

Università di Parma – Anno Accademico 2024-2025

Corso di cambiamenti climatici

Prof. Stefano Caserini

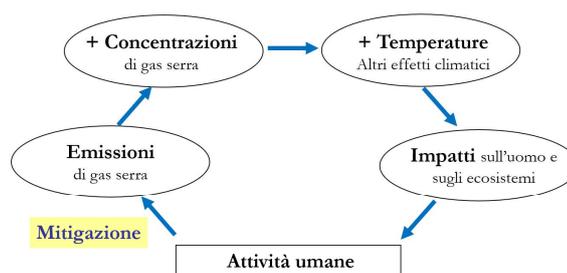
La mitigazione del cambiamento climatico

...Eravamo allo stremo delle forze quando nonno Celso sentenziò che l'unico che poteva salvarci era Ufiziéina. Ufiziéina era un meccanico che sapeva riparare tutto, da una gru idraulica a un biberon, e non c'era a memoria di sompazzese un guasto che l'avesse messo in difficoltà. Gli spiegammo il problema: e cioè che c'era da riparare nientemeno che il tempo. Ufiziéina ci pensa un pò su e poi disse: «Se è rotto s'aggiusta». Studiò la situazione, prese un cric, due pezzi di copertone, del mastice e una pompa, e sparì all'orizzonte...

Stefano Benni

(da «L'anno del tempo matto», Il racconto del primo uomo col cappello. In «Il Bar sotto il mare», 1987)

Mitigazione dei cambiamenti climatici



Mitigazione
*intervento umano per ridurre le
 emissioni o aumentare gli
 assorbimenti di gas serra*

Mitigazione:

- 1. Ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera**
- 2. Rimuovere gas serra già presenti nell'atmosfera**

La mitigazione dei cambiamenti climatici in 10 punti condivisi

1. Molti sono le azioni di mitigazione possibili, in molti settori.
2. L'energia solare e eolica hanno un ruolo cruciale
3. Sarà necessario accumulare tanta energia
4. L'aumento dell'efficienza energetica deve riguardare tutti i settori
5. È possibile costruire un sistema energetico che non usa combustibili fossili
6. Sono possibili diverse «ricette» a seconda del contesto
7. Dopo la decarbonizzazione, c'è una seconda parte del lavoro
8. Le diete alimentari hanno un ruolo importante
9. È necessaria una transizione di sistema e non piccoli aggiustamenti
10. La fattibilità ha diverse dimensioni

Molti sono le azioni di mitigazione possibili, in molti settori

Principali categorie di azioni per ridurre le emissioni

- Risparmio energetico
- Efficienza energetica
- Produzione energia non fossile
- Cattura di CO₂ dai fumi e stoccaggio (CCS)
- Modifica diete alimentari e attività agricole (CH₄, N₂O)
- Altre azioni più o meno importanti

Risparmio energetico

Finché si utilizzano combustibili fossili, risparmiare energia contribuisce a ridurre le emissioni perché riduce **la domanda** di combustibili fossili.

Il risparmio energetico può essere ottenuto con una riduzione dell'attività che origina il consumo (es. spegnimento di illuminazione inutile) o con un aumento dell'efficienza (es. uso di una lampadina più efficiente).

I confini fra il risparmio energetico e l'incremento dell'efficienza non sono sempre ben definiti, in quanto un'azione di efficientamento energetico comporta un risparmio di energia.

PRO: il risparmio energetico ha molti co-benefici (es. risparmio economico)

CONTRO: il reale effetto del risparmio energetico è spesso sovrastimato

Efficienza energetica

La conversione dell'energia comporta inevitabilmente una perdita (secondo principio della termodinamica: «è impossibile realizzare una macchina termica il cui rendimento sia pari al 100%.»): minore è la perdita, maggiore è l'efficienza.

Esempi:

- trasformo l'energia contenuta nel gas in elettricità
- trasformo l'energia contenuta nel gas in calore
- trasformo l'energia contenuta nella benzina in energia di movimento

Le misure di efficienza energetica sono interventi, pratiche e tecnologie adottate per ridurre il consumo di energia, aumentando le prestazioni del sistema (veicolo, edificio, processo industriale). L'obiettivo principale è ottenere lo stesso livello di servizio con una minore quantità di energia, riducendo così l'impatto ambientale, i costi energetici e le emissioni di gas serra.

PRO: ha molti co-benefici

CONTRO: richiede investimenti iniziali; c'è un limite all'aumento di efficienza

Produzione energia non fossile

- Energia eolica
- Energia solare (fotovoltaica, termica e a concentrazione)
- Energia da biomasse
- Energia idroelettrica
- Energia geotermica
- Energia da moto ondoso o dalle maree
- Energia nucleare: non usa combustibili fossili

Alcune forme di energia rinnovabile sono molto antiche (es. biomasse, idroelettrico), altre più recenti (es. fotovoltaica)

PRO: grande risparmio di gas serra; bassi impatti ambientali se confrontati con quelli delle fonti fossili; vantaggi economici

CONTRO: ci sono alcuni impatti residui: paesaggistico, materiali (es. minerali) utilizzati e recupero o smaltimento dei rifiuti, energia necessaria per la costruzione; non programmabilità e intermittenza della sorgente

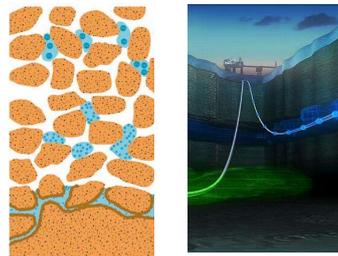
Cattura di CO₂ dai fumi e stoccaggio del carbonio

(Carbon Capture and Storage – CCS)

cattura di CO₂ dalle sorgenti di emissione, successivo trasporto stoccaggio sicuro e permanente

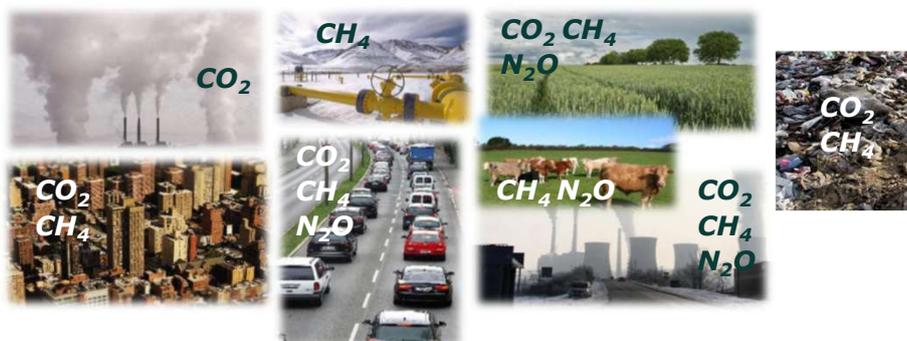
Utilizzi previsti:

- centrali termoelettriche a carbone e gas ?
- produzione cemento e calce
- industria siderurgica (es. produzione acciaio)
- industria della carta
- industria chimica



- I costi energetici ed economici sono elevati
- La difficoltà dello stoccaggio è stata sottovalutata
- È improbabile che il costo del CCS potrà rendere competitiva la produzione di elettricità in centrali termoelettriche a carbone o gas, che già senza CCS soffrono la competitività dell'energia solare e eolica. Il CCS potrebbe trovare applicazione nei settori «hard to abate»: produzione di cemento, calce, acciaio, vetro, industria chimica
- C'è interesse del mondo industriale (~40 impianti esistenti/ in costruzione/ in progetto)

Modifica diete alimentari e attività agricole (CH₄, N₂O)



Le emissioni di CH₄ derivano tipicamente da attività agricole (es. gestioni liquami) e allevamenti, in particolare di ruminanti

Ci sono importanti emissioni di CH₄ «fuggitive» dall'estrazione dei combustibili fossili e dalla loro distribuzione

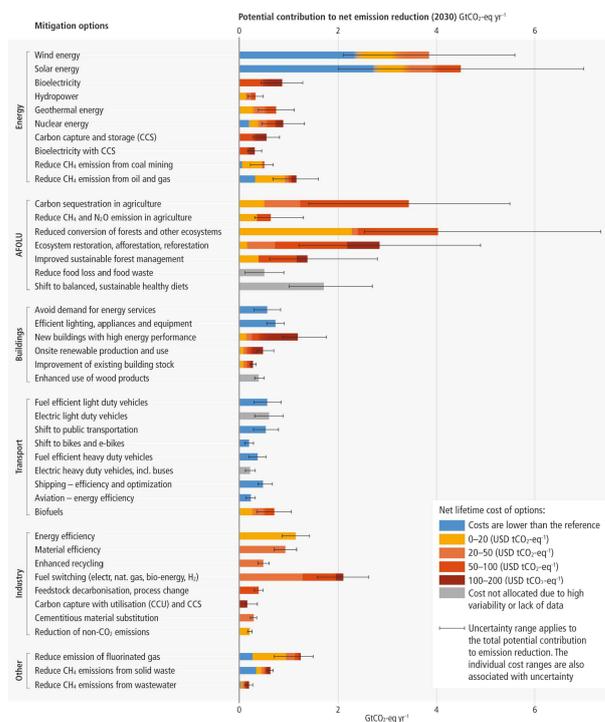
Le discariche di rifiuti sono fonti di emissioni di metano.

Le emissioni di N₂O derivano dalla produzione e dall'utilizzo di fertilizzanti

Altre azioni più o meno importanti

Nel terzo volume (WG3) dei rapporti IPCC sono confrontati i potenziali di riduzione delle emissioni stimati nella letteratura scientifica per tante diverse opzioni tecnologiche

Fonte: IPCC, AR6, WG3, fig. SPM7



L'energia solare e eolica giocheranno un ruolo cruciale

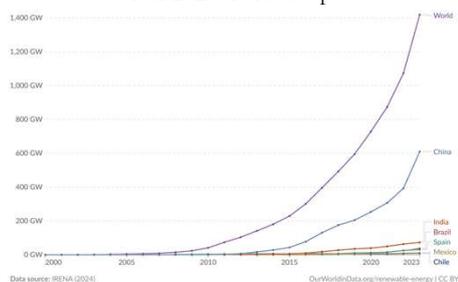


Il costo dell'energia solare fotovoltaica e eolica è sceso enormemente facendole diventare le forme di produzione di energia elettrica più convenienti.

Di conseguenza l'installazione di energia fotovoltaica e eolica sta aumentando più di quanto era stato previsto dagli esperti del settore

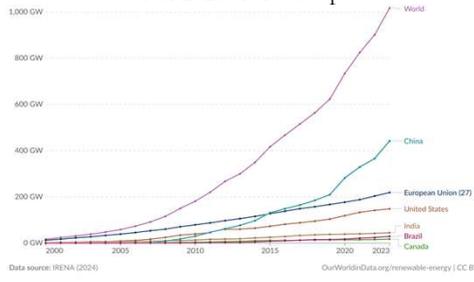
Potenza **fotovoltaica** cumulata installata

Nel 2023: 1418 GWp



Potenza **eolica** cumulata installata

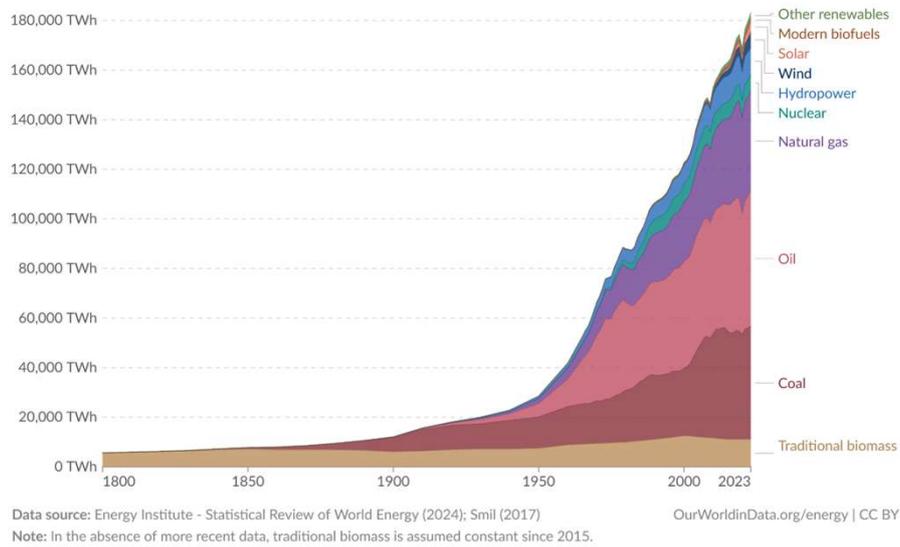
Nel 2023: 1017 GWp



<https://ourworldindata.org/grapher/installed-solar-pv-capacity>

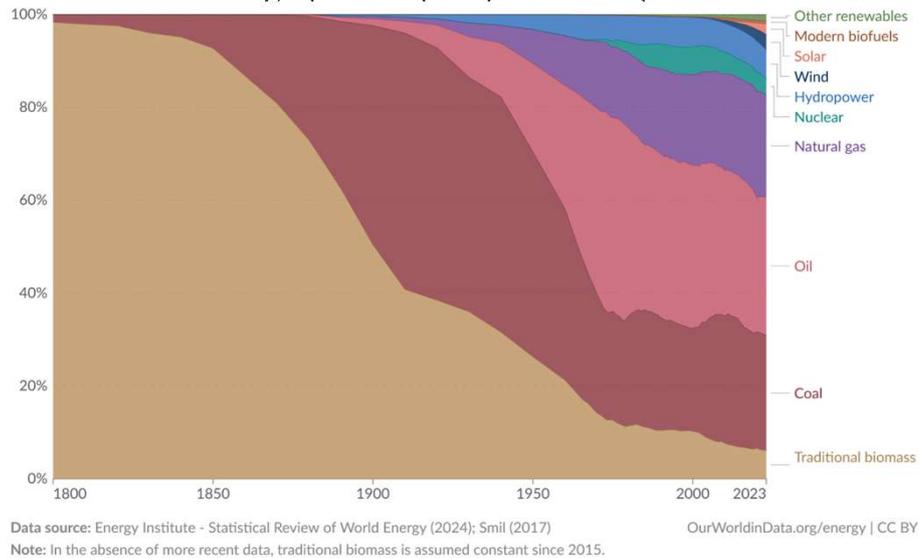
Il mondo però oggi è ancora largamente dominato dai combustibili fossili

Consumo di energia primaria per tipo di fonte



<https://ourworldindata.org/energy-mix>

Consumo di energia primaria per tipo di fonte: percentuale sul totale



<https://ourworldindata.org/energy-mix>

Sarà necessario accumulare tanta energia

La decarbonizzazione spinta, basata su un grande contributo di energia solare e eolica, per loro natura variabili, richiede di accumulare energia per renderla disponibile quando la produzione di energia rinnovabile è minore

La produzione solare è variabile

- a livello giornaliero (assente di notte)
- a livello stagionale (d'inverno è molto inferiore)

La produzione eolica è variabile, ma senza un rilevante chiaro ciclo giornaliero o stagionale

Di conseguenza c'è bisogno di accumulare energia per renderla disponibile in momenti diversi.

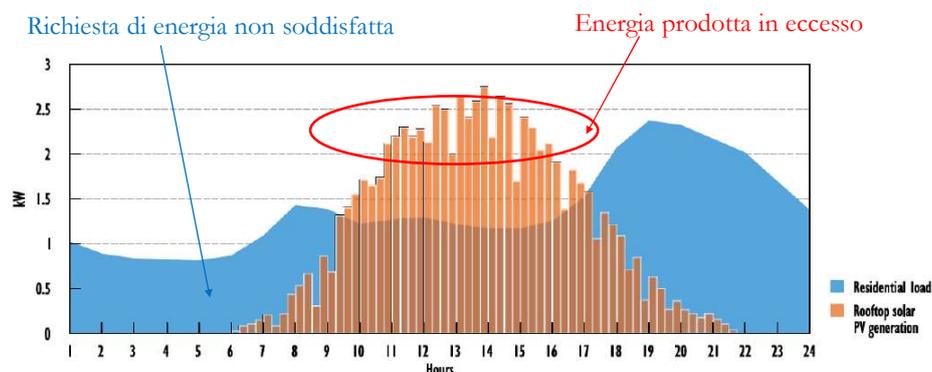
Stoccaggio giornaliero di elettricità: **ore centrali del giorno → sera e notte**

Stoccaggio stagionale di calore: **estate → inverno**

Molta della richiesta di energia elettrica (civile e industriale) avviene di sera (consumi domestici), e di notte (illuminazione pubblica) quando si riduce o è assente la potenza fotovoltaica

Nelle ore centrali della giornata gli impianti FV domestici producono elettricità che non è consumata direttamente, e viene ceduta alla rete.

È utile riuscire a coprire anche i consumi serali con l'energia in eccesso

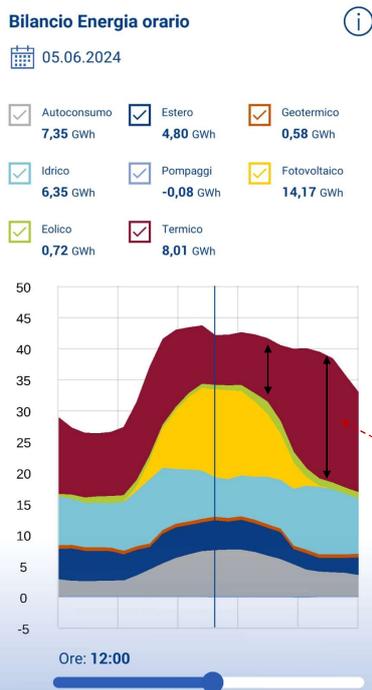


Notes: this example depicts a typical household with a 5 kWp solar PV installation; kWp = kilowatt peak.

© IEA 2016

Fino ad oggi la potenza di picco dell'energia rinnovabile è comunque inferiore a quella richiesta dalla rete

App Terna



Attualmente le turbine a gas assicurano transitori rapidi per erogare la potenza necessaria (es. per la punta serale) quando la generazione da fotovoltaico si riduce

Strategie per aumentare la quota di energia rinnovabile con potenza variabile

- cercare di «spostare» quote di domanda di elettricità dalla sera alle ore centrali della giornata
 - politiche sui prezzi dell'energia che favoriscano lo spostamento dei consumi programmabili (es. elettrodomestici) nelle ore di maggiore insolazione
- potenziare la rete di trasmissione, per collegare nel sistema elettrico più sistemi di generazione posti in luoghi diversi, per ridurre l'influenza di fenomeni meteo locali sulla variabilità della produzione
 - Costruzione di infrastrutture (elettrrodotti) per collegare i diversi luoghi di produzione e di consumo
- **stoccaggio dell'energia**

Lo stoccaggio dell'energia è possibile con diverse tecniche, fra cui:

1. Batterie
2. Pompaggi idroelettrici
3. Stoccaggio gravitazionale
4. Produzione di idrogeno e successivo riutilizzo

Il prezzo delle batterie è molto diminuito nell'ultimo decennio, più di quanto previsto dagli esperti del settore.

L'accoppiata energia fotovoltaica + batterie sta sempre più diventando conveniente e competitiva con il sistema elettrico tradizionale



Potenziati impatti ambientali delle batterie

- Paesaggio
- Consumo di suolo
- Approvvigionamento materiali (es. litio)
- Recupero e smaltimento

L'aumento dell'efficienza energetica deve riguardare tutti i settori

Aumento efficienza energetica nella produzione di energia elettrica

Aumento efficienza energetica nella produzione di energia termica

Aumento efficienza energetica nel consumo finale di energia elettrica e

Aumento efficienza energetica nel consumo finale di energia termica

Aumento efficienza nel settore dei trasporti individuali

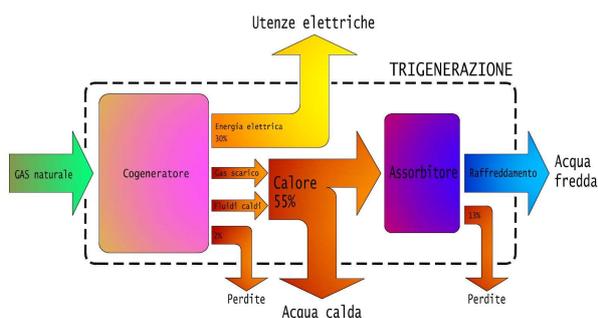
Aumento efficienza nel settore dei trasporti collettivi



Efficienza energetica nella produzione di energia

L'efficienza nella produzione di energia elettrica è notevolmente aumentata negli ultimi decenni, grazie a:

- macchine con maggiori rendimenti;
- utilizzo di impianti cogenerativi (che producono energia elettrica e termica) o trigenerativi (che producono energia elettrica, termica e frigorifera).



Gli impianti di cogenerazione o trigenerazione tipicamente alimentano reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento

In un impianto di cogenerazione si produce sia energia elettrica che termica (recuperata dai fumi caldi). Nella trigenerazione si produce anche freddo.

Efficienza nei consumi finali elettrici e termici

illuminazione

L'uso della lampade a Led comporta risparmi di energia del 75-80% - a parità di illuminazione fornita – rispetto alle lampade tradizionali



Elettrodomestici e dispositivi elettronici

Esistono classi di efficienza energetica (definite a livello europeo) per frigoriferi, lavatrici, lavastoviglie, forni, condizionatori.

Classe	Consumo kWh/anno
A+++	inferiore a 154
A++	da 173 a 154
A+	da 196 a 174
A	da 226 a 197
B	da 256 a 227
C	da 289 a 257
D	290 e superiore

Edifici

- isolamento pareti esterne e coperture
- sostituzione serramenti esterni
- pompe di calore
- criteri costruttivi per l'isolamento dei nuovi edifici
- interventi di isolamento su edifici esistenti più costosi



Classe	Consumo kWh/m ² anno
CASA PASSIVA	< 15kWh/m ² anno
A	< 30kWh/m ² anno
B	< 50kWh/m ² anno
C	< 70kWh/m ² anno
D	< 90kWh/m ² anno
E	< 120kWh/m ² anno
F	< 160kWh/m ² anno
G	> 160kWh/m ² anno

Efficienza nella produzione di energia termica: le pompe di calore

La pompa di calore trasferisce calore da un corpo a temperatura più bassa (aria esterna o acqua di una falda) ad un corpo a temperatura più alta (un'abitazione), grazie ad un compressore azionato da energia elettrica.

La pompa di calore è energeticamente conveniente rispetto al tradizionale sistema a caldaia: risparmio di energia primaria (combustibile) superiore al 40% se l'energia elettrica è prodotta a partire dal gas. Se si usa elettricità rinnovabile il vantaggio è molto maggiore

La tecnologia delle pompe di calore è ormai molto diffusa e sono molto numerosi i complessi residenziali di piccole e grandi dimensioni riscaldati tramite pompe di calore.

VANTAGGI

- Assenza di combustione
- Alta efficienza
- Possibilità di alimentazione con energia prodotta da fonti rinnovabili
- Assenza di problemi antincendio

SVANTAGGI

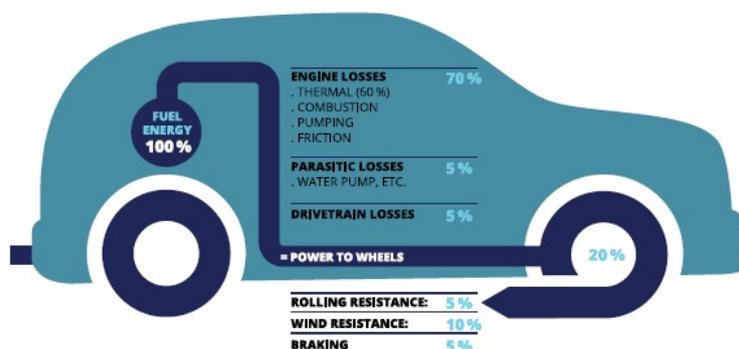
- Costi elevati
- Maggiori oneri di manutenzione
- Maggiore complessità nel caso di utilizzo del calore della falda

Efficienza energetica nel settore dei trasporti

- Motori e veicoli più efficienti
- Il passaggio da un motore a combustione interna ad un motore elettrico comporta un grande aumento dell'efficienza
- Maggiore utilizzo dei veicoli (aumento numero passeggeri)
- Trasporti collettivi (sotterranei e di superficie)
- Trasporti non motorizzati → mobilità sostenibile
- Trasporti di merci più efficiente (es. su rotaia)



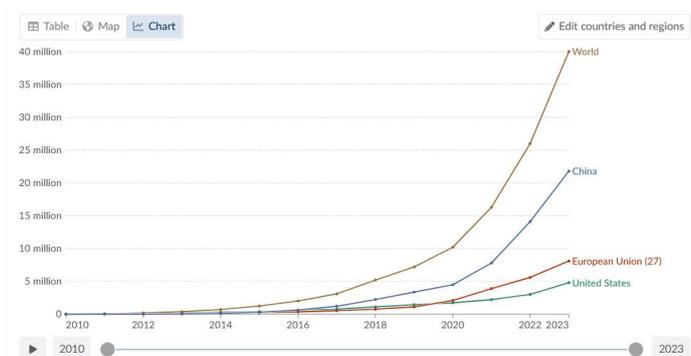
Un vantaggio dell'auto elettrica è l'efficienza del motore, pari al 70-75%
L'efficienza del motore a combustione interna è nettamente inferiore, variabile fra il 20 e il 25%. In altre parole un'auto fossile spreca il 75-80% dell'energia che viene fornita con il carburante



Il motore elettrico è più efficiente del motore a scoppio, ma l'elettricità è un vettore energetico, che deve essere prodotta → le emissioni sono solo indirette e dipendono dalle modalità di produzione

Tipologia di veicoli che usano elettricità:

- **veicoli elettrici** (il motore elettrico è l'unico motore disponibile)
- **veicoli ibridi**: doppio motore, ma alimentazione solo fossile → il motore elettrico e il motore termico lavorano in sinergia fra di loro: il motore termico può inoltre essere utilizzato per ricaricare le batterie in caso di necessità. Es. Toyota Prius
- **veicoli PHEV** (Plug-in Hybrid Electric Vehicle): le batterie possono anche essere ricaricate collegandole a una fonte esterna di energia elettrica



Numero di auto elettriche immatricolate (elettriche + PHEV)

Fonte: Our world in data

Per valutare la convenienza dei sistemi alternativi ai combustibili fossili è necessario valutare le emissioni di CO₂ lungo tutta la filiera di produzione-transporto-stoccaggio-consumo, attraverso l'analisi del ciclo di vita «dalla culla alla tomba», o dal pozzo alla ruote, “Well-to-Wheel”.

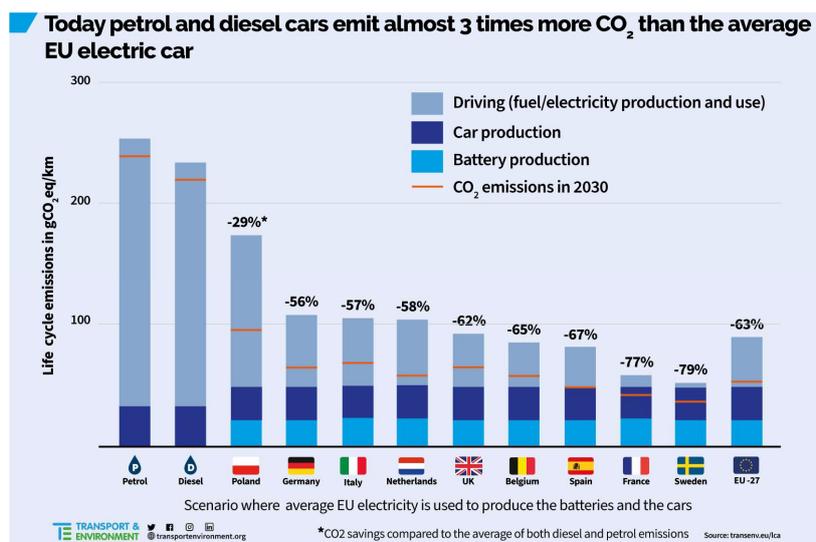
Le componenti delle emissioni che vanno considerate sono:

- produzione dell'autovettura;
- produzione delle batterie;
- emissioni da produzione, trasporto e distribuzione del carburante o dell'energia utilizzati dal veicolo (Well-to-Tank);
- emissioni dal veicolo in movimento (Tank-to-Wheel), es dalla combustione del carburante.

L'emissione di CO₂ «life-cycle» dipende quindi da come è prodotta l'energia, sia per costruire l'auto o la batteria che per il rifornimento

I veicoli elettrici alimentati da elettricità a basse emissioni di gas serra hanno un grande potenziale di riduzione delle emissioni di gas serra nel trasporto terrestre, in base al ciclo di vita (confidenza alta) (IPCC AR6 SYR SPM)

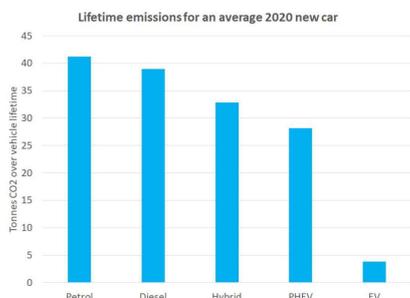
La filiera elettrica è tanto più vantaggiosa tanto più è disponibile elettricità prodotta da fonti rinnovabili



Fonte: Transport and Environment

Quanto possono essere utili i veicoli ibridi o PHEV?

- nel transitorio (se la rete di ricarica elettrica non è sviluppata) sono più comodi;
- i dati sulle emissioni reali delle auto ibride e PHEV mostrano però vantaggi modesti rispetto alle auto fossili: le emissioni reali su strada sono molto maggiori di quelle dichiarate di riferimento per le immatricolazioni, a causa di un minore uso della modalità elettrica, e di stile di guida più aggressivi di quelli di test



Fonte: Transport and Environment, 2020.
UK briefing: The plug-in hybrid con

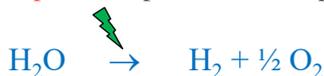
Per approfondire è disponibile un calcolatore dell'Agenzia Internazionale dell'Energia sulle emissioni di un'auto elettrica, che Permette di confrontare le emissioni di CO₂ «life cycle» di diversi tipi di veicoli e tenendo conto di diversi fattori che influiscono sulle emissioni

www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/ev-life-cycle-assessment-calculator

Un'alternativa proposta per alcuni veicoli è l'**idrogeno**

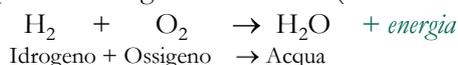
- Idrogeno: H - l'atomo più piccolo (solo un protone e un elettrone)
- Esiste in forma molecolare, come H₂
- Inodore, incolore, insapore
- L'idrogeno non è disponibile in natura come H₂
- L'idrogeno non è una fonte energetica
- **L'idrogeno è un vettore energetico** (come l'elettricità)
- L'idrogeno deve essere prodotto

L'idrogeno può essere **prodotto** per elettrolisi a partire da acqua e elettricità

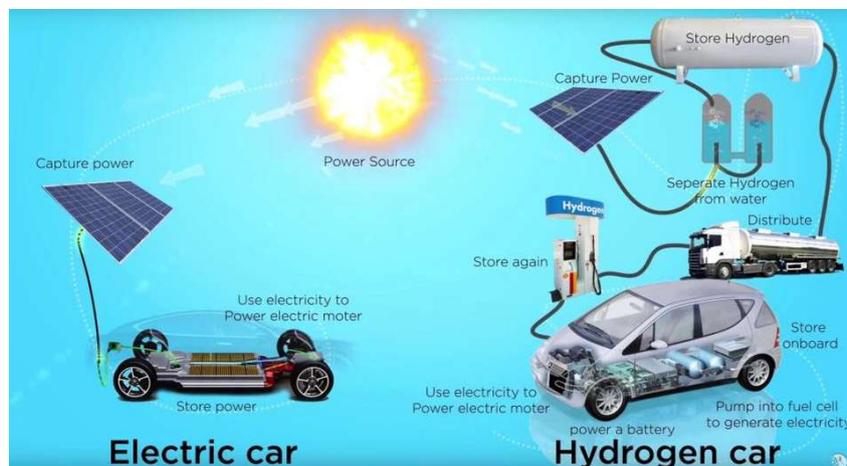


L'idrogeno può essere poi **utilizzato** in una cella a combustibile per produrre elettricità

Quando l'idrogeno è utilizzato («si ossida»), forma acqua



Un fattore importante che porta a preferire i veicoli elettrici è la semplicità della filiera: **la filiera dell'idrogeno è molto più complessa**



Per le autovetture l'uso diretto di elettricità è più conveniente dell'uso di H_2 perché l'uso dell'idrogeno richiede numerosi stoccaggi e maggiori problemi di distribuzione

Interventi per una mobilità sostenibile

Scala di priorità

- Riduzione degli spostamenti
- Si va a piedi fino dove si può;
- Quindi si utilizza la bicicletta;
- Chi non può andare in piedi e in bicicletta usa i trasporti pubblici;
- Dove il trasporto pubblico tradizionale non può arrivare si possono utilizzare sistemi di trasporto a chiamata;
- Ove possibile si possono utilizzare i sistemi di trasporto condivisi (car pooling e car-sharing);
- Negli altri casi si usa l'automobile privata

È possibile costruire un sistema energetico alternativo a quello fossile

Le caratteristiche comuni dei sistemi energetici net-zero sono:

- elettricità prodotta da fonti rinnovabili
- diffusa elettrificazione degli usi finali, compresi i trasporti leggeri, il riscaldamento degli ambienti e la cottura dei cibi;
- utilizzo sostanzialmente inferiore di combustibili fossili rispetto a oggi;
- uso di vettori energetici alternativi come idrogeno, bioenergia e ammoniaca per sostituire i combustibili fossili in settori meno adatti all'elettrificazione;
- uso più efficiente dell'energia rispetto a oggi;
- maggiore integrazione del sistema energetico tra regioni e tra componenti del sistema energetico;
- utilizzo della rimozione di CO₂ per compensare le emissioni residue.

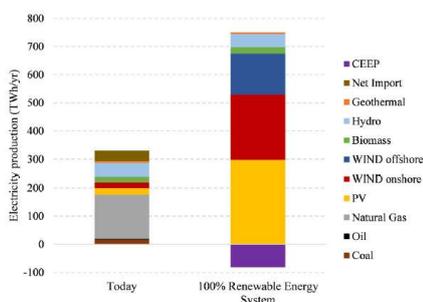


Socio-economic implications of implementing a carbon-neutral energy system: A Green New Deal for Italy

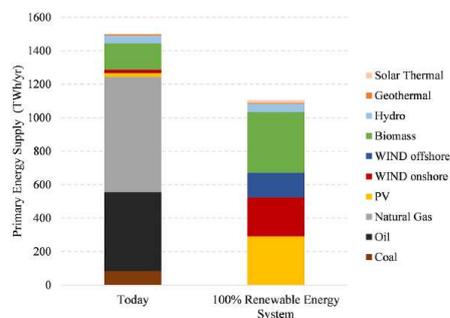
Lorenzo Mario Pastore^{*}, Livio de Santoli

Department of Astronautical, Electrical and Energy Engineering, Sapienza University of Rome, Rome, Italy

Produzione di energia elettrica in Italia, oggi e nello scenario 100% rinnovabile



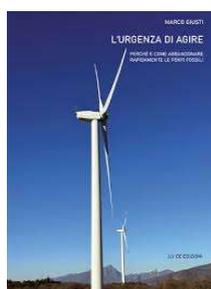
Fonti dell'energia primaria oggi e nello scenario 100% rinnovabile



Sono possibili diverse «ricette» a seconda del contesto

I sistemi a emissioni «nette zero» hanno caratteristiche comuni, ma l'approccio che sarà implementato in ogni paese dipenderà dalle circostanze nazionali (*confidenza alta*).

- la convenienza e il potenziale delle diverse opzioni dipende dal contesto geografico e varia nel tempo: non c'è l'opzione migliore in assoluto;
- ogni azione ha dei pro e contro, benefici positivi e impatti negativi, che possono essere più o meno gestiti.



Per valutazioni aggiornate
relative all'Italia



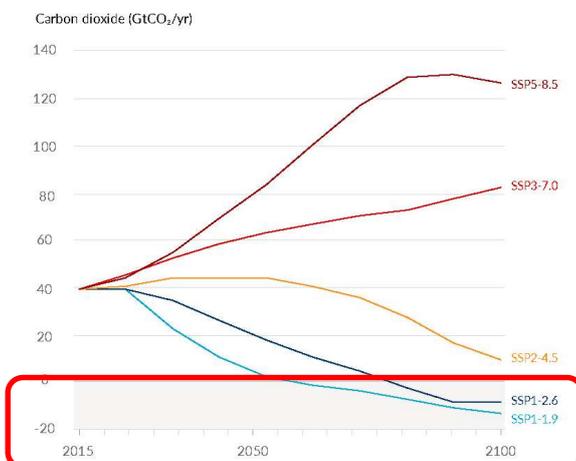
È necessaria una transizione di sistema e non piccoli aggiustamenti

- Il riscaldamento non può essere limitato a 2°C o 1,5°C senza una rapida e profonda riduzione delle emissioni di CO₂ e di gas serra del sistema energetico (*confidenza alta*)
- Limitare il riscaldamento a 2°C o 1,5°C richiederà cambiamenti sostanziali del sistema energetico nei prossimi 30 anni. Ciò include la riduzione del consumo di combustibili fossili, l'aumento della produzione da fonti energetiche a basse o zero emissioni di carbonio e un maggiore utilizzo di elettricità e di vettori energetici alternativi (*confidenza alta*).

L'azzeramento netto delle emissioni nette di CO₂ e di gas serra è possibile solo attraverso forti riduzioni in tutti i settori.

Fonte: IPCC, AR6, SYR, SPM

Dopo la decarbonizzazione, c'è una seconda parte del lavoro



Raggiungere emissioni nette di gas serra pari a zero richiede principalmente profonde riduzioni di CO₂, metano e altre emissioni di gas serra e *implica emissioni nette negative di CO₂*. La rimozione dell'anidride carbonica sarà necessaria per raggiungere emissioni nette negative di CO₂. Si prevede che le emissioni nette di gas serra pari a zero, se sostenute, determineranno un graduale declino delle temperature superficiali globali dopo un precedente picco.

Fonte: IPCC, AR6, WG1, SPM

Sono disponibili numerose opzioni per rimuovere CO₂ atmosferica, ottenendo «emissioni negative» di CO₂.

Le principali opzioni studiate nella letteratura sono:

- **Afforestazione e riforestazione**
- **Sequestro di carbonio nei suoli**
- **Biochar**
- **Bioenergia con cattura e stoccaggio della CO₂ (BECCS)**
- **Direct Air Capture of CO₂ – and storage (DACCS)**
- **Alcalinizzazione degli oceani**
- **Accelerazione del naturale dilavamento delle rocce**

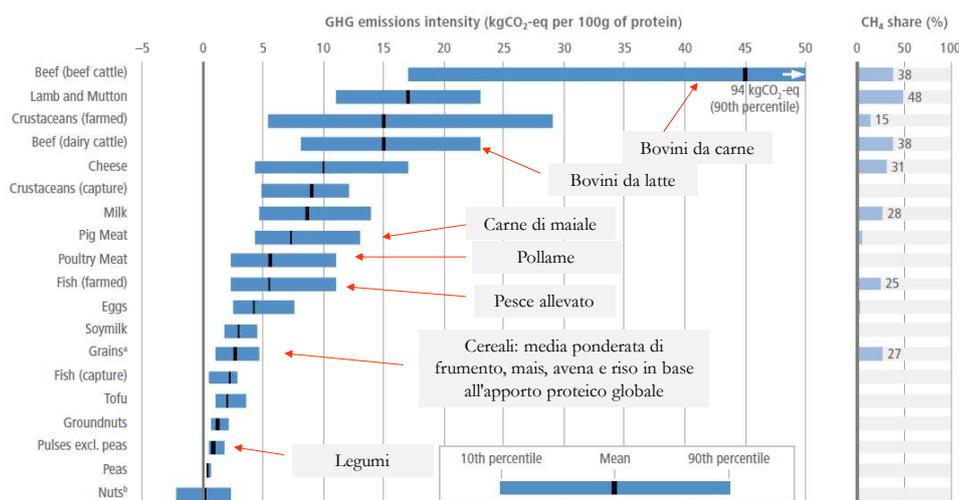
Rischio di un effetto di deterrenza verso la riduzione delle emissioni?

Le diete alimentari hanno un ruolo importante

- La digestione dei ruminanti comporta grandi emissioni di metano → la carne di ruminanti mostra la più alta intensità di emissioni di gas serra.
- La carne bovina proveniente da sistemi lattiero-caseari ha un'intensità di emissioni inferiore rispetto alla carne bovina proveniente da allevamenti bovini perché alcune emissioni sono "assegnate" ai prodotti lattiero-caseari.
- L'ampia variazione delle emissioni riflette le differenze nei sistemi di produzione, che vanno da allevamenti intensivi con bestiame allevato principalmente a cereali fino a sistemi di produzione di pascoli e transumanza.
- Le diete ricche di proteine vegetali e povere di carne e latticini sono associate a minori emissioni di gas serra (confidenza elevata).
- Il passaggio a diete con una quota più elevata di proteine vegetali, un consumo moderato di alimenti di origine animale e un ridotto apporto di grassi saturi potrebbe portare a sostanziali diminuzioni delle emissioni di gas a effetto serra.
- I vantaggi includerebbero anche la riduzione dell'occupazione di terra e le perdite di nutrienti dei suoli, fornendo allo stesso tempo benefici per la salute e riducendo la mortalità per malattie non trasmissibili legate all'alimentazione.



Emissioni di gas serra per diversi tipi di cibi (kgCO₂-eq per 100 g di proteine)

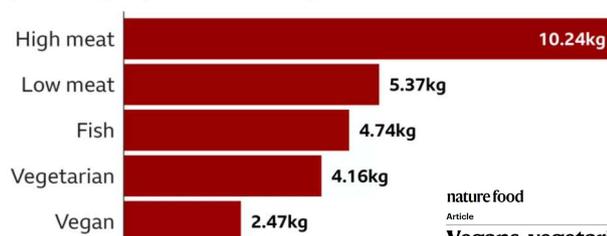


La carne di manzo ha un'impronta nettamente maggiore di quella degli altri cibi
I cereali hanno un'impronta nettamente minore

Fonte: IPCC, AR6-WG3

Eating meat creates more greenhouse gases

How much carbon dioxide do different types of diet produce per person* each day?



*Based on an adult eating 2,000 calories a day

nature food

Article

<https://doi.org/10.1038/s43016-023-00795-w>

Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts

Received: 15 June 2022

Peter Scarborough^{1,2}, Michael Clark³, Linda Cobiac⁴, Keren Papler⁵, Anika Knoppel⁶, John Lynch⁶, Richard Harrington¹, Tim Key⁷ & Marco Springmann⁸

Accepted: 12 June 2023

Esiste una forte relazione tra la quantità di alimenti di origine animale in una dieta e il suo impatto ambientale, comprese le emissioni di gas serra, l'uso del suolo, l'uso dell'acqua, l'eutrofizzazione e la biodiversità. I cambiamenti nelle diete che abbandonano gli alimenti di origine animale possono dare un contributo sostanziale alla riduzione dell'impronta ambientale del Regno Unito. L'incertezza dovuta alla regione di origine e ai metodi di produzione alimentare non oscura queste differenze tra le diverse diete e non dovrebbe costituire un ostacolo all'azione politica volta a ridurre il consumo di alimenti di origine animale.

È fattibile la mitigazione?

La fattibilità ha diverse dimensioni

- Geofisica: capacità dei sistemi fisici di permettere lo sviluppo su larga scala di una opzione
- Ambientale: capacità delle risorse naturali di supportare le conseguenze delle misure implementate
- Tecnologica: capacità delle tecnologie di svilupparsi e diffondersi in modo sufficientemente rapido
- Economica: risorse economiche e finanziarie da rendere disponibili
- Sociale – culturale: implicazioni per i comportamenti e la salute umana
- Istituzionale: capacità di governance e sostegno politico alla transizione



Fonte: IPCC – SR1,5°C Fig. FAQ4.1-1