

# Il percorso verso la decarbonizzazione La transizione energetica

Prof.ssa Marina Mistretta

# Stato del pianeta

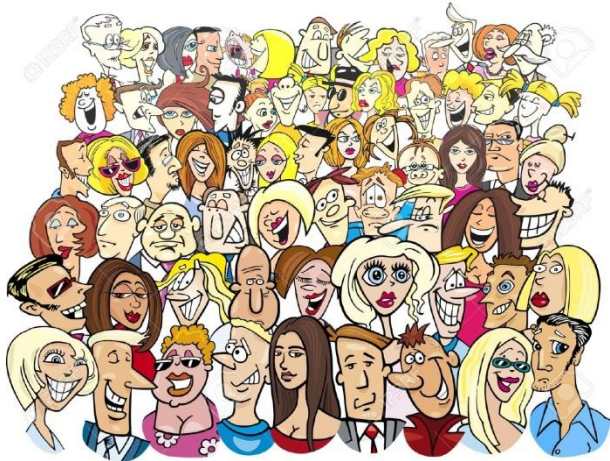


Viviamo in una società ad alto tasso di **carbonizzazione**, che ha generato **riscaldamento globale, cambiamenti climatici, diseguaglianze ambientali e sociali.**

E' necessario un profondo ripensamento delle modalità di interazione con il pianeta su cui viviamo, sia a livello di singoli che di governi.



## AUMENTO DEMOGRAFICO

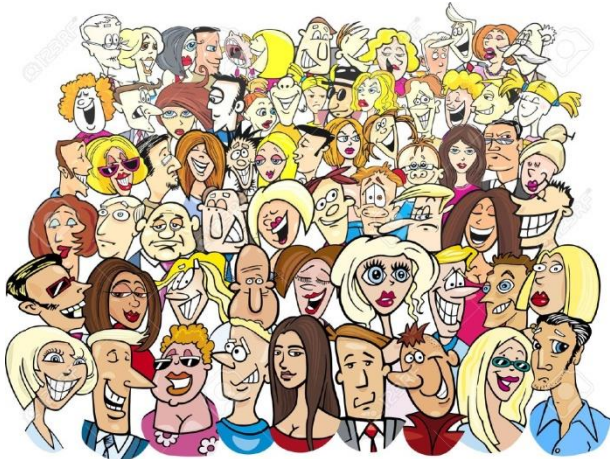


## AUMENTO DEI CONSUMI



**UN SOLO PIANETA!**

# AUMENTO DEMOGRAFICO



La popolazione mondiale ha raggiunto quasi gli 8 miliardi di abitanti nel corso del 2011, le proiezioni delle Nazioni Unite indicano che essa si attesterà attorno ai 10- miliardi entro il 2050.

- È cresciuta significativamente la popolazione nei centri urbani (circa la metà delle persone a livello globale vive nelle città)
- La popolazione e l'economia mondiale stanno crescendo soprattutto in Asia, Africa e Sud America, dove la popolazione rivendica un livello di benessere simile al nostro



## AUMENTO DEI CONSUMI

Se non si modificano i comportamenti nei processi di produzione e nei consumi si stima che nel 2050 avremo bisogno di:

**30%** in più di acqua

**50%** in più di cibo

**50%** in più di energia



La capacità della Terra di soddisfare i bisogni dell'uomo è "finita".

Tali bisogni dipendono dallo stile di vita e dai consumi e questi ultimi dipendono da ciò che viene utilizzato, dal modo in cui viene utilizzato e da cosa è considerato essenziale per il benessere umano

Il nostro modo di consumare determina degli impatti sull'ambiente, che possono essere sia diretti che indiretti:

### **Impatti diretti**

- consumo di energia e di materiali nelle nostre case e dipendenza dalle automobili, che causano inquinamento dell'aria e dell'incremento delle emissioni di gas a effetto serra, responsabili del cambiamento climatico.
- aumento della produzione di rifiuti.

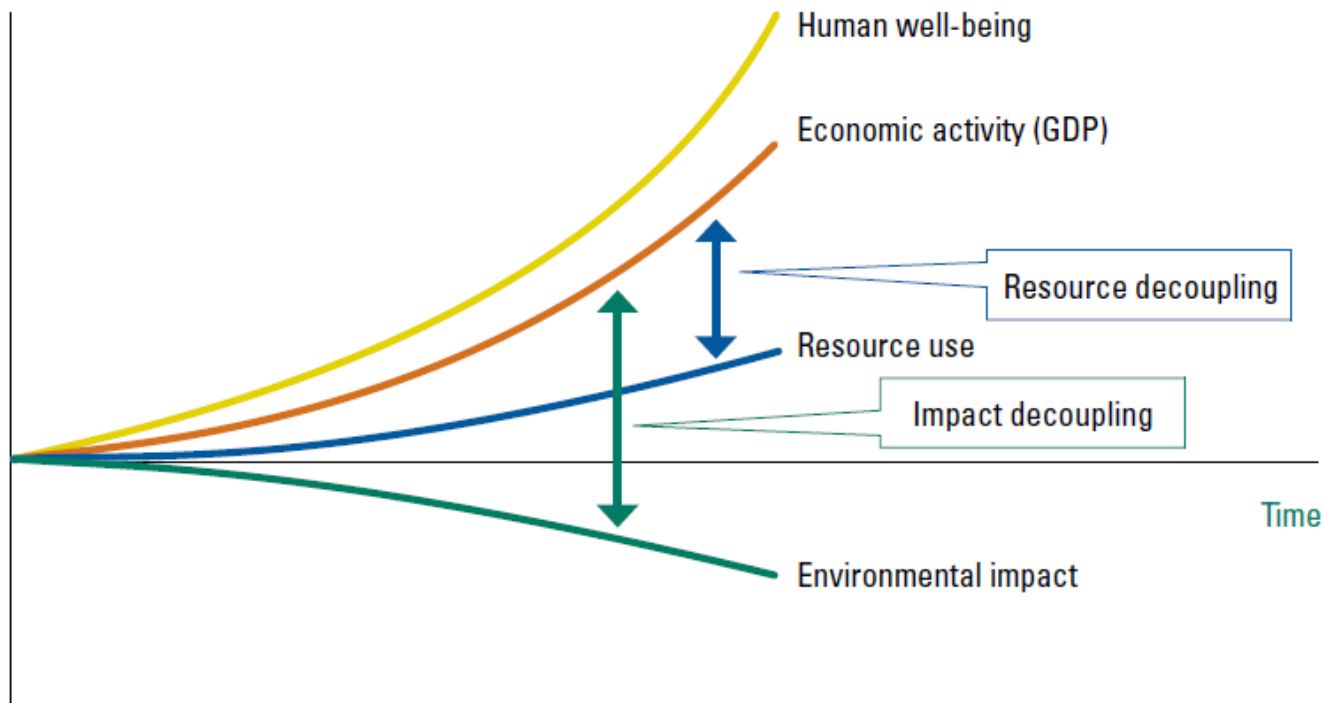
### **Impatti indiretti**

- I consumi sono responsabili di impatti ambientali indiretti, connessi alla produzione, alla trasformazione e al trasporto dei beni che consumiamo.

Ovviamente, più consumiamo, maggiore è la richiesta di beni e quindi induciamo un incremento degli impatti connessi ai processi produttivi (inclusa l'estrazione delle risorse) e ai trasporti (consumo di carburanti, emissioni connesse)

Cosa si può fare per “invertire la tendenza”

**Disaccoppiare la crescita economica dall’uso delle risorse naturali e dagli impatti ambientali:** utilizzare meno risorse per unità di output economico e ridurre gli impatti ambientali connessi alle attività economiche.





## Modello di economia lineare:

Le materie prime vengono avviate alla produzione, trasformate in prodotti di consumo, per divenire poi rifiuto.

### *ECONOMIA LINEARE*

*Estrarre* → *Produrre* → *Utilizzare* → *Gettare*



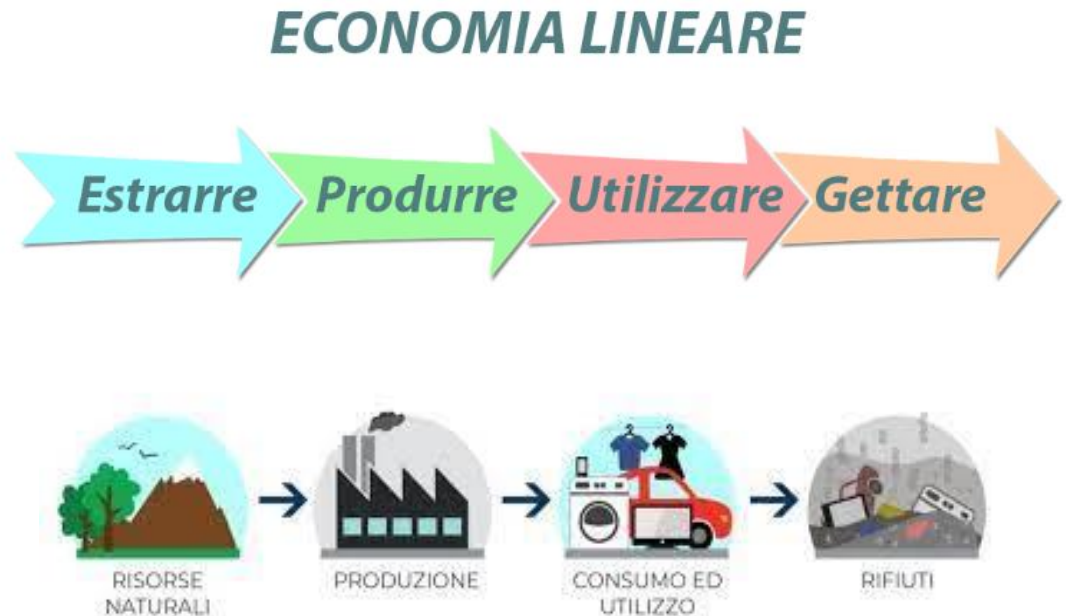
Le materie prime vergini e i combustibili fossili sono il punto di partenza dell'economia lineare per la produzione

- Breve ciclo di vita
- Rifiuti inservibili in nuovi cicli produttivi

## Presupposti del modello di economia lineare:

Le materie prime vengono avviate alla produzione, trasformate in prodotti di consumo, per divenire poi rifiuto.

- Risorse facilmente reperibili
- Risorse disponibili in grandi quantità
- Risorse disponibili a basso prezzo



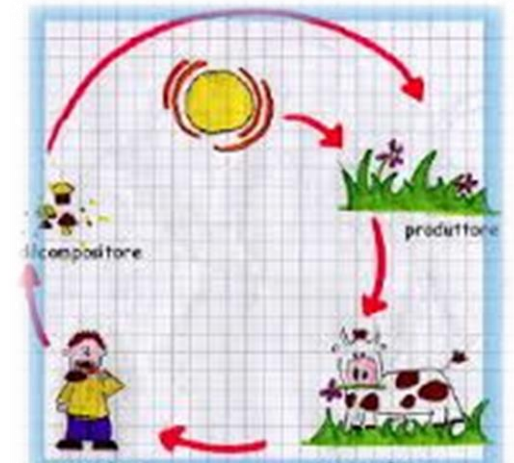
Es:

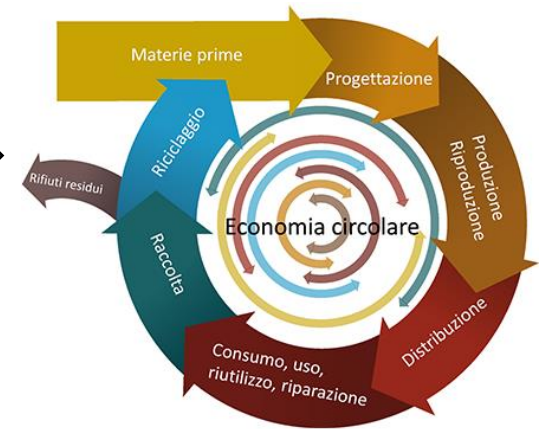
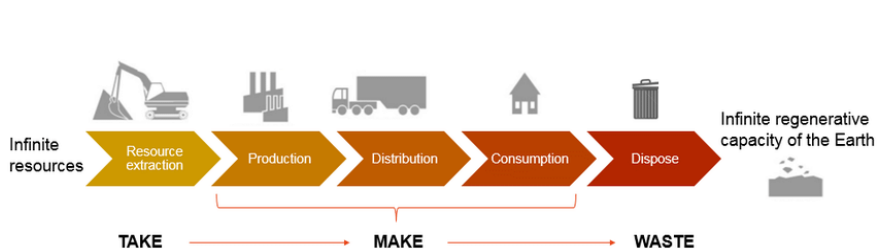
Prodotti monouso,

Beni durevoli ma ad obsolescenza programmata (costanti aggiornamenti software per smartphone e computer, campagne pubblicitarie che inducono all'acquisto di prodotti di tendenza, ecc.

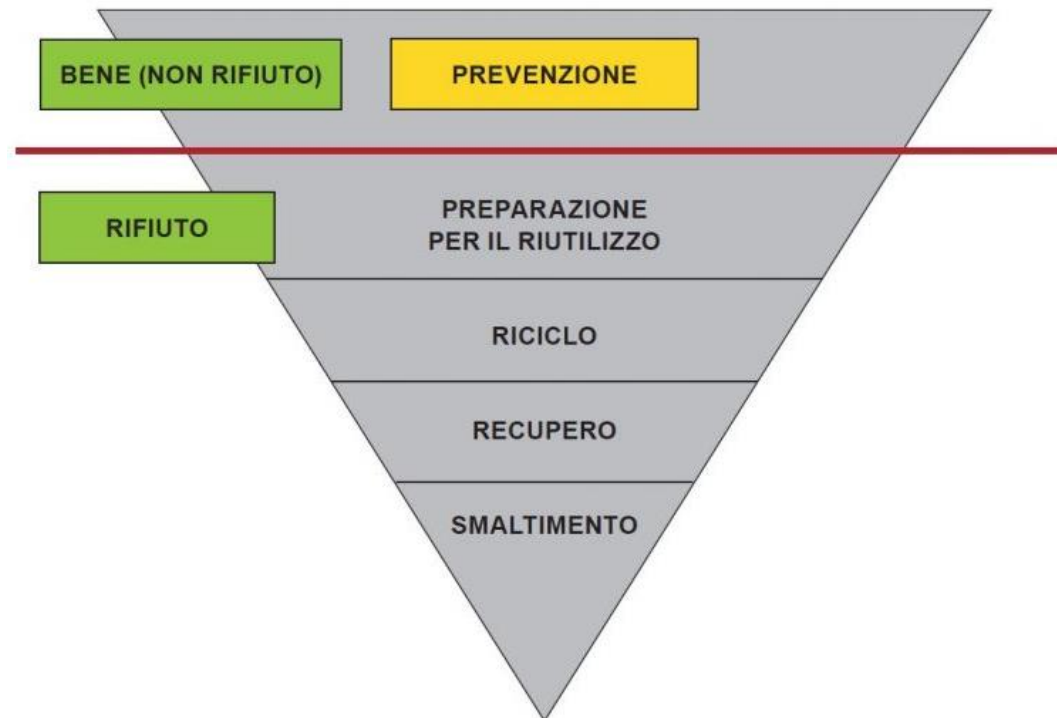
# Cicli naturali

I cicli **naturali** sono **chiusi**, costituiti da una catena di **processi biologici spontanei**: gli scarti di un processo sono utilizzati dai successivi ed al termine **gli ecosistemi ricostituiscono la materia e l'energia nelle condizioni iniziali**: **in natura non esiste il concetto di rifiuto**





## Prevenzione/ riduzione dei rifiuti





ECONOMIA LINEARE



# Economia circolare

## Obiettivi:

1. Riduzione degli sprechi
2. Recupero dei materiali dai flussi di rifiuti e loro riutilizzo in successivi cicli produttivi
3. Riparazione dei beni durevoli.

Il flusso di materia è “**chiuso**”, cioè non termina in rifiuto, ma si rigenera per una nuova produzione.

In questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo.

Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono, infatti, reintrodotti nel ciclo economico.



# La transizione energetica

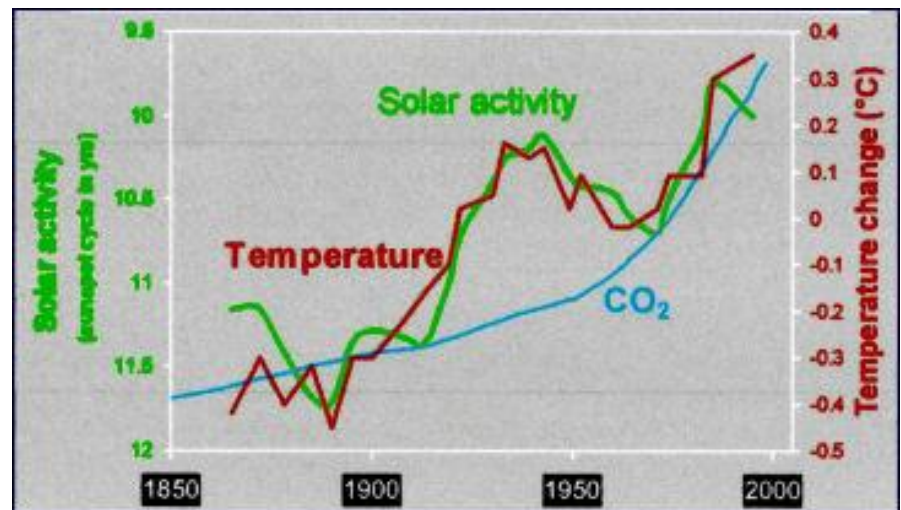
Non può essere ulteriormente posposta la **transizione energetica** verso modelli di produzione e consumo basati su **fonti rinnovabili e generazione distribuita** tramite unità di piccola taglia che sfruttano risorse locali.

Essa costituisce una delle maggiori sfide odierne



# Cambiamenti climatici

Il clima terrestre è soggetto a fluttuazioni dovute a **cause naturali** (orbita terrestre, radiazione solare, circolazione degli oceani, eruzioni vulcaniche) ma negli ultimi anni mutamenti più profondi e rapidi sono stati determinati dall'**uomo**, principalmente tramite la crescente immissione di **gas serra in atmosfera**





# Gas di serra

## Principali sorgenti emissive

anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ )

metano ( $\text{CH}_4$ )

protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ )

idrofluorocarburi (HFC)

perfluorocarburi (PFC)

esafluoruro di zolfo ( $\text{SF}_6$ )

Processi energetici ( $\text{CO}_2$ , HFC)

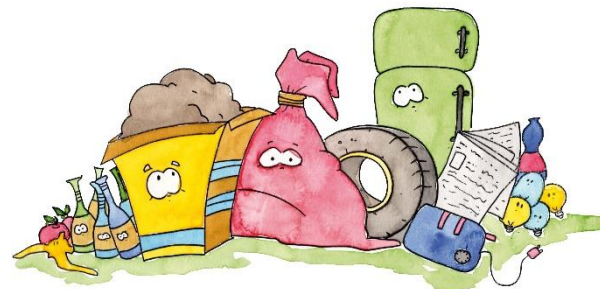
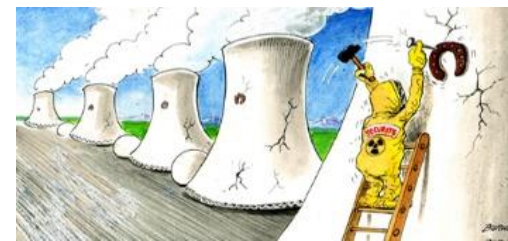
Rifiuti ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ )

Allevamenti ( $\text{CH}_4$ )

Agricoltura ( $\text{N}_2\text{O}$ )

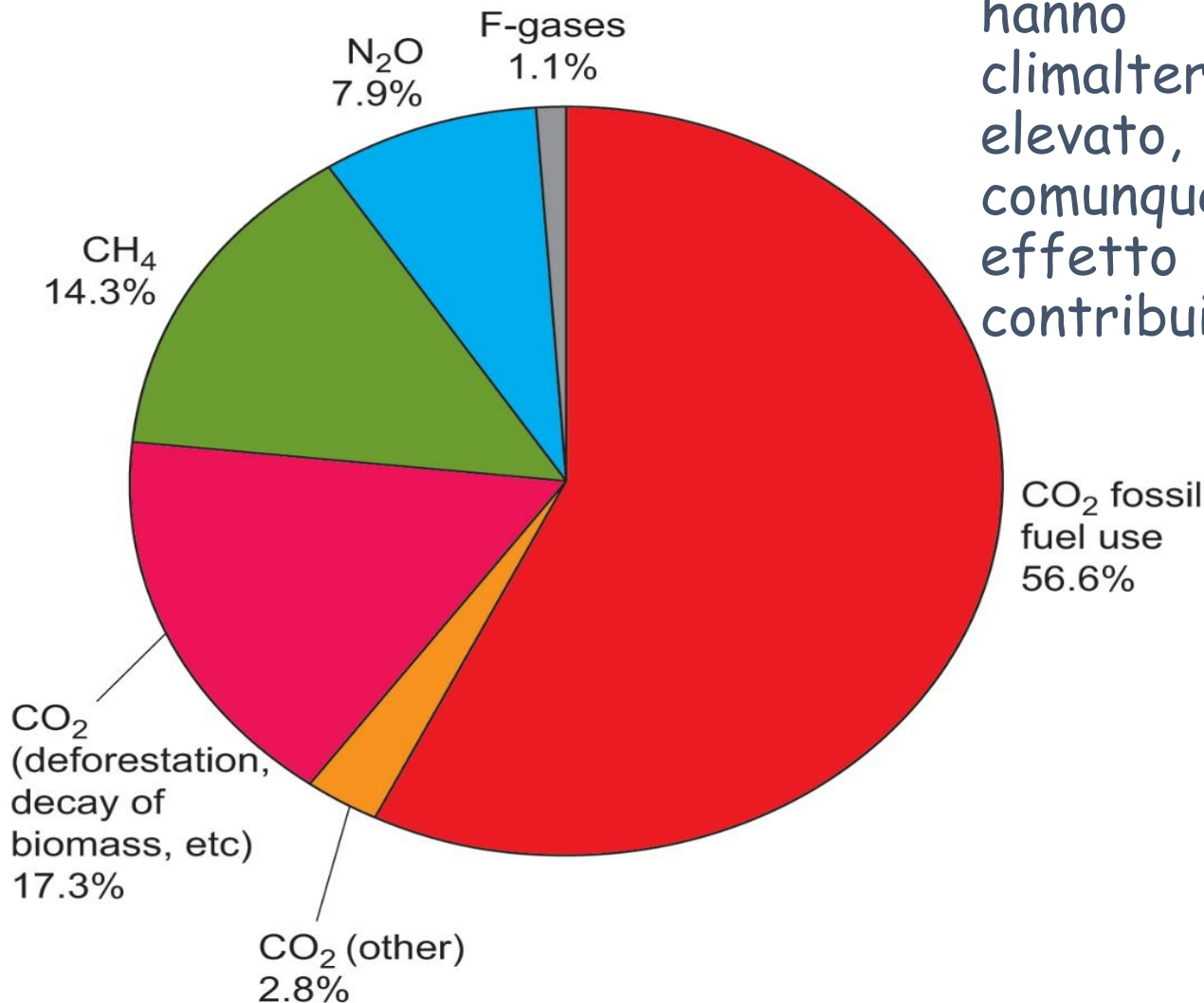
Industrie tessili, chimiche e manifatturiere (PFC)

Industrie chimiche ed elettroniche ( $\text{SF}_6$ )



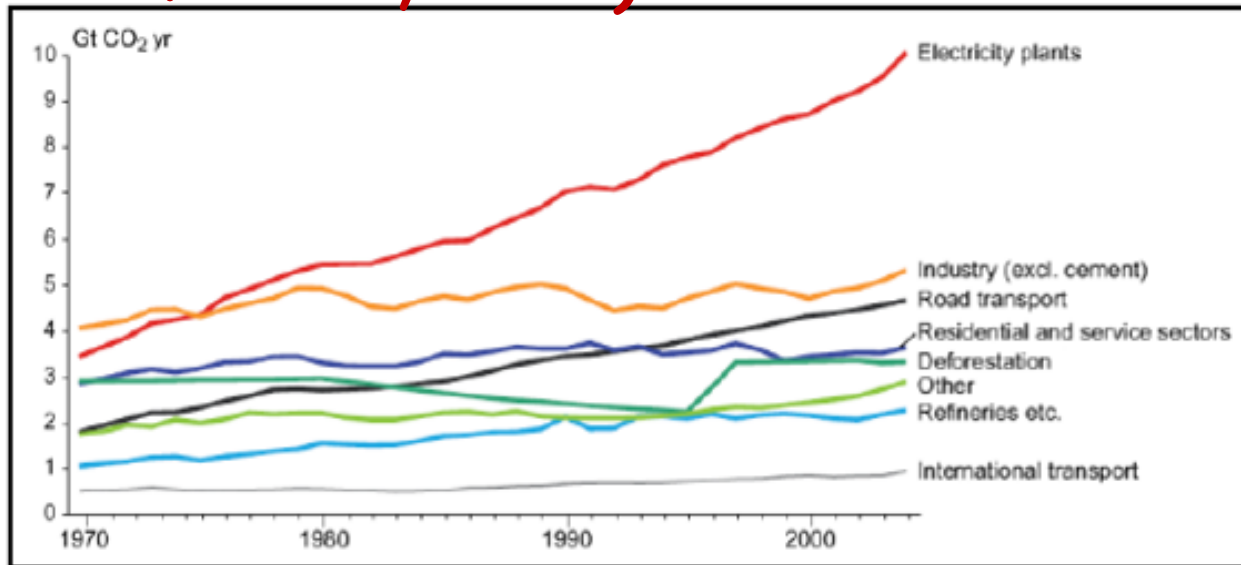
# Contributi dei vari gas alla $CO_2_{eq}$

Anche se tutti gli altri gas hanno un potere climalterante molto più elevato, la  $CO_2$  rimane comunque il principale gas ad effetto serra, a cui contribuisce per oltre il 55%.



# Emissioni dei diversi settori produttivi

La causa principale dell'incremento di gas di serra sono i **processi energetici** (centrali termoelettriche, veicoli, termovalorizzatori, industrie, impianti di riscaldamento, ecc.)



# La top 10 dei Paesi Inquinanti

Cina

USA

UE

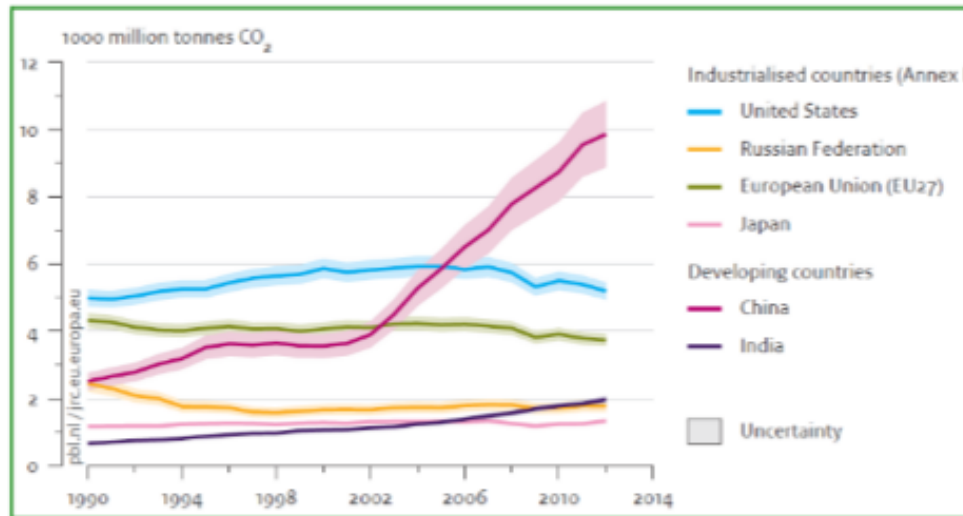
India

Russia

Giappone

Germania

Canada



24%

12%

9%

6%

5%

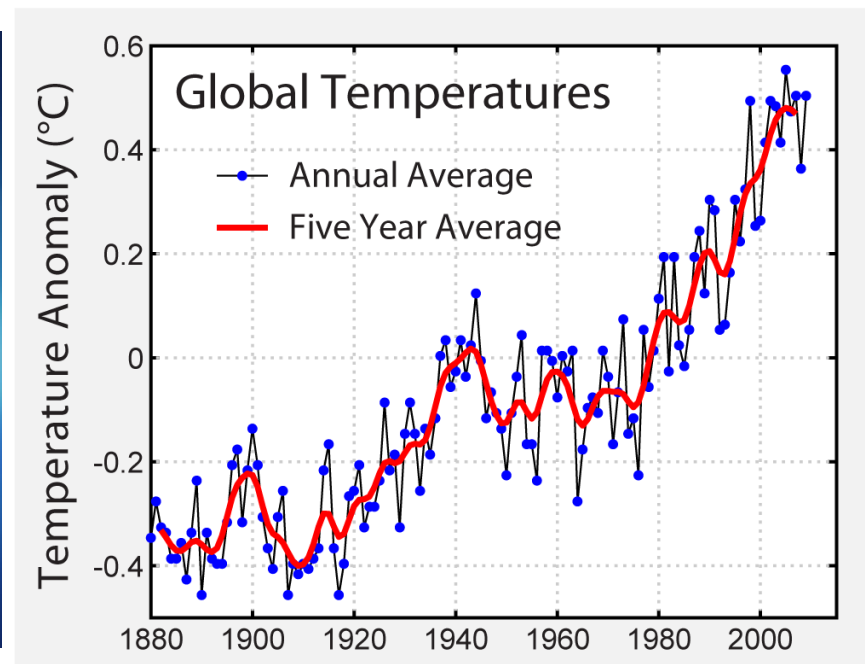
3%

2%

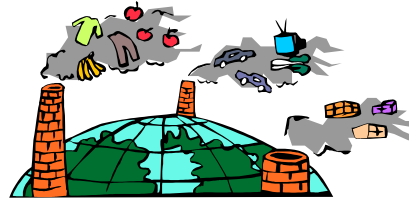
1,5%

L'IPCC ritiene **estremamente probabile** che più della metà dell'aumento della temperatura superficiale (**riscaldamento globale**) dagli anni '50 del 1900 sia provocato dall'effetto antropogenico

Gruppo intergovernativo «International Panel on Climate Change»



# Effetti dell'inquinamento



Cambiamenti climatici

Effetti sugli ecosistemi

Effetti sulla salute

Effetti sulla vegetazione

Effetti sui monumenti



# Effetti del riscaldamento

Aumenti di temperatura superiori a 2°C potrebbero portare ad un ciclo di **estinzioni di massa delle specie animali e vegetali**, che potrebbe avviarsi entro la fine del secolo.

L'iniziale perdita di vegetazione farebbe perdere l'habitat alla gran parte delle specie animali.





Aumento delle precipitazioni



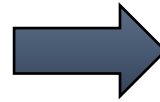




Desertificazione



Scioglimento dei  
ghiacciai



Innalzamento del  
livello delle acque

# Scioglimento dei ghiacciai

Alcuni ghiacciai potrebbero ridursi fino al 60% entro il 2050.



# Innalzamento del livello del mare

Perdita di territori costieri: piccoli arcipelaghi come le Maldive potrebbero essere completamente sommersi.



# Percorso verso la decarbonizzazione

Il termine indica il cambiamento del rapporto **carbonio-idrogeno** nelle fonti energetiche.

Seppure le emissioni totali di  $CO_2$  siano continuamente aumentate, **l'emissione di carbonio per unità di energia primaria consumata è diminuita**, grazie allo **sfruttamento delle fonti rinnovabili**

# Rapporto C:H

La **legna** ha il rapporto più elevato, con **dieci atomi di carbonio** per **ogni atomo di idrogeno**



fra i combustibili fossili:

il **carbone** ha il rapporto più alto, con un valore di **2:1**

il **petrolio** ha un atomo di carbonio per due di idrogeno **1:2**

il **gas naturale** ne ha solo uno su quattro **1:4**

l'**idrogeno** rappresenta il compimento del percorso di decarbonizzazione, essendo **privo di atomi di carbonio 0:1**

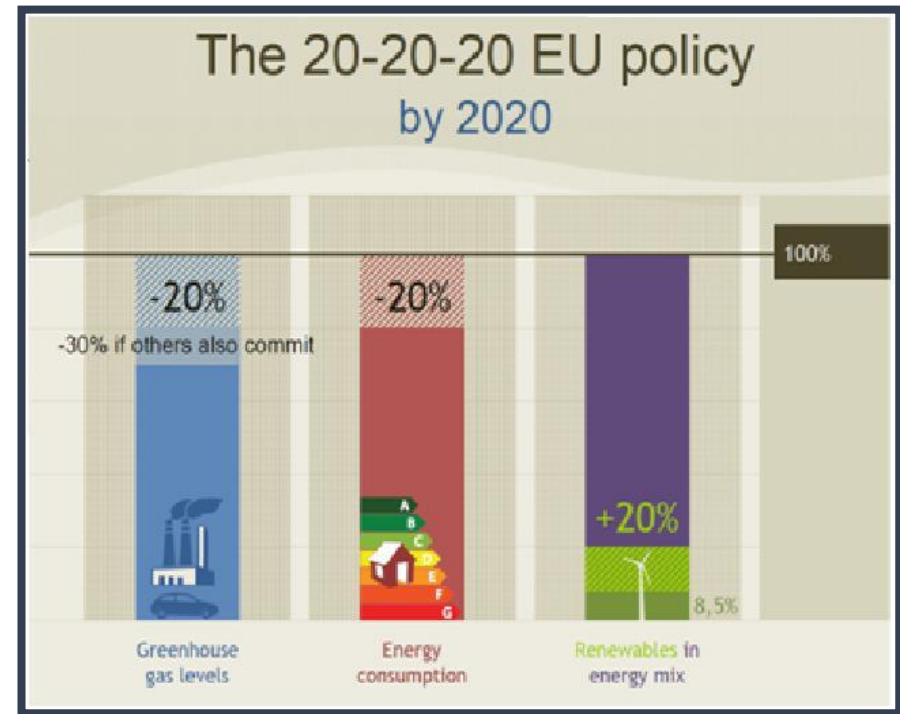


# Ruolo dell'UE Strategia 20-20-20

Riduzione del **20%**  
delle emissioni di gas  
serra

Aumento del **20%**  
dell'efficienza  
energetica

Aumento al **20%**  
dell'aliquota di energia  
prodotta da fonti  
rinnovabili



# Obiettivi al 2030



Rispetto ai livelli del 1990:

- riduzione del 40% delle emissioni di gas serra
- aumento al 32% della produzione da fonti rinnovabili
- aumento del 32,5% dell'efficienza energetica

per il **2050** riduzione delle emissioni dell'**80-95%**

## Obiettivi UE su energia e decarbonizzazione





# Nuovi Obiettivi al 2030

L'Europarlamento ha approvato la legge sul clima che conferma in maniera vincolante quanto stabilito ad aprile:

- a) riduzione del 55% delle emissioni di gas serra
- b) aumento al 40% della produzione da fonti rinnovabili
- c) aumento del 40% dell'efficienza energetica

**Al 2050:**

**Neutralità climatica al 2050**

aumento al 90% della produzione da fonti rinnovabili

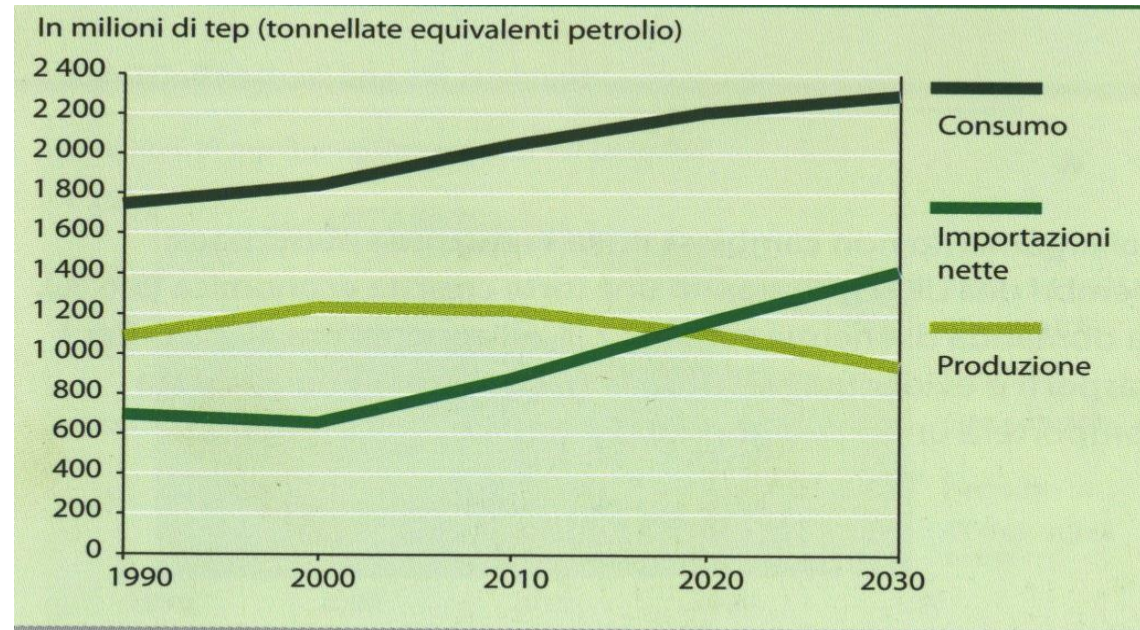
# Dipendenza energetica UE

## Importazioni di energia fossile

L'Europa importa oltre il 50% del suo fabbisogno di energia primaria

> 65% gas

> 86% petrolio



Principali fornitori :

Medio Oriente (petrolio)

Russia e Nordafrica (Algeria, Libia) (gas)

USA, Sud Africa (carbone).

# Accordo di Parigi del 2015

**COP 21, Conferenza di Parigi 2015:** accordo universale sul clima, sottoscritto da 196 Paesi firmatari, anche i principali paesi inquinatori (*Cina, India, USA*).

E' un Protocollo basato su impegni volontari, rivedibili ogni 5 anni, che consentono l'abbattimento di oltre il 90% delle emissioni



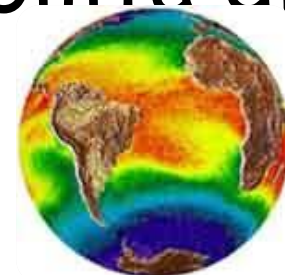
# Decarbonizzazione o Bilancio delle emissioni?



## Bilancio delle emissioni:

bilancio tra emissioni antropogeniche e rimozione da parte dei depositi di carbonio (le piante in crescita, il plancton degli oceani, ecc.).

Ma con decarbonizzazione si intende *il totale abbandono di carburanti fossili* ...mentre il bilancio implica la possibilità di poter continuare a usarli



# Agenda 2030 - 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile



Esprime un chiaro giudizio sull'insostenibilità dell'attuale modello di sviluppo, sul piano ambientale, economico e sociale. Essa ingloba i 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile per il 2030.



# Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

## *(Sustainable Development Goals - SDG)*



Gli SDG definiscono il quadro attuale dei 17 obiettivi stabiliti per lo sviluppo internazionale futuro.

Sono gli obiettivi di Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, documento programmatico adottato il 25 settembre 2015 dai Paesi Membri delle Nazioni Unite

- Prosperità economica (SDG 1,2,3,4,7,8,9)
- Inclusione sociale (SDG 5,10,16)
- Sostenibilità ambientale (SDG 6, 11, 12, 13,14,15)
- Buon governo (SDG 16, 17)

Tutti gli SdG sono interconnessi e non indipendenti (esempio: i temi affrontati dai SDG 16 e 17 sono relativi all'inclusione sociale e alla parità di genere)

# OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

**1** SCONFIGGERE LA POVERTÀ



**2** SCONFIGGERE LA FAME



**3** SALUTE E BENESSERE



**4** ISTRUZIONE DI QUALITÀ



**5** PARITÀ DI GENERE




**6** ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI



**7** ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE



**8** LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA




**9** IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE



**10** RIDURRE LE DISUGLIANZE



**11** CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI



**12** CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI



**13** LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO



**14** VITA SOTT'ACQUA



**15** VITA SULLA TERRA



**16** PACE, GIUSTIZIA E ISTITUZIONI SOLIDE



**17** PARTNERSHIP PER GLI OBIETTIVI



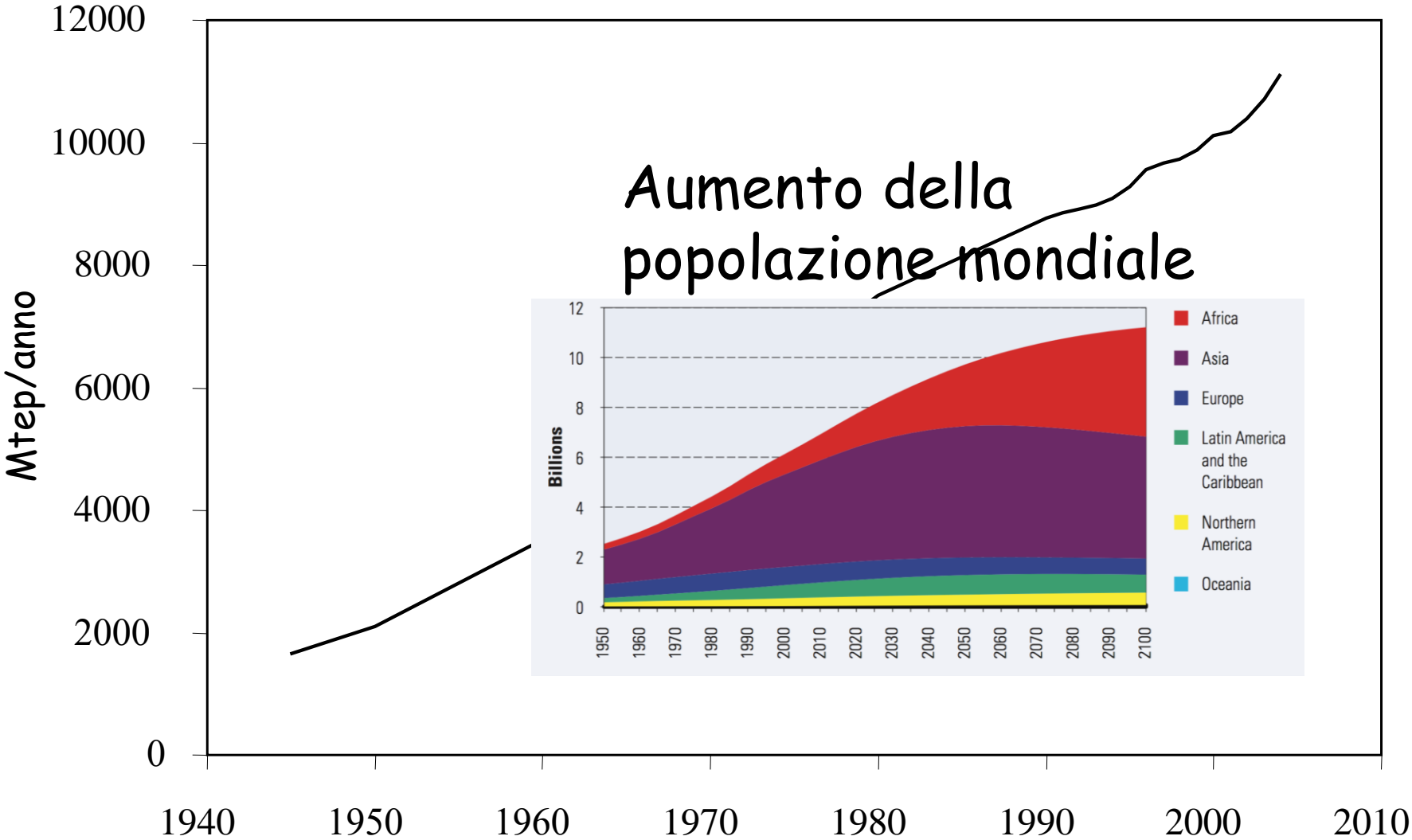
**OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE**

# Transizione energetica





# Consumi energetici mondiali



# Consumo procapite - Italia

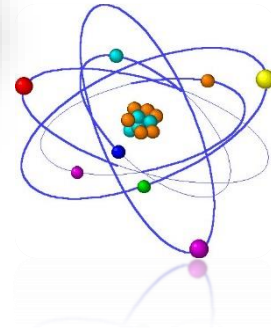


**5 l/giorno**

**1 barile/mese =  
160 l/mese**

# Energia primaria

L'energia *primaria* attinta dall'ambiente non è immediatamente disponibile, ma prima di poter essere utilizzata deve essere trasformata in altre forme, dette *secondarie*.





# RISORSE ENERGETICHE Primarie



NON RINNOVABILI

RINNOVABILI

*Combustibili  
fossili:*

petrolio

gas naturale

carbone

*Combustibili fissili:*

uranio

energia solare

energia eolica

energia geotermica

energia dalle maree e  
dalle correnti

**energia idroelettrica**

**energia dalle biomasse**

Esauribilità  
Costo  
Inquinamento

**Caratteristiche**

Disponibilità illimitata  
Gratuità  
Assenza di inquinamento



Da combustibili fossili: **energia di combustione**

Nucleare: **energia ottenuta da reazioni nucleari**

**Solare:** energia elettromagnetica emessa dal Sole

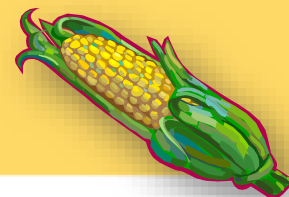
**Eolica:** energia cinetica ottenuta dal vento

**Geotermica:** energia termica del calore della Terra

**Idroelettrica:** energia potenziale di un invaso  
d'acqua in quota

**Dalle biomasse:** energia ottenuta dalla  
fermentazione di prodotti organici

**Dal mare:** energia cinetica ottenuta dalle onde



# Combustibili fossili

Negli ultimi 200 anni abbiamo soddisfatto i nostri fabbisogni energetici bruciando **carbone, petrolio e gas (metano)**, dai quali dipendono l'80% delle attività della nostra economia: **riscaldamento, trasporti, energia elettrica, illuminazione**, ma non solo.



# Combustibili fossili

Gli alimenti sono prodotti con concimi e pesticidi derivati dal petrolio, come quasi tutti i materiali da costruzione e la stragrande maggioranza dei farmaci, anche gli abiti sono in gran parte realizzati con fibre petrolchimiche



# Combustione

## *Combustione del metano (CH<sub>4</sub>)*





# Inquinamento da carbone

Il **carbone** è una delle fonti energetiche più inquinanti: durante la sua combustione emette moltissima **CO<sub>2</sub>** e spesso **anidride solforosa**, oltre a **metalli pesanti**. La varietà più inquinante è la **lignite**.

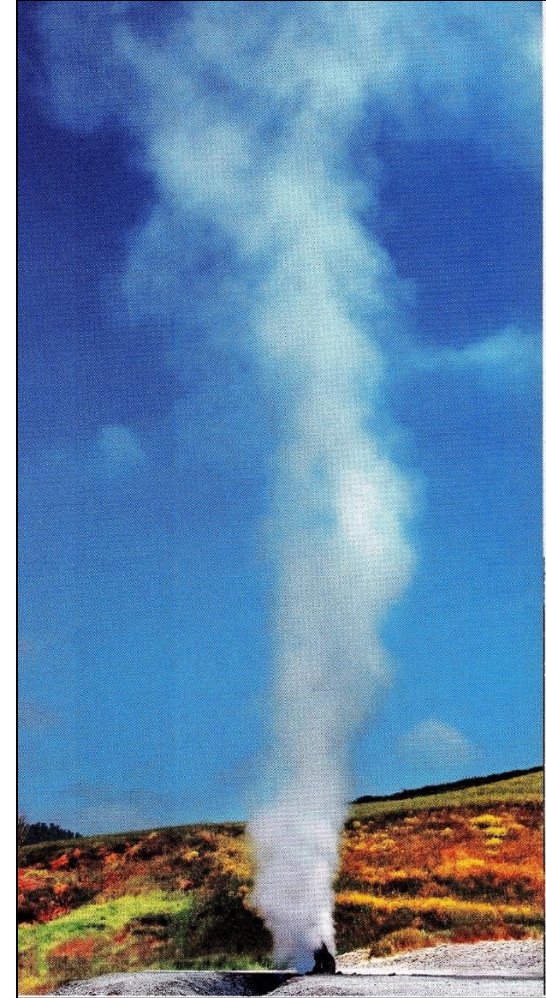
Per il suo minor costo negli ultimi anni il carbone è diventato la fonte a maggior crescita.



# Energia geotermica

E' l'energia generata dal **calore naturale della Terra**, ubicato a profondità così elevate da impedirne lo sfruttamento.

E' necessario individuare zone con anomalia termica positiva: **i giacimenti geotermici.**



# Le fonti geotermiche

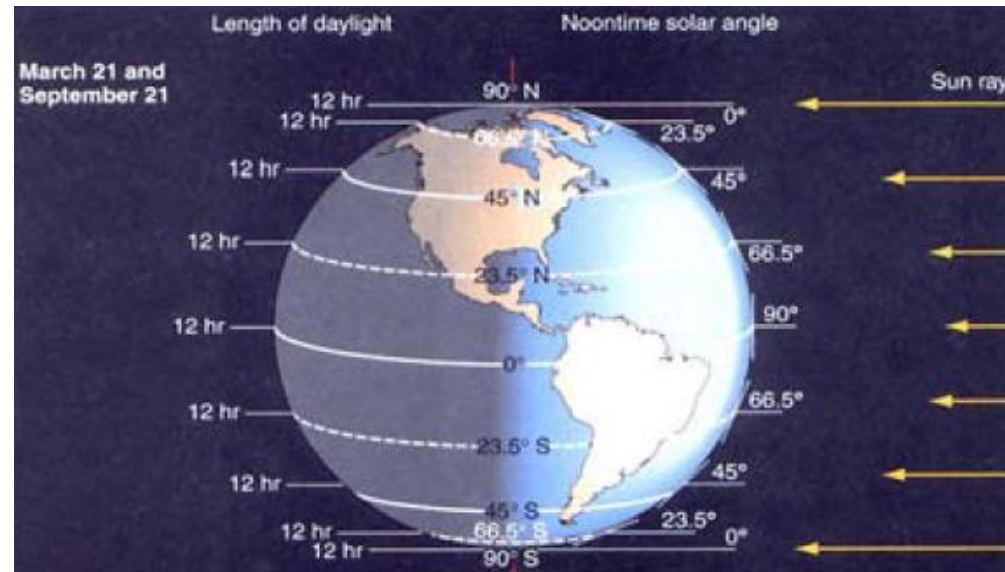
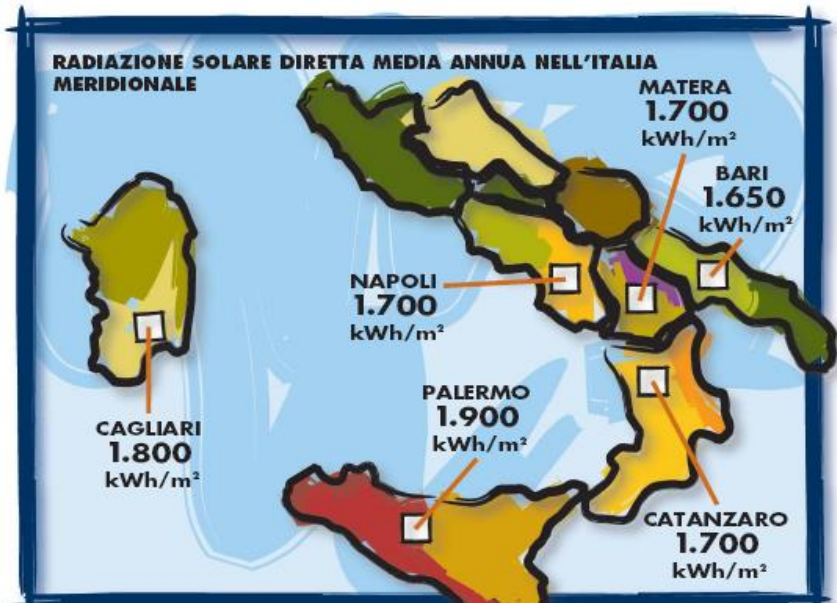
In **Islanda** l'85% delle case è riscaldato con questa fonte energetica.

Anche in **Toscana** i giacimenti naturali di vapore producono ogni anno oltre 4 miliardi di kWh di elettricità nelle sole centrali toscane di **Larderello** e **di Montieri**.



# Energia solare

Energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel Sole in atomi di elio. La disponibilità dipende dalla latitudine: può essere sfruttata solo entro una ristretta fascia, compresa tra  $45^{\circ}$  nord e sud.



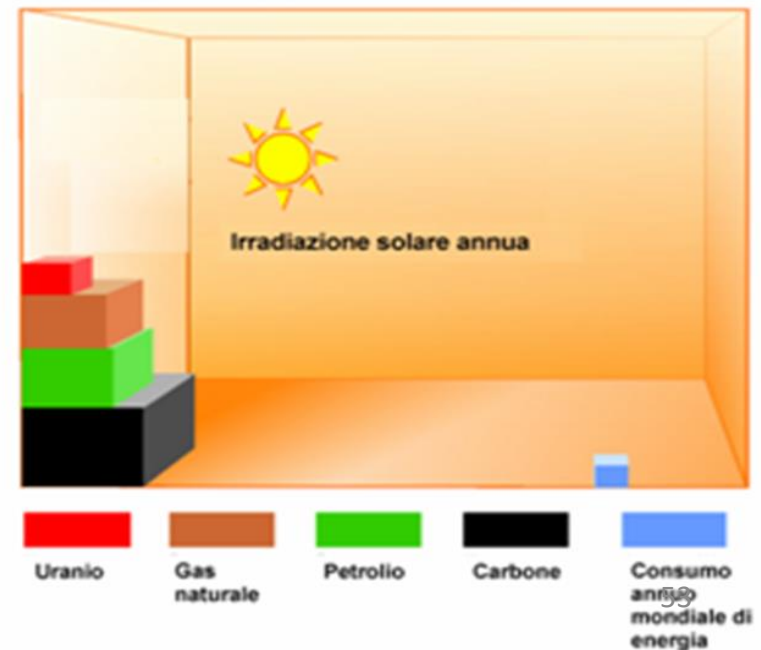
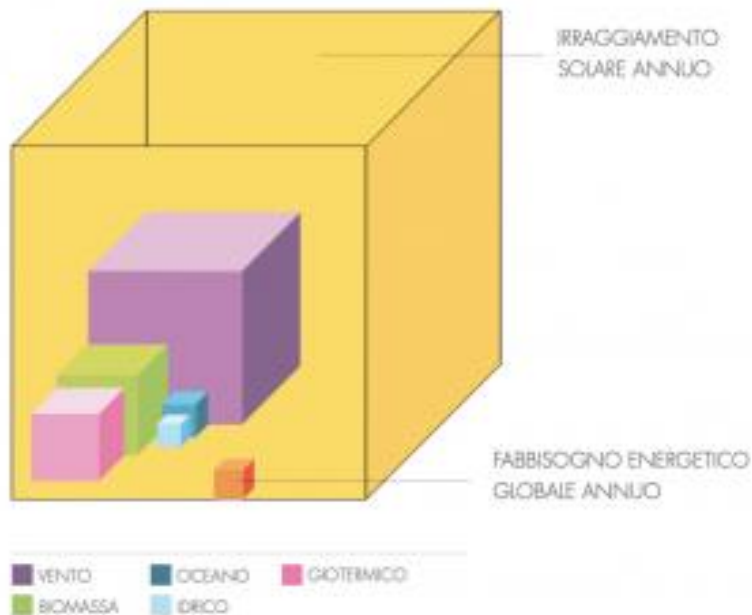
# Disponibilità mondiale

Consumo = **9 miliardi di tep/anno**

Irradiazione = **20'000 miliardi di tep/anno**



**2'000 volte il fabbisogno**

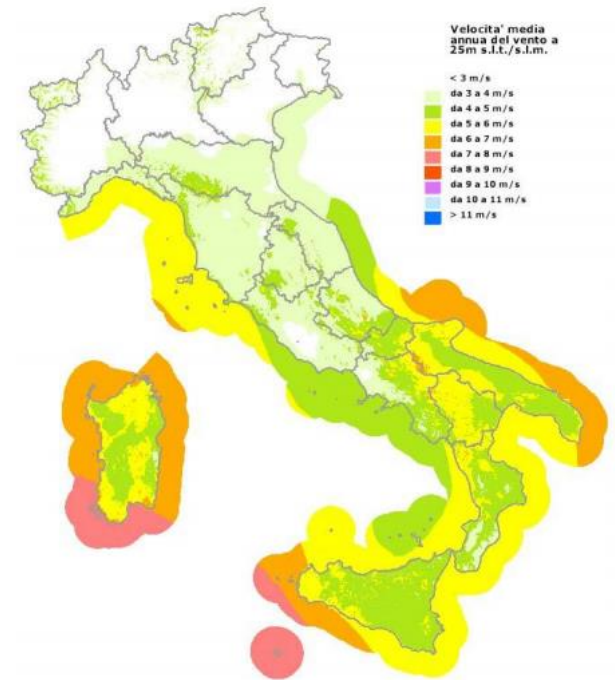


# Energia eolica

Energia cinetica ottenuta dalle correnti d'aria

Non tutti i luoghi del pianeta risultano idonei a causa:

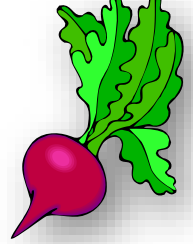
- della bassa velocità del vento (deve essere  $> 4 \text{ m/s}$  per almeno 100 giorni l'anno)
- dell'irregolarità dei venti







# Biomasse e Biocombustibili



Indicano tutti i materiali di origine organica, vegetale o animale.

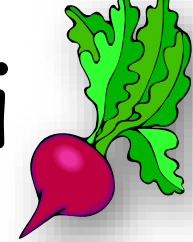
Le biomasse rientrano fra le fonti rinnovabili in quanto la  $CO_2$  emessa nella produzione di energia o alla loro morte non incrementa quella presente in atmosfera (ciclo del carbonio), essendo già stata assorbita nel loro sviluppo.







# Biomasse e Biocombustibili



Dalla fermentazione dei vegetali ricchi di zuccheri (canna da zucchero, barbabietole e mais) si può ricavare etanolo o alcool etilico, utilizzabili come combustibile per motori endotermici, dalle oleaginose (girasole, colza, soia) si può ricavare per spremitura **biodiesel**.

Dalla digestione anaerobica di colture dedicate, di reflui zootecnici e da rifiuti solidi urbani si ricava il **biogas**



# Idrogeno

L'idrogeno è un vettore energetico che presenta i seguenti vantaggi:



- brucia dando come prodotto di reazione **acqua;**
- può essere **distribuito in rete;**
- può essere impiegato in applicazioni diverse: **produzione di energia elettrica, trazione, generazione di calore.**

# Produzione dell'idrogeno

In natura non esiste da solo: va estratto dall'acqua o dal metano.

1. grigio, prodotto generalmente dal processo di steam reforming del metano, dalla gassificazione del carbone, con elevate emissioni di anidride carbonica;

2. blu, prodotto dallo steam reforming o dalla gassificazione del carbone in presenza di sistemi di abbattimento delle emissioni inquinanti di anidride carbonica quali le tecnologie di cattura e utilizzo o confinamento della CO<sub>2</sub> (CCUS);

3. verde, prodotto attraverso elettrolizzatori alimentati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili

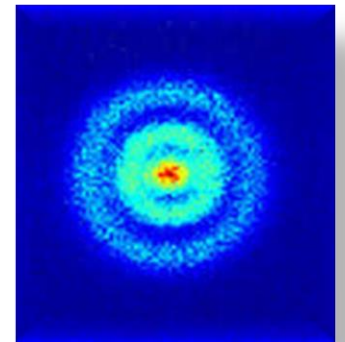
# Produzione dell'idrogeno verde

da **fonti fossili che rinnovabili**:

avviene scindendo l'acqua nei suoi componenti attraverso elettrolisi



Il processo è sostenibile se l'energia elettrica è fornita da fonti rinnovabili.



# Energia secondaria (vettore energetico): energia elettrica

Perché la usiamo?

- E' versatile
- E' disponibile con facilità
- E' trasportabile
- E' distribuibile tramite servizi di rete
- E' immagazzinabile (pile, batterie)



# Tipologie di centrale elettrica

La maggior parte dell'energia elettrica prodotta nel mondo ha origine nella *centrale*

*Termoelettrica*

*Altri tipi di centrale*

*Nucleare*

*Geotermoelettrica*

*Idroelettrica*

*Solare*

*Eolica*

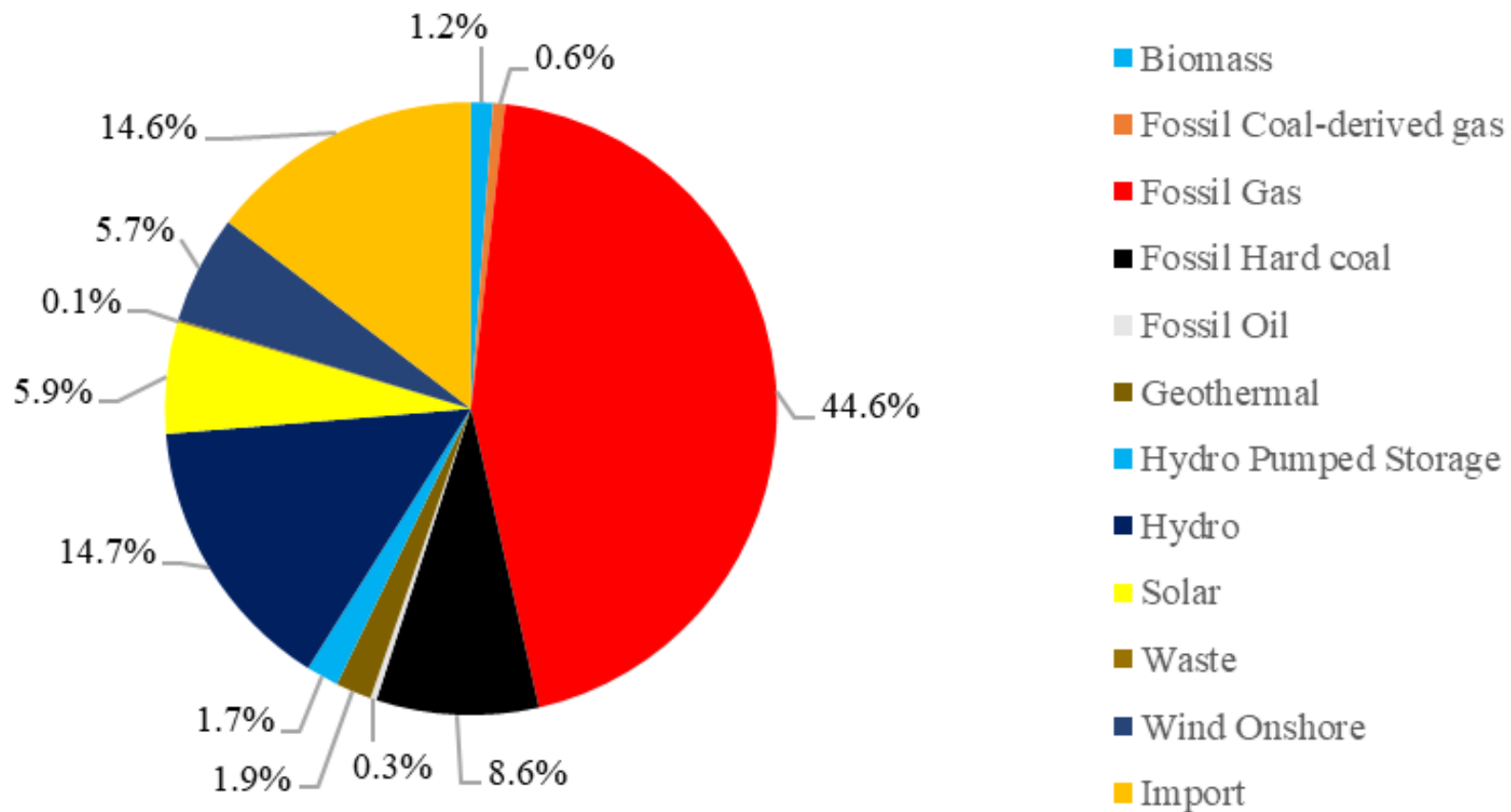
*Fonti rinnovabili*

*Idroelettrico*

*Fotovoltaico*

*Eolico*

*Geotermico*



### Mix energetico al 2018:

- 40 % fonti rinnovabili
- 55 % fonti fossili
- 5% importazioni

# Centrale termoelettrica



Le **centrali termoelettriche** rappresentano la spina dorsale del sistema di produzione dell'energia elettrica perché garantiscono il massimo rendimento ed erogano grandi potenze (GW).



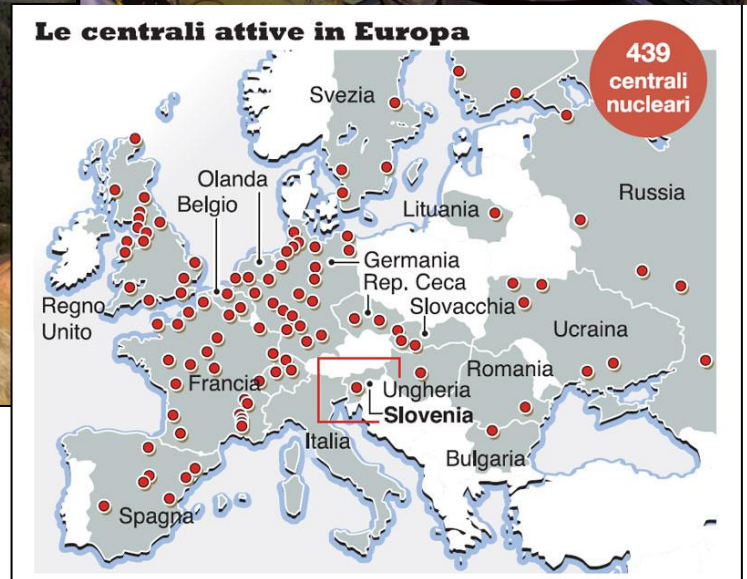
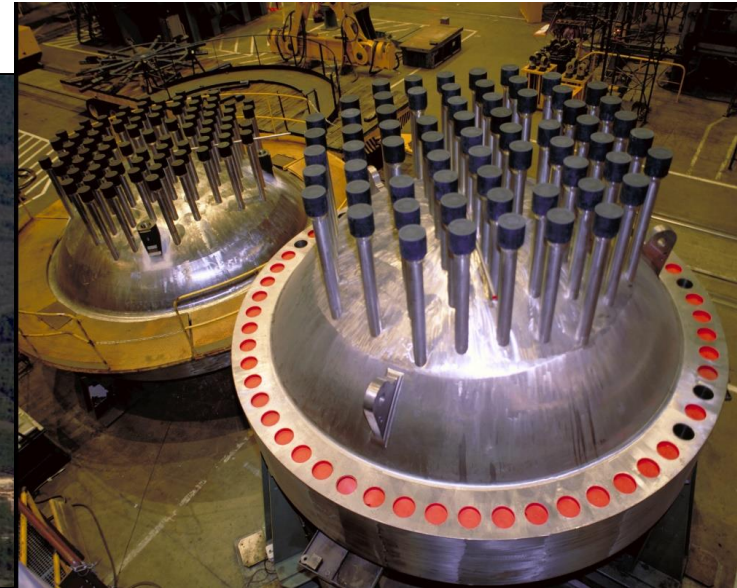
# Come si può ottenere calore?

Nella centrale termoelettrica il calore proviene da: **vapore ad alta temperatura**  
Ma potrebbe anche provenire da:

- **una combustione (centrale a gas)**
- **una reazione nucleare (centrale nucleare)**
- **i rifiuti (termovalorizzatore)**
- **il sole (centrale solare)**
- **il terreno (centrale geotermica)**



# Centrale nucleare



# Termovalorizzatore



[Questa foto](#) di Autore sconosciuto è concesso in licenza da [CC BY-SA-NC](#)

[Questa foto](#) di Autore sconosciuto è concesso in licenza da [CC BY-NC-ND](#)

# Centrale geotermoelettrica



# Centrale solare termoelettrica





02/05/2023



# Altre tipologie di centrali a fonti rinnovabili



02/05/2023

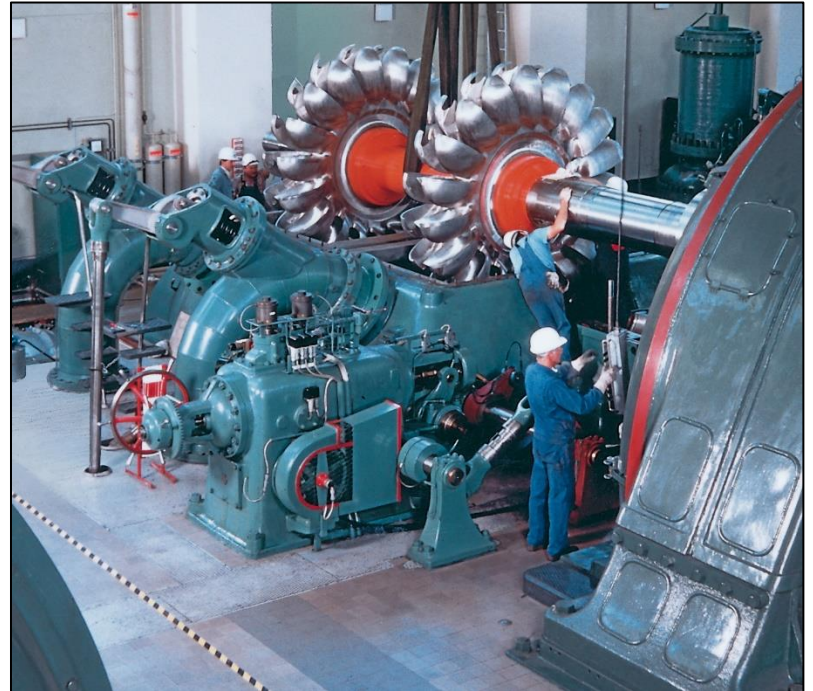
# Centrale idroelettrica



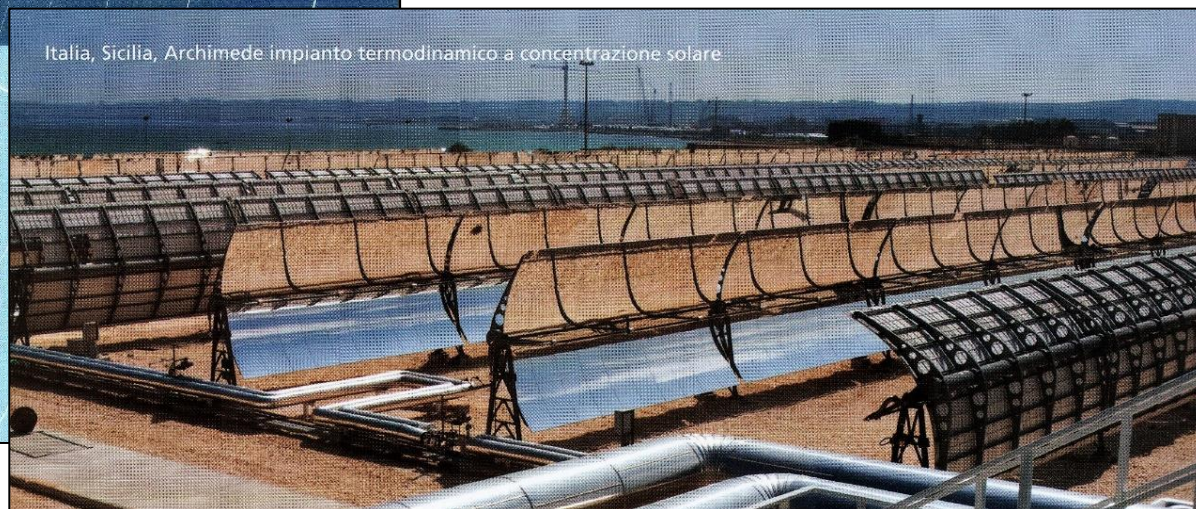
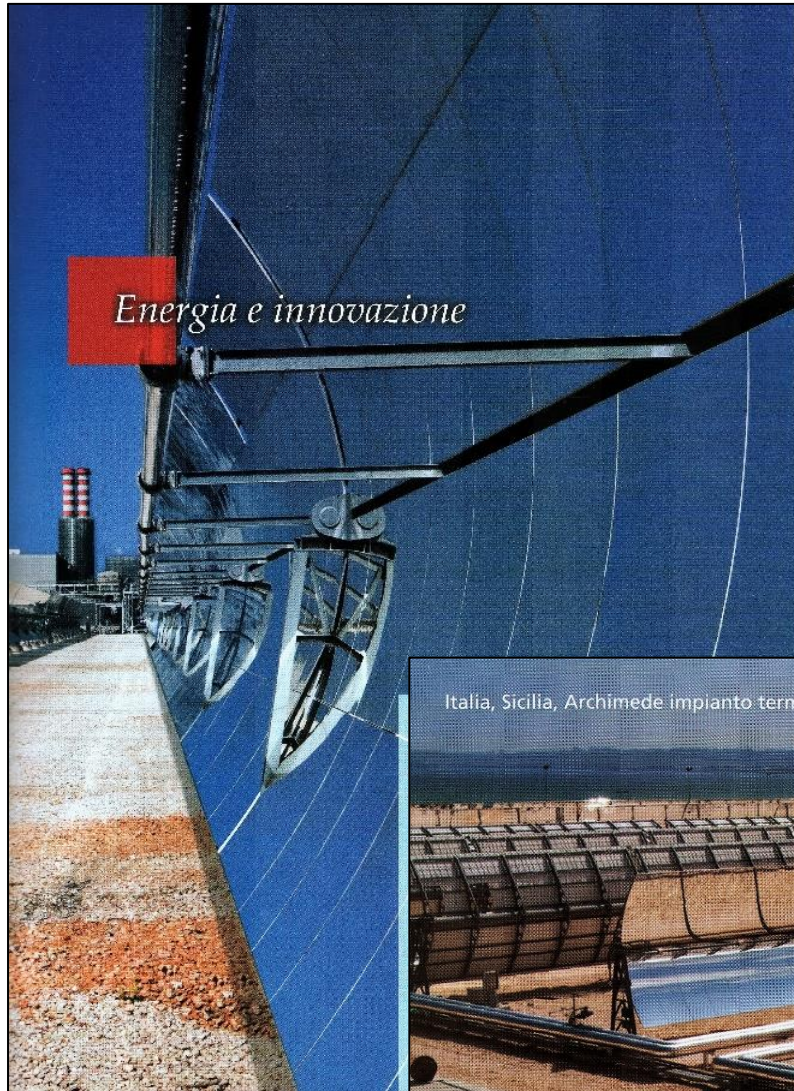




02/05/2025



# Centrale fotovoltaica





02/05/2023



Centrale eolica





# Tipologie di aerogeneratori

Asse orizzontale

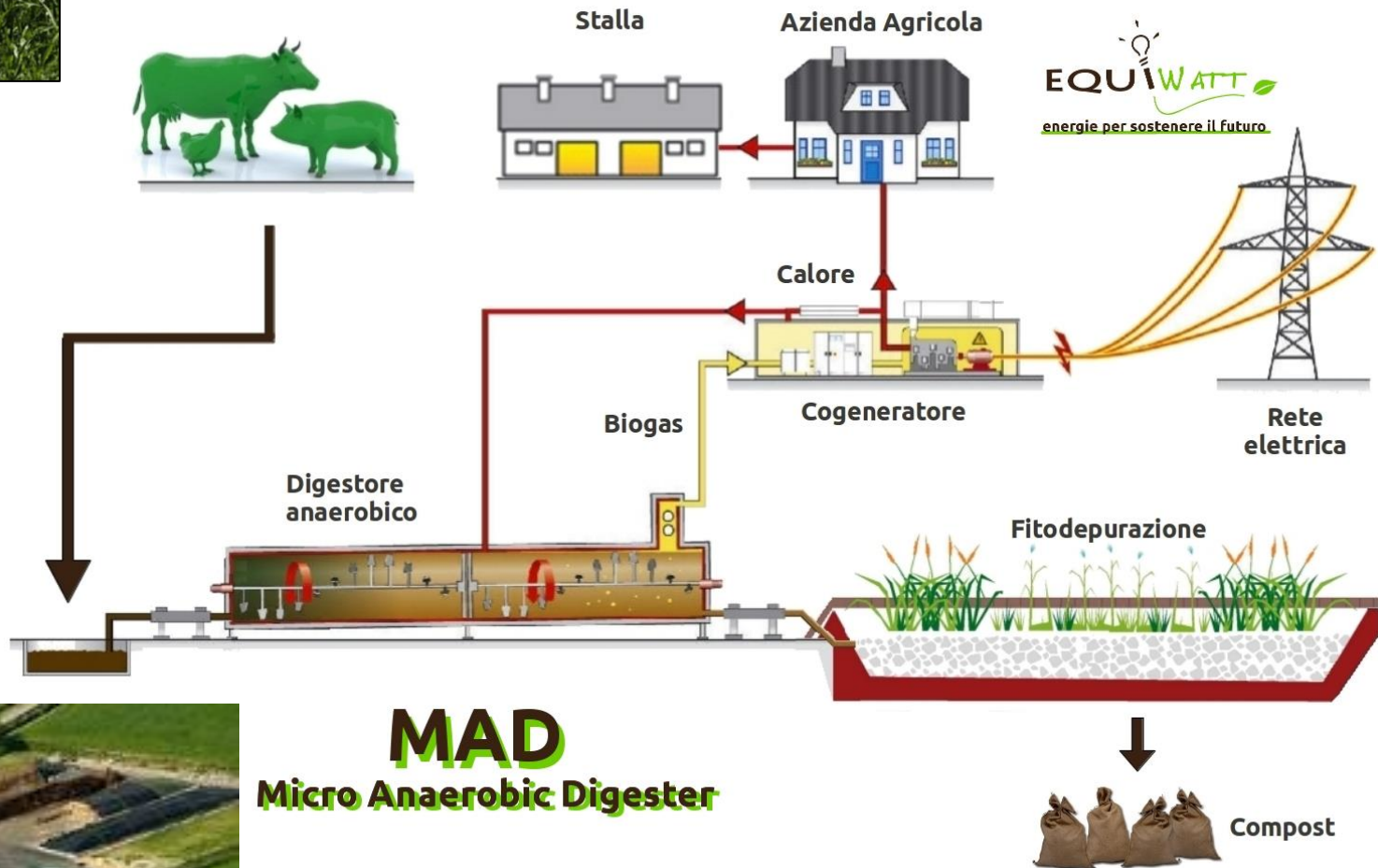


Asse verticale





# Centrale a biomassa



**MAD**  
Micro Anaerobic Digester

# Nuovo paradigma energetico

Sarà basato sulla **micro-generazione distribuita da fonti rinnovabili** (piccoli impianti di produzione di energia elettrica collocati presso l'utente finale), **l'accumulo energetico e l'idrogeno**.

- **energia rinnovabile**
- **microgenerazione**
- **smart grid**
- **idrogeno**
- **mobilità elettrica**





# Ruolo e consumi delle città

L'Italia è fra i paesi in Europa a maggior consumo di energia primaria: in un'ottica di ripartizione degli oneri un ruolo importante sarà rivestito dalle città.

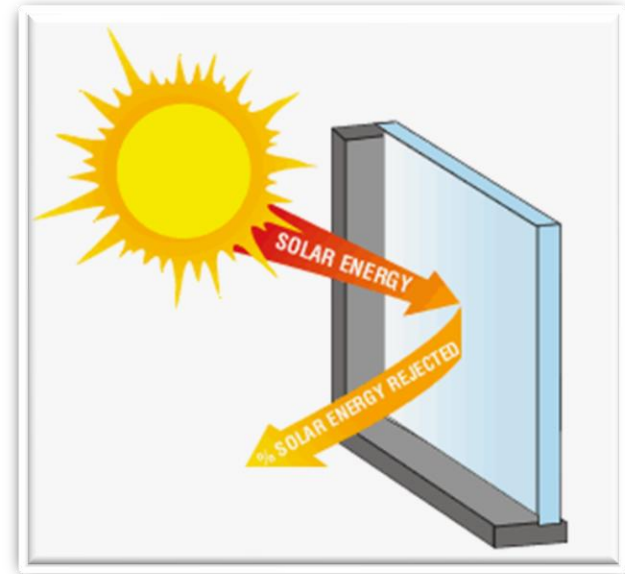
In esse si verificano **due terzi dei consumi e viene emessa il 70% della CO<sub>2</sub>**

Il maggiore contributo è fornito dal **settore civile** (terziario, residenziale) (36%), seguito da **trasporti** (32%) e **industria** (23%).



# Fabbisogni energetici

Energia termica



Energia elettrica



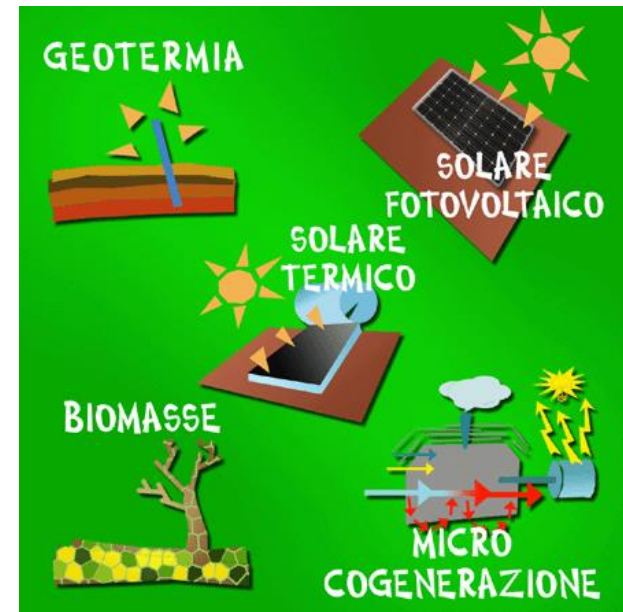
# Fonti energetiche utilizzabili per la generazione distribuita

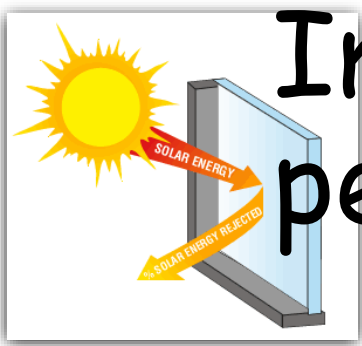
Produzione di **energia elettrica**:

- *Energia solare*
- *Energia eolica*

Produzione di **energia termica**:

- *Energia solare*
- *Energia geotermica*





# Impianti a fonte rinnovabile per la generazione distribuita

**fotovoltaici:**

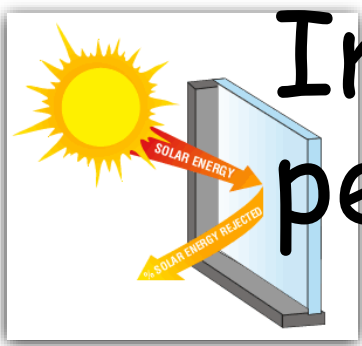
convertono l'energia solare in **energia elettrica**

**microeolici:**

convertono l'energia del vento in **energia elettrica**

**solari termici:**

convertono l'energia solare in **calore** per il riscaldamento dell'acqua sanitaria e di lavaggio negli elettrodomestici o per il riscaldamento



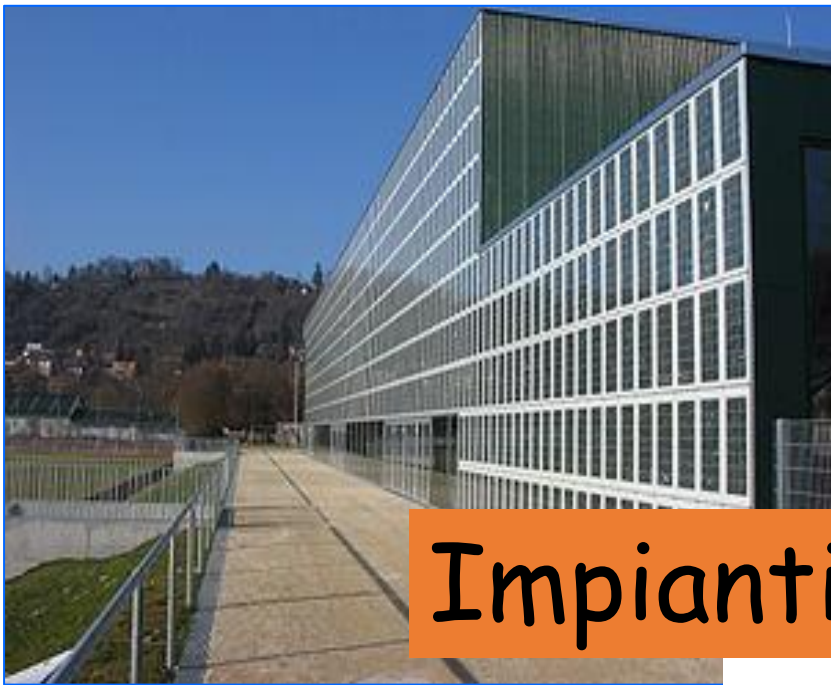
# Impianti a fonte rinnovabile per la generazione distribuita

## geotermici:

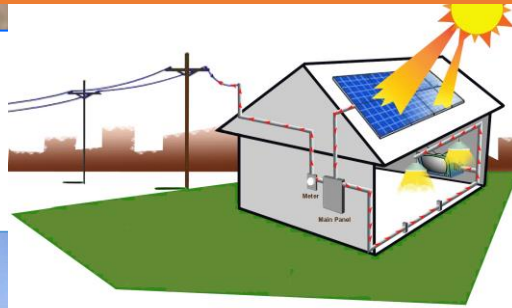
utilizzano il calore del sottosuolo per la climatizzazione e la produzione di acqua calda sanitaria

## a biomassa:

utilizzano gli scarti di aziende agricole e zootecniche in digestori per produrre biogas

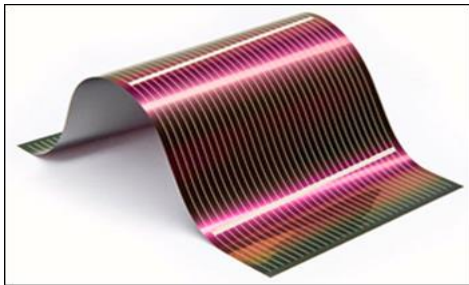


# Impianti fotovoltaici



# Due generazioni di Fotovoltaico

I pannelli di **prima** generazione sono realizzati su supporti **rigidi**; quelli di **seconda** generazione attraverso deposizione uniforme di **film sottile**



# Tipologie di pannelli in Silicio

Monocristallino



Policristallino



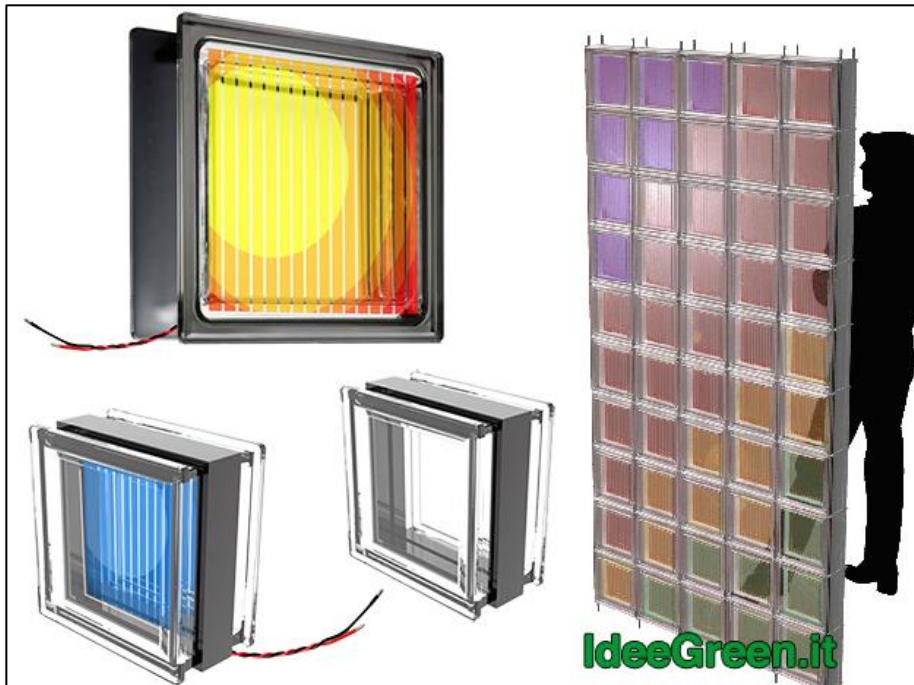
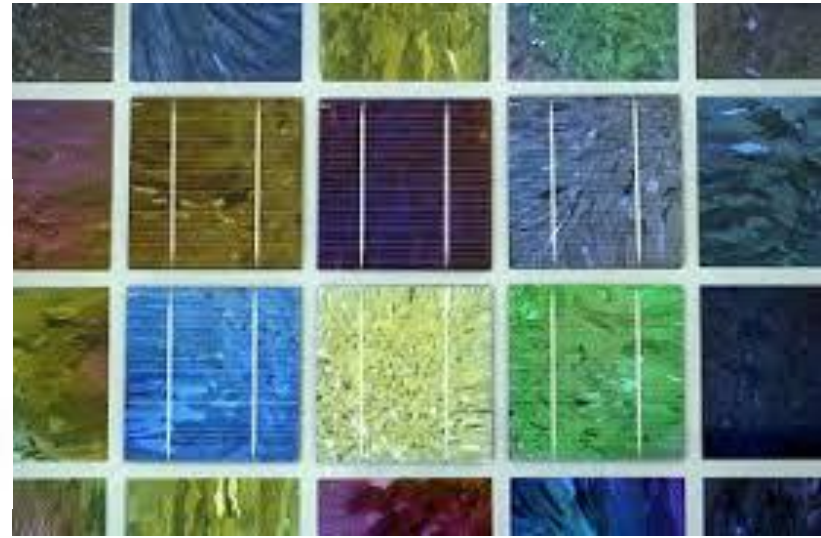
Amorfo



A parità di produzione, la superficie occupata da pannelli in silicio **amorfo** sarà più che doppia rispetto ad un equivalente campo fotovoltaico in silicio **policristallino** e più che tripla rispetto ad un campo in silicio **monocristallino**



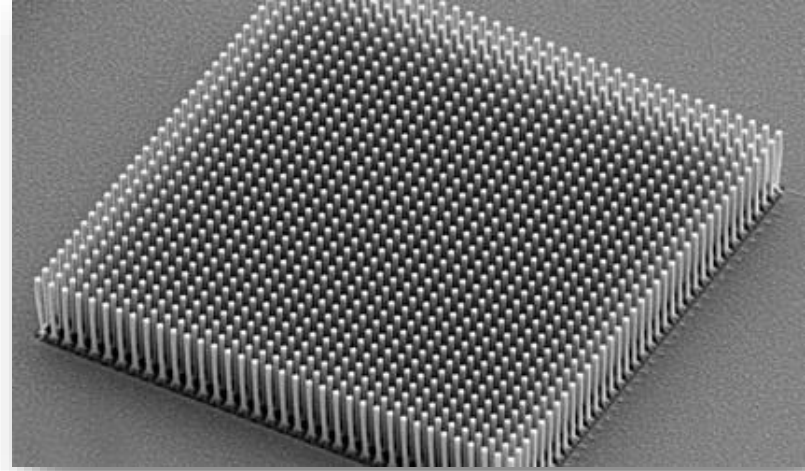
# Pannelli in Silicio policristallino colorati



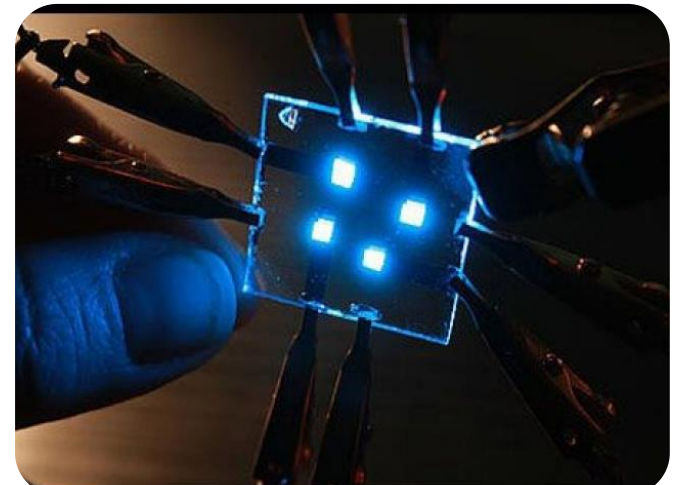
# Pannelli in CIS



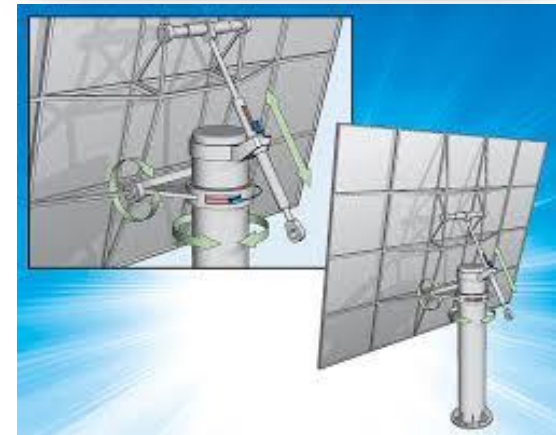
# Celle al Solfuro di Cadmio



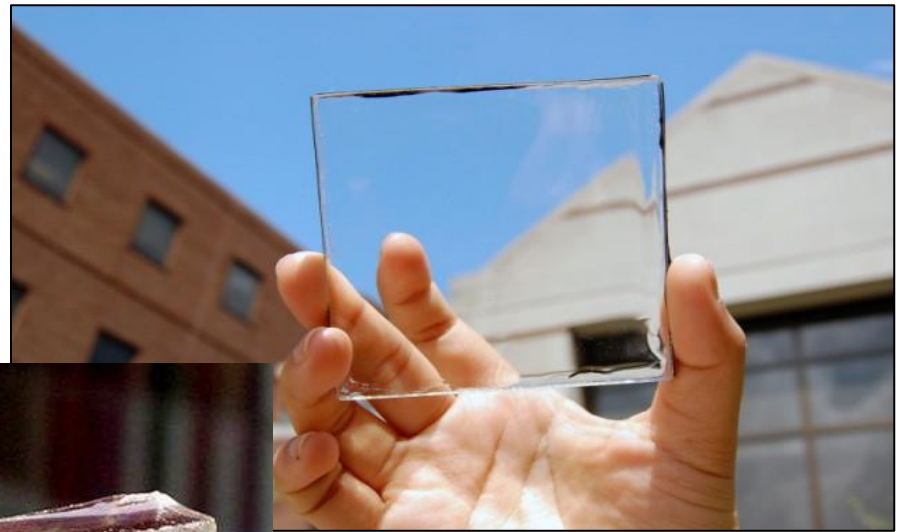
# Celle all'Arseniuro di Gallio



# Celle a concentrazione Sistemi ad inseguimento solare

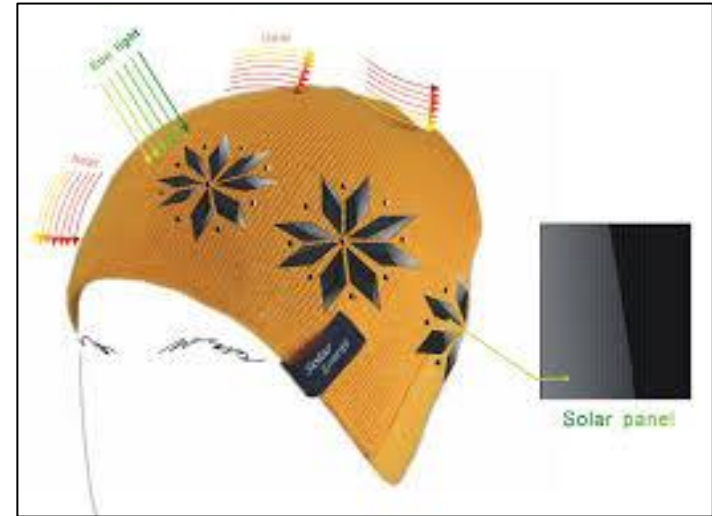
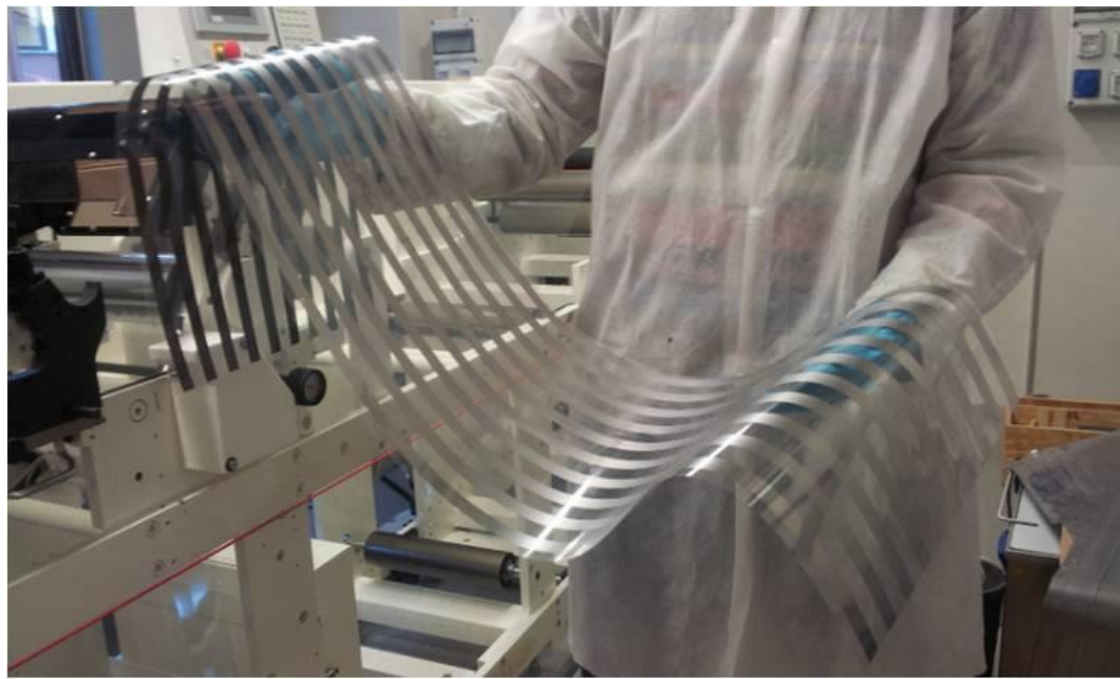


# Celle fotovoltaiche trasparenti

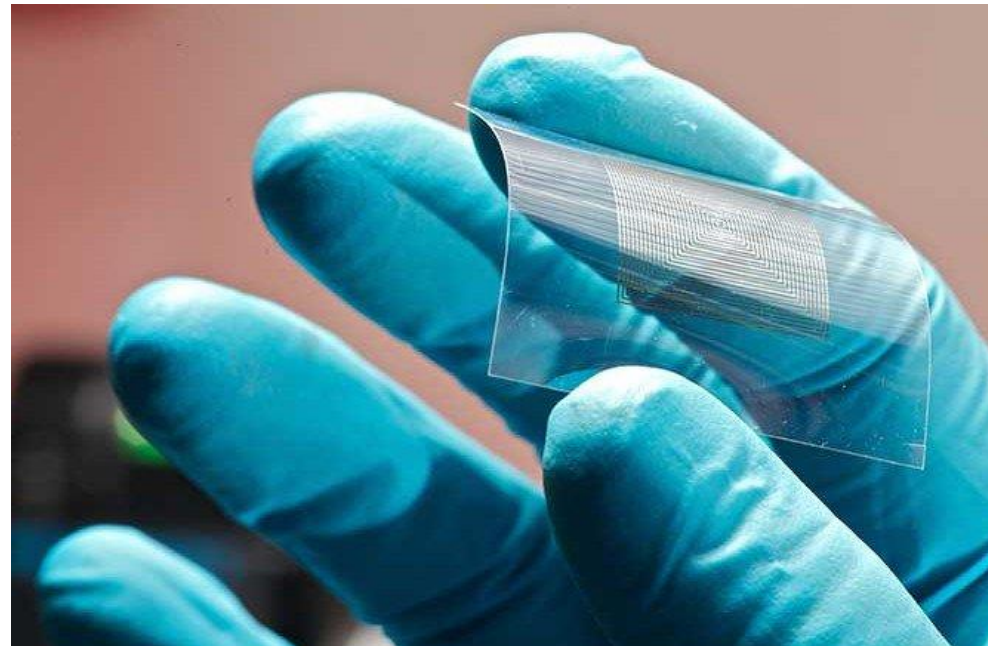


# Celle organiche



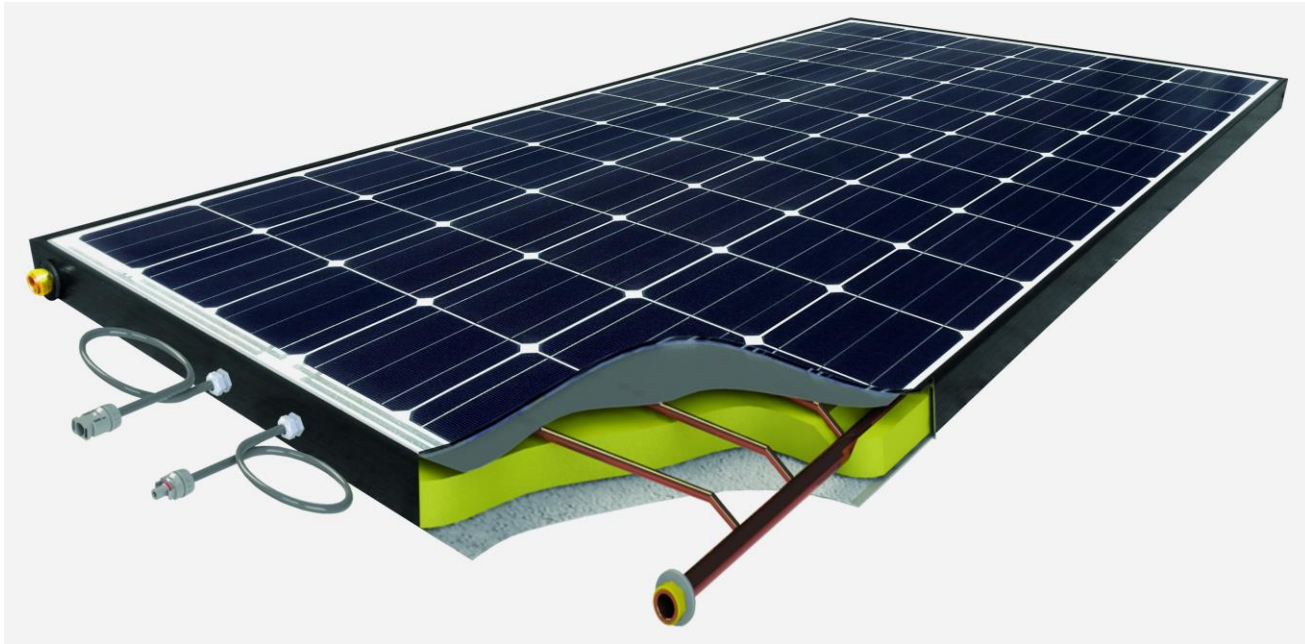


I telefonini potranno ricaricarsi grazie a celle fotovoltaiche stampate sulle loro parti plastiche



# Pannelli fotovoltaici termici

Coniugano in un unico sistema di produzione di **elettricità e calore**

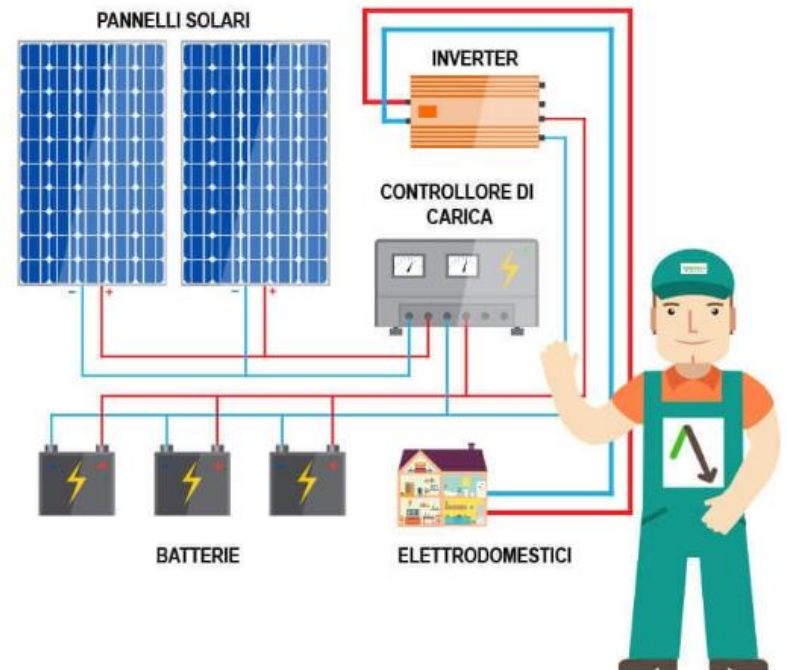


# Tipologie di impianti FV

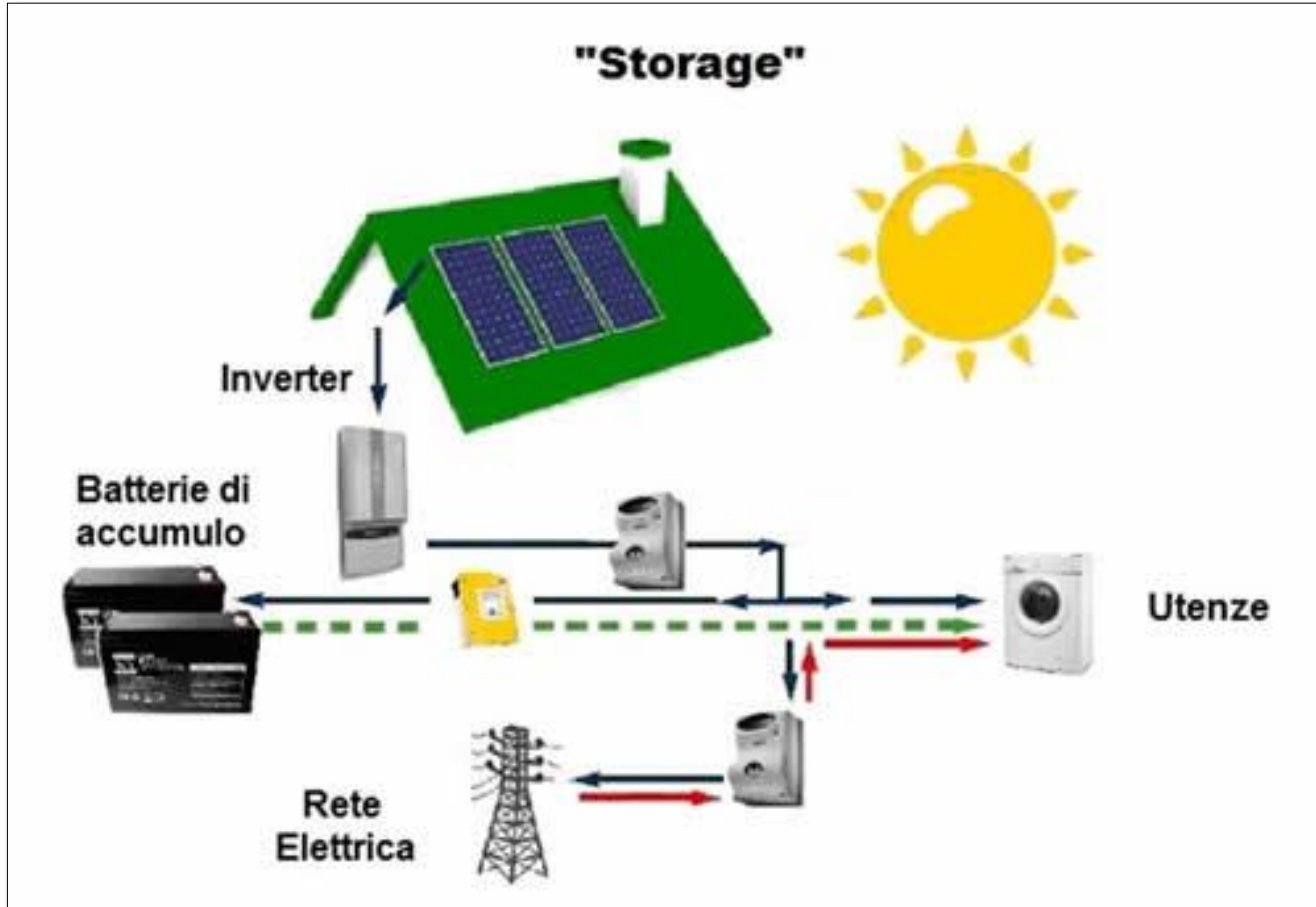
**Impianti grid-connected**



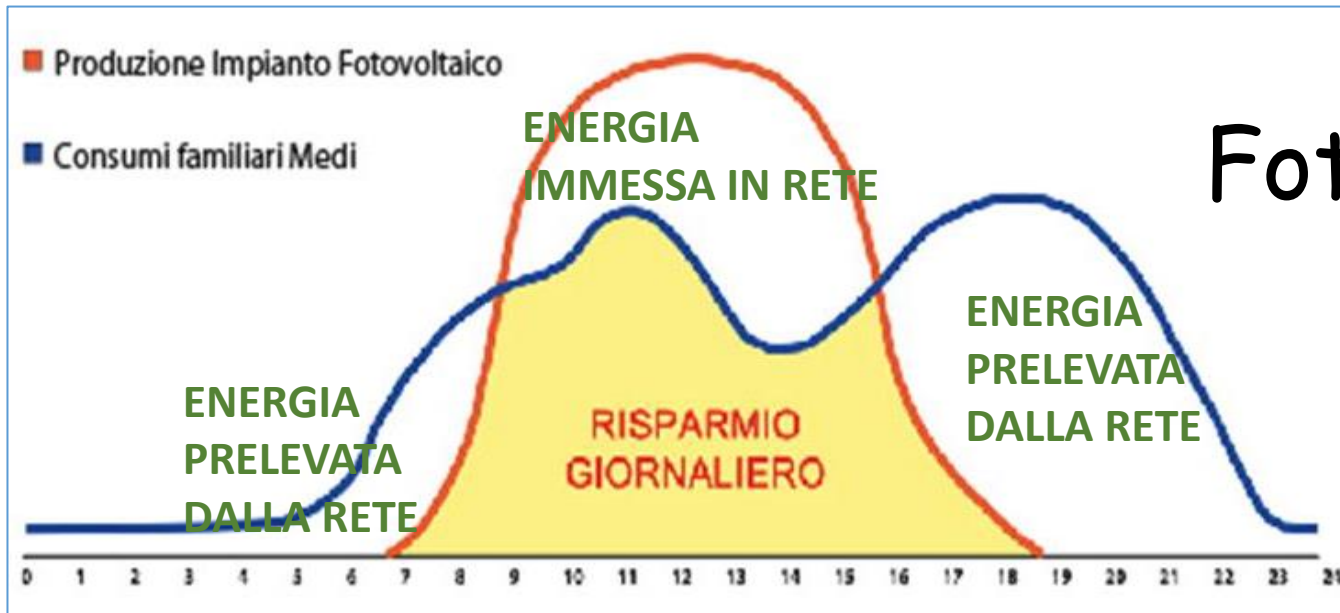
**Impianti stand alone**



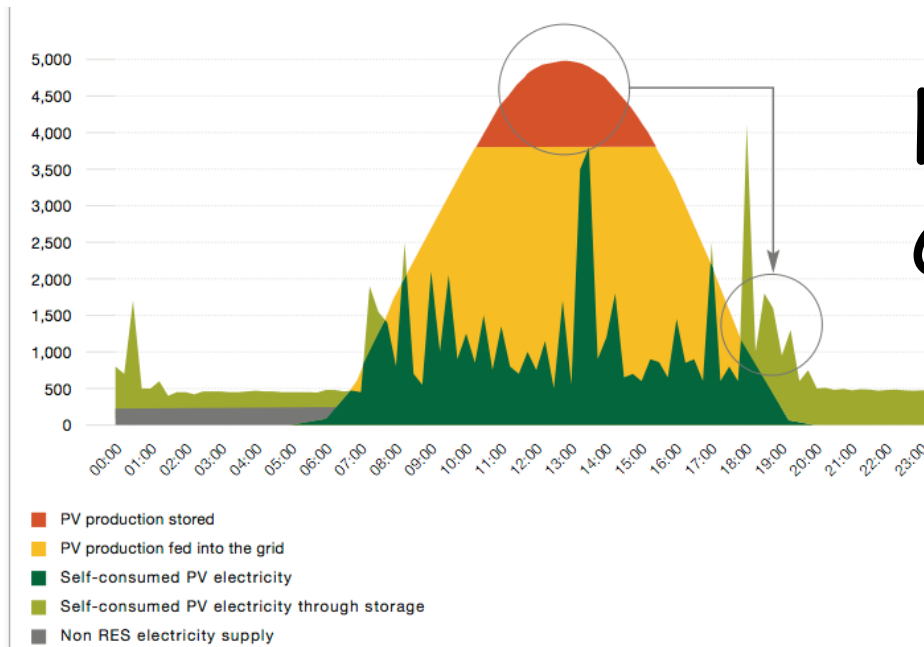
# Impianti grid-connected con storage





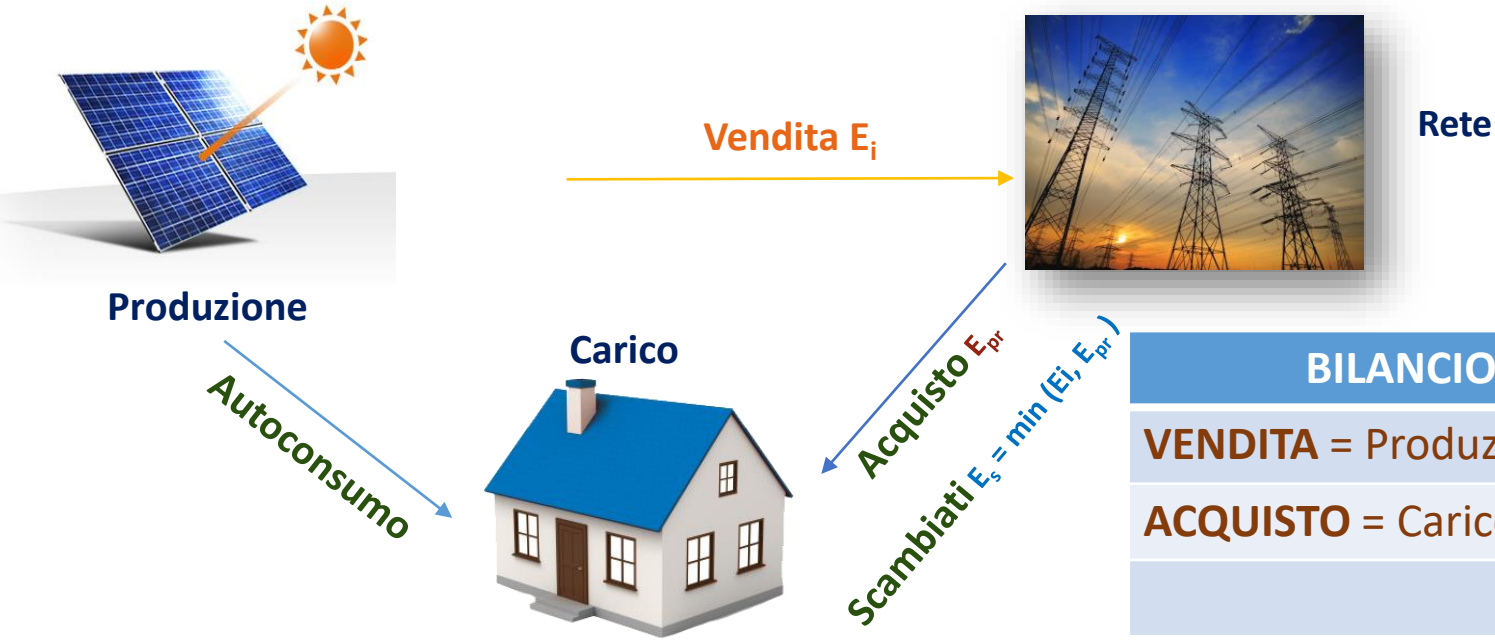


# Fotovoltaico



# Fotovoltaico con accumulo

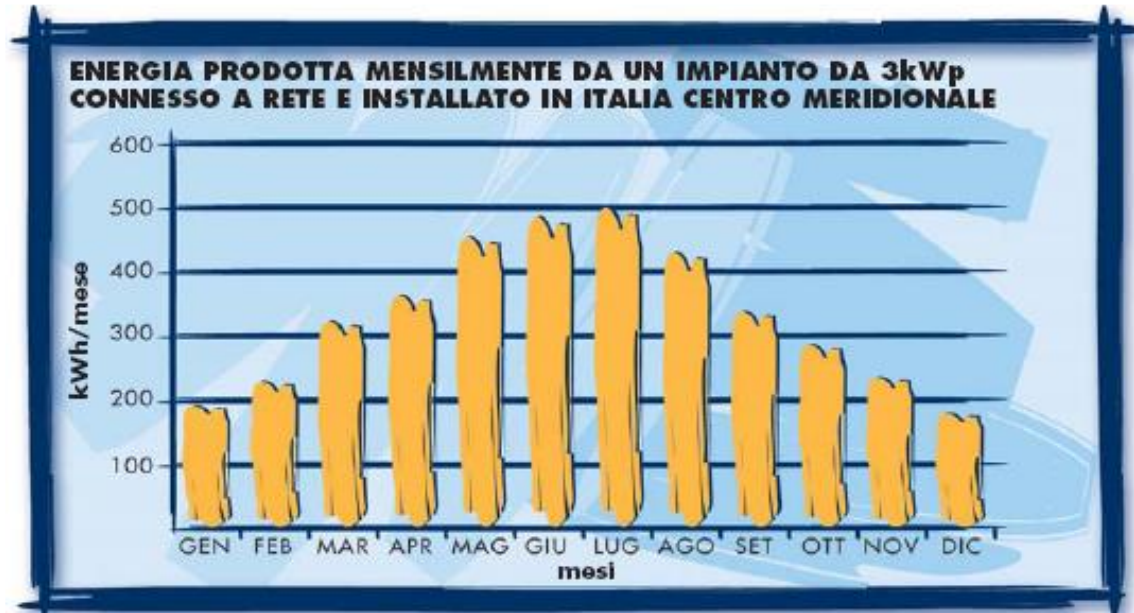
# Scambio Sul Posto in termini di energia (kWh)



## BILANCIO ENERGETICO

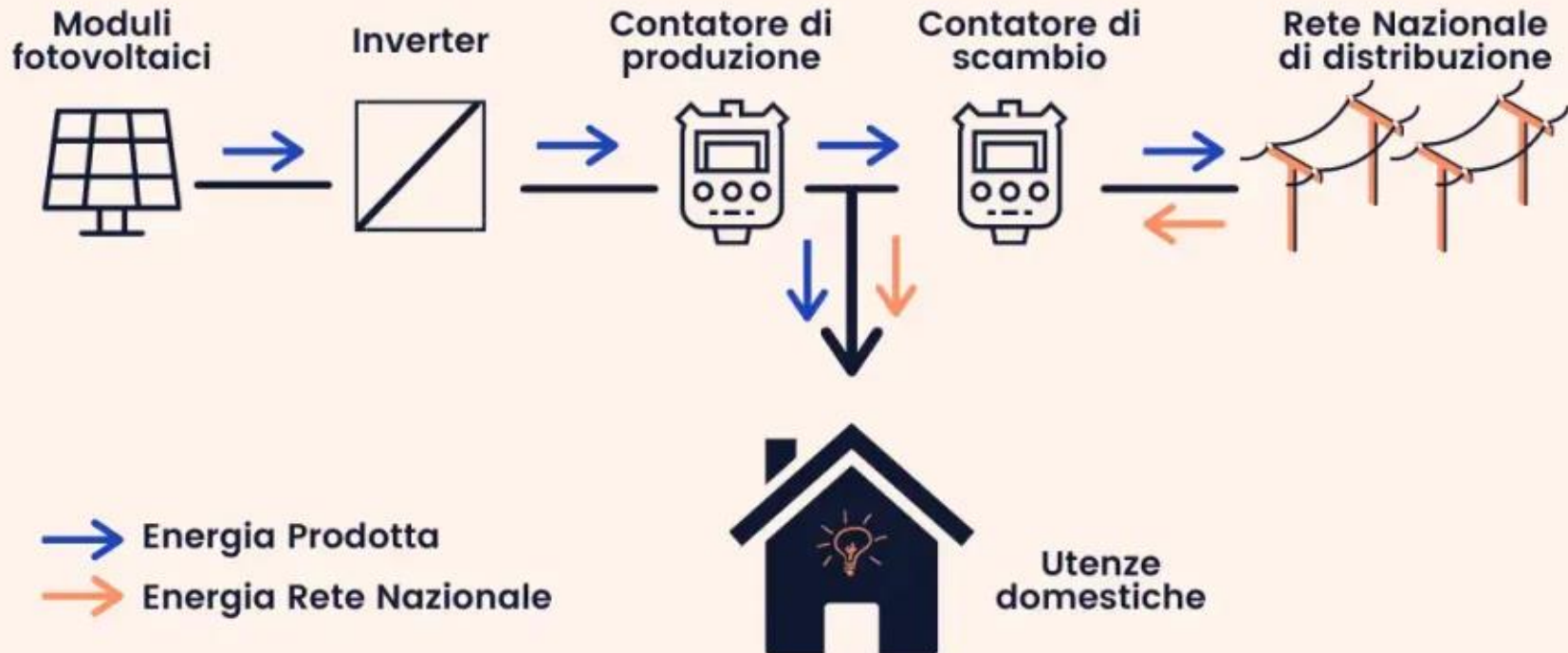
**VENDITA** = Produzione - Autoconsumo

**ACQUISTO** = Carico - Autoconsumo



# Scambio Sul Posto in termini di energia (kWh)

## Lo scambio sul posto



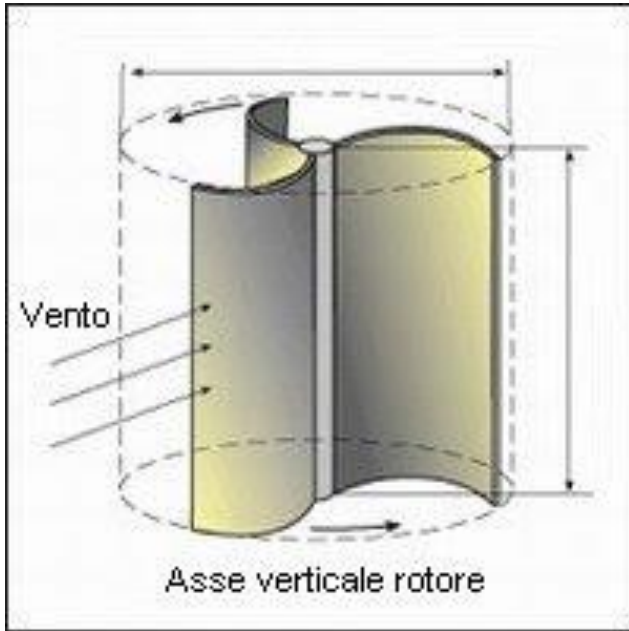
# Microeolico

Piccoli impianti per la produzione energetica ad uso domestico con potenza nominale < 20 kW

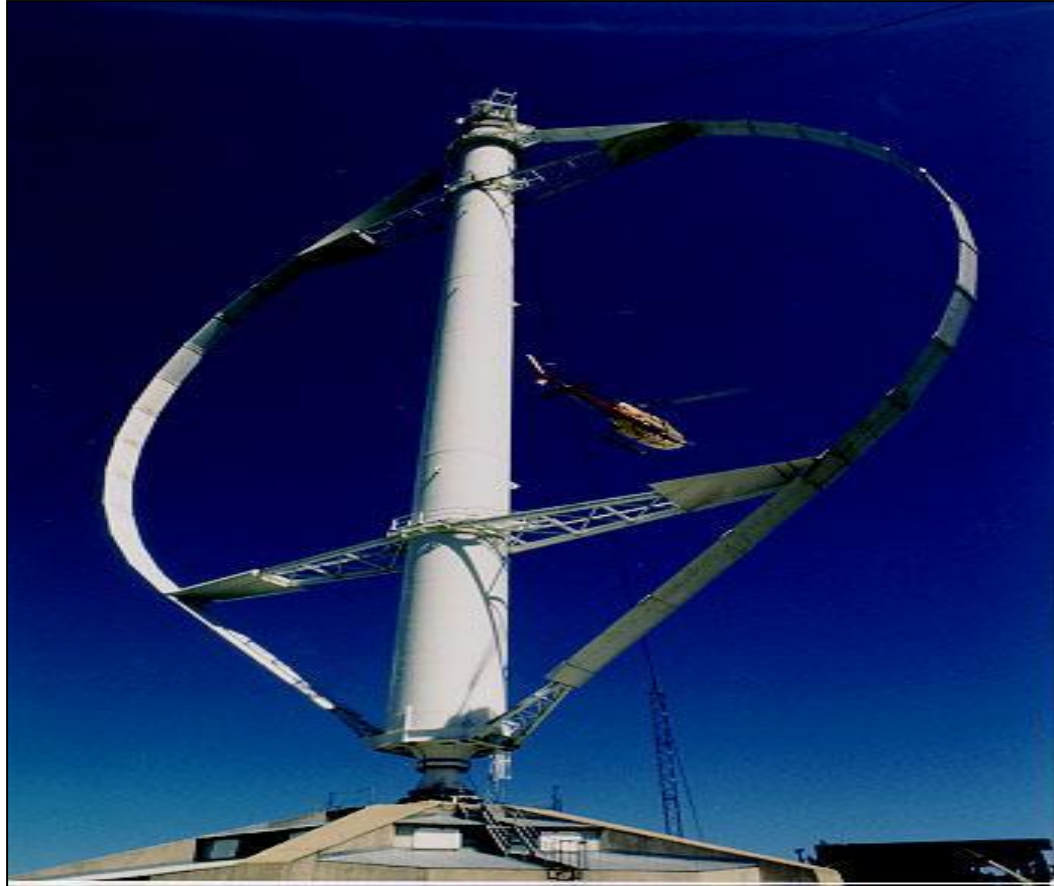
In genere si utilizzano aerogeneratori ad asse verticale, che presentano tutta l'attrezzatura meccanica di controllo a livello del suolo, più gestibili dal punto di vista della manutenzione



# Savonius



# Darrieus



# Darrieus ad H







# Collettori solari



# Pannelli radianti

Il collettore può essere efficacemente accoppiato a pannelli radianti per il riscaldamento ambiente, che necessitano di acqua calda a **bassa temperatura**.



# Valorizzazione dell'energia prodotta

Fonte energetica  
sostituita:

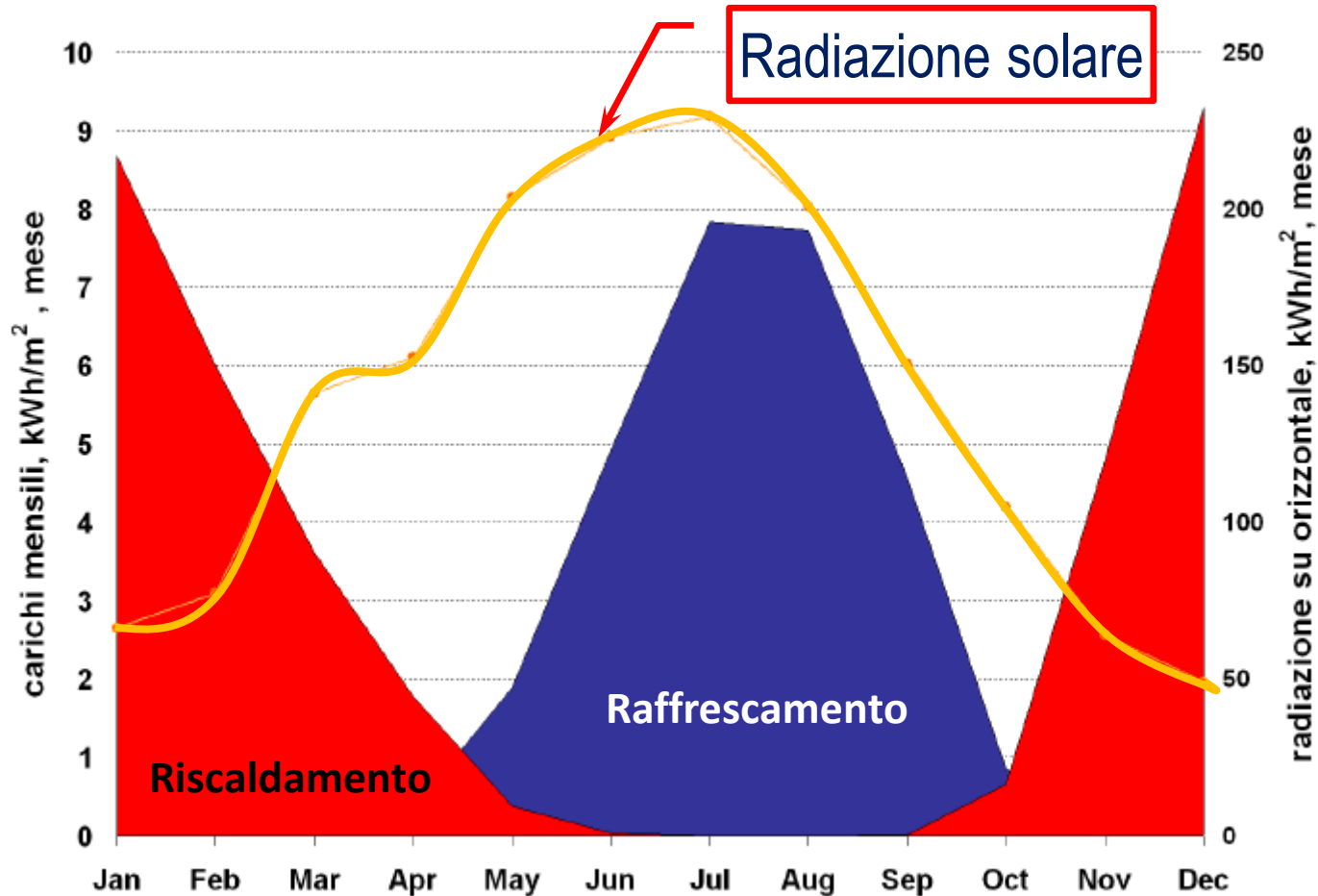
Energia elettrica 0,20 €/kWhe

Metano 0,07 €/kWht

GPL 0,11 €/kWht



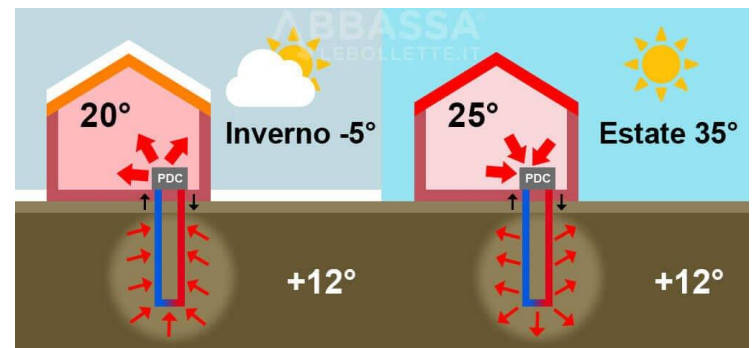
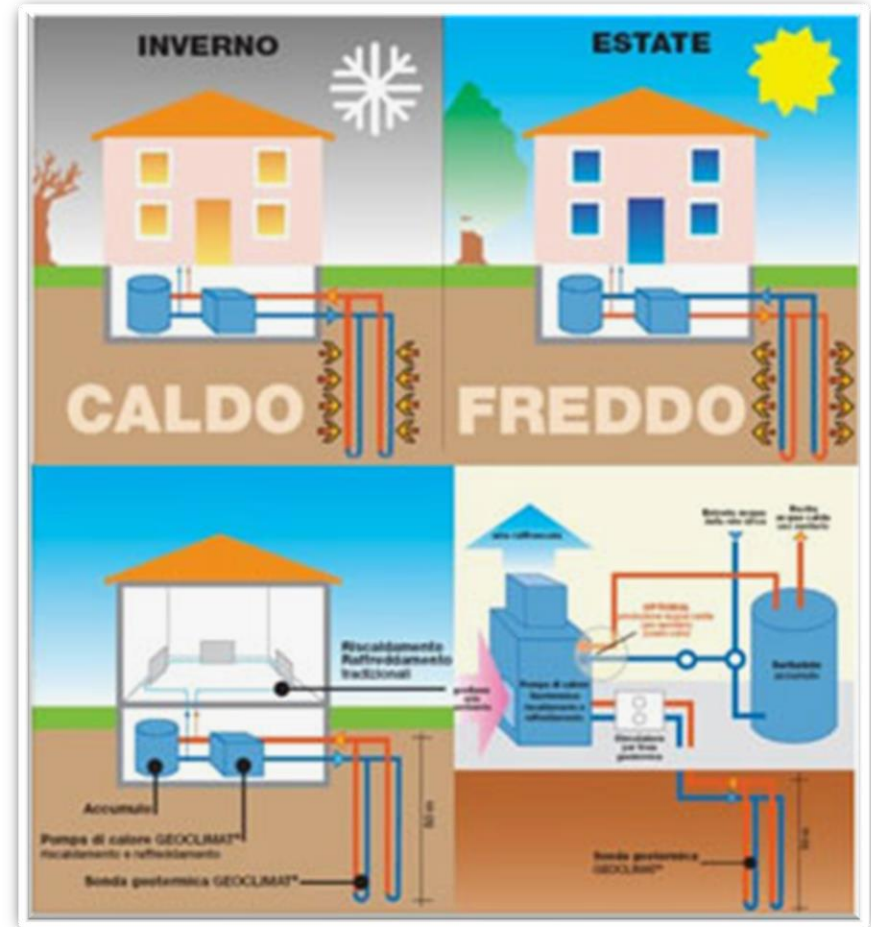
# Fabbisogno e soleggiamento



# Geotermia

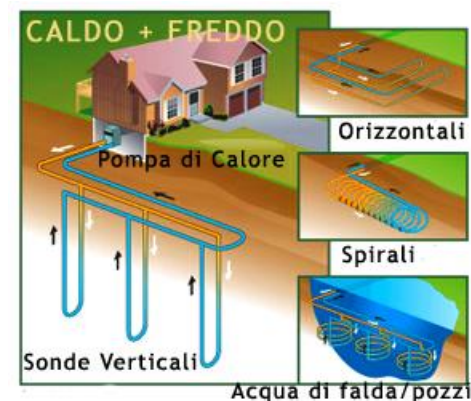
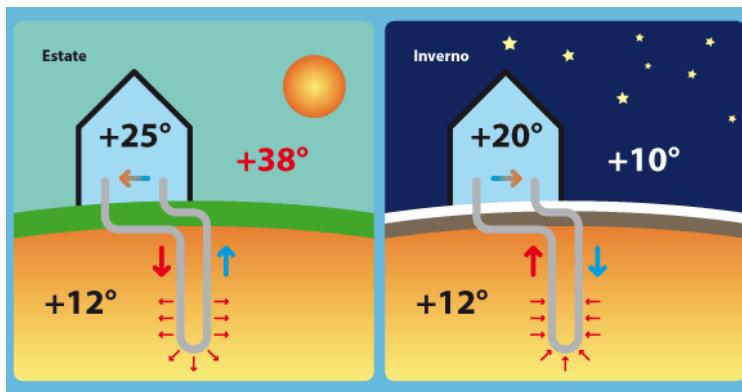
Uso del terreno come sorgente calda o fredda per la climatizzazione.

Lo scambio di calore viene realizzato con pompe di calore abbinate a **sonde geotermiche** poste nel terreno



# Vantaggi

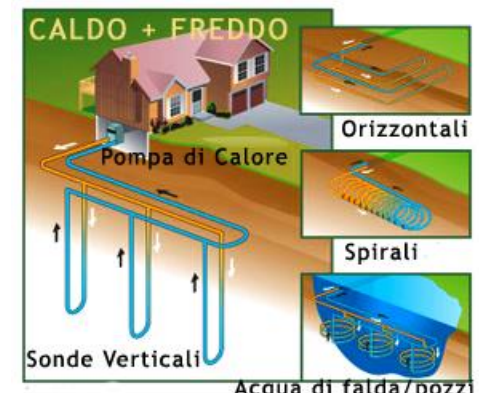
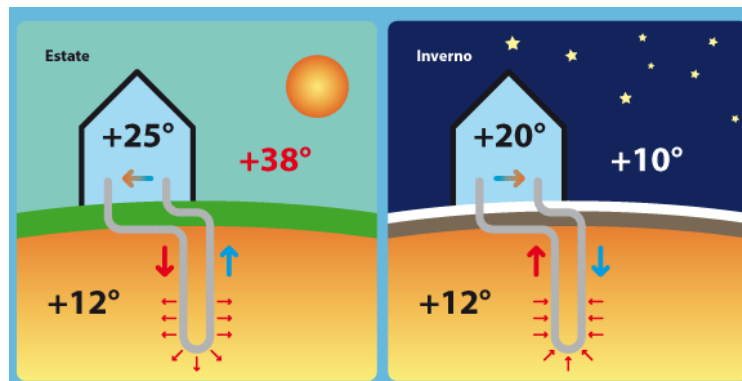
La pompa di calore, se usa l'aria esterna come sorgente calda o fredda, consuma molto per temperature inferiori o uguali a  $-5^{\circ}\text{C}$  (al Nord d'inverno) e superiori a  $35^{\circ}\text{C}$  (al Sud d'estate).



# Vantaggi

L'impianto geotermico sfrutta il terreno come sorgente, la cui **temperatura si mantiene costante ( $12^{\circ}\text{C}-17^{\circ}\text{C}$ )** fino a 100 m di profondità.

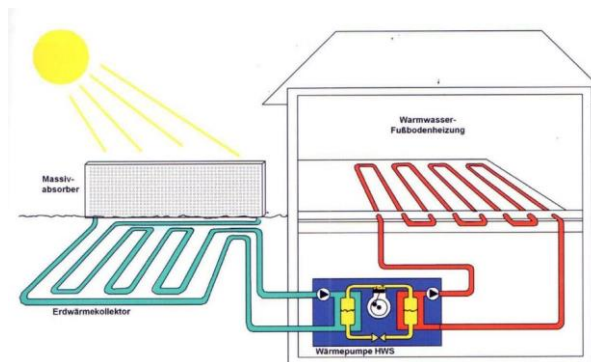
Può essere sfruttata anche l'acqua di falda (tipologia più efficiente) e le **sonde possono disporsi sia in orizzontale che in verticale**



# Applicazioni

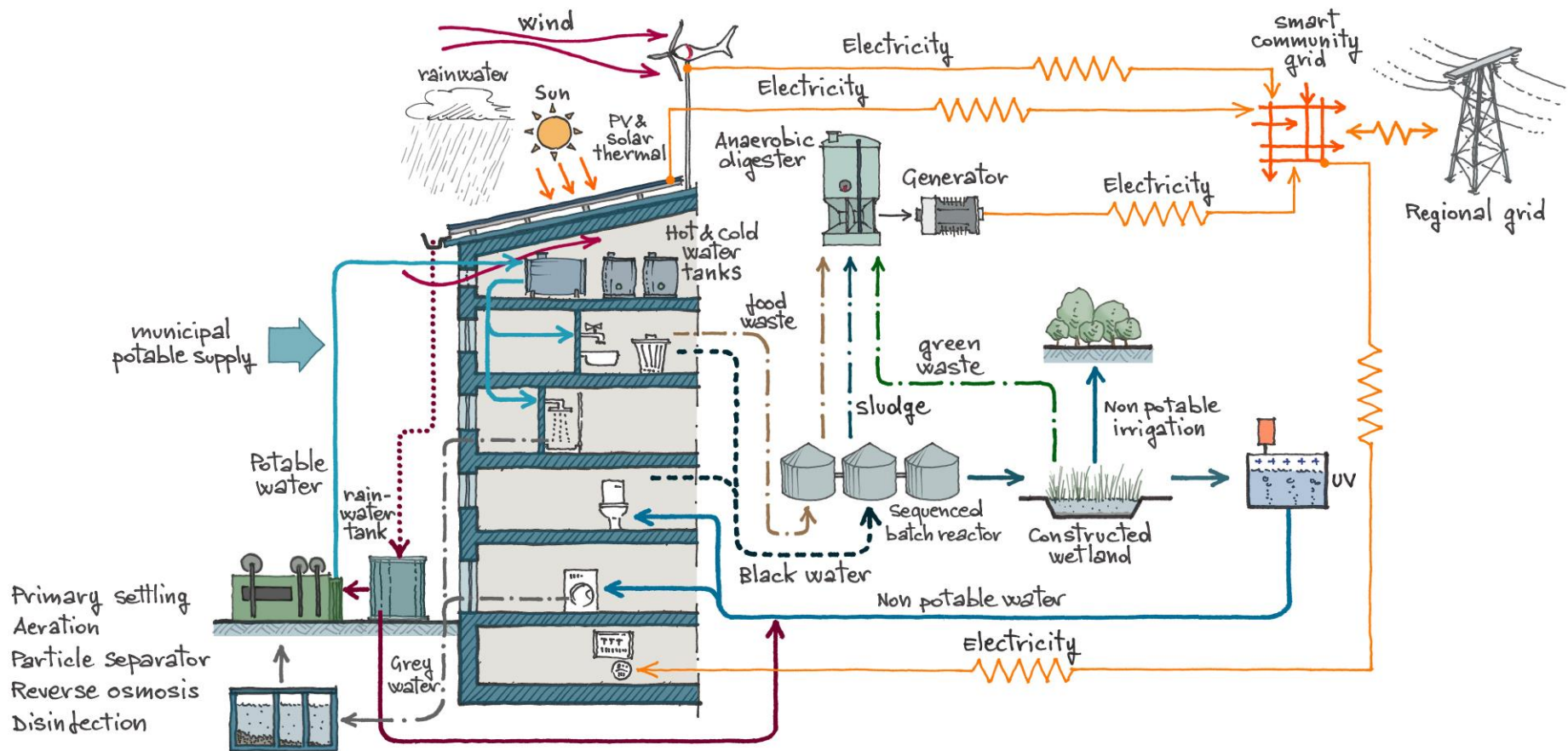
La geotermia è ideale sia per applicazioni di **piccola scala** (singole abitazioni) che di **scala medio-grande** (condomini, terziario, industriale).

E' adatta ad essere abbinata con impianti di riscaldamento/raffrescamento a basse temperature (**pannelli radianti a pavimento, ventilconvettori**).





# Edificio ad energia quasi zero (Nearly Zero Energy Building)

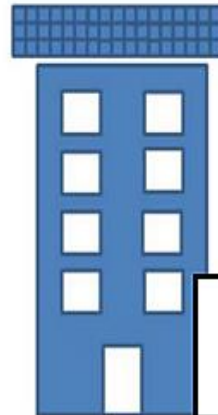


# Comunità energetica

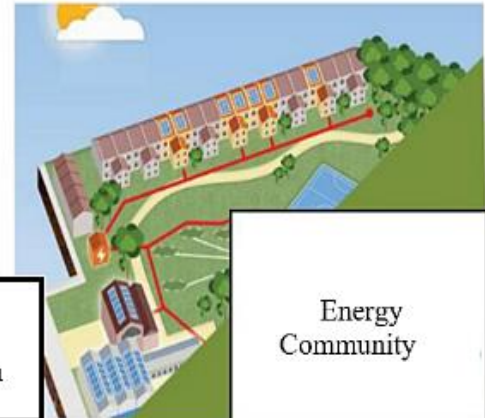
I membri delle **comunità energetiche** condividono la produzione di energia rinnovabile e scambiano i surplus, immessi in rete solo alla fine del processo.



Self-consumption



Collective  
Self-consumption



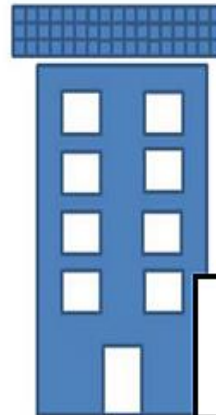
Energy  
Community

# Comunità energetica

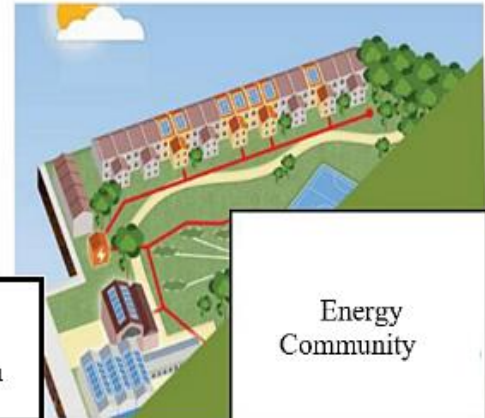
Si massimizza l'autoconsumo e si riducono gli scambi con la rete, l'energia persa nel trasporto, i costi e gli oneri.



Self-consumption

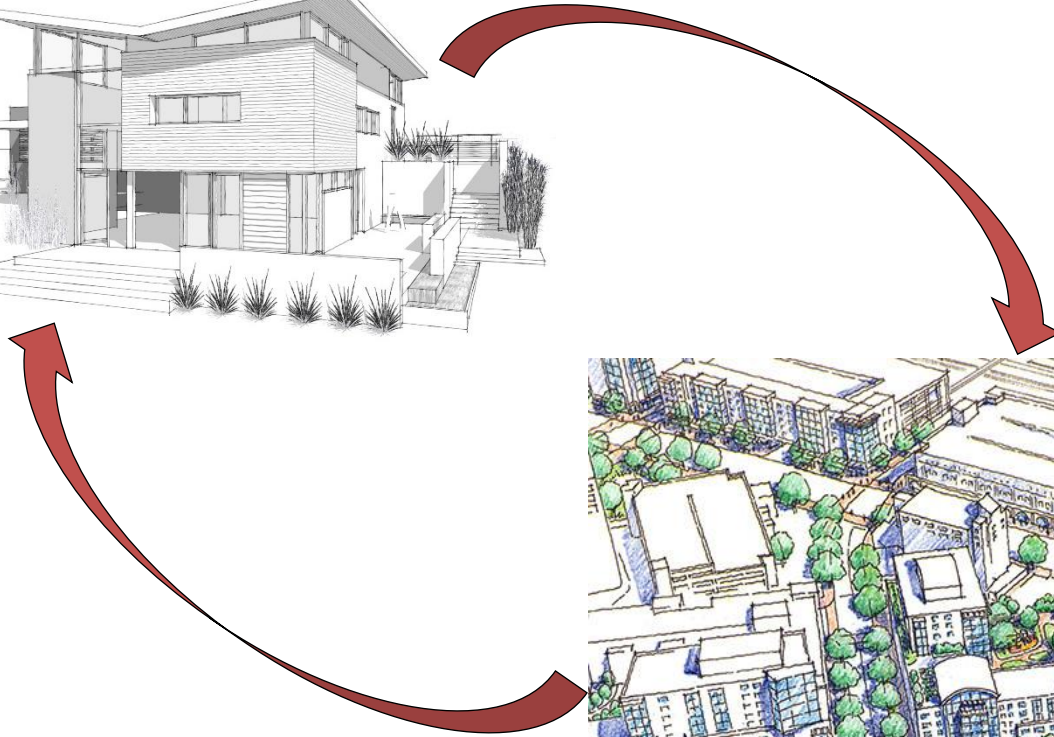


Collective  
Self-consumption



Energy  
Community

# DISTRETTI: va cambiata la scala: da singolo edificio a quartiere



# Emissioni evitate

Per ogni kWh prodotto da fonte rinnovabile (non prodotto da fonte fossile) si evita l'emissione in atmosfera di

**700 g di CO<sub>2</sub>**

Considerato il consumo annuo elettrico di una famiglia (3.000-4.000 kWh) nell'arco della vita utile di un impianto FV (25 anni) si evitano:

$$0,7 \text{ kg/kWh} \times (3.000-4.000 \text{ kWh/anno}) \times 25 \text{ anni}$$

**da 52'500 a 70'000 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

# Potenzialità e versatilità dell'idrogeno

In un'ottica di sostenibilità energetica e sfruttamento delle **fonti energetiche rinnovabili** l'uso dell'**idrogeno** sta avendo **forte impulso**, diventando sempre più centrale nella **transizione verso un nuovo paradigma energetico**.

Si assiste ad un moltiplicarsi delle **tecniche di produzione green** e delle applicazioni che lo vedono coinvolto, sia come **combustibile** che come vettore per **l'accumulo energetico**.



# Disponibilità dell'Idrogeno

E' l'elemento più abbondante nell'Universo, ma è molto raro sulla Terra per la sua leggerezza

Si trova libero nelle emanazioni vulcaniche, nelle sorgenti petrolifere, nelle fumarole e nell'atmosfera ad un'altezza superiore ai 100 km.



# Energia dall'idrogeno

E' il combustibile con la massima densità energetica riferita alla massa e la minima riferita al volume.

L'energia fornita da 1 kg di idrogeno è fornita da:

- *2,1 kg di gas naturale*
- *2,8 kg di benzina*

	Potere calorifico Superiore MJ/kg	Potere calorifico Superiore MJ/Nm3	Potere calorifico Inferiore MJ/kg	Potere calorifico Inferiore MJ/Nm3
<b>Metano</b>	55,5	35,2	50,0	31,6
<b>Idrogeno</b>	141,9	11,9	119,9	10,1



# Stoccaggio

Può essere immagazzinato in forma:

- **gassosa**, compresso in bombole, o attraverso gasdotti
- **liquida**
- **solida** in idruri di metallo, assorbito su materiali speciali



# Usi dell'idrogeno

Le sue principali utilizzazioni sono come combustibile:



- per il trasporto
- per la generazione di energia elettrica

E possono avere luogo:

- nei motori termici a combustione
- nelle fuel cells

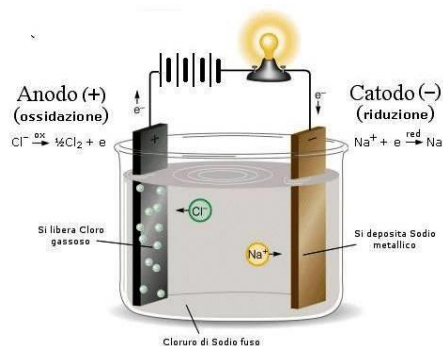


Attualmente, il principale impiego come combustibile per il trasporto si realizza nei programmi spaziali della NASA.

# Differenza fra batterie e fuel cells

La **batteria** è un sistema di **stoccaggio e conversione di energia**, per cui quando l'energia si esaurisce si scaricano

la **fuel cell** è solo un **convertitore** e lo **stoccaggio ha luogo in un serbatoio esterno**, per cui continua a generare elettricità finché dall'esterno viene fornito combustibile.



02/05/2023

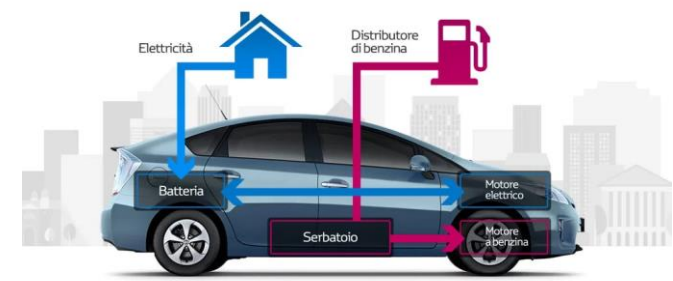


# Auto ecologiche

Un settore di forte interesse per l'impiego dell'idrogeno è quello delle autovetture a ridotto impatto ambientale:

- ibride (motore termico più motore elettrico)
- elettriche pure (a batteria)
- a idrogeno
  - a fuel cells
  - a combustione interna (può essere usato apportando alcune modifiche ai motori tradizionali)

Auto ibrida



Auto elettrica



Batteria



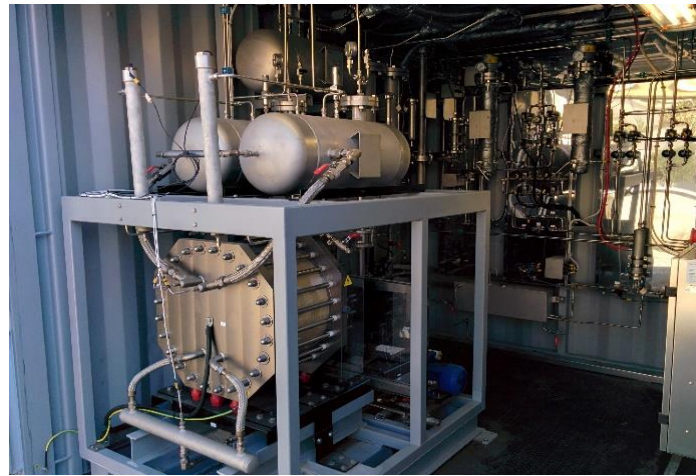
# Impianto fotovoltaico con accumulo di idrogeno *Università Mediterranea*

Il Laboratorio di *Energia e Ambiente dell'Università Mediterranea* dispone di un impianto di produzione, stoccaggio e riconversione in **fuel cells** dell'idrogeno prodotto per **elettrolisi** da energia rinnovabile.

**CONFIGURAZIONE  
IBRIDA  
GRID CONNECTED  
CON ACCUMULO**



# Componenti



- pannelli fotovoltaici
- batterie
- inverter ibrido
- elettrolizzatore
- serbatoio di idrogeno
- fuel cell/batterie/inverte
- sistema di controllo e acquisizione dati

# Schema e componenti dell'impianto

elettrolizzatore



serbatoio



fuel cell



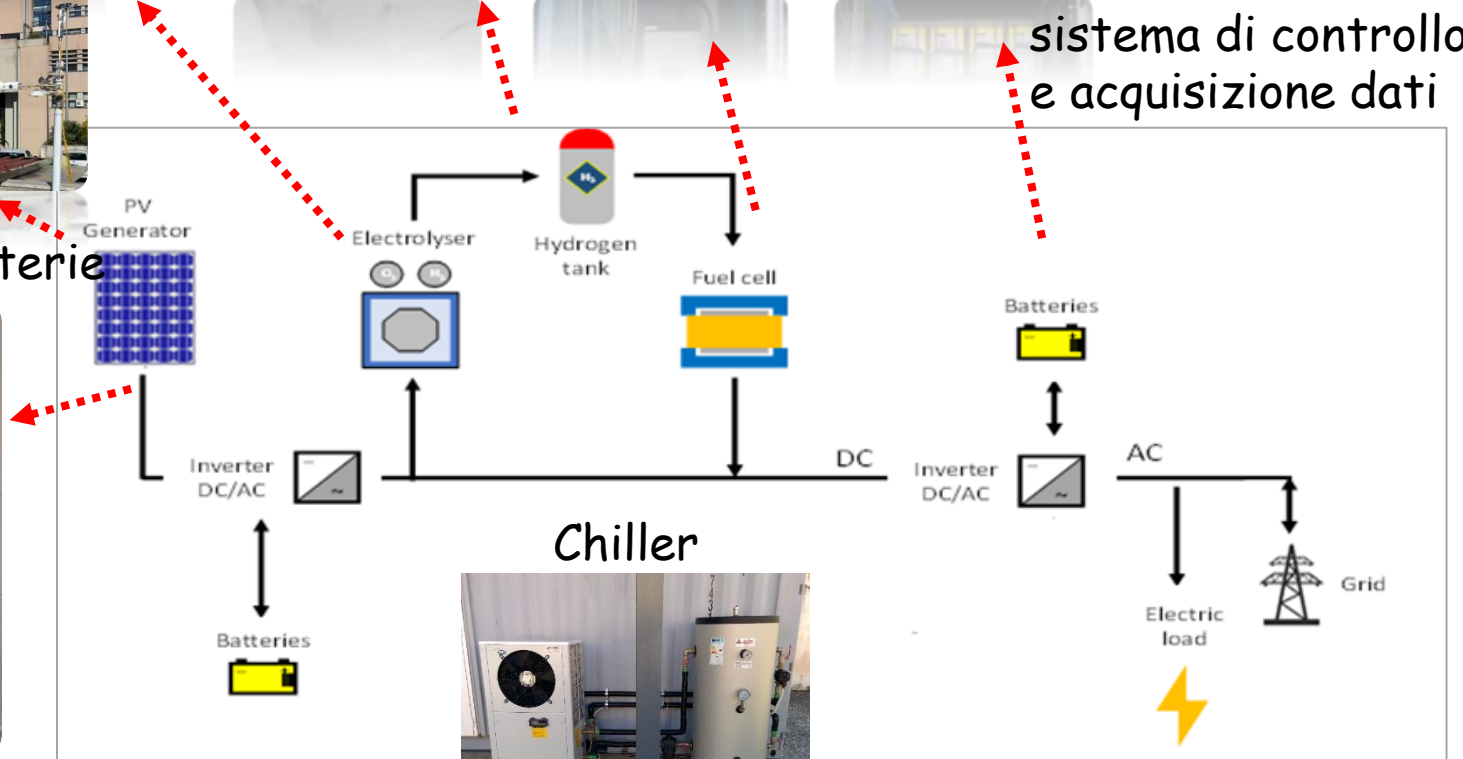
batterie  
inverter



pannelli fotovoltaici



inverter ibrido - batterie



sistema di controllo  
e acquisizione dati

