



**Associazione Culturale "A. Rosmini"**  
*in collaborazione con Gruppo Dolomiti Energia*



invita al ciclo di incontri divulgativi

NEL MONDO DELL'

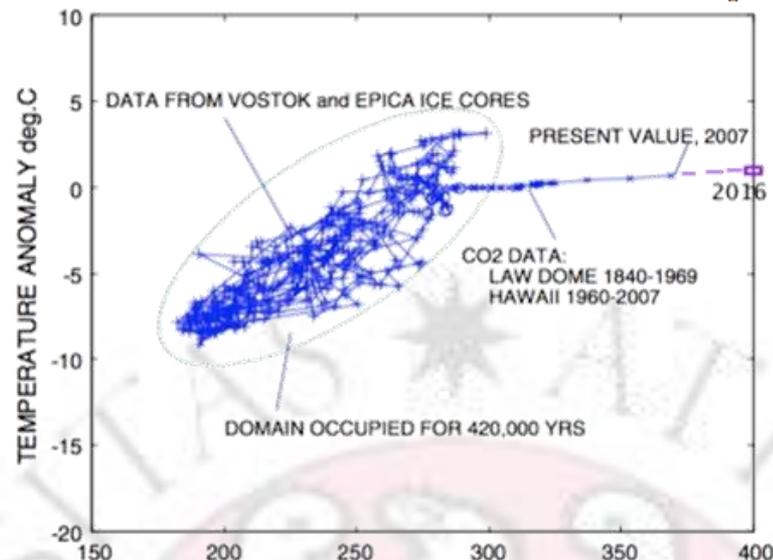
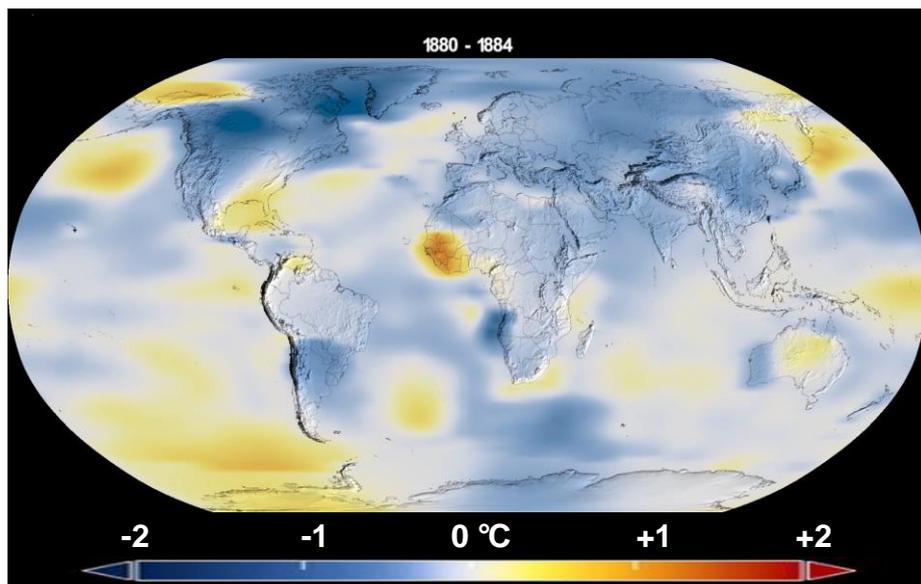
# ENERGIA

**Le meraviglie dell'efficienza energetica**

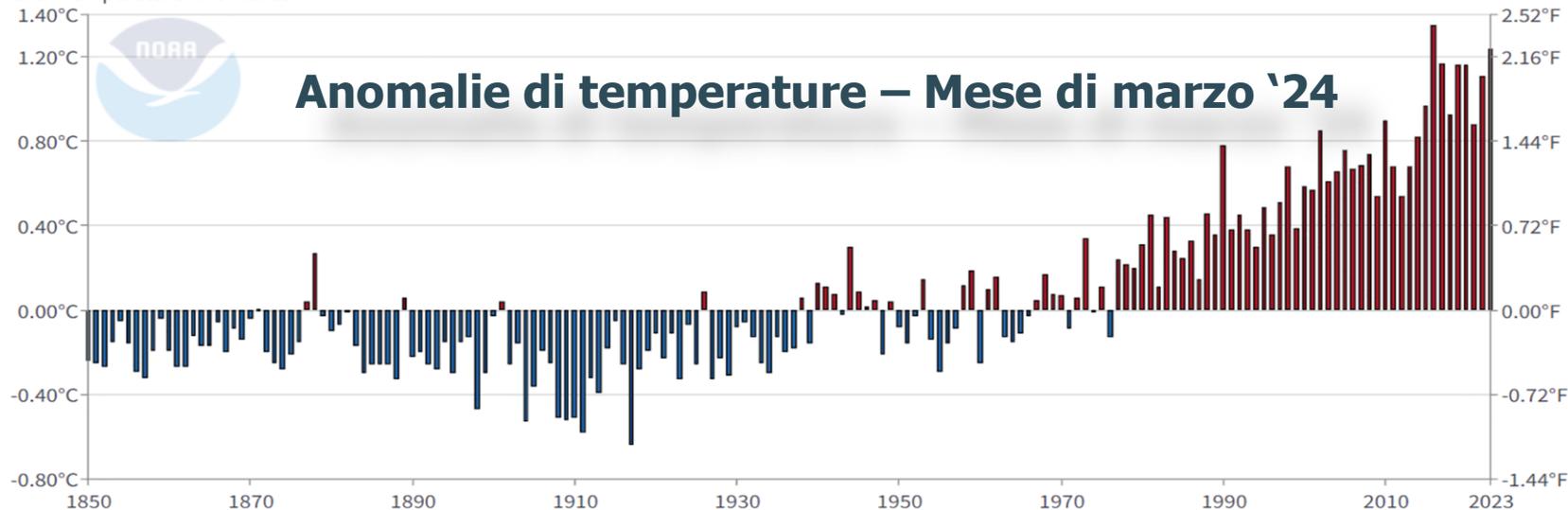
**prof. ing. Maurizio Fauri**

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica  
Università degli Studi di Trento

# Correlazione Concentrazione CO<sub>2</sub> - Temperatura



Global Land and Ocean  
March Temperature Anomalies

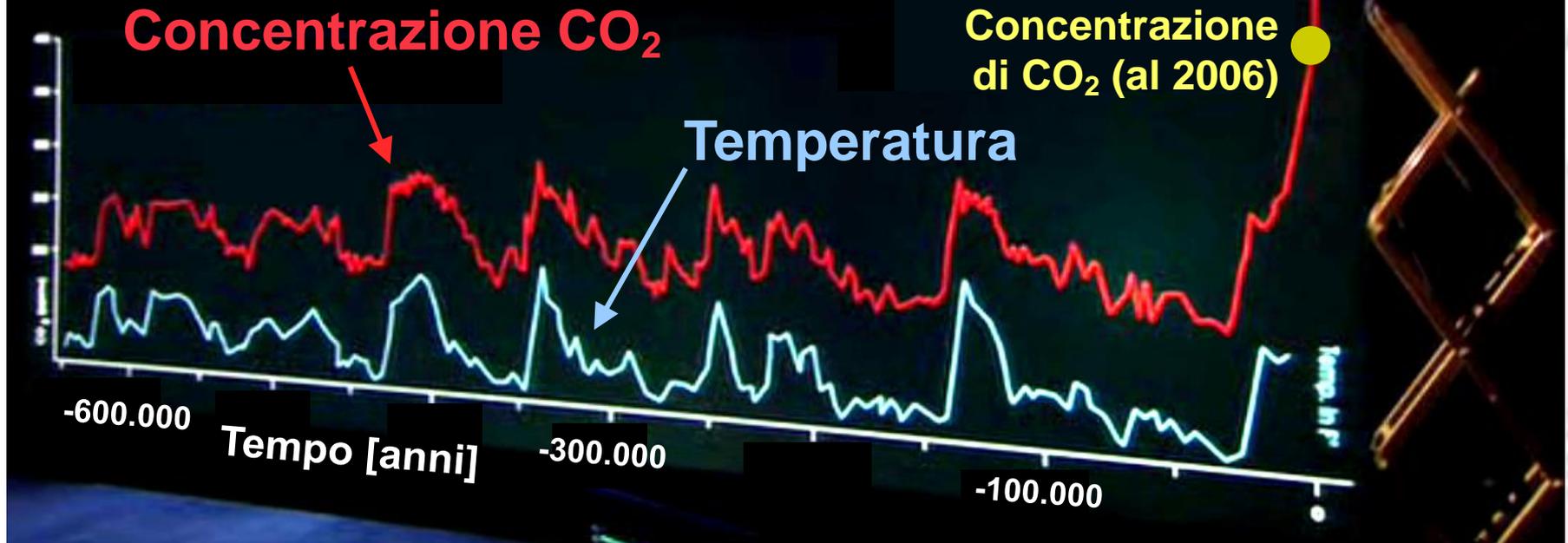


# Correlazione Concentrazione CO<sub>2</sub> - Temperatura



Correlazione tra la concentrazione di CO<sub>2</sub> e la temperatura nel corso degli ultimi 650.000 anni

Previsione al 2050 senza restrizioni al consumo di combustibile fossile



# Effetti del cambiamento climatico



**Il secondo ottobre più caldo del mondo e l'estensione più bassa del ghiaccio marino mai registrata**

**Valencia**

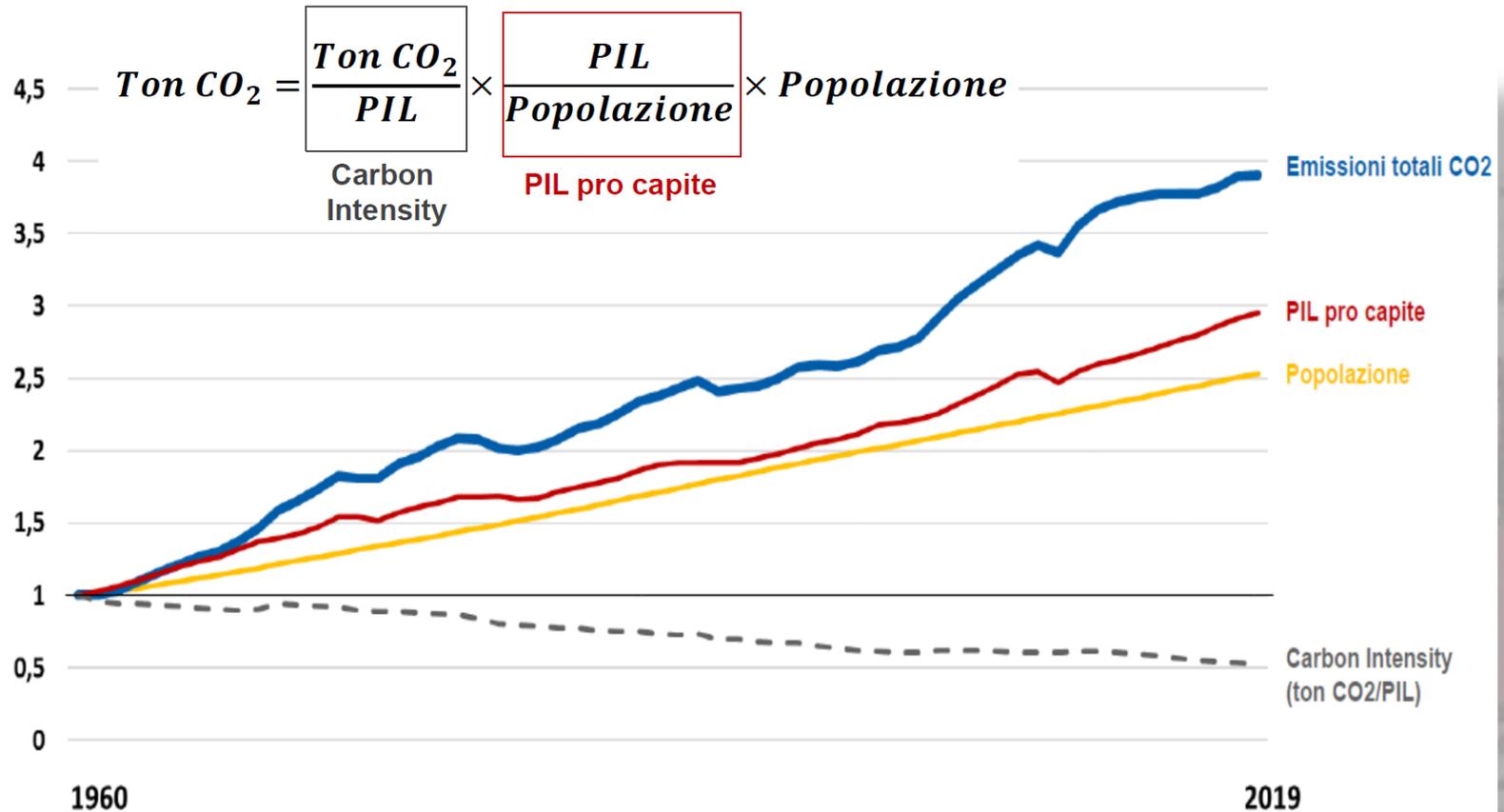
**222 morti e incertezza sui dispersi**



# Riscaldamento globale



**La Carbon Intensity ha registrato una riduzione molto inferiore alla crescita demografica ed economica globale**



# Produzione e consumo di energia



Fonti rinnovabili

Efficienza energetica  
e/o  
Fonti rinnovabili

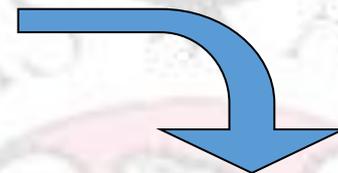
Efficienza energetica



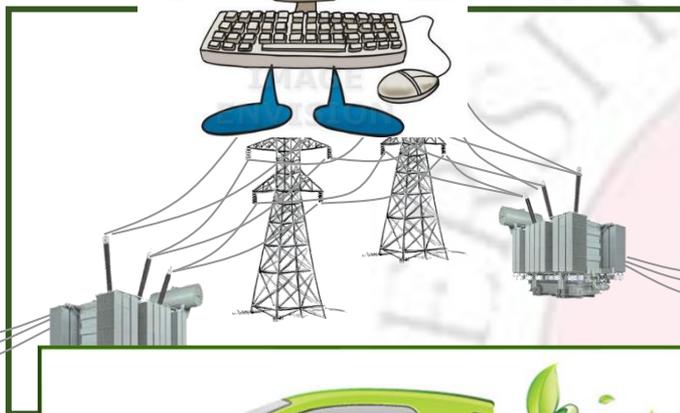
Produzione



Smart  
Grid



Consumo



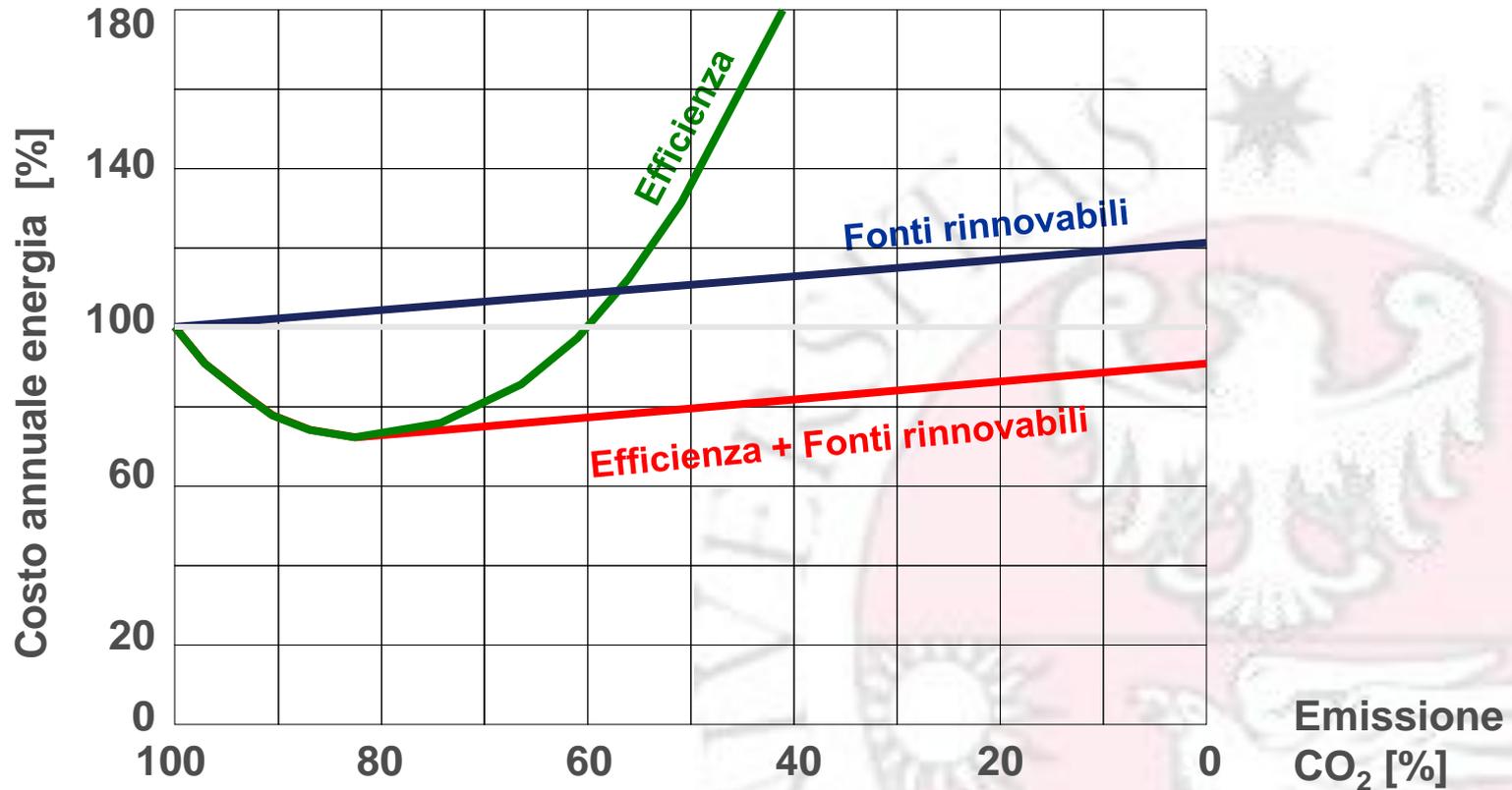
Accumulo dell'energia



# Azione combinata FER - Efficienza



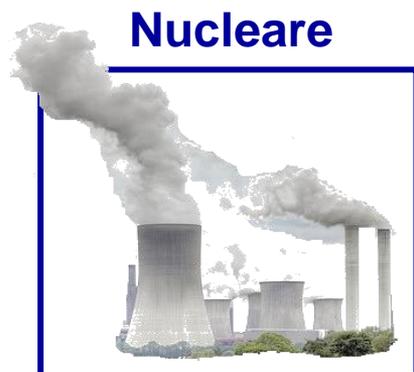
**Influenza degli interventi di efficienza energetica e delle fonti rinnovabili sul costo dell'energia ai fini della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>**



# Nucleare SI o nucleare NO ??



Aumento della produzione o  
riduzione dei consumi ?



## Efficienza energetica



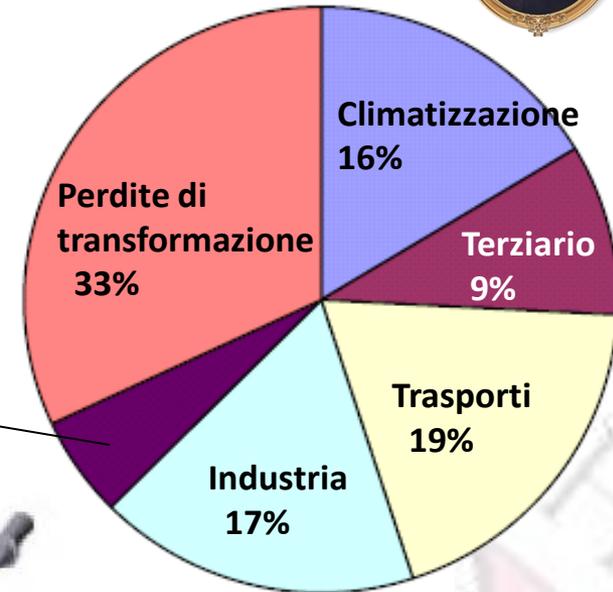
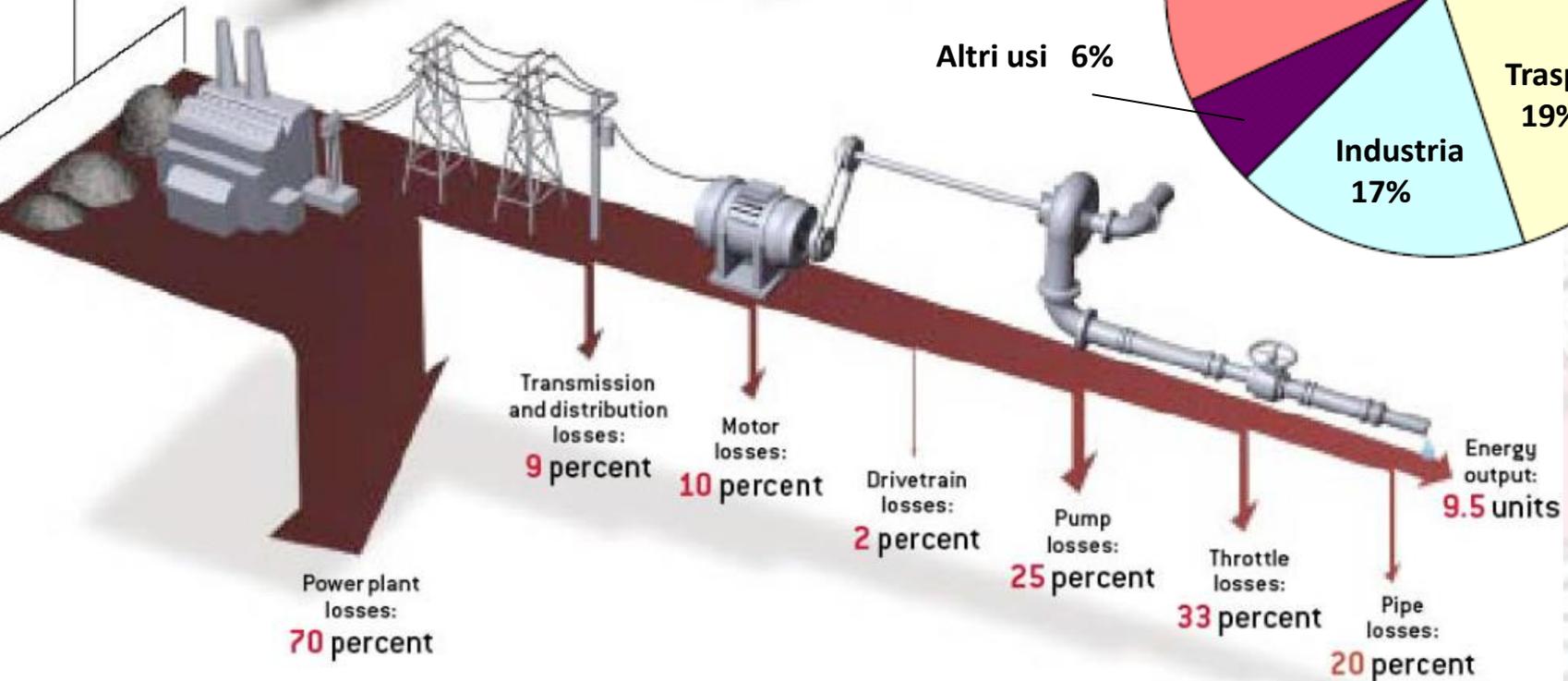
**Piano nucleare**  
**(25% della produzione elettrica)**  
**100 TWh di produzione**  
**Investimento: 1.200 €/t CO<sub>2</sub> (40 miliardi di Euro)**

**Riduzione potenziale**  
**(28% dei consumi energetici)**  
**Investimento: 1.600 €/t CO<sub>2</sub>**

# Efficienza finale



Fuel energy input (coal):  
**100 units**



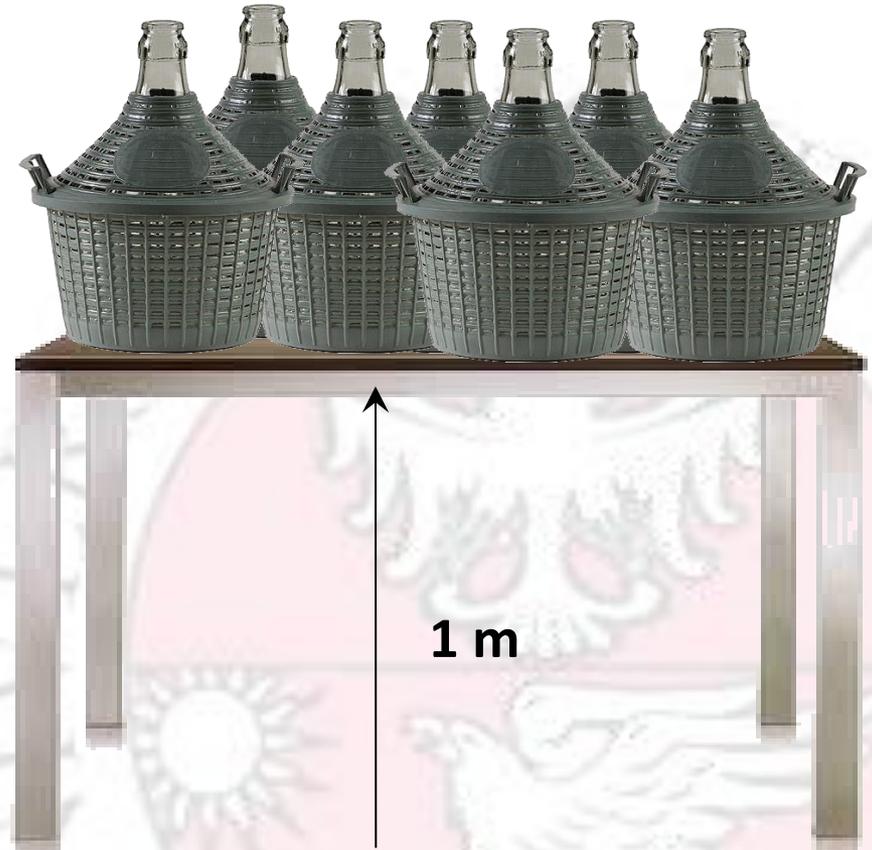
# Il valore dell'energia



L'energia contenuta nella batteria di un telefono cellulare è pari a circa 1 Wh e corrisponde al sollevamento di un peso di 360 kg ad un metro di altezza da terra (circa 7 damigiane di vino "buono")



1 Wh  
=  
7 damigiane  
sollevate  
di 1 metro



# Il valore dell'energia

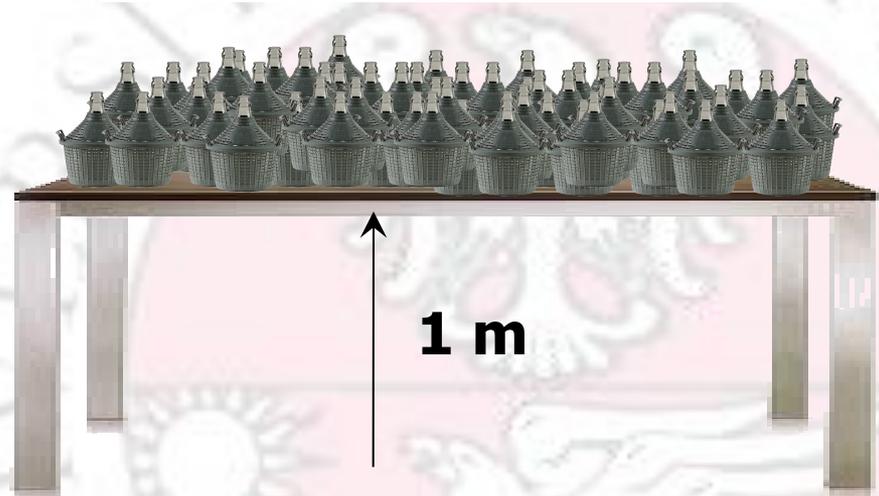
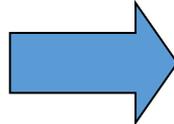


L'energia contenuta in un litro di benzina è pari a 10.000 volte quella contenuta nella batteria di un telefono cellulare

**1 litro benzina**  
=  
**10 kWh**  
=  
**70.000** damigiane sollevate di **1 metro**

## BOMBA MÓLOTOV

úsala contra los ricos, los poderosos y la policía.



# Produzione e consumo di energia



Fonti rinnovabili

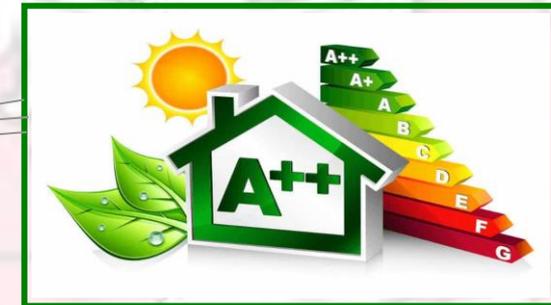
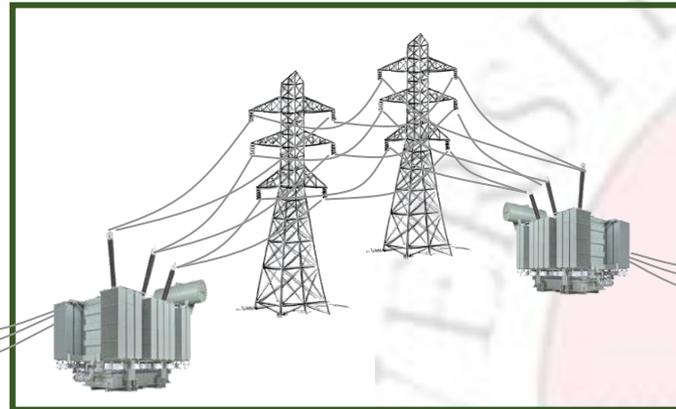
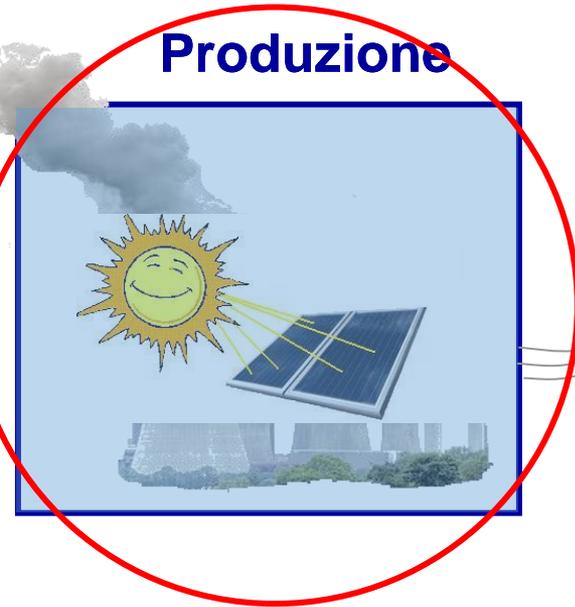
Efficienza energetica e/o Fonti rinnovabili

Efficienza energetica

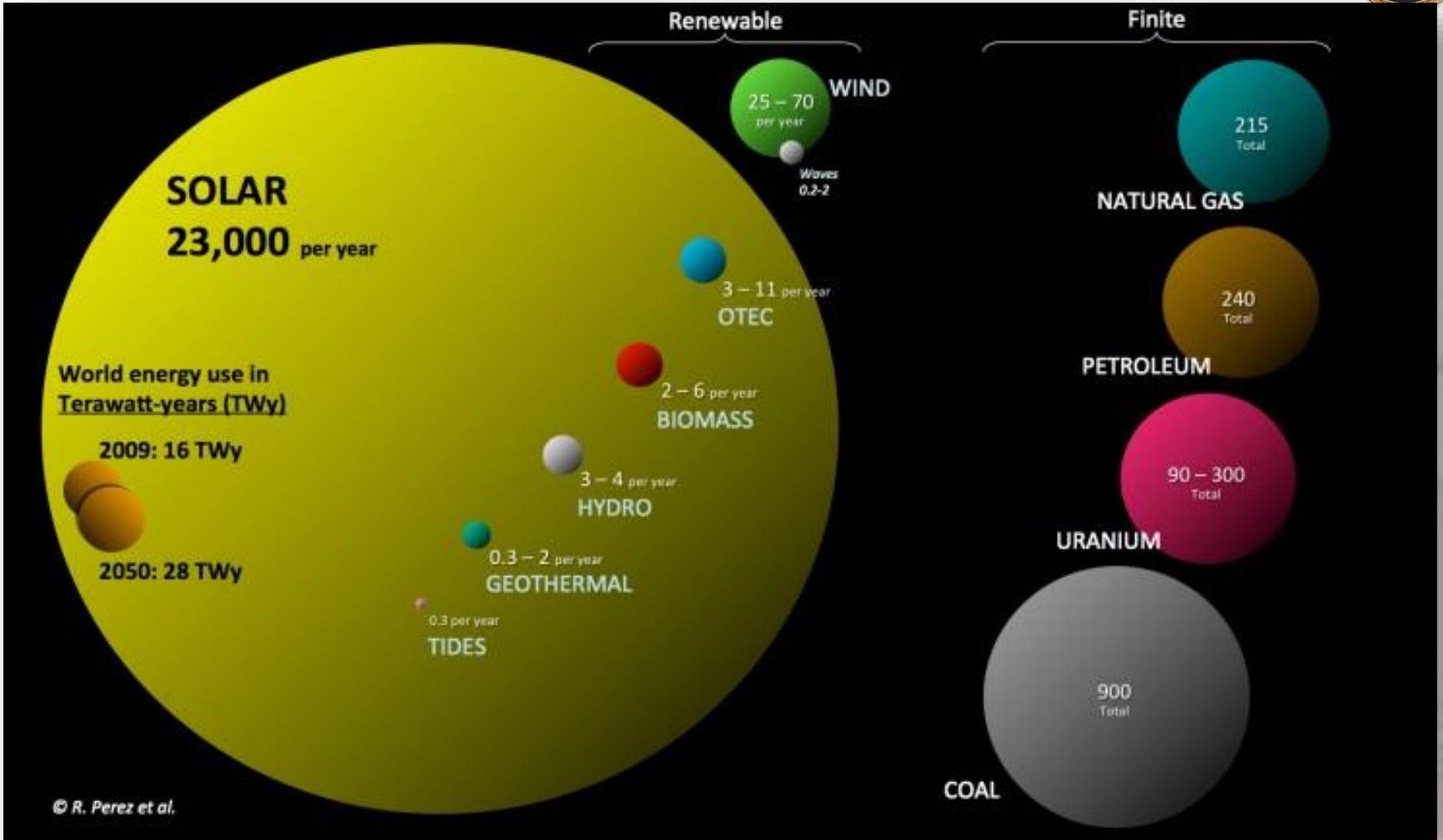
Produzione

Trasporto

Consumo



# Riserve energetiche mondiali

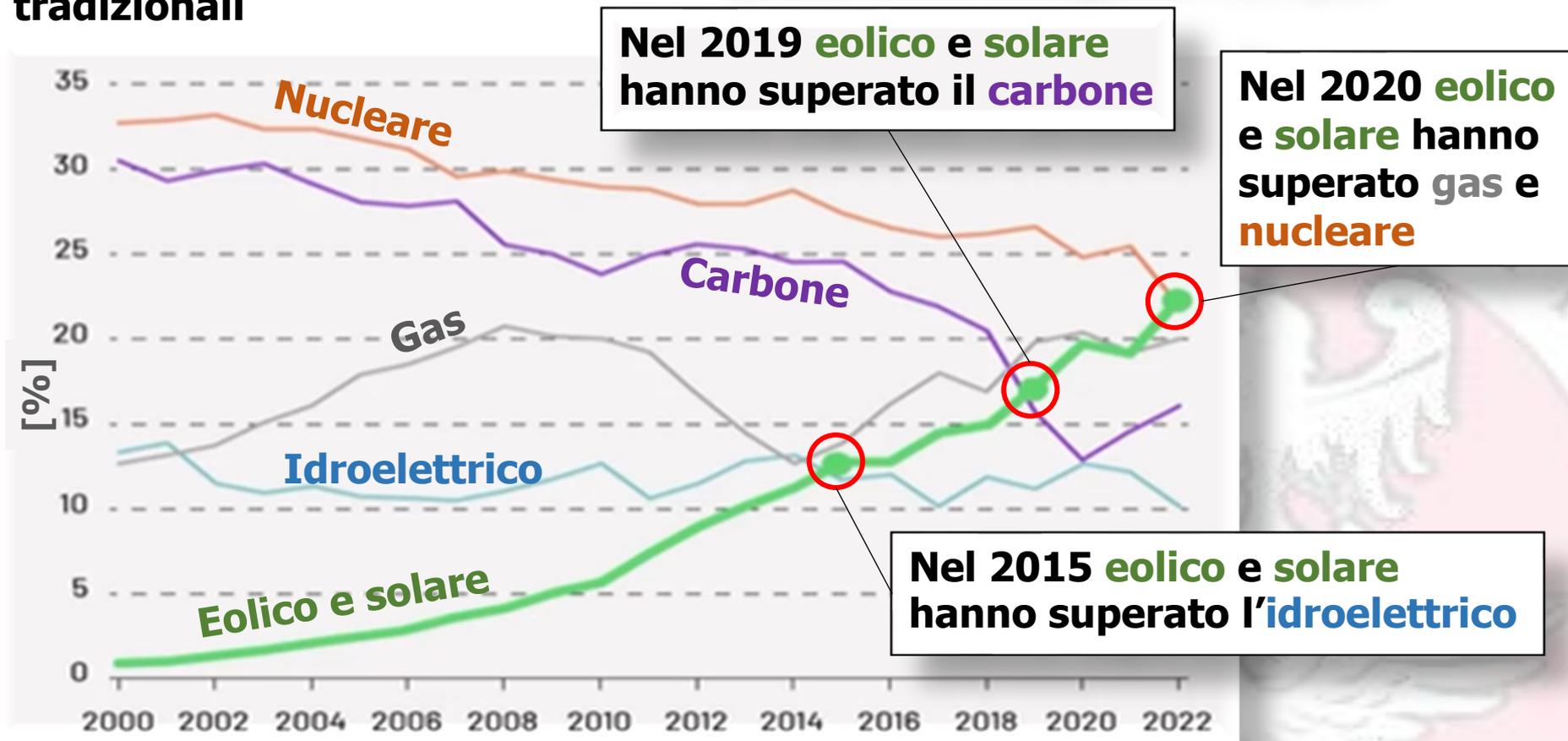


# Fonti rinnovabili in Europa



Andamento europeo delle fonti rinnovabili rispetto alle fonti energetiche tradizionali

Attualmente **Eolico** e **Solare** sono la prima fonte energetica europea

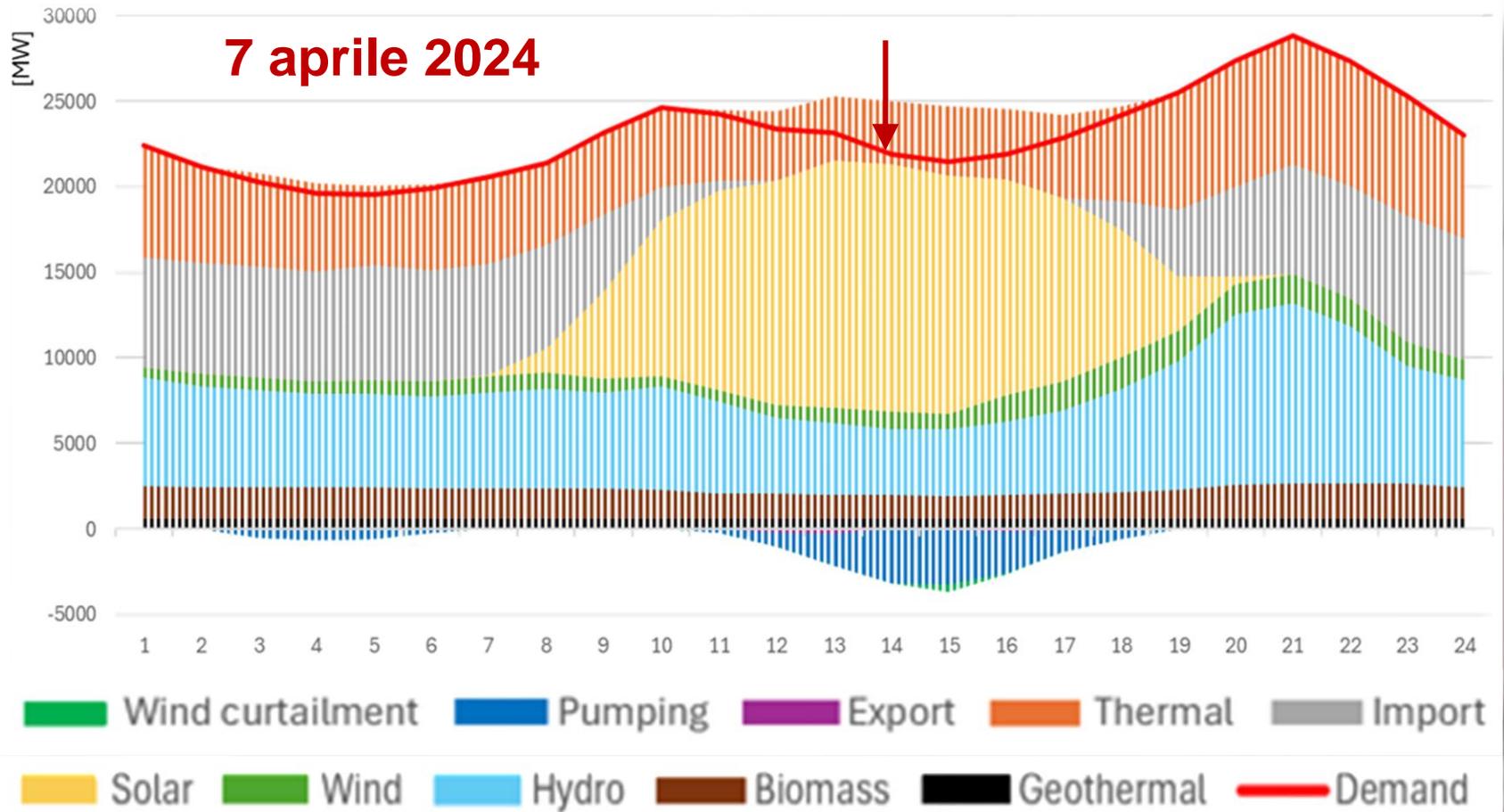


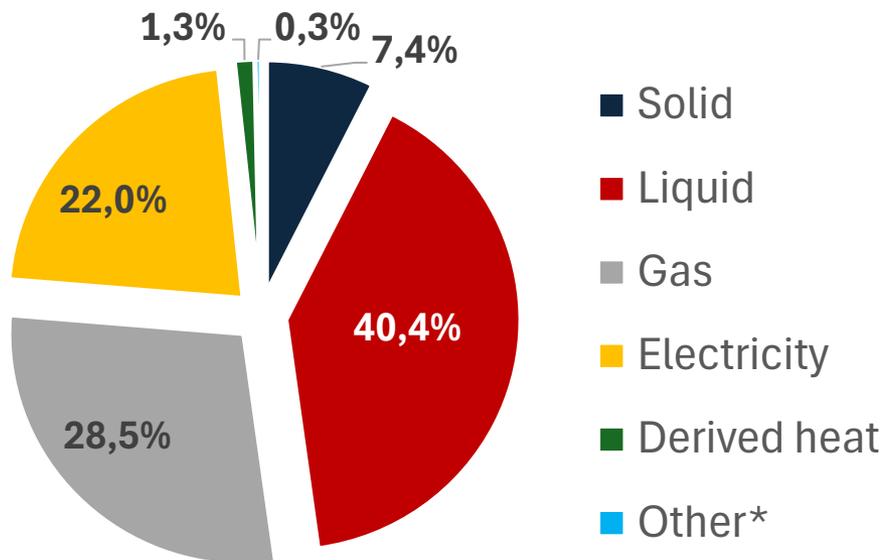
Fonte: EMBER 2023

# Overgeneration



Produzione rinnovabile pari al 74% della domanda di energia elettrica, con una punta registrata alle ore 14 pari al 99%



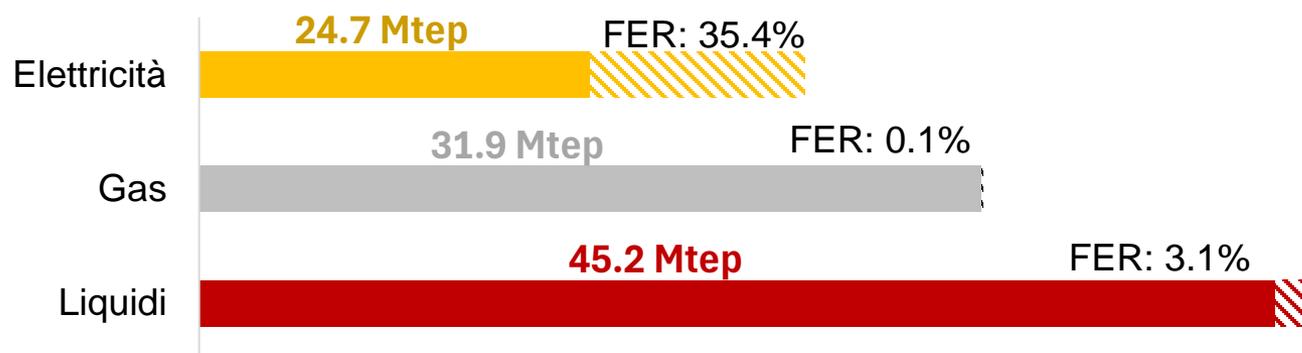


## Consumi finali energia per vettore energetico (Mtep)

Combustibili liquidi, combustibili gassosi ed elettricità sono i tre vettori principali per la copertura dei consumi finali

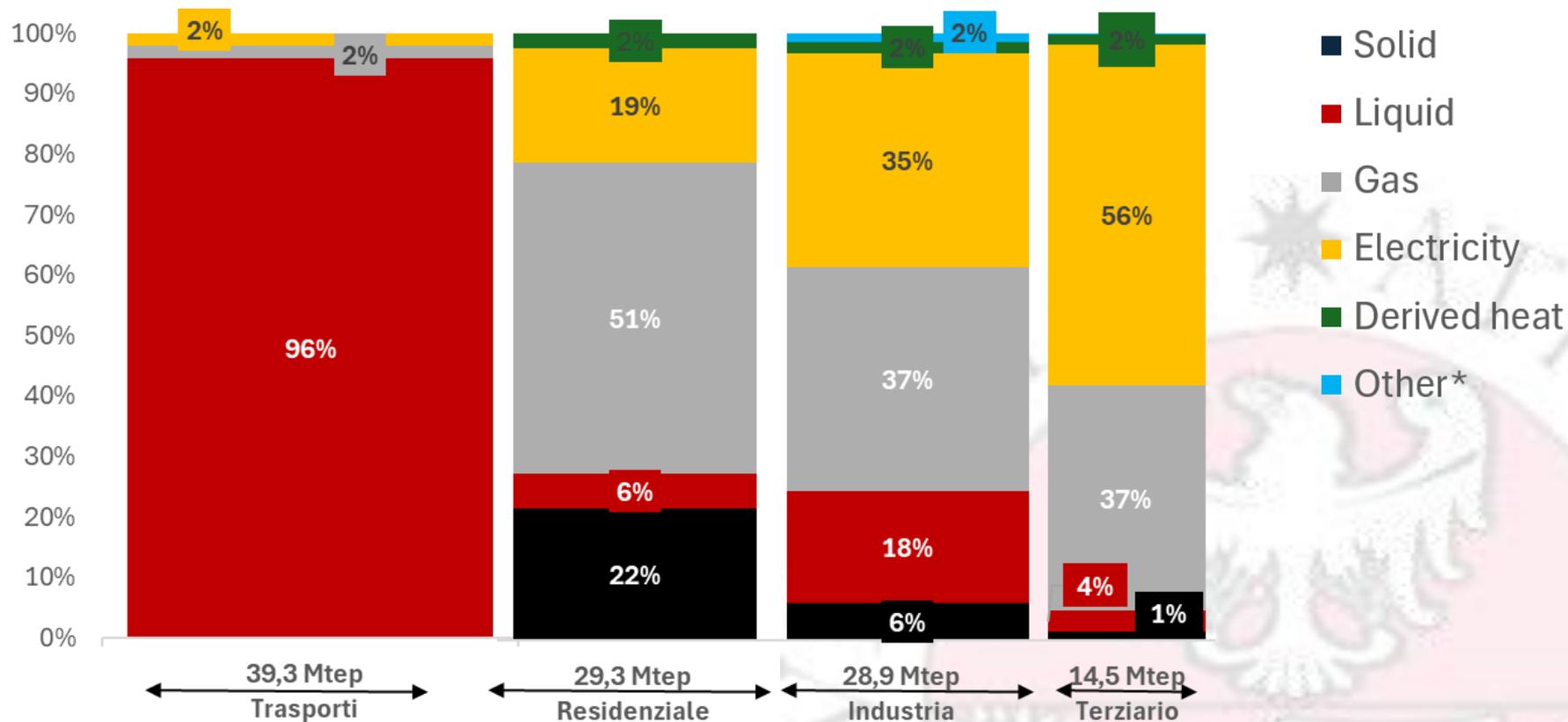
I liquidi hanno un dominio quasi totale nei trasporti, mentre l'elettrico risulta il vettore principale nel terziario

## Quota rinnovabile nei vari vettori energetici (%)





## Consumi finali per vettore e settore (% , Mtep)

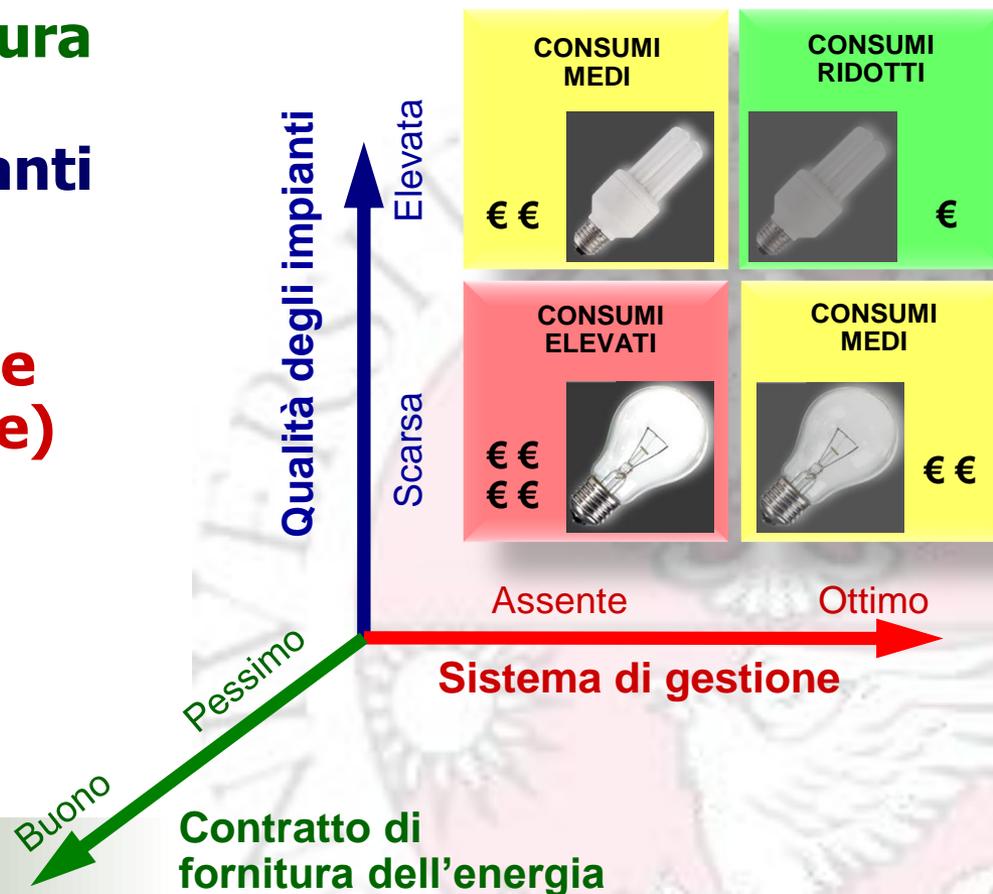


I liquidi hanno un dominio quasi totale nei trasporti, mentre l'elettrico risulta il vettore principale nel terziario



## Risparmio energetico ed economico basato sul miglioramento di tre fattori distinti

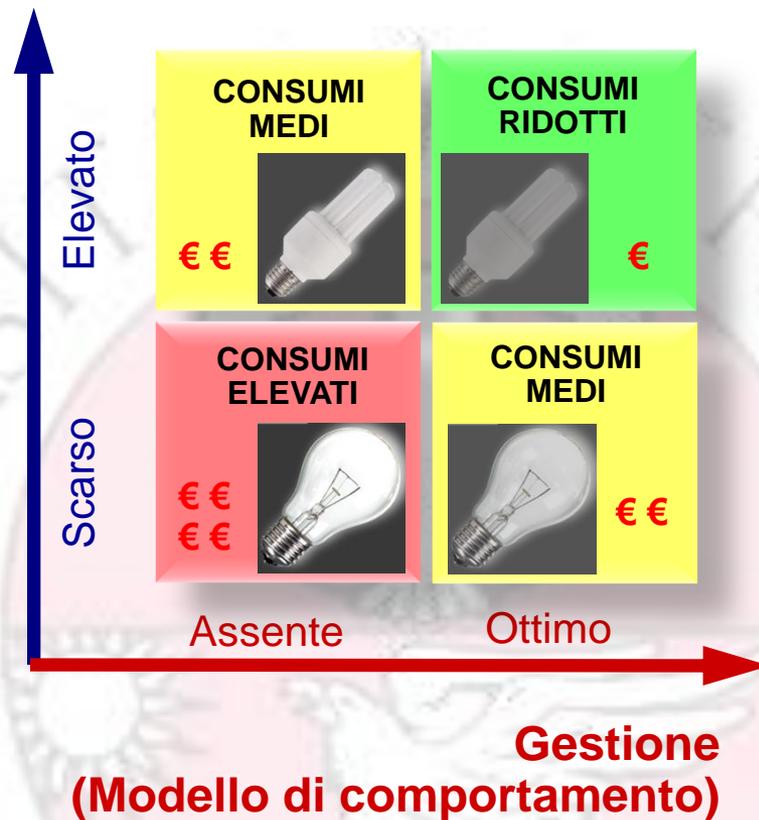
- **Contratto di fornitura**
- **Qualità degli impianti (e delle strutture)**
- **Sistema di gestione (e di manutenzione)**



# Paradosso del Colosseo



Qualità degli impianti





## Strutture e impianti su quali intervenire per il miglioramento dell'efficienza energetica

- **Involucro edilizio**
- **Illuminazione**
- **Riscaldamento ambientale**
- **Condizionamento ambientale**
- **Trasporti**
- **Motori e azionamenti elettrici**
- **Aria compressa**
- **Riscaldamento di processo**
- **Refrigerazione di processo**

# Interventi di efficienza in edilizia



## Sistema impianto:

- impianto di riscaldamento e/o raffrescamento
- sostituzione boiler acs con boiler a pompa di calore
- sostituzione pompe di circolazione
- contabilizzazione del calore e valvole termostatiche
- rifacimento impianto illuminazione condominiale

## Sistema edificio:

- coibentazione pareti esterne
- coibentazione sottotetto
- sostituzione infissi

## Prod. energia da fonti rinnovabili:

- solare termico
- fotovoltaico





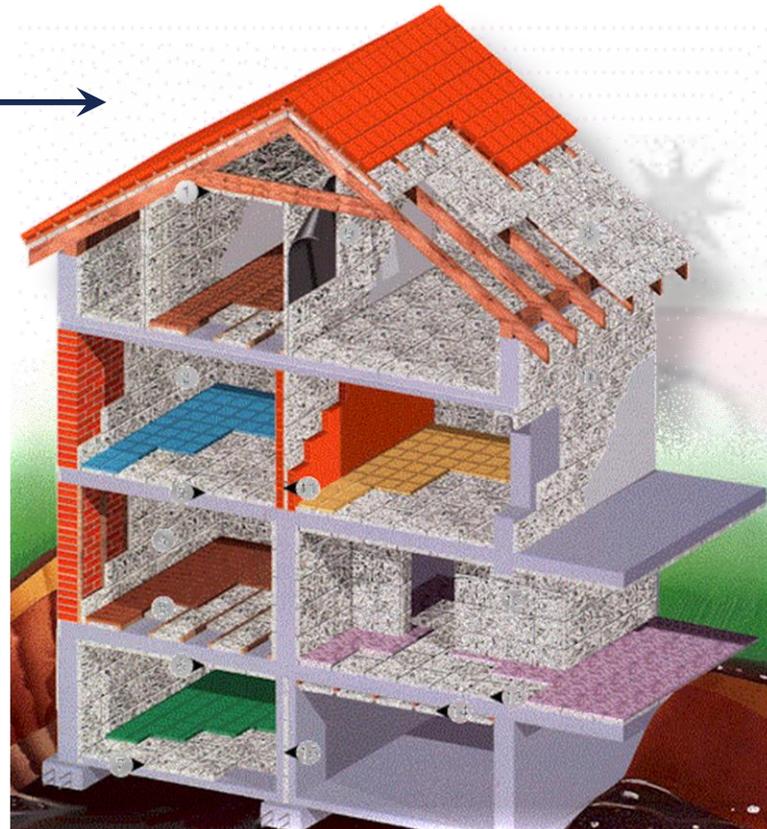
## Isolamento termico

**Copertura** →

**Chiusure verticali** →

**Chiusure orizzontali** →

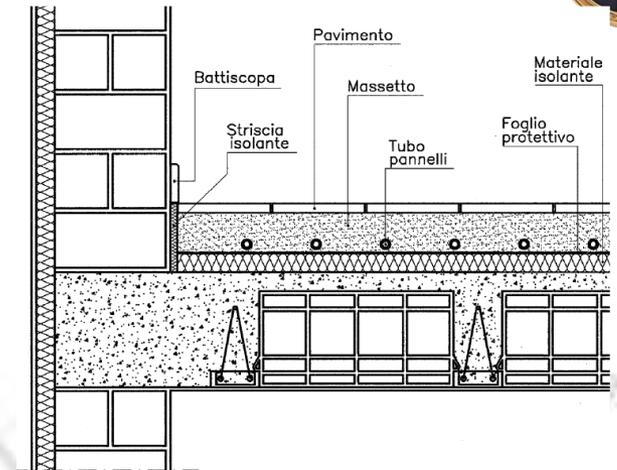
**Ponti termici** →



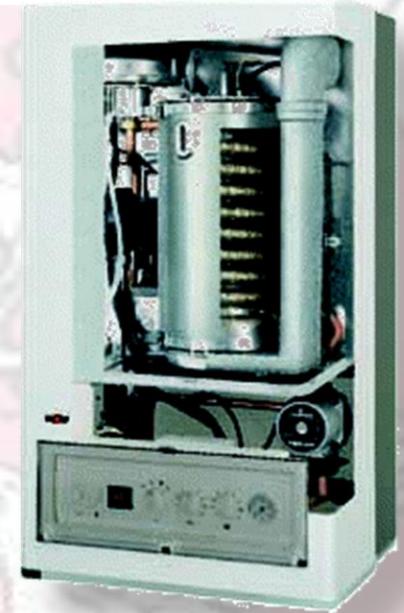


## Riscaldamento ambientale

- Installazione di corpi scaldanti a bassa temperatura (riscaldamento a pavimento) e di caldaie ad alto rendimento (a condensazione)
- Installazione di adeguati sistemi di regolazione (sonde esterne per la regolazione delle caldaie, valvole di termoregolazione)

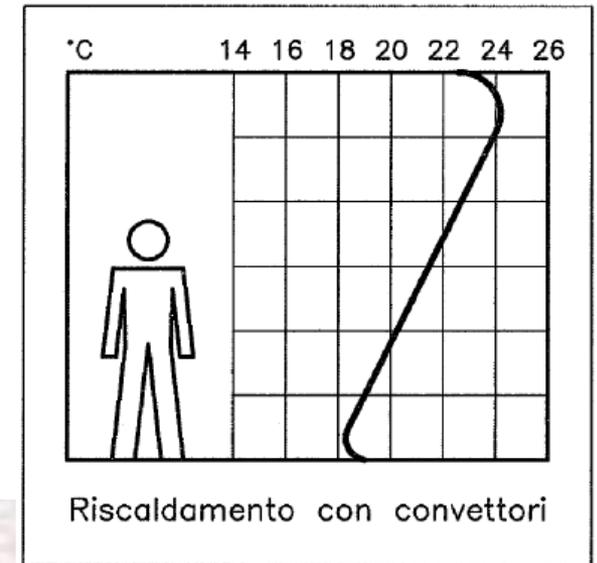
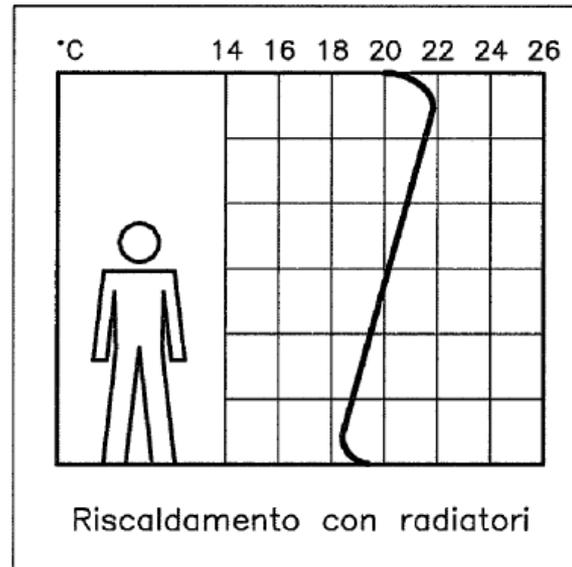
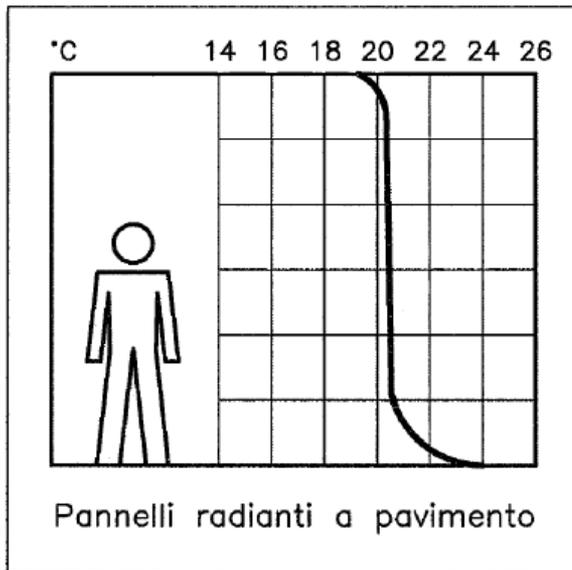


- Uso di pannelli solari per acqua calda sanitaria
- Coibentazione di tubi, valvole e flange
- Utilizzo di recuperatori di calore dell'aria espulsa per ventilazione
- Recupero del calore dai gruppi frigoriferi per la climatizzazione
- Installazione di impianti di cogenerazione o trigenerazione





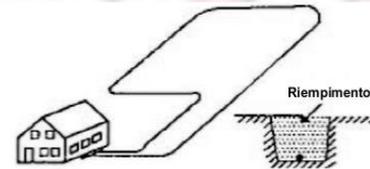
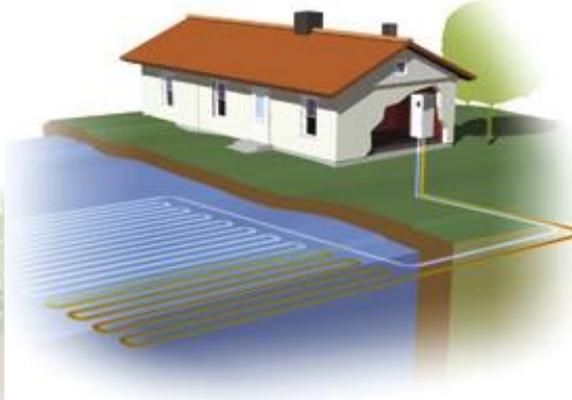
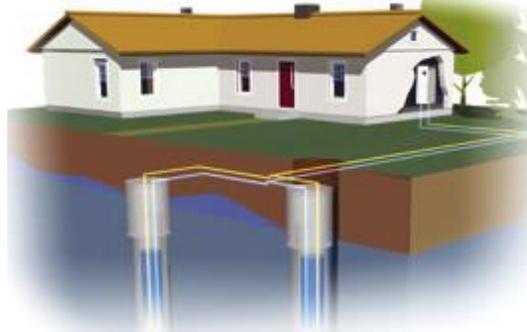
## Distribuzione della temperatura per tipologie differenti di corpi scaldanti



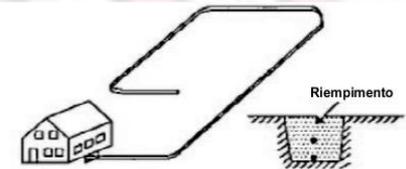
# Interventi di efficienza in edilizia



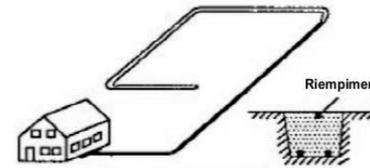
## Energia geotermica



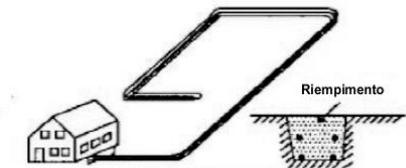
A sviluppo lineare: un tubo



A sviluppo lineare: due tubi sovrapposti



A sviluppo lineare: due tubi affiancati

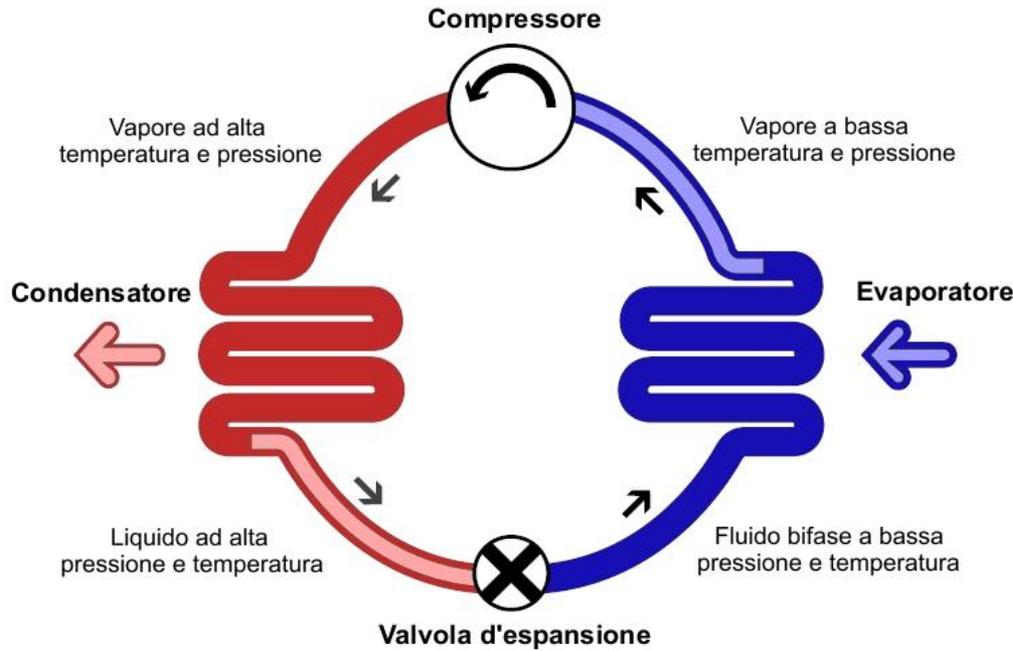
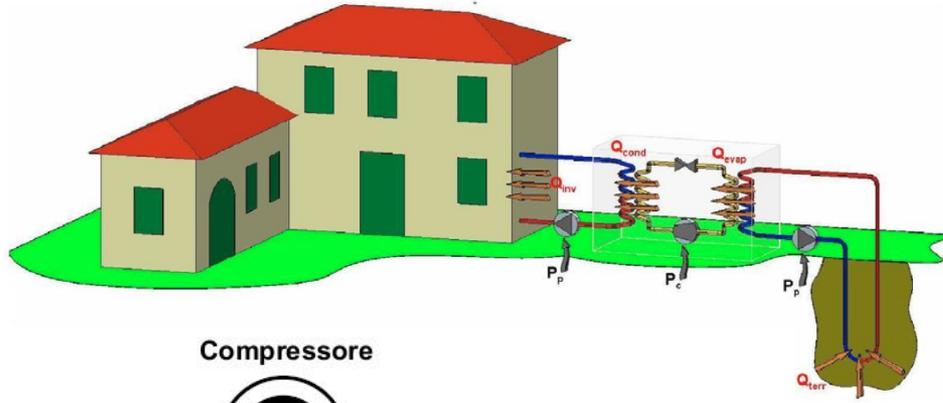


A sviluppo lineare: quattro tubi

# Interventi di efficienza in edilizia



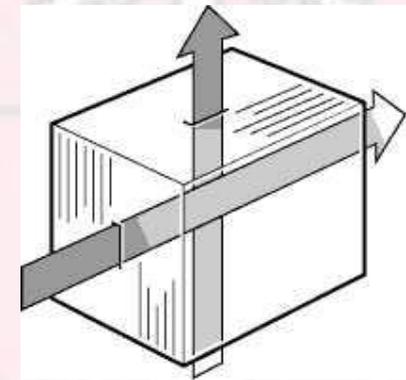
## Pompa di calore





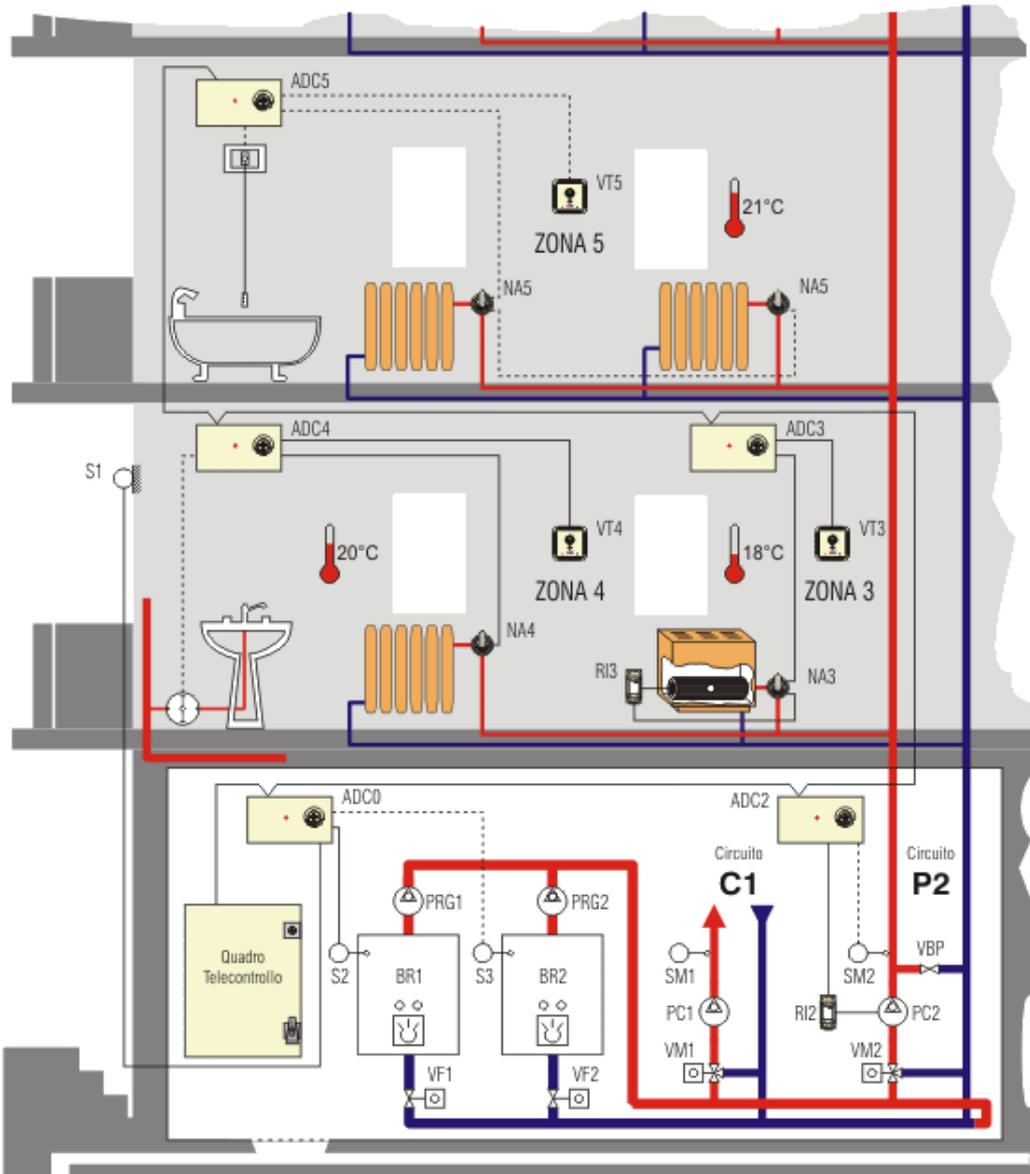
## Recupero calore

- La necessità di mantenere nei centri benessere determinati livelli di umidità comporta un periodico ricambio dell'aria ambiente con aria esterna più secca, ma anche più fredda, che dunque deve essere riscaldata
  - Un sistema di recupero calore permette lo scambio di calore tra l'aria espulsa e l'aria in ingresso, che pertanto viene preriscaldata gratuitamente
  - Recupero calore con impiego di pompe di calore integrate nelle unità di trattamento aria: dopo il tradizionale recupero di calore statico, le pompe di calore sono in grado di spingere oltre il recupero termico, sottraendo all'aria espulsa un'ulteriore considerevole quantità di calore





<b>ADC</b>	Modulo periferico	<b>S</b>	Sonda di temperatura	<b>NA</b>	Attuatore elettrotermico
<b>VT</b>	Variostato			<b>RI</b>	Relè d'interfaccia
<b>BR</b>	Brucciatore	<b>PRG</b>	Pompa ricircolo generatore	<b>VM</b>	Valvola miscelatrice
<b>VF</b>	Valvola a farfalla	<b>PC</b>	Pompa circuito	<b>VBP</b>	Valvola di by-pass



**Sistema di controllo per la contabilizzazione del calore per ogni singolo appartamento con impianto di riscaldamento centralizzato a colonne montanti**

# Piani di cottura a induzione – Vantaggi e svantaggi



- Niente fughe di gas
- Facilità di pulizia del piano
- Altissimo rendimento (90%) (minor tempo di cottura)
- Nessun pericolo di scottature; il calore è generato solo sul fondo della pentola (effetto piano freddo)
- Possibilità di controllo del valore di energia assorbita in modo da non superare il limite di potenza contrattuale



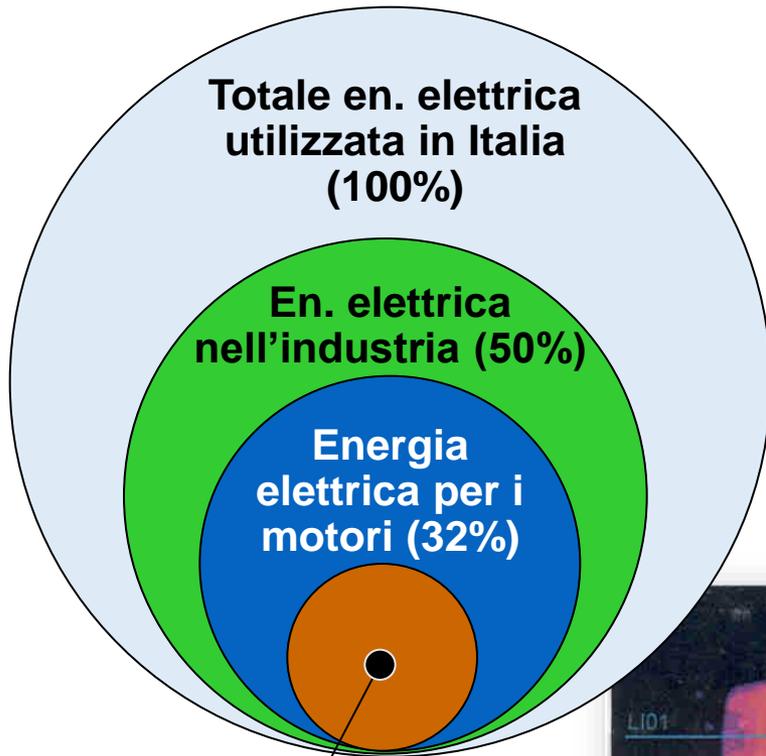
- **Compatibilità delle pentole; utilizzo solo con pentole con fondo magnetico**
- **Pulizia del piano cottura: eventuale acqua può causare vapore che riduce il contatto**
- **Prezzo di acquisto superiore ad un piastra a gas**

# Piani di cottura a induzione – Vantaggi e svantaggi



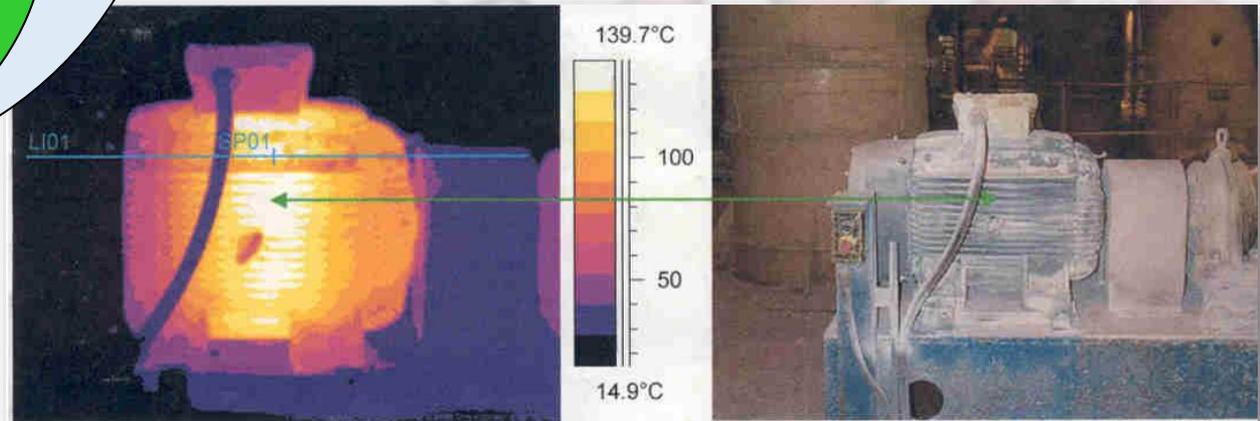
<b>Temperatura raggiunta nella zona cottura</b> (per portare ad ebollizione un litro di acqua)	450°	400°	110°
<b>Tempi e velocità di cottura</b> (tempi di ebollizione di un litro di acqua)	 5 minuti	 7 minuti	 3 minuti
<b>Pericolosità (Scottature e dispersioni)</b> Nell'induzione si scalda solo la pentola. Il vetro si raffredda rapidamente			
<b>Manutenzione e pulizia ordinaria</b> Nell'induzione e nell'elettrico la superficie è liscia			
<b>Pentolame da utilizzare</b> L'induzione funziona solo con pentole «ferrose»			

# Efficienza energetica elettrica



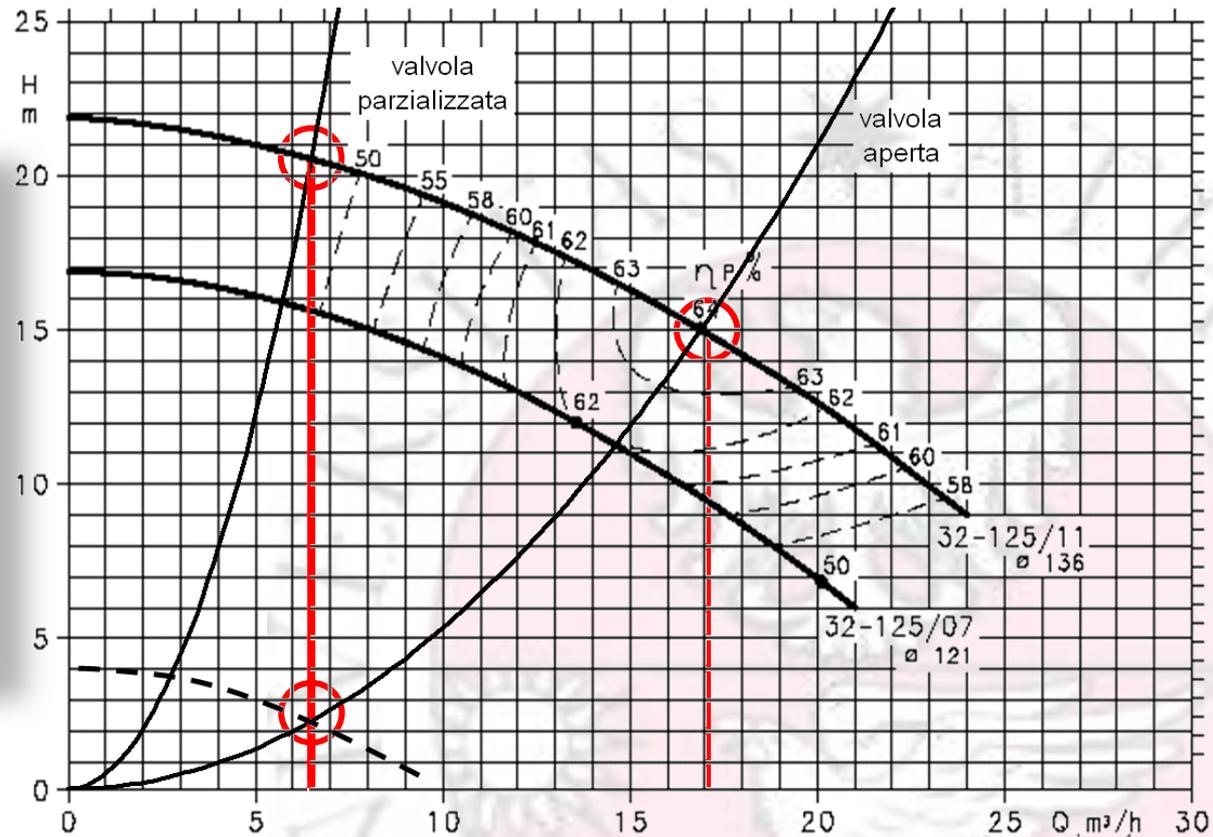
**Circa il 75% dei consumi industriali di energia elettrica è dovuto al funzionamento dei motori**

**Una scarsa efficienza degli stessi si ripercuote in modo considerevole sui costi energetici aziendali**

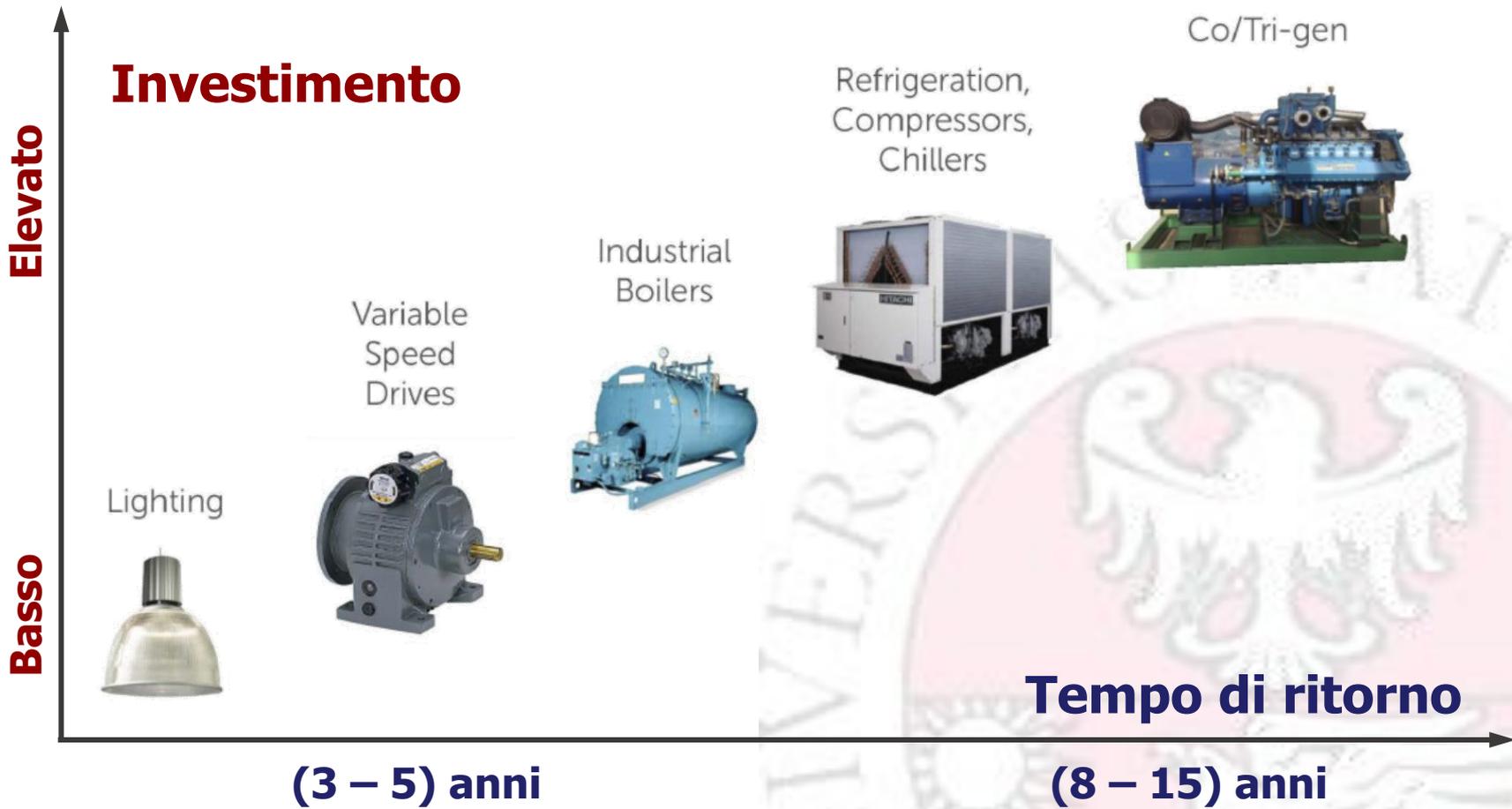




## Variazione e controllo della velocità dei motori Riduzione della potenza per la limitazione delle portate dei fluidi

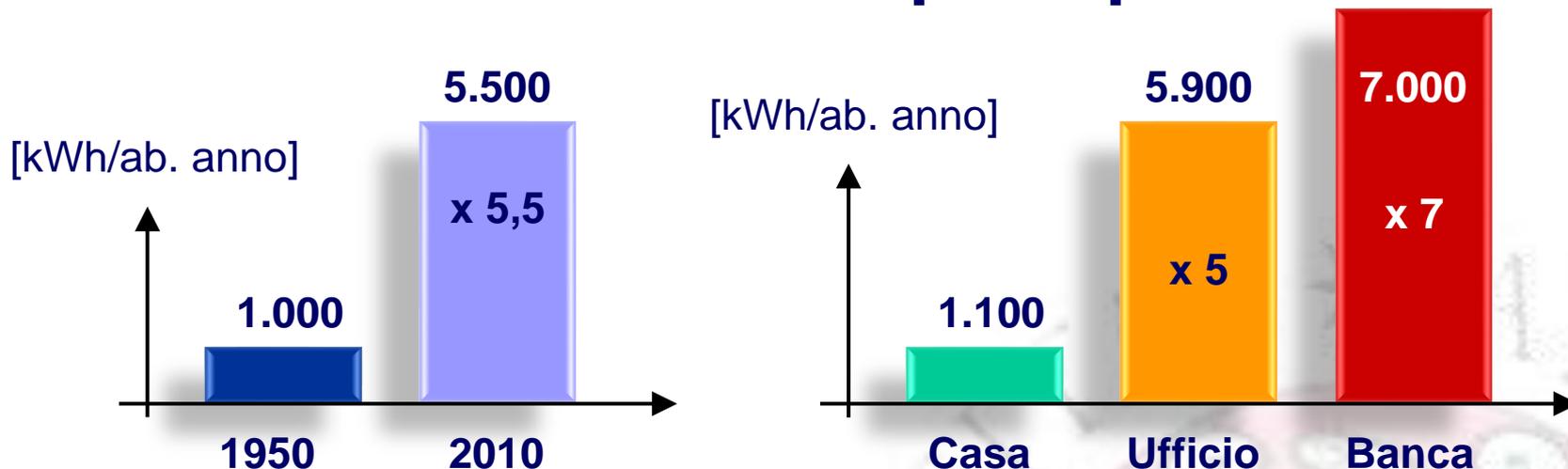


# Tempo di ritorno in funzione della tecnologia





## Consumi elettrici medi annuali pro-capite



Qualità degli impianti



**Comportamento  
(Gestione)**

**Il miglioramento del sistema di gestione non implica solitamente costi di investimento elevati** (per es. modifica dei comportamenti)

[www.energytrophphy.org](http://www.energytrophphy.org) (anno 2007/08)

- 1° - Biblioteca di Silistra (Bulgaria), risparmio del 29%
- 2° - Banca Credit Agricole (Francia), risparmio del 27%
- 3° - Ag. per la protez. dell'ambiente (Austria), risparmio del 25%



Esistono 4 "leve" fondamentali per raggiungere l'obiettivo:

1. leva della costrizione con leggi ed imposte mirate  
("... **si è costretti a farlo** ...")
2. leva della realizzazione di nuove opere infrastrutturali  
("... **si ha la possibilità di farlo** ...")
3. leva degli incentivi economici diretti e indiretti  
("... **si guadagna a farlo** ...")
4. leva degli strumenti educativi, partecipativi, di "buon esempio" e di coinvolgimento emotivo  
("... **è giusto farlo** ...")

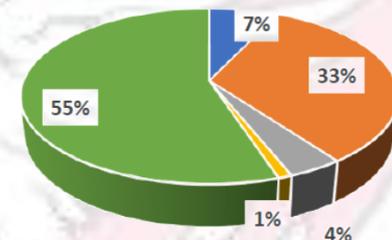
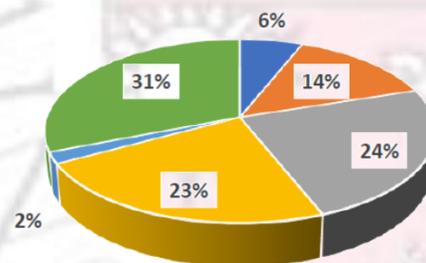
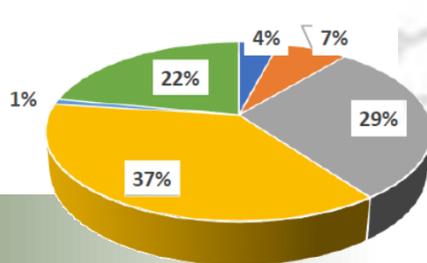
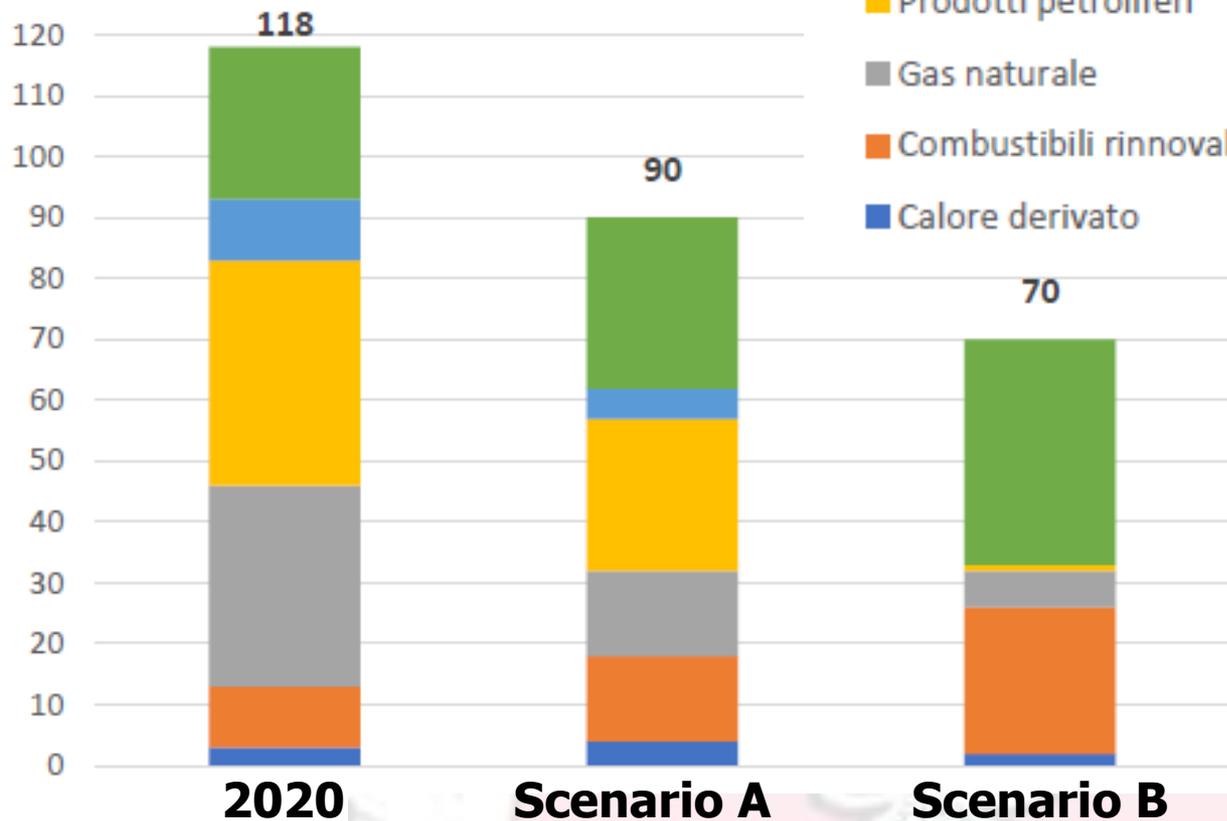
# Scenari al 2050 (dati Terna)

## Consumi finali per fonte per due diversi scenari al 2050

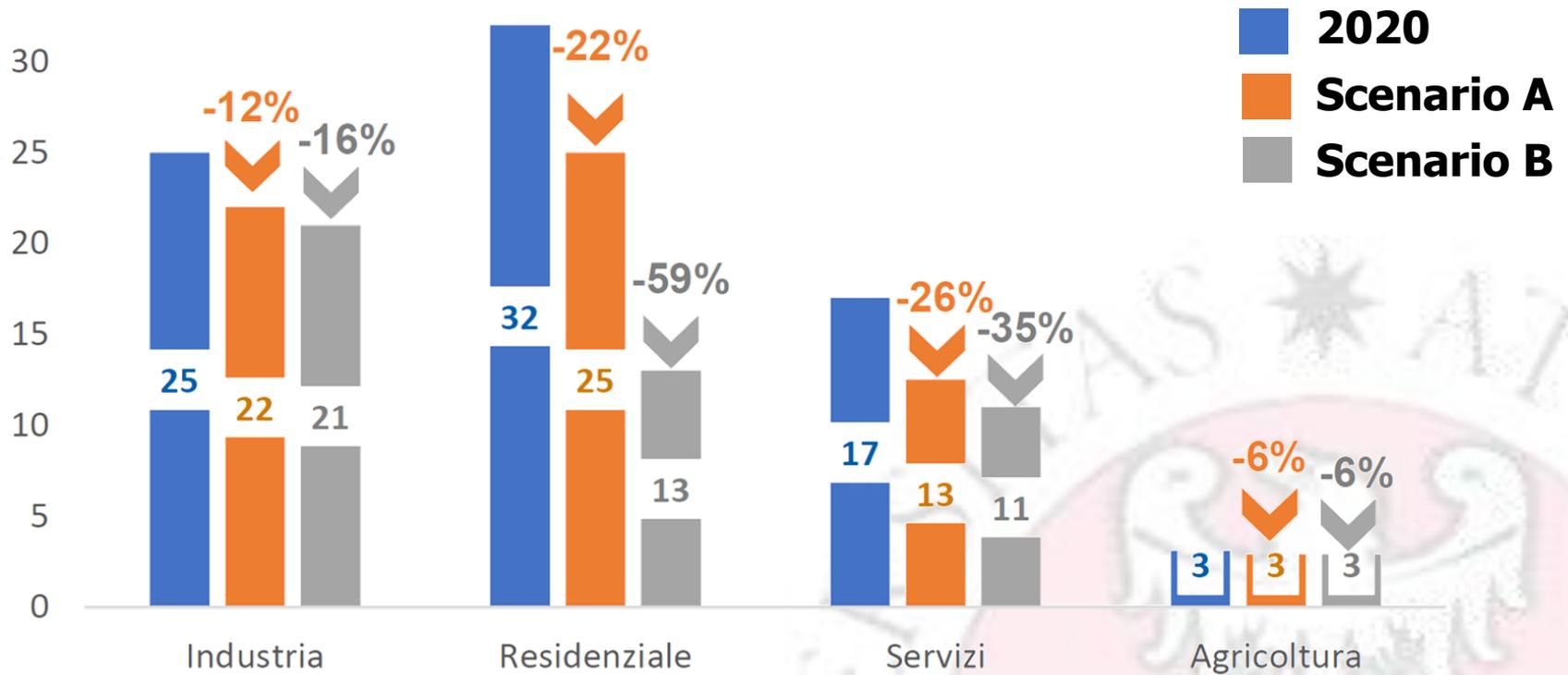
**Scenario A: riduzione dei consumi del 25%**

**Scenario B: ulteriore riduzione dei consumi fino a 70 MTEP**

**Progressiva sostituzione di gas naturale e prodotti petroliferi con elettricità e combustibili rinnovabili**



# Scenari al 2050 – Consumi per settore (dati Terna)



**Il settore residenziale risulta quello con maggior potenziale di efficientamento**

**Il settore agricolo è quello più difficile da efficientare**

**Anche il settore industriale presenta limitate opportunità di efficientamento**

# Consumer e Prosumer

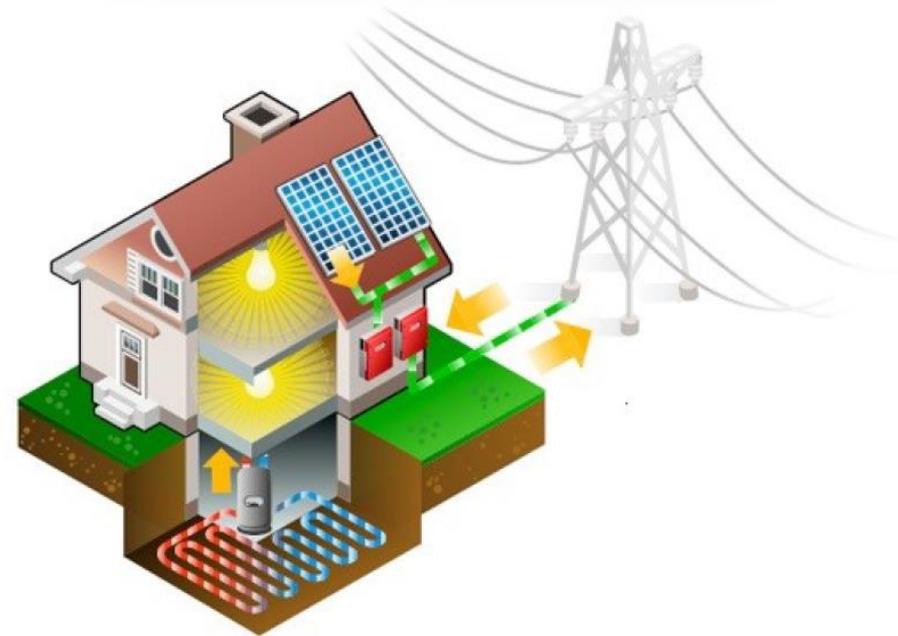


Si passa da una tipologia di utenza totalmente passiva ad una tipologia di utenza sia passiva che attiva

## Consumatore



## Produttore e Consumatore



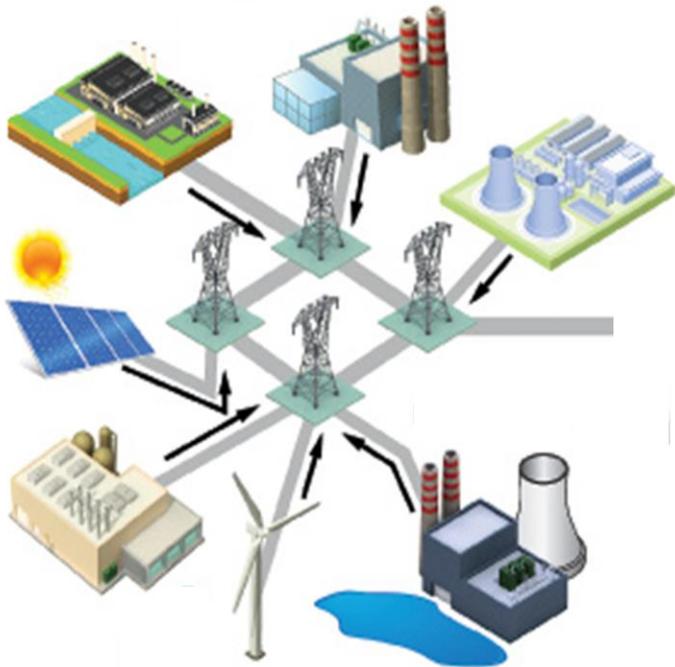
CONSUMER → PRODUSER

# Transizione energetica e tecnologica

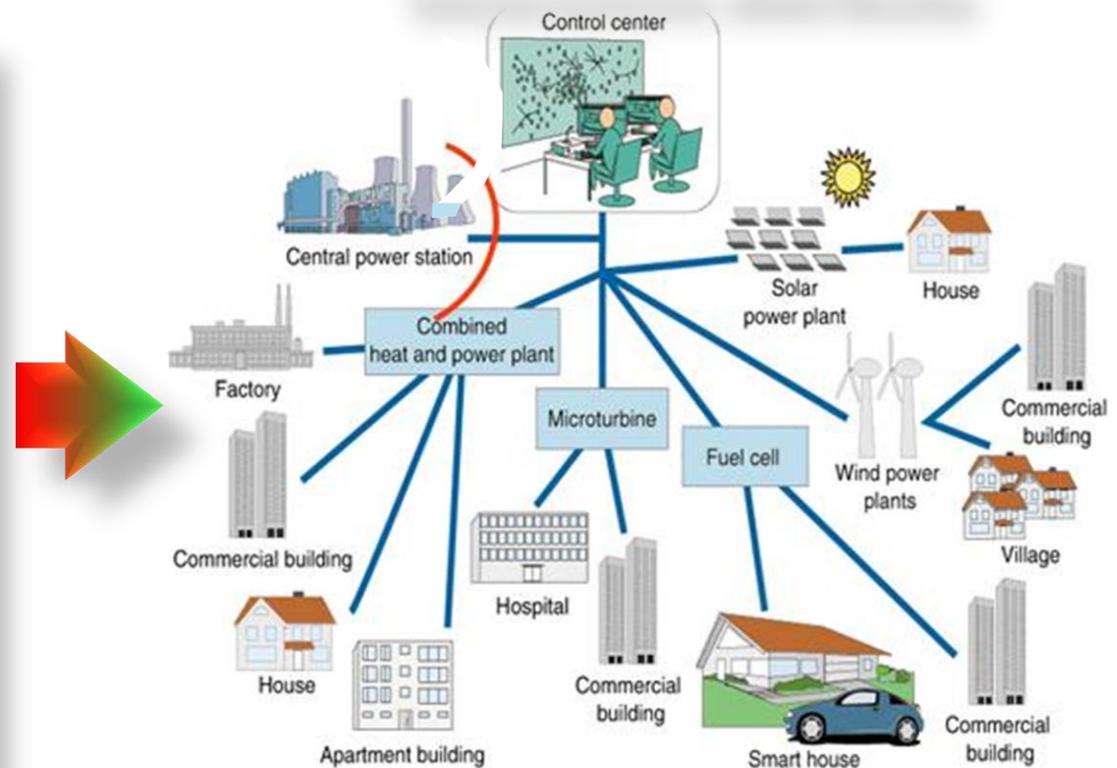


La rapida transizione verso un sistema di generazione sempre più frazionato e decentralizzato crea considerevoli problemi di gestione della regolazione domanda/generazione

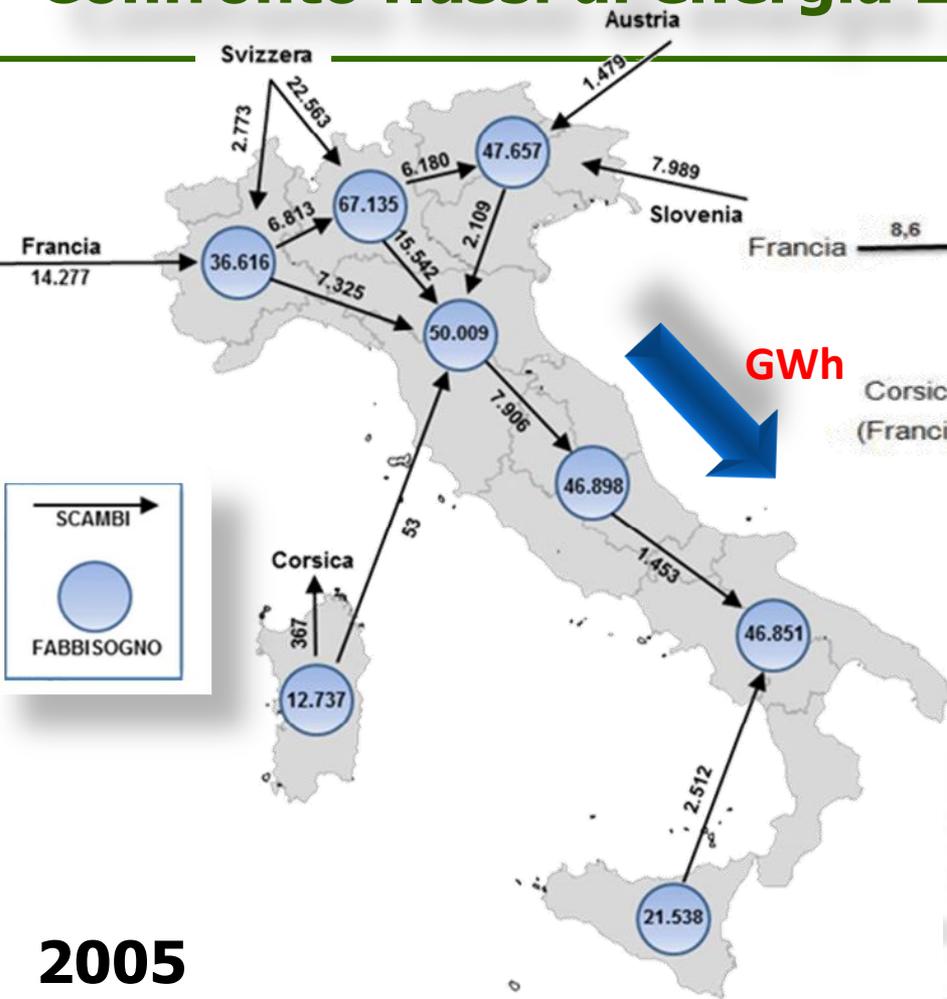
## Generazione concentrata



## Generazione distribuita



# Confronto flussi di energia 2005 – 2018 (dati Terna)

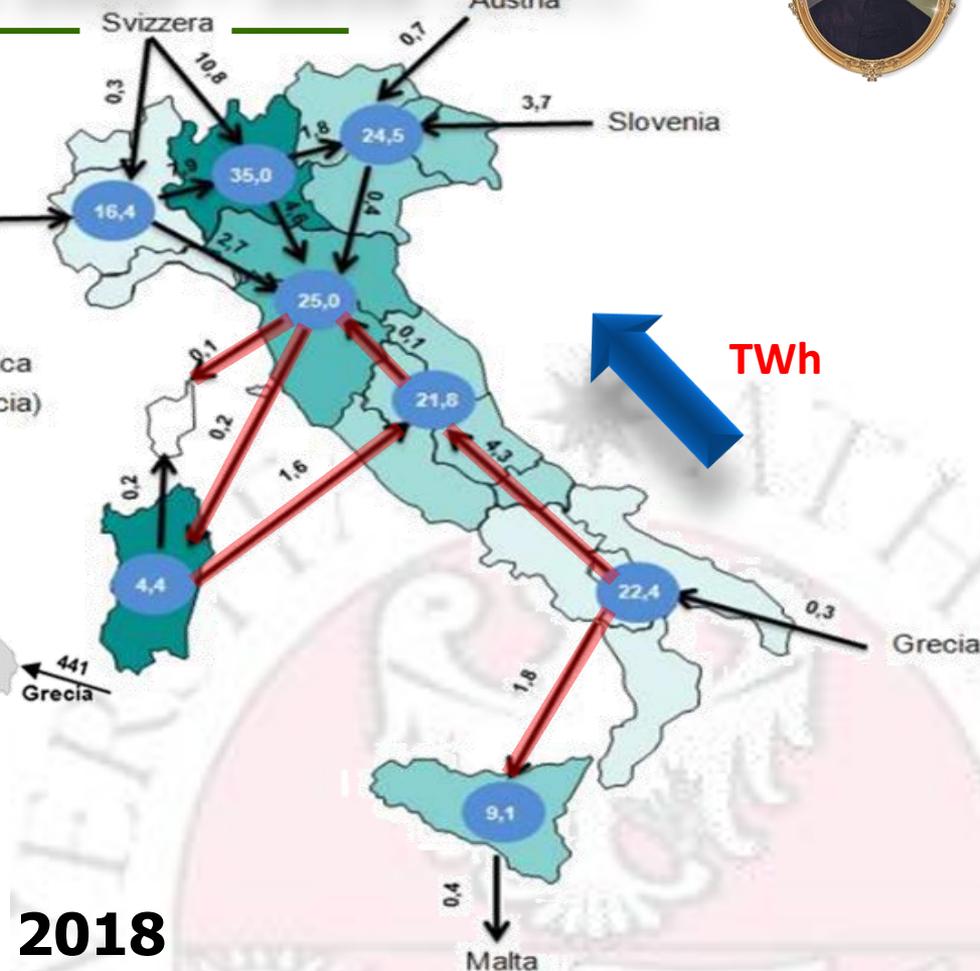


**2005**

- Principali flussi da Nord a Sud (localizzazione a Nord di impianti efficienti, import da Nord)
- Isole maggiori in export per motivi di sicurezza

prof. ing. Maurizio Fauri  
Università degli Studi di Trento

GWh

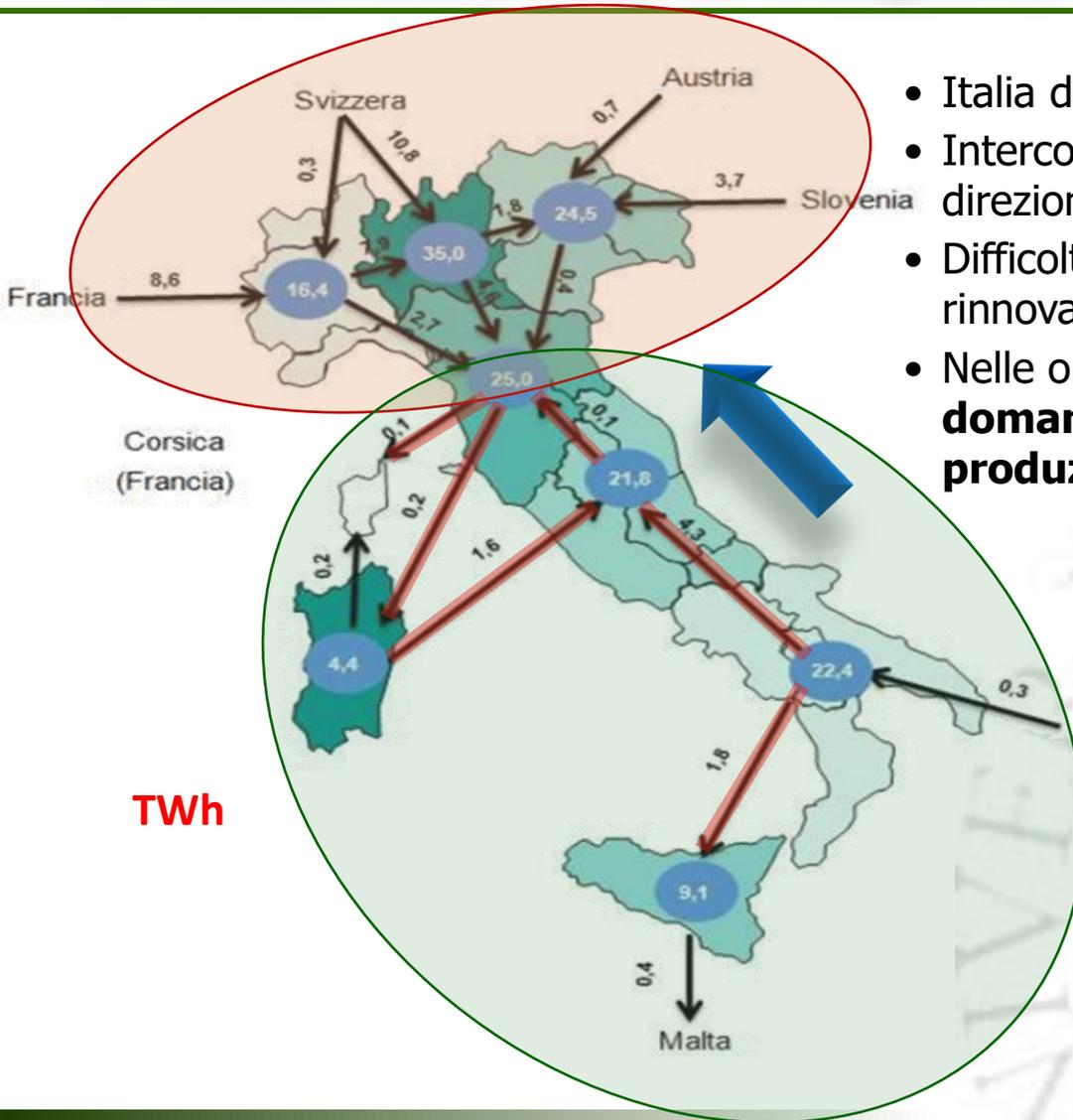


**2018**

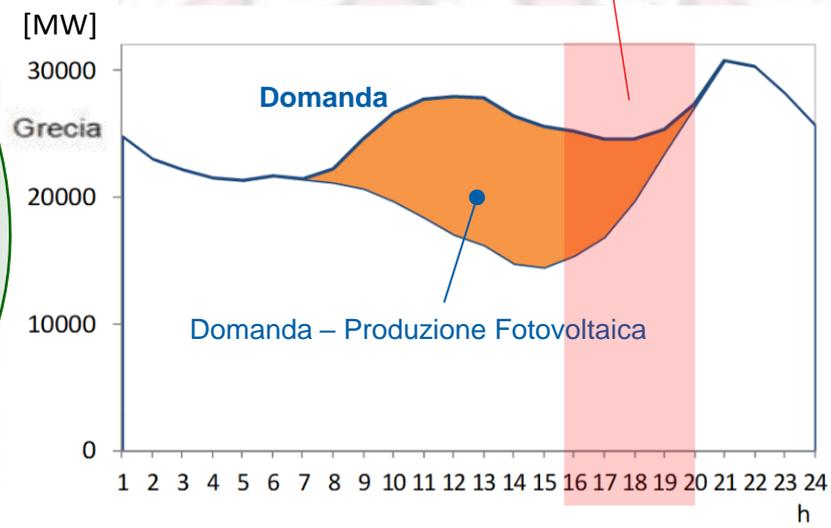
- Riduzione import da Nord
- Principali flussi da Sud a Nord, con maggior probabilità di congestione (per localizzazione a Sud di impianti CCGT efficienti e Rinnovabili)
- Scambio netto dalla zona Nord verso l'Emilia Romagna e Toscana pari a circa 7,7TWh. Il Continente registra uno scambio netto verso la Sicilia pari a 1,8TWh.

TWh

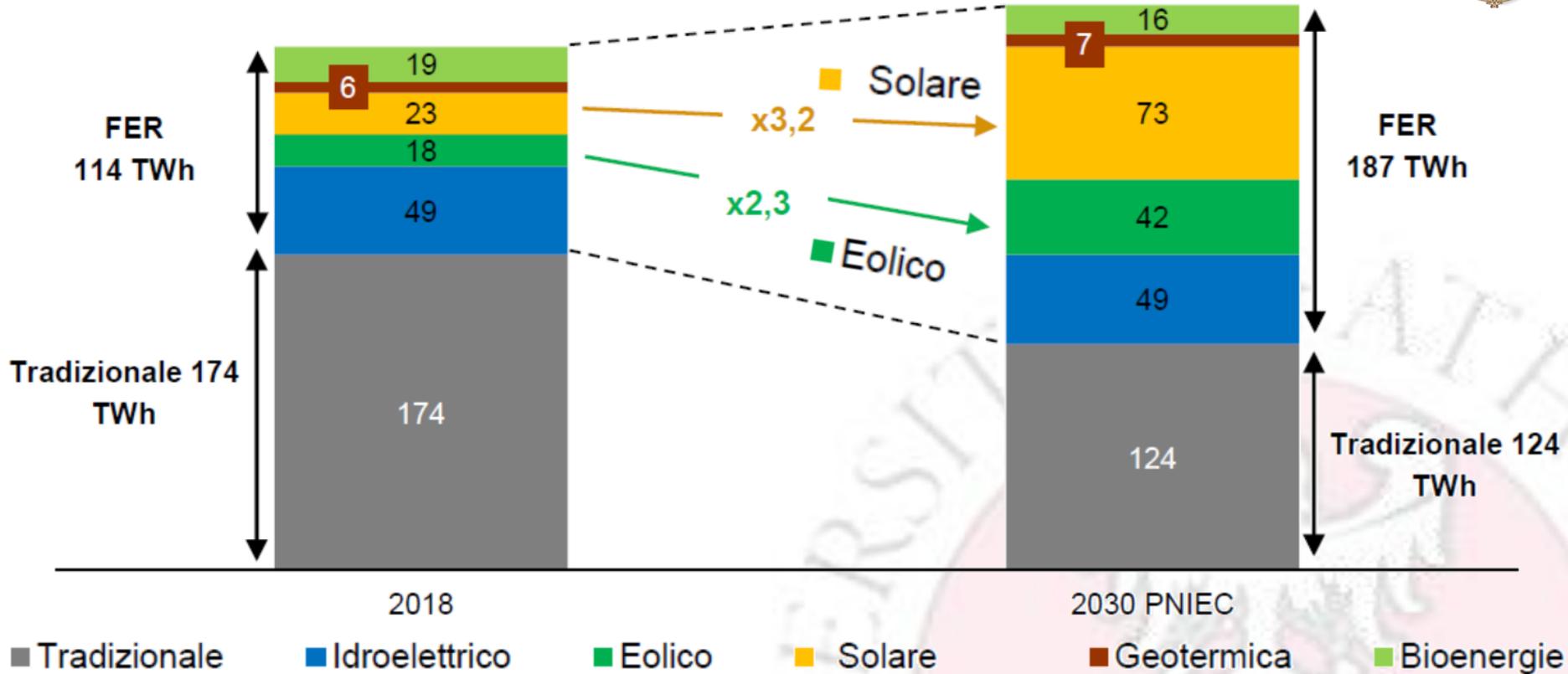
# Criticità della rete di trasporto



- Italia divisa in due parti
- Interconnessione Nord-CentroNord satura in direzione Nord
- Difficoltà di esportazione delle produzioni rinnovabili
- Nelle ore serali si verifica un **incremento della domanda** con simultaneo **calo dalla produzione da rinnovabile** (F2 più cara di F1)



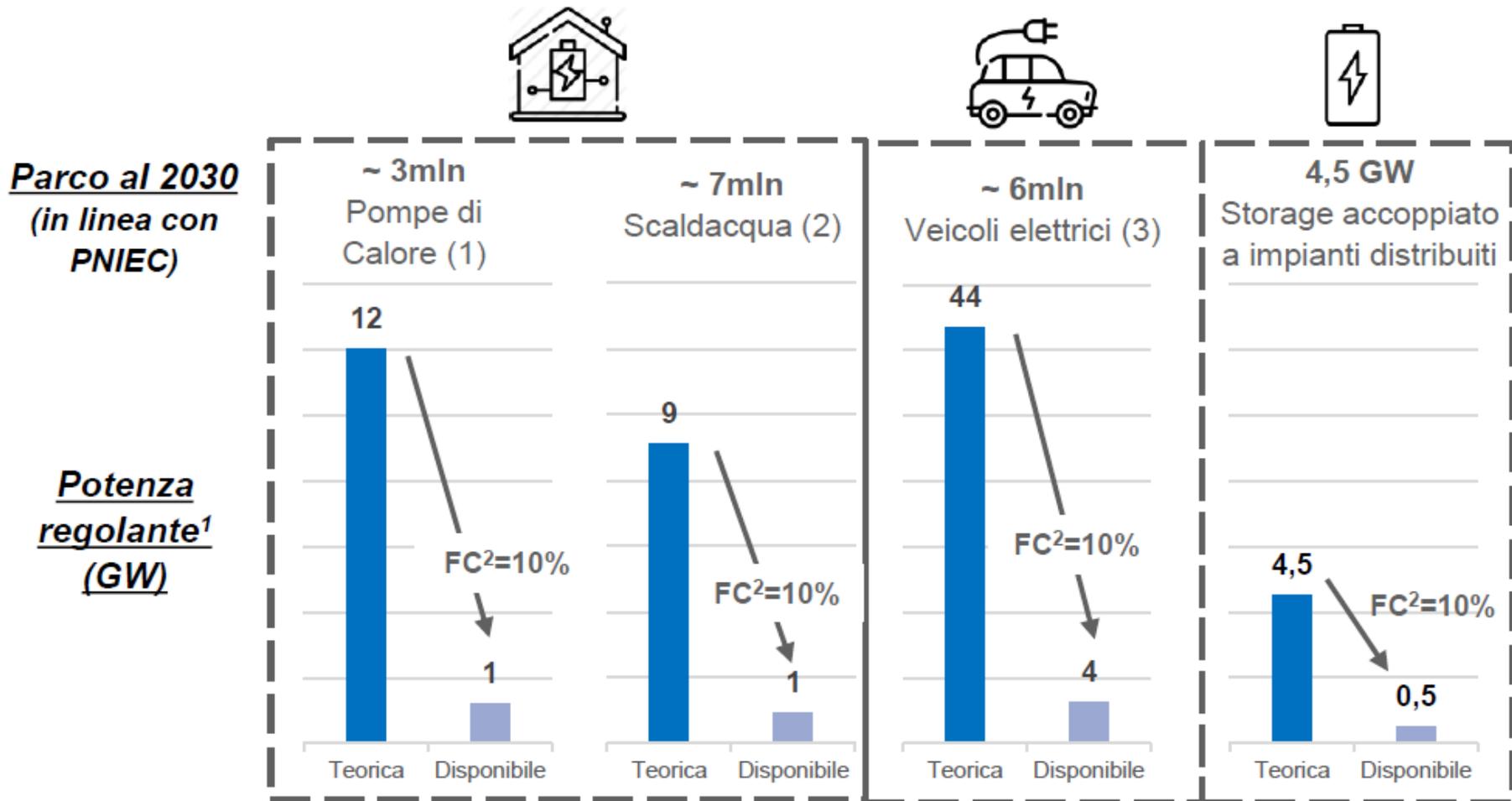
# Sviluppo della produzione elettrica (dati Terna)



Entro il 2030, la **produzione FER** aumenterà fino a coprire **il 55% del fabbisogno finale di elettricità**.

Le previsioni sono di una **produzione eolica doppia** ed una **solare tripla**

# Flessibilità delle risorse distribuite



<sup>1</sup> Potenza media: (1) 4 kW - (2) 1,3 kW - (3) 7,4 kW - (4): Rapporto E/P Storage: 2 h

<sup>2</sup> FC = Fattore di contemporaneità/disponibilità: % di dispositivi accesi in un determinato istante, che possono essere spenti (stima conservativa)

# Scenari al 2050 – Settore trasporti (dati Terna)



**Al 2050 il vettore elettrico sarà quello dominante nel settore dei trasporti**

**Si prevede una diminuzione del numero di veicoli, da circa 40 milioni fino a 24 milioni (per lo scenario B)**

**Al 2050 si prevede un netto calo delle auto a combustibile fossile, fino ad un valore pari a 0 per lo scenario B**

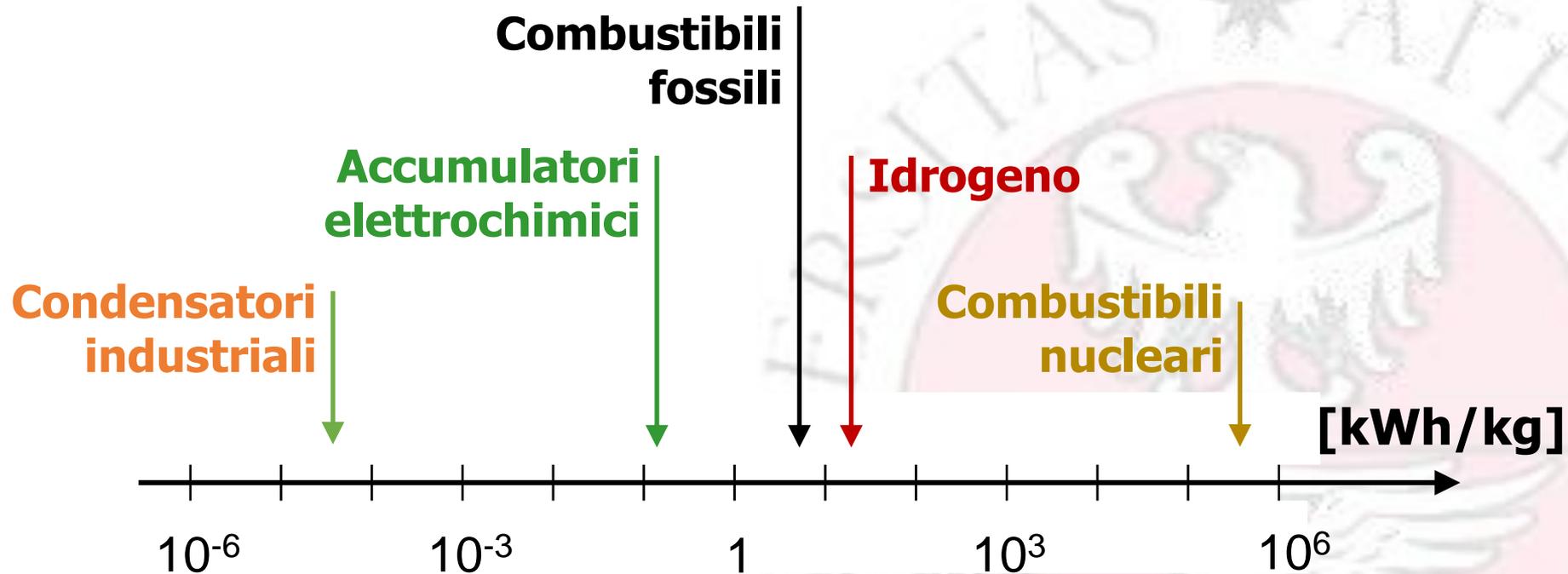
Descrizione	2020	Scenario A	Scenario B
Auto ad alimentazione elettrica	0,02	11	~ 19
Auto metano/biometano	1,0	~ 3	0
Auto GPL	3,1	~ 3	0
Auto tradizionali e ibride (no plug-in)	36,5	~ 13	0
Auto idrogeno	--	~ 0,4	~ 4
Auto ad green fuel sintetici	--	--	~ 1
<b>Totale</b>	<b>40,6</b>	<b>~ 30</b>	<b>~ 24</b>

# Densità di energia per unità di massa

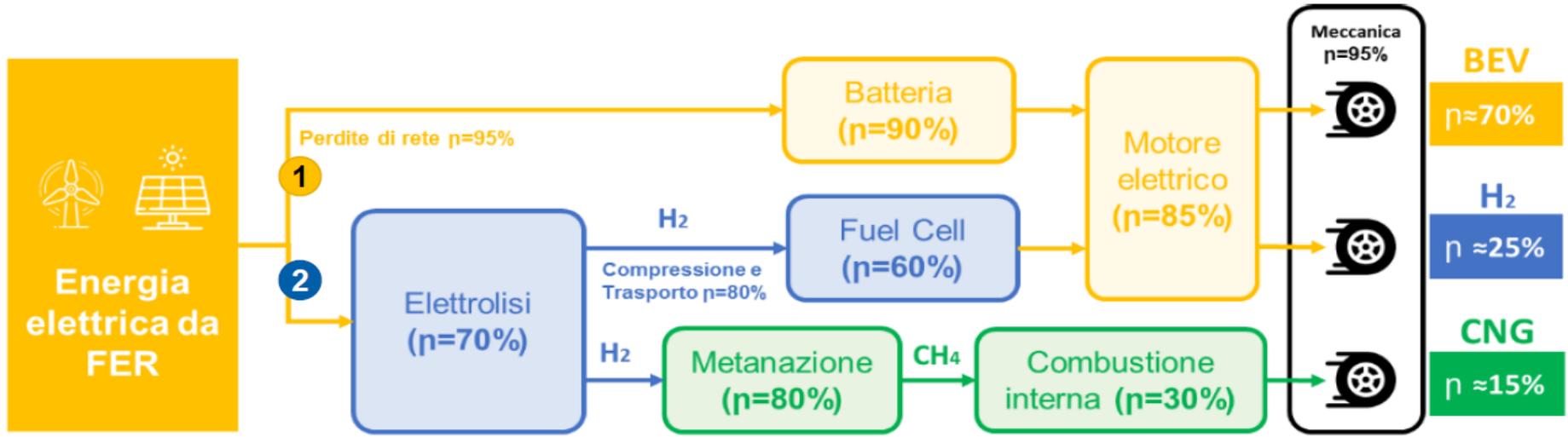


## I combustibili fossili tradizionali:

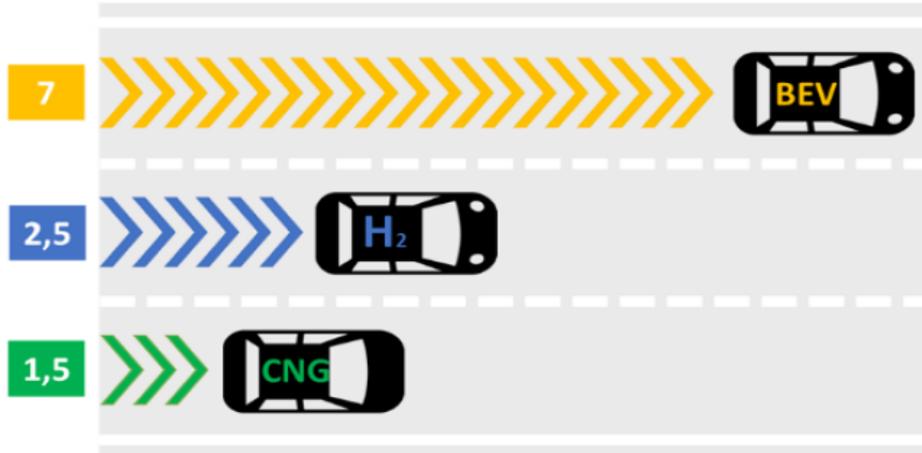
- hanno una elevata densità energetica
- sono facilmente trasportabili
- garantiscono un livello accettabile di sicurezza



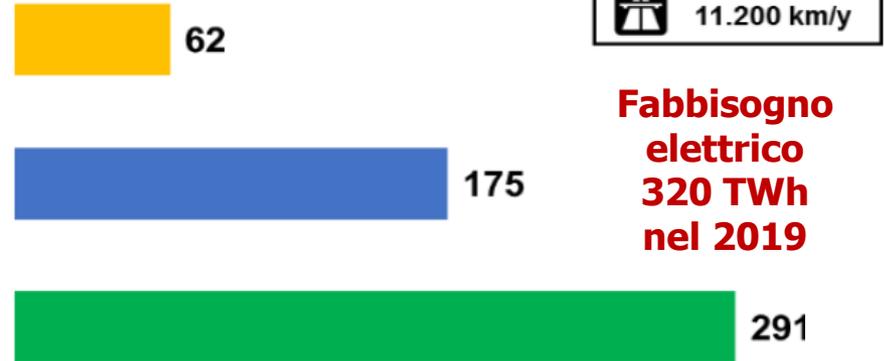
# Mobilità elettrica – Confronto fra tecnologie



Percorrenza: quanti km per un kWh da FER?



Fabbisogno annuo di energia primaria del parco veicoli (TWh)



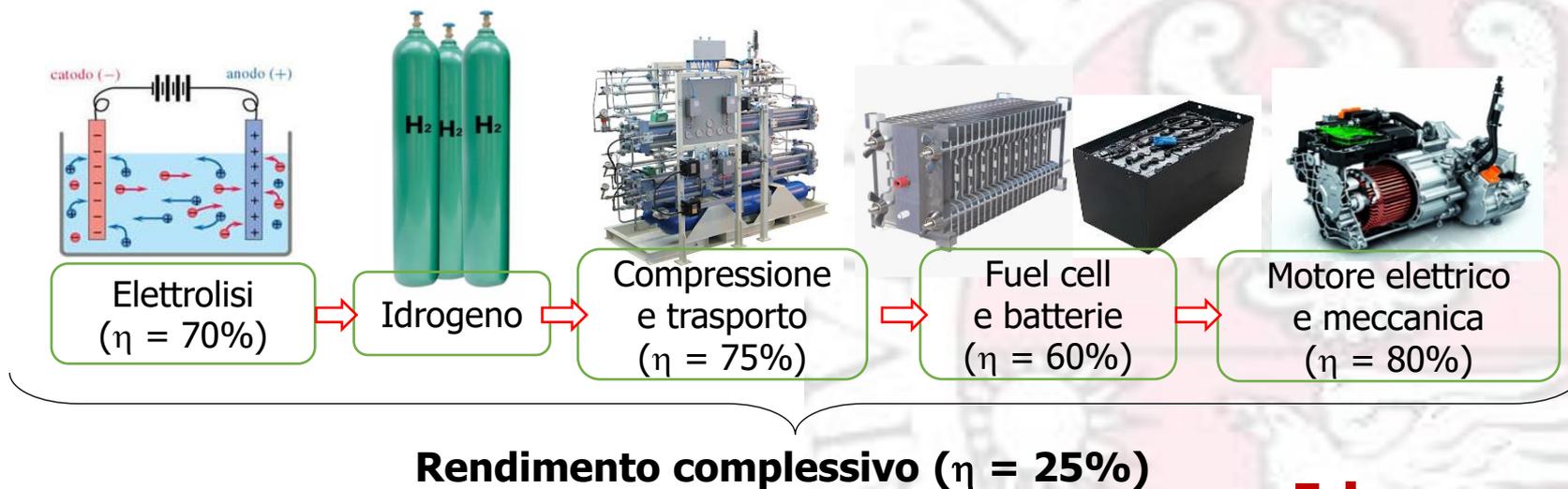
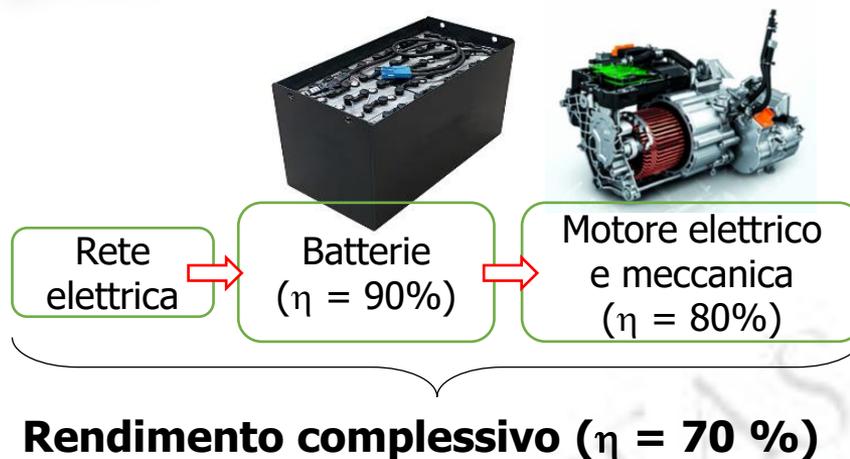
	39 mil.
	11.200 km/y

**Fabbisogno elettrico 320 TWh nel 2019**

# Batterie vs idrogeno



## Batterie

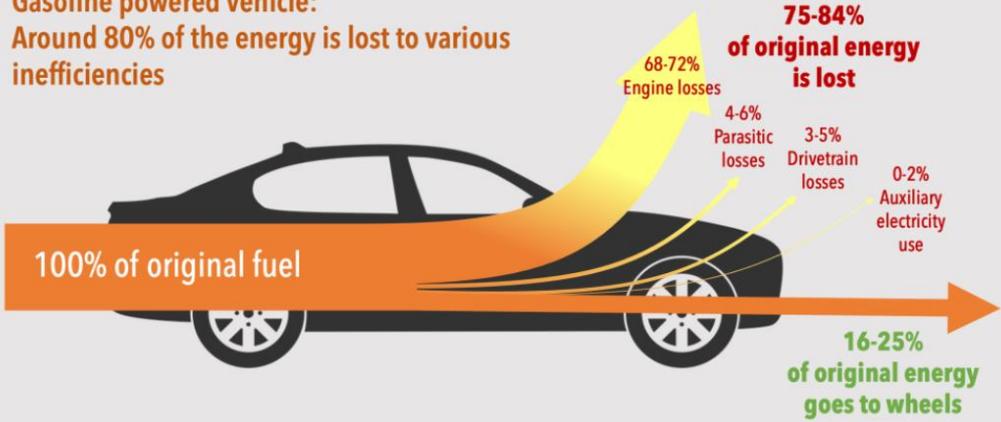


## Idrogeno

# Efficienza delle tecnologie di movimentazione



**Gasoline powered vehicle:**  
Around 80% of the energy is lost to various inefficiencies

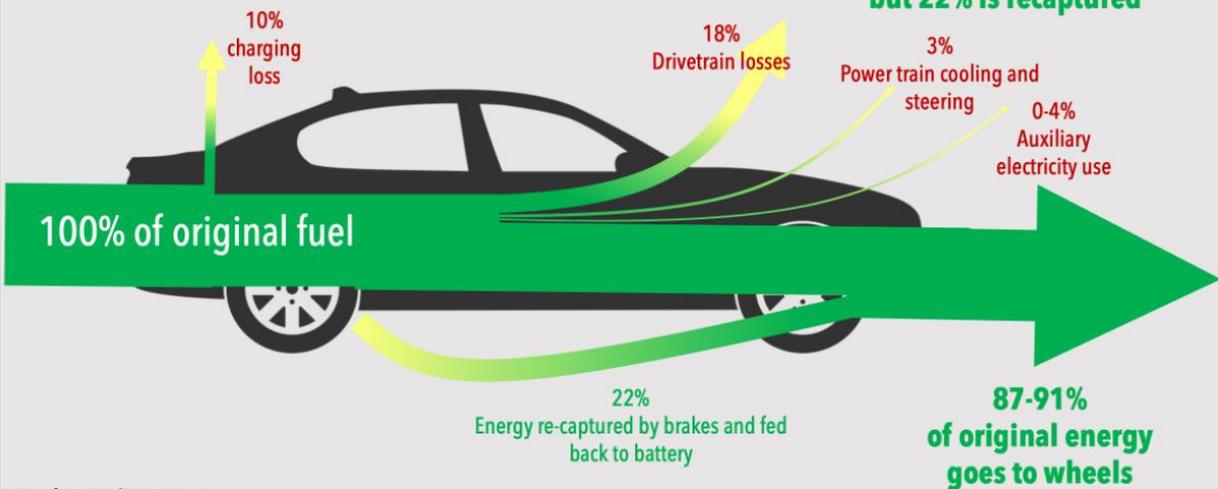


Data from FuelEconomy.gov  
Image by Karin Kirk for Yale Climate Connections

**Le auto a combustione spremano circa il (75÷80)% dell'energia primaria**

**I veicoli elettrici spremano circa il (30÷35)% dell'energia accumulata, ma il 22% viene recuperato**

**Electric vehicle:**  
Around 11% of the energy is lost



Data from FuelEconomy.gov  
Image by Karin Kirk for Yale Climate Connections

# Efficienza delle tecnologie di generazione



## GASOLINE

### REPLACING GASOLINE WITH COAL:

Reduces energy use by 29%



### REPLACING GASOLINE WITH METHANE GAS:

Reduces energy use by 48%



### REPLACING GASOLINE WITH HYDROPOWER:

Reduces energy use by 77%

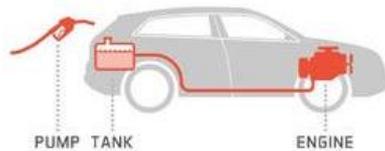


# Vantaggi e svantaggi



**Auto a combustione**

- Maggiori emissioni**
- Maggiori autonomia**
- Rifornimento rapido**
- Manutenzione costosa**

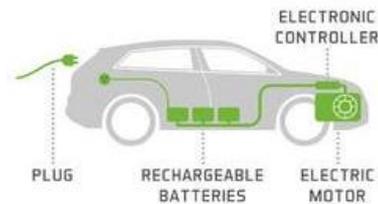


**GASOLINE CARS**



**Veicoli elettrici**

- Minori emissioni**
- Minore autonomia**
- Rifornimento lungo**
- Manutenzione economica**



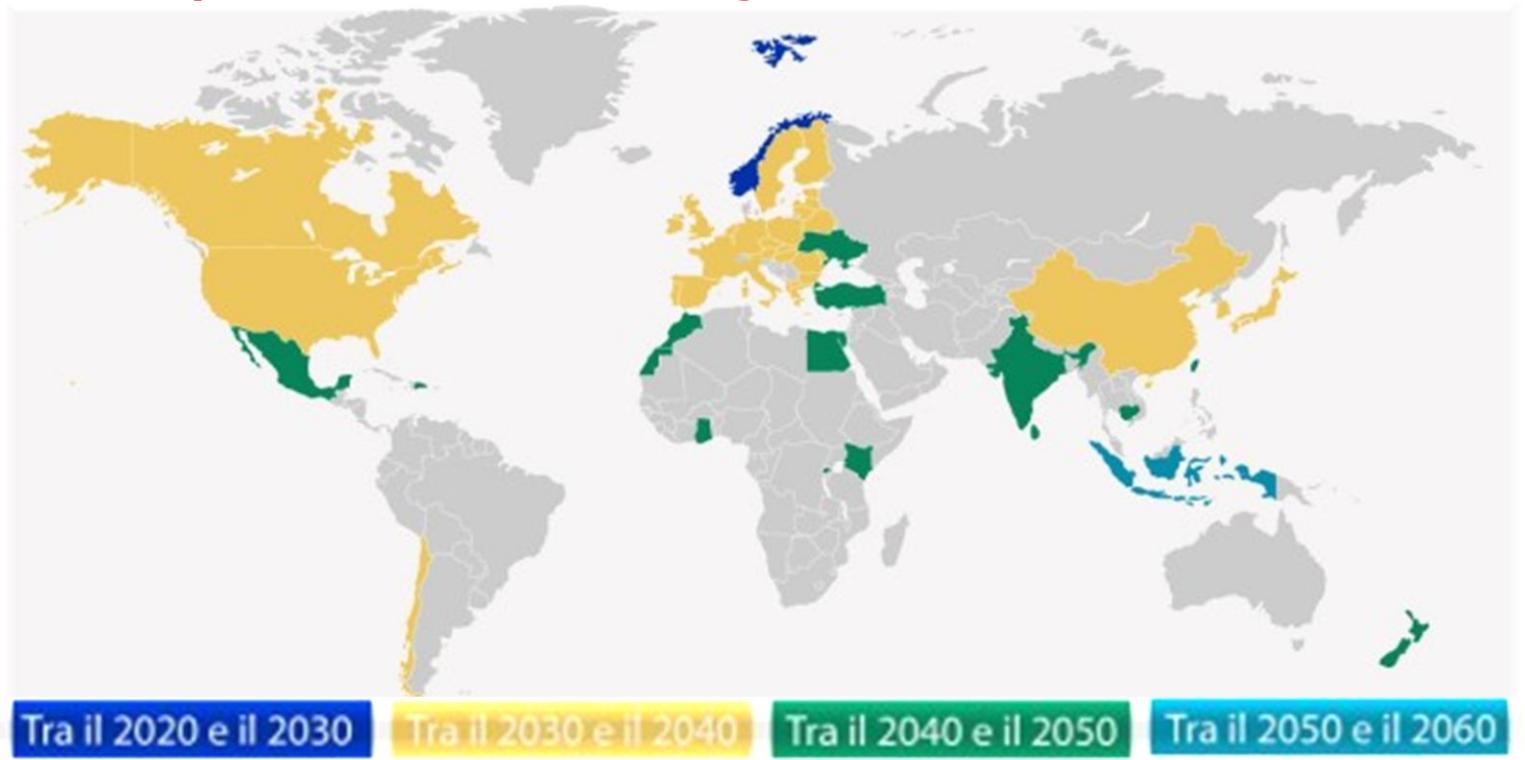
**ELECTRIC CARS**

# Fake news (Informazione falsata)



**Non è vero che solamente in Europa entro il 2035 vengano commercializzate solamente auto nuove a zero emissioni (elettriche o dotate di altre tecnologie che consentano di azzerare le emissioni)**

**Paesi in cui è prevista un'eliminazione graduale dei veicoli a combustibile fossile**





## Il vincolo non è tecnico, né economico, ma culturale Necessità di un cambio radicale di mentalità

- teoria delle "fognature" (tempo di ritorno ?)
- teoria delle "sigarette" e/o delle "gomme da masticare"



**1.700.000.000 mozziconi all'anno per le strade di Roma (18 milioni di cicche al giorno)**