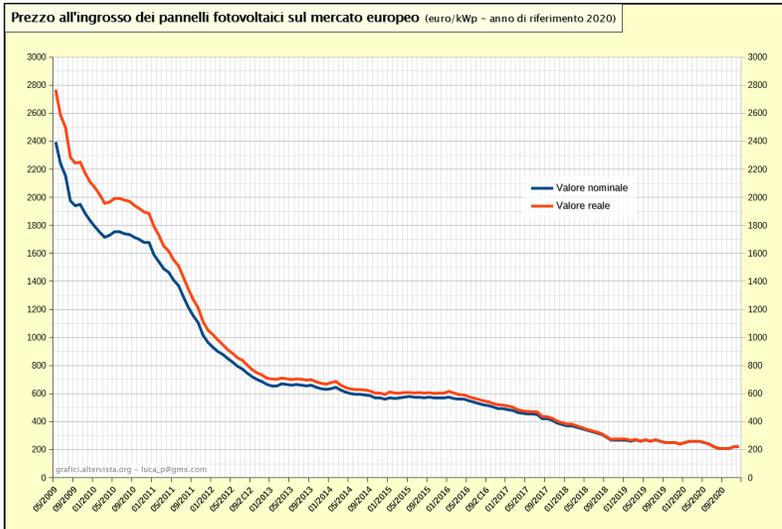
Nel 2025 le rinnovabili saranno la principale fonte per la generazione elettrica con il 33%, superando il carbone

È tanto o poco?

8.4 diminuisce il costo

Prezzo ingrosso pannelli PV Europa

2009	€/KWp	2.800
2020	€/KWp	200



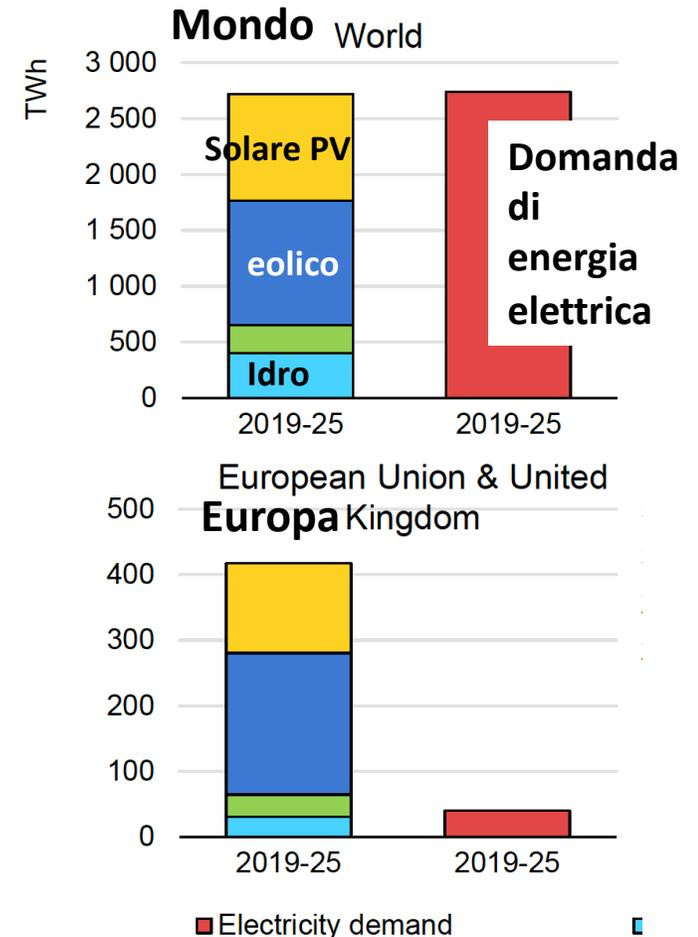
Oltre ogni previsione la riduzione del prezzo dei pannelli

Oggi il fotovoltaico è competitivo, a condizione che si possa rimediare all'intermittenza

Autorizzazioni necessarie ma lente

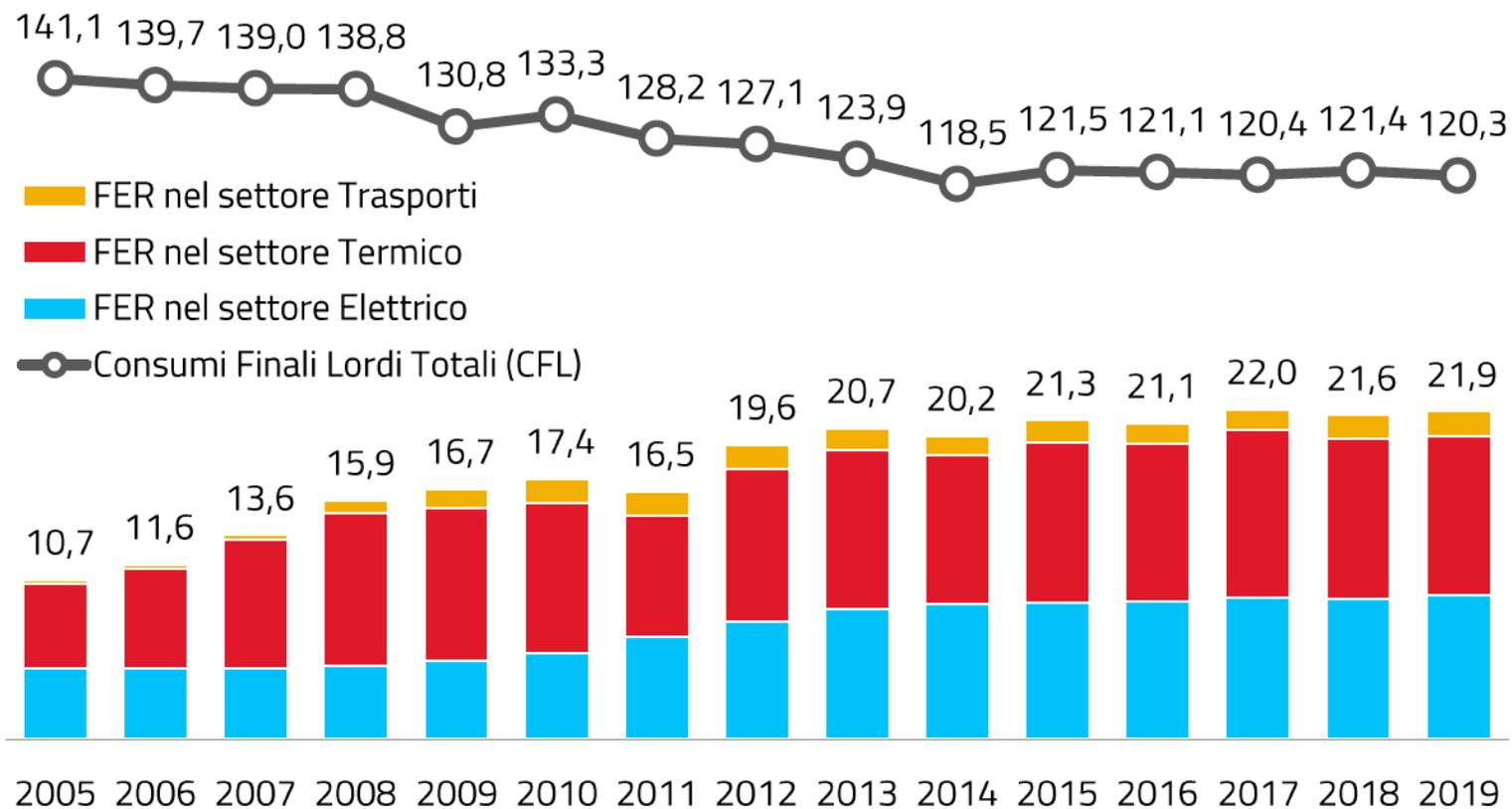
Problema già di oggi, destinato a crescere

2019-2025



8.5 le rinnovabili in Italia

Consumi di energia da FER per settore e consumi finali lordi (Mtep)



- La linea nera è 6 volte più alta degli istogrammi
- Effetto incentivi tra 2008-11 e 2012-14
- Nel termico prevalenti le biomasse, crescono le pompe di calore

8.6 incentivare le rinnovabili

a. Sussidi agli investimenti

b. Sostegno all'energia prodotta

- acquisto garantito a prezzo remunerativo
 - se il costo scende, anche la tariffa scende?
 - obblighi (ai venditori, a chi edifica)
 - scelta dei consumatori
-
- **Priorità nel dispacciamento**

Tassare le fonti fossili

8.7 Intermittenza e rimedi

Non abbiamo precedenti di sistemi elettrici dominati dalle fonti intermittenti

Rimedi :

- Accumuli locali (batterie, pompaggi idro, o altro)
- Grandi aree facilitano compensazioni (rete adeguata)
- Comportamenti compensativi dei consumatori

8.8 gli altri strumenti per la decarbonizzazione

- **Consumare meno senza perdere benessere: efficienza energetica**
 - negli edifici
 - nei motori
- **Catturare la CO₂ dall'atmosfera**
 - con la vegetazione: riforestare (ma ancora si deforesta)
 - con sistemi industriali