



## Decarbonizzazione: il punto di vista di imprese e filiera

Dario Di Santo, FIRE

Webinar Qualenergia  
9 giugno 2026



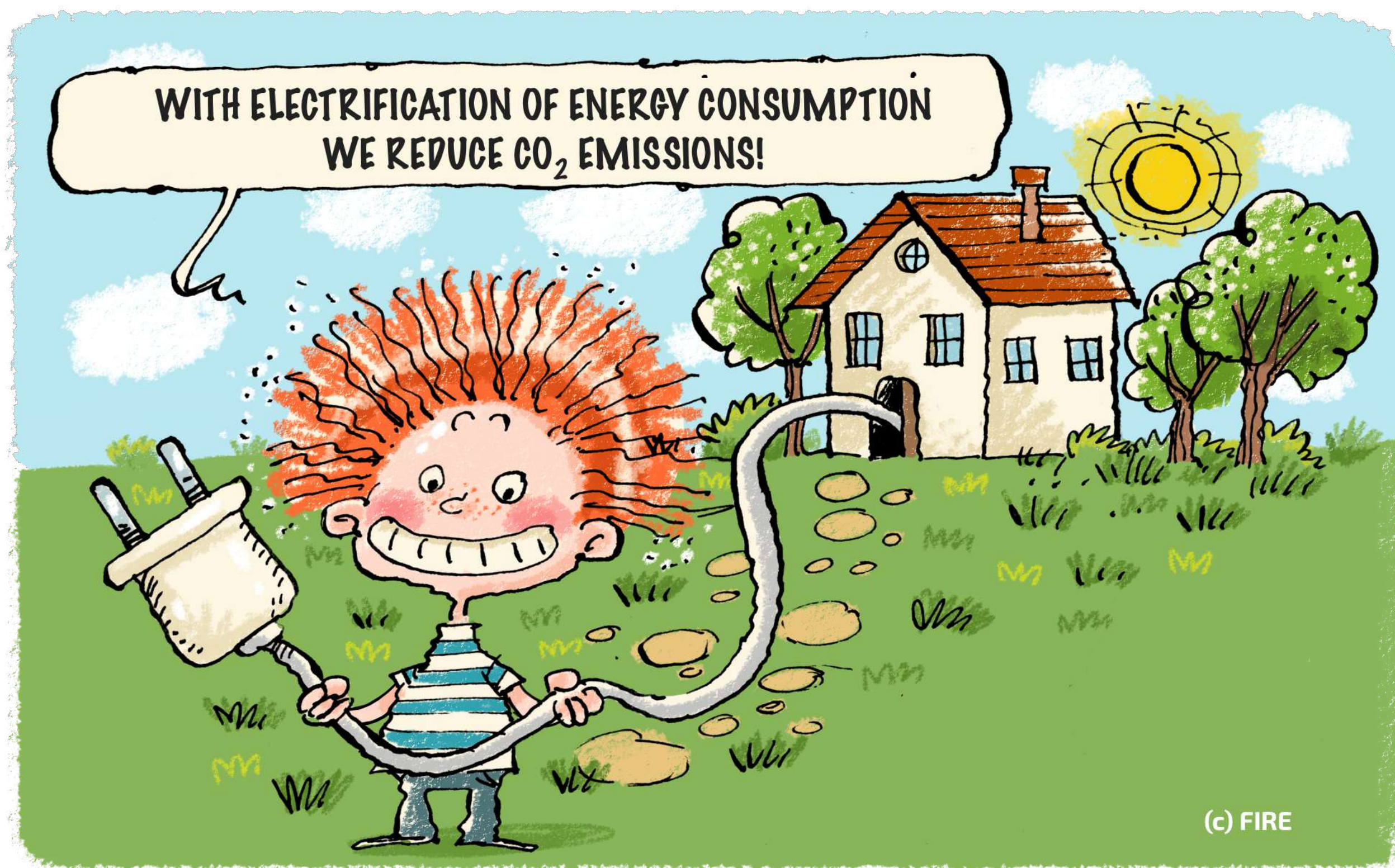




# Decarbonizzazione

Aspetti tecnologici legati  
all'elettrificazione e al recupero di  
calore





Le emissioni industriali rappresentano il 20% delle emissioni di gas serra. La principale fonte di emissioni industriali è la combustione di combustibili fossili per generare calore utilizzato nei processi (66% del calore totale prodotto).

L'elettrificazione è emersa come la strategia principale per la decarbonizzazione dell'industria europea.

# Elettrificazione in Europa e Italia

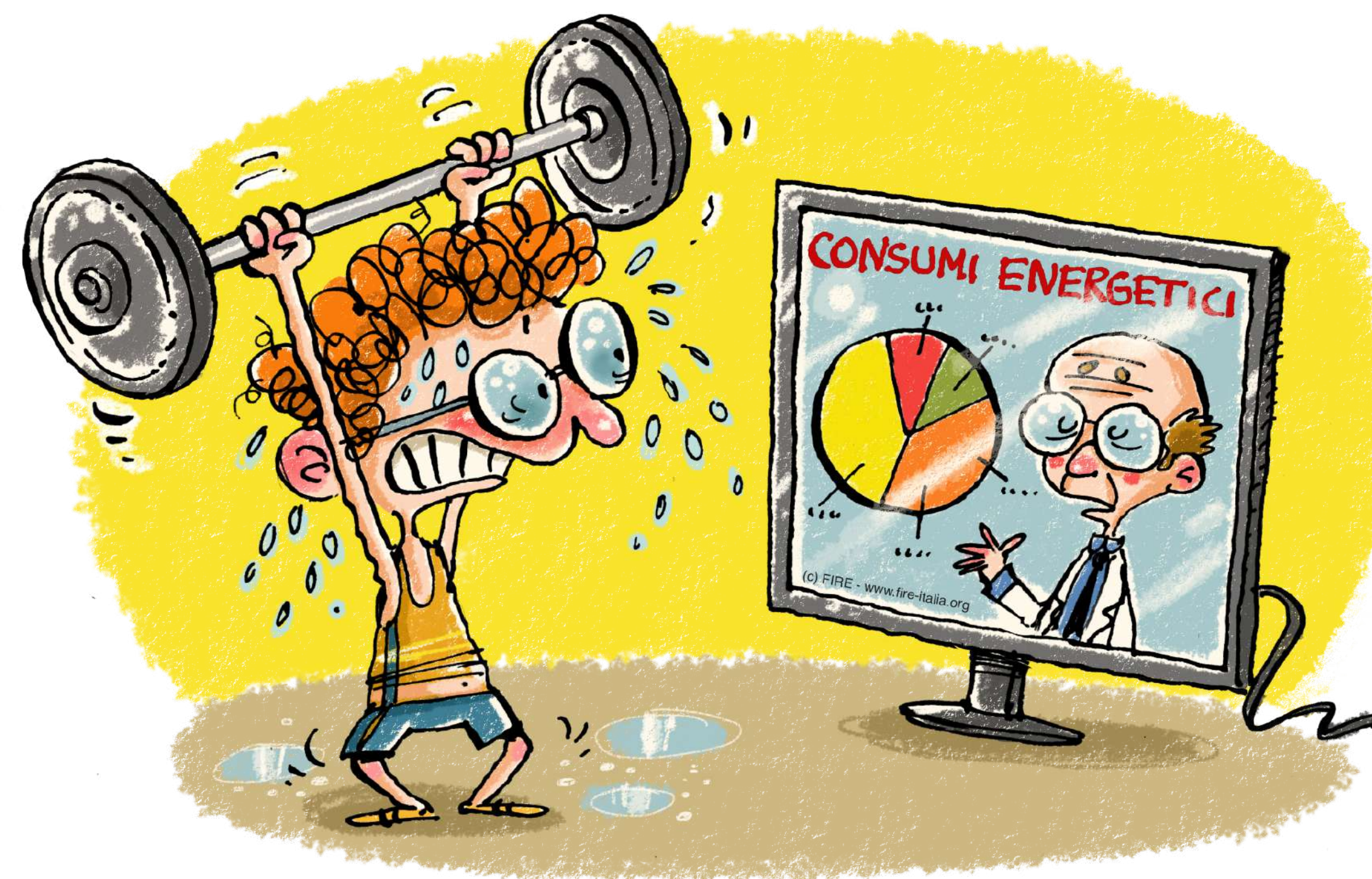


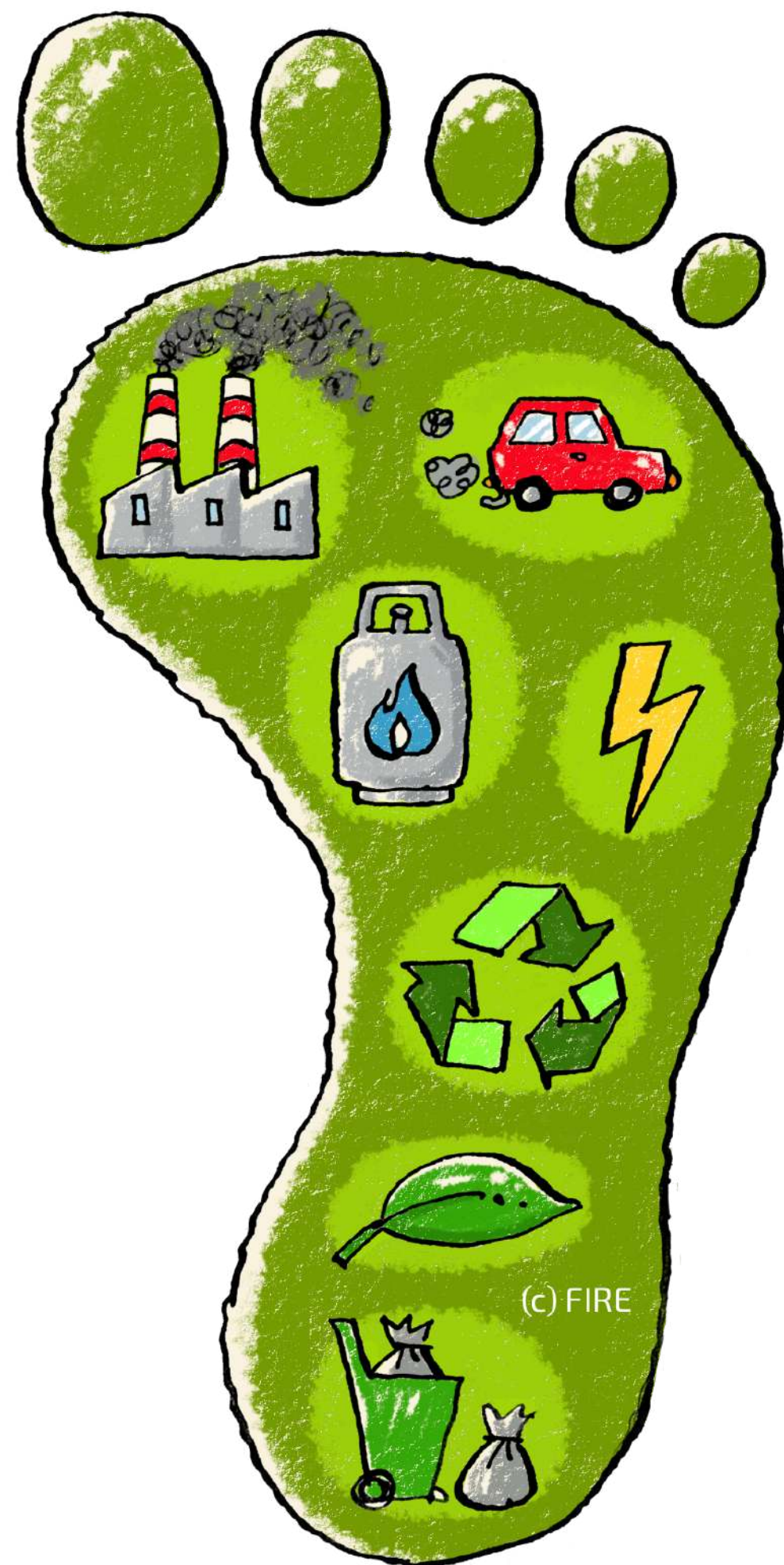
Nel 2020, circa il 3% del calore di processo industriale in Europa era elettrificato.

Tuttavia, il potenziale elettrificabile con le tecnologie attuali è circa il 60%, che potrebbe salire al 90% entro il 2035.

In Europa i tassi di elettrificazione del consumo totale finale di energia variano ampiamente fra i Paesi Membri: l'Italia è posizionata leggermente al di sotto della media UE-27 (22% VS 23%).

Il tasso di elettrificazione industriale in Italia è però tra i più alti d'Europa (39% nel 2022): il più alto tra i paesi più grandi e superiore alla media UE-27 del 33%.





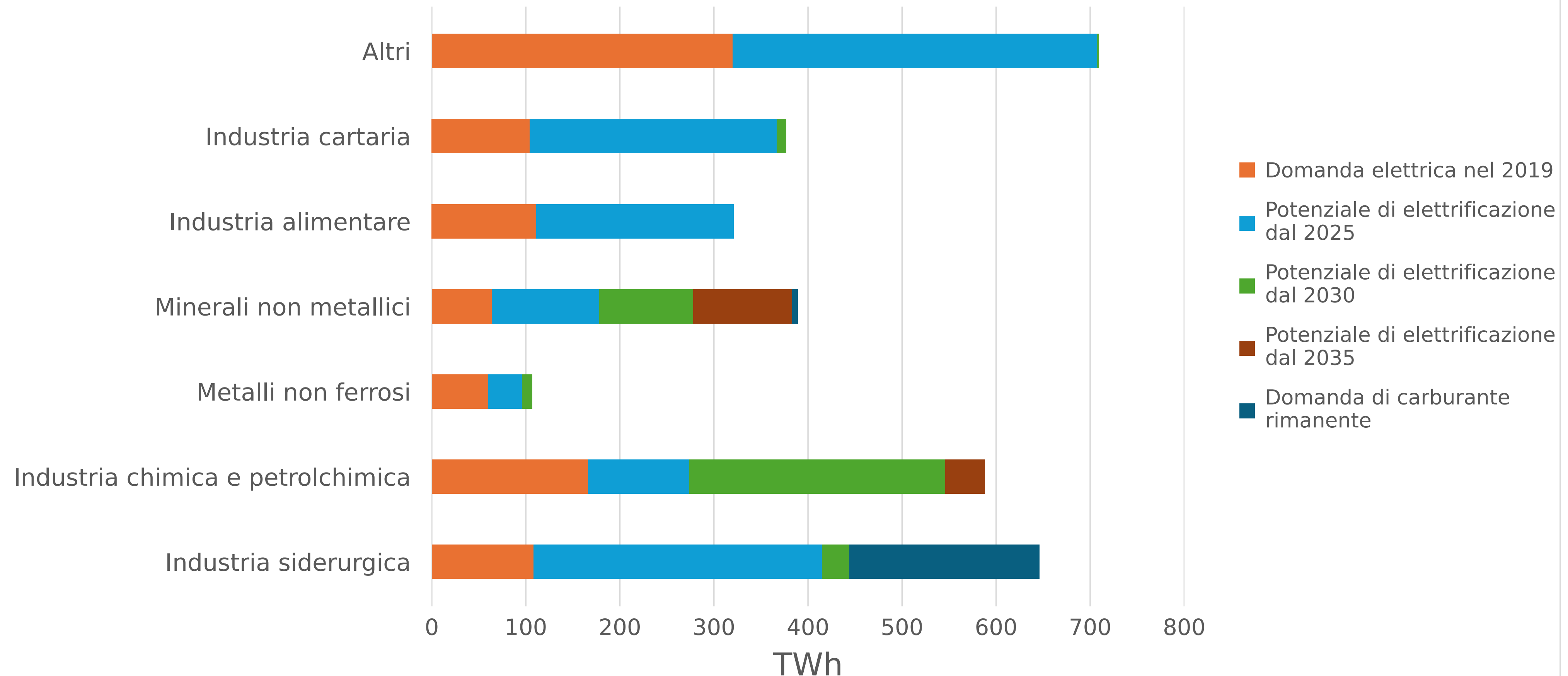
Il potenziale delle elettrotecnologie varia a seconda del settore:

- ▶ nelle industrie a bassa temperatura di processo (e.g. alimentare e cartario), l'elettrificazione è già ampiamente fattibile con le tecnologie attuali;
- ▶ nei settori hard-to-abate (e.g. vetro, ceramica) l'applicazione delle soluzioni elettriche rimane limitata.

I settori hard-to-abate svolgono un ruolo fondamentale nel panorama industriale italiano, generando il 5% del valore aggiunto lordo nazionale, mentre in termini di emissioni queste industrie rappresentano circa il 20% delle emissioni dirette totali di CO<sub>2</sub> (scope 1) a livello nazionale.



**Potenziale tecnico per l'elettificazione diretta nel contesto UE27 sulla base della domanda di energia del 2019 per settore industriale**



Fonte: Rielaborazione FIRE da Agora Industry, «Direct electrification of industrial process heat», 2024.

# Tecnologie per l'elettrificazione e settori



Settore	Applicazione	Tecnologia di riferimento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Tecnologia di riferimento + CCS
<b>Alimentare e delle bevande</b>	Produzione del latte in polvere	Gas naturale (cogenerazione)	Energia elettrica (generatore di vapore elettrico)	Energia elettrica (pompa di calore)	Idrogeno verde (generatore di vapore a idrogeno)		Gas naturale & CCS (cogenerazione+cattura e stoccaggio)
<b>Cartario</b>	Asciugatura della carta	Gas naturale (cogenerazione)	Energia elettrica (generatore di vapore elettrico)	Energia elettrica (pompa di calore)	Idrogeno verde (generatore di vapore a idrogeno)		Gas naturale & CCS (cogenerazione+cattura e stoccaggio)
<b>Chimico</b>	Produzione di vapore	Gas naturale (cogenerazione)	Energia elettrica (generatore di vapore elettrico)	Energia elettrica (pompa di calore)	Idrogeno verde (generatore di vapore a idrogeno)		Gas naturale & CCS (cogenerazione+cattura e stoccaggio)
<b>Siderurgico</b>	Riscaldamento in continuo acciaio piano/lungo	Natural gas (forno a trave mobile)	Energia elettrica (forno a induzione a crogiolo)	Idrogeno verde (forno a trave mobile)	Energia elettrica & Biogas (forno a focolare rotante)	Energia elettrica & idrogeno verde (forno a focolare rotante)	Gas naturale & CCS (forno a trave mobile+cattura e stoccaggio)
<b>Alluminio</b>	Digestione nella raffinazione dell'allumina	Gas naturale (generatore di vapore a gas)	Energia elettrica (generatore di vapore elettrico)	Idrogeno verde (generatore di vapore a idrogeno)			
<b>Vetro</b>	Fusione continua del vetro piano	Gas naturale (sistema di bruciatori incrociati rigenerativo)	Energia elettrica (fornace elettrica)	Idrogeno verde (sistema di bruciatori incrociati rigenerativo)	Energia elettrica & Biogas (sistema di bruciatori incrociati rigenerativo con <i>boost elettrico</i> )	Energia elettrica & idrogeno verde (fornace rigenerativa elettrificata)	Gas naturale & CCS (sistema di bruciatori incrociati rigenerativo+cattura e stoccaggio)
<b>Cemento</b>	Cottura continua del clinker	Mix di combustibili (forno rotativo)	Energia elettrica (forno rotativo scaldato elettricamente)	Idrogeno verde (forno rotativo)	Energia elettrica & mix di combustibili fossili (forno rotativo elettrificato)	Biomassa & idrogeno verde & energia elettrica (forno rotativo con <i>boost elettrico</i> )	Mix di combustibili fossili & CCS (forno rotativo+cattura e stoccaggio)

Legenda colori:

Maturità della tecnologia	2025	2030	2035	2040
---------------------------	------	------	------	------



FIRE ha pubblicato uno studio per ECF a fine febbraio sulla catena di approvvigionamento delle tecnologie di decarbonizzazione per il settore industriale italiano.

*Main target: filiera.*

Inoltre a realizzato per conto di RSE un'indagine (2025) e una serie di interviste a key stakeholder (2026) per raccogliere i pareri delle industrie energivore sulle politiche europee.

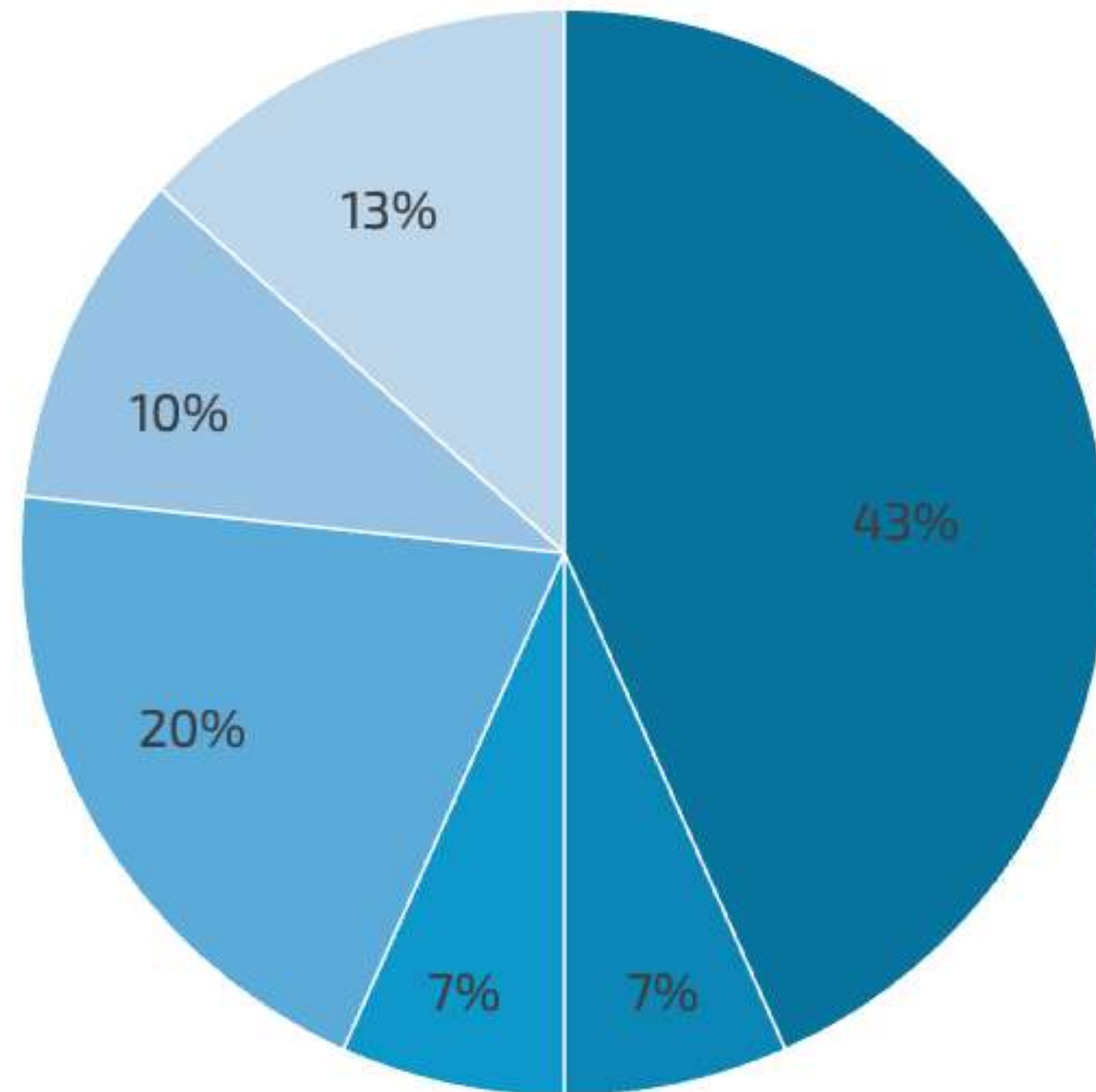
*Main target: energivori.*

Nel seguito della presentazione vengono forniti alcuni dei principali elementi emersi.





### Technologies used for industrial decarbonisation



Source: FIRE.

- Heat pumps
- Electric boilers and steam generators
- Automated control systems for industrial plants
- Free-cooling systems
- Process heat recovery systems
- Other

Tra le tecnologie che supportano l'elettrificazione del calore e/o il recupero di calore di processo nel settore industriale, una grande quota è costituita da pompe di calore elettriche (43%).

Inoltre, sono rappresentati anche sistemi di recupero del calore di processo (20%) e sistemi di controllo automatico degli impianti (10%).



# Barriere e spunti

Temperature, rapporto dei costi di elettricità e gas, cosa dicono gli stakeholder di FIRE



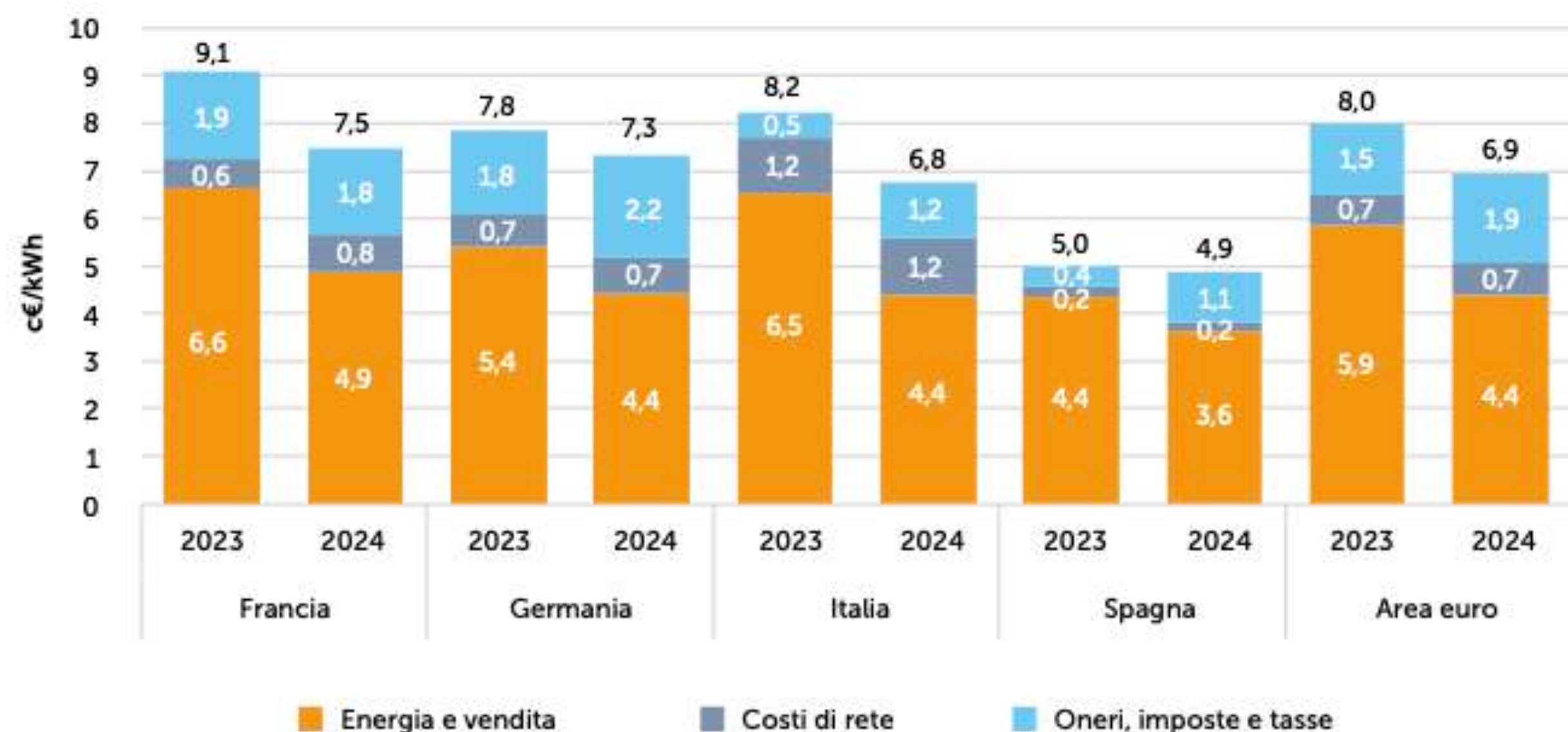
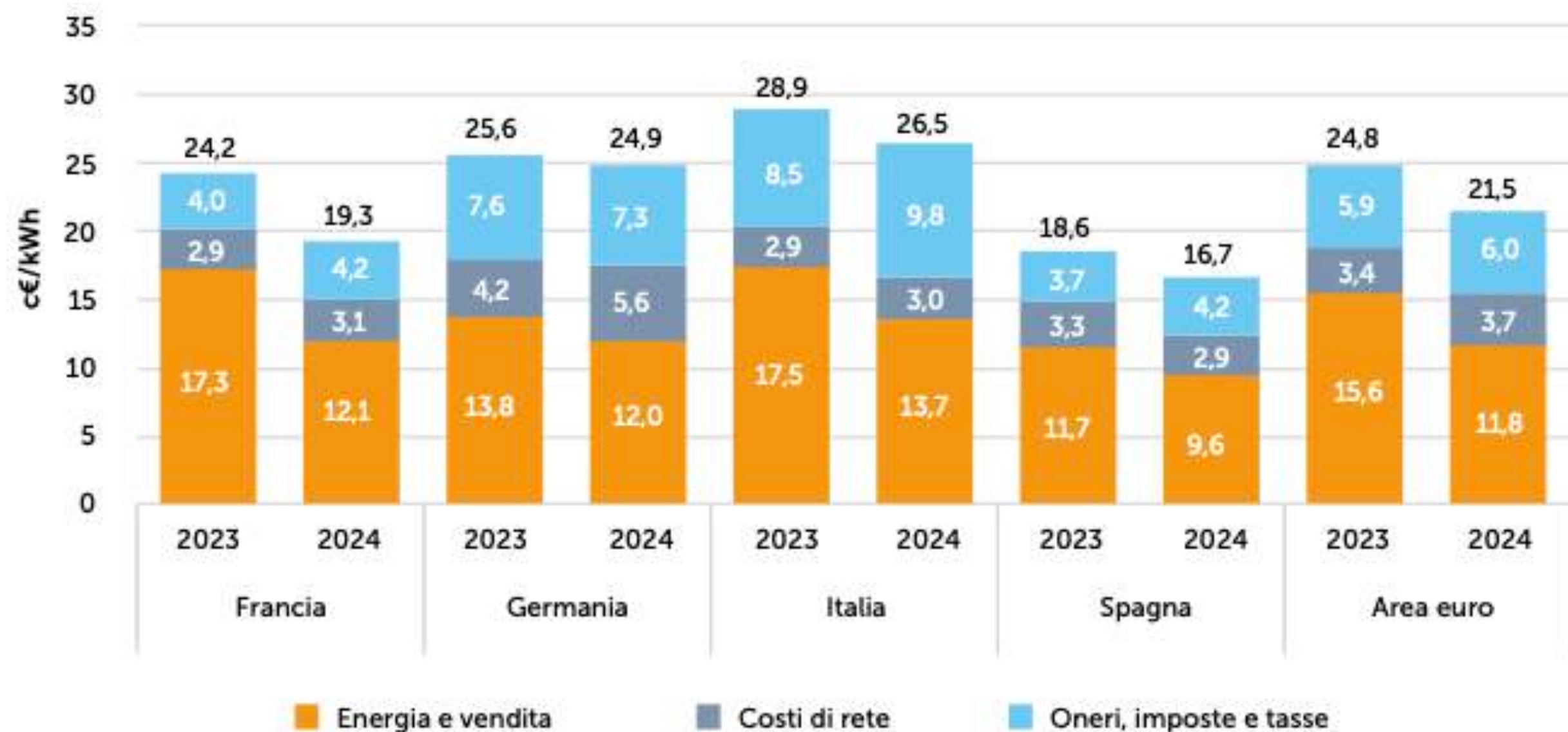
# Pompe di calore: TLR in funzione della temperatura



Intervallo di temperatura	Technology Readiness Level (TRL)	Esempi di applicazione
<80 °C	TRL 11: Stabilità di mercato	Cartario: de-inchiostrazione Alimentare: concentrazione Chimico: bio-reazioni
80 - 100 °C	TRL 10: Commerciale e competitiva, ma non ancora raggiunta la produzione su larga scala	Cartario: sbiancamento Alimentare: pastorizzazione Chimico: evaporazione
100 - 140 °C	TRL 8-9: Applicazioni commerciali per casi specifici	Cartario: bollitura della polpa Alimentare: evaporazione Chimico: concentrazione
140 - 160 °C	TRL 6-7: Dimostrazioni pre-commerciali	Cartario: bollitura della polpa Alimentare: essiccazione Chimico: distillazione Altro: produzione di vapore
160 - 200 °C	TRL 8-9: Applicazioni commerciali per sistemi MVR e scambiatori di calore su piccola scala TRL 4-5: Primi prototipi	Processi trasversali: produzione di vapore ad alta temperatura
>200 °C	TRL 4: Primi prototipi	Processi trasversali: processi ad alta temperatura



# Costo elettricità e gas



Prezzi medi nel 2024 in Italia:

► 265 €/MWh<sub>e</sub> (98€/MWh oneri)

► 68 €/MWh<sub>gas</sub> (12€/MWh oneri)

Questo comporta che una pompa di calore per avere lo stesso costo marginale di una caldaia dovrebbe avere un COP≈3,7 (cifra che potrebbe scendere a ≈2,2 con oneri distribuiti in modo equo). Il CAPEX diverso peggiora la situazione.

Questa cifra varia a seconda della dimensione e del tipo di industria, della sua struttura di consumo energetico e sul fatto che sia o meno energivora\*\*.

\* oneri: imposte e oneri di sistema.

\*\* I prezzi delle grandi industrie energivore possono essere circa la metà di quelli delle piccole imprese.

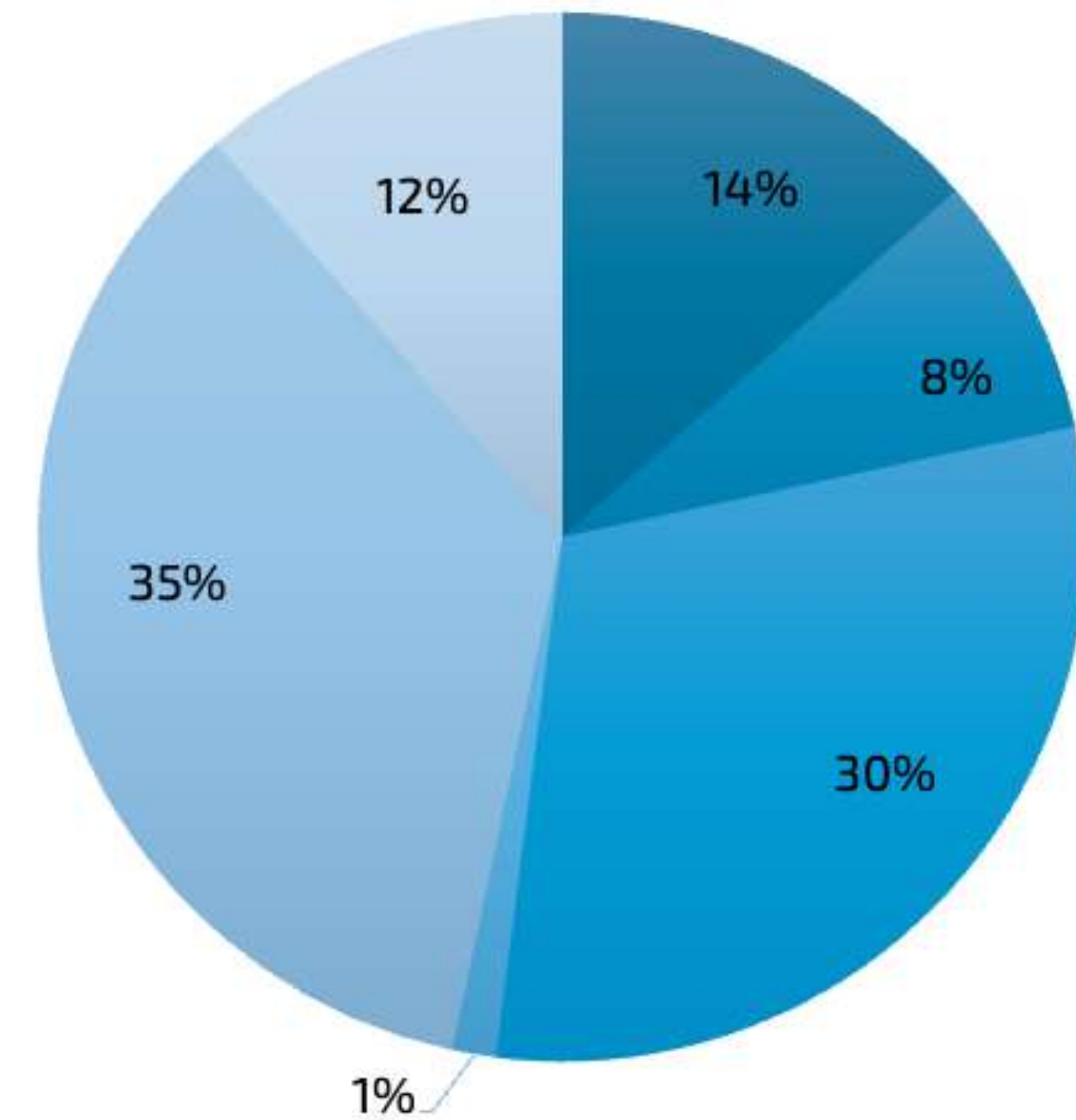


All'indagine hanno partecipato 131 stakeholder.

Nel complesso, due terzi degli intervistati sono composti da professionisti del settore (35%) e ESCO (30%).

Un ulteriore segmento significativo (14%) è costituito da attori che forniscono tecnologie che permettono la decarbonizzazione industriale.

**Breakdown of the stakeholders involved**

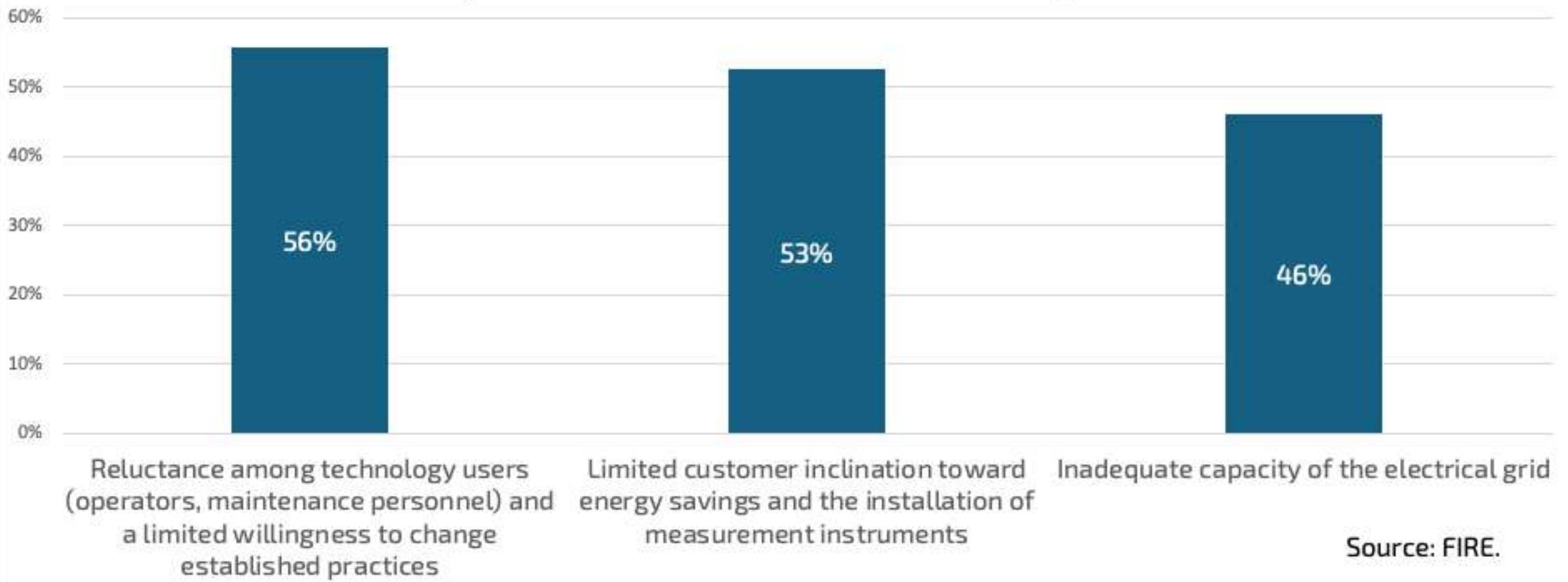


Source: FIRE.

- Technology manufacturers
- Technology suppliers
- ESCO
- End-user organizations
- Industry professionals
- Other



## Main barriers identified in industrial electrification and in the recovery of waste heat from industrial processes

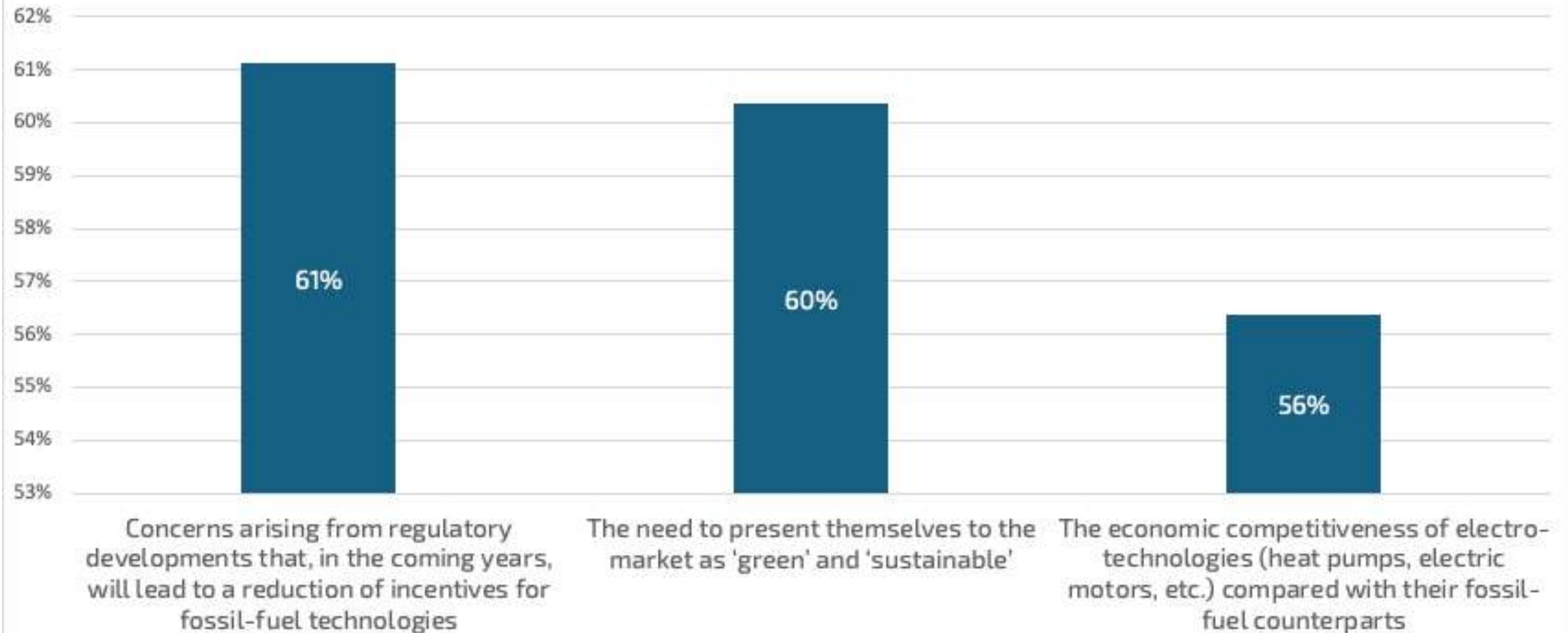


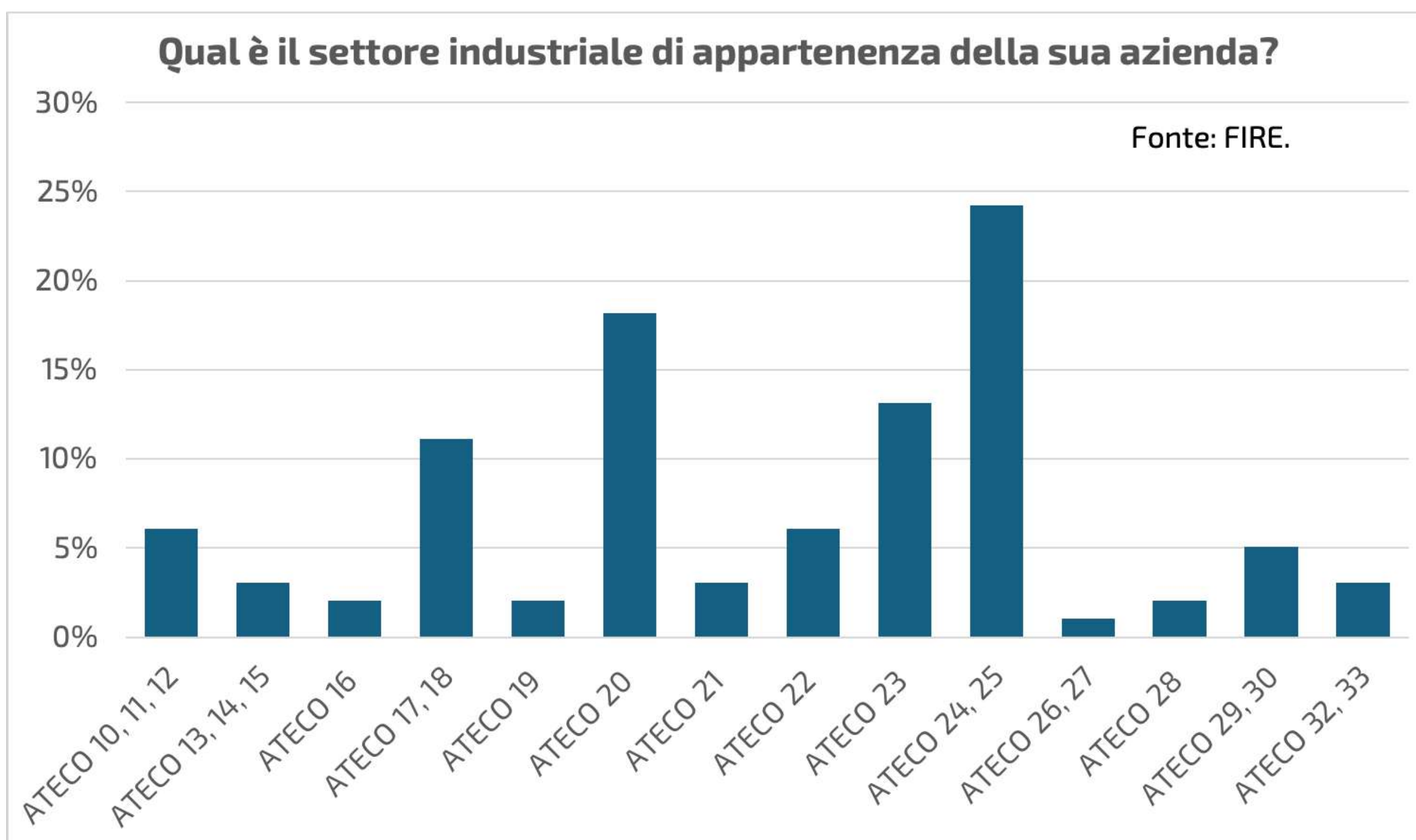
Source: FIRE.

# Studio FIRE filiera: cosa può supportare l'elettrificazione



Key levers to promote investments by end users in decarbonisation technologies



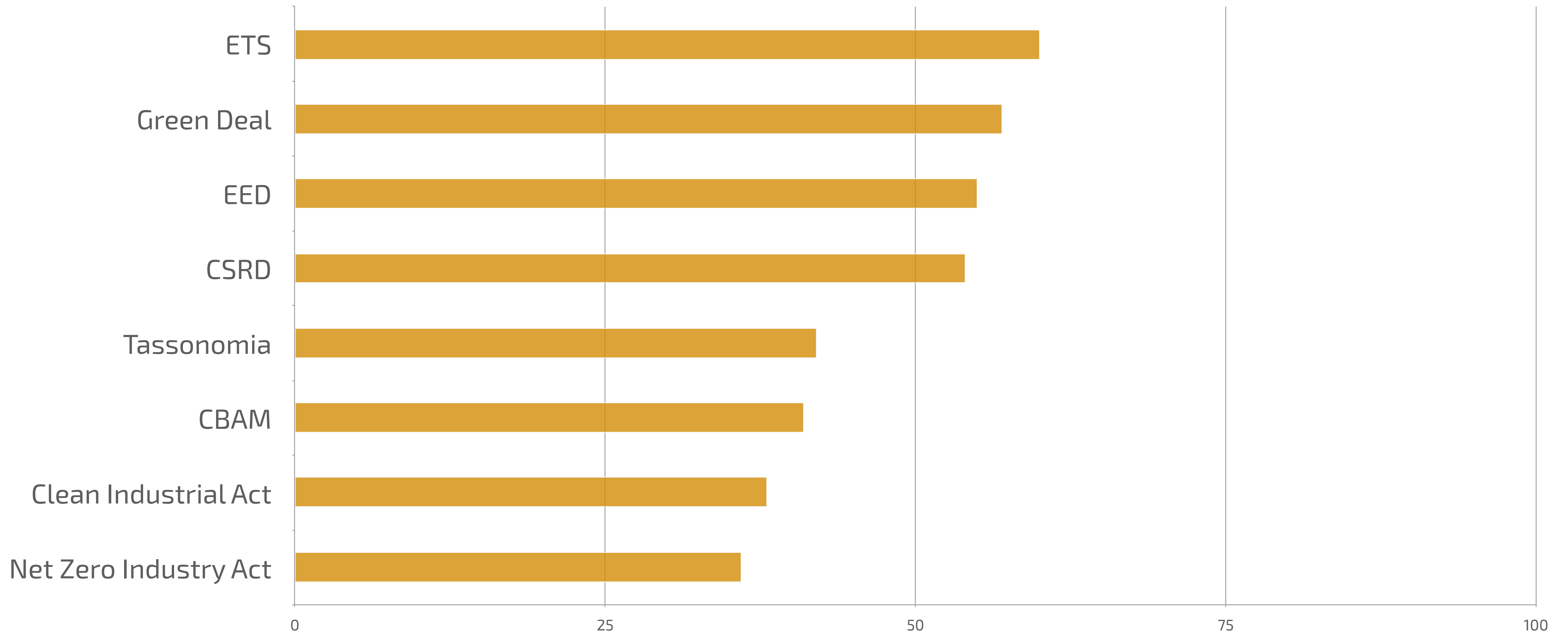


All'indagine FIRE, condotta a fine 2025, hanno risposto 164 soggetti, di cui 64 in modo completo.

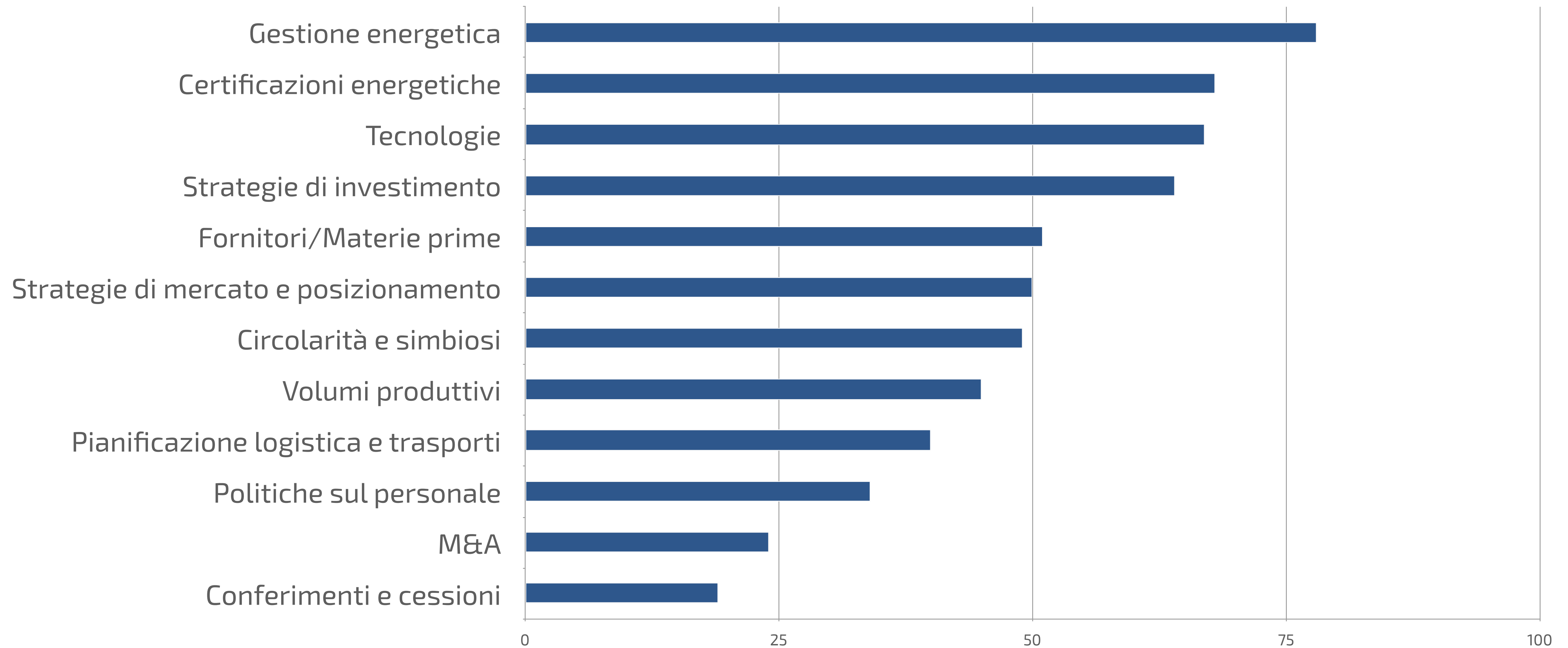
I settori della metallurgia e fabbricazione di prodotti metallici, dei prodotti chimici, dei prodotti da minerali non metalliferi e della carta sono quelli più rappresentati.

La maggior parte delle imprese presenta consumi fra i 5.000 e i 50.000 tep e un fatturato oltre i 100 milioni di euro.

# Politiche per la decarbonizzazione: impatto



# Politiche per la decarbonizzazione: influenza sulle scelte delle imprese





## Quali sono le principali barriere all'adozione di queste tecnologie/strategie di decarbonizzazione?

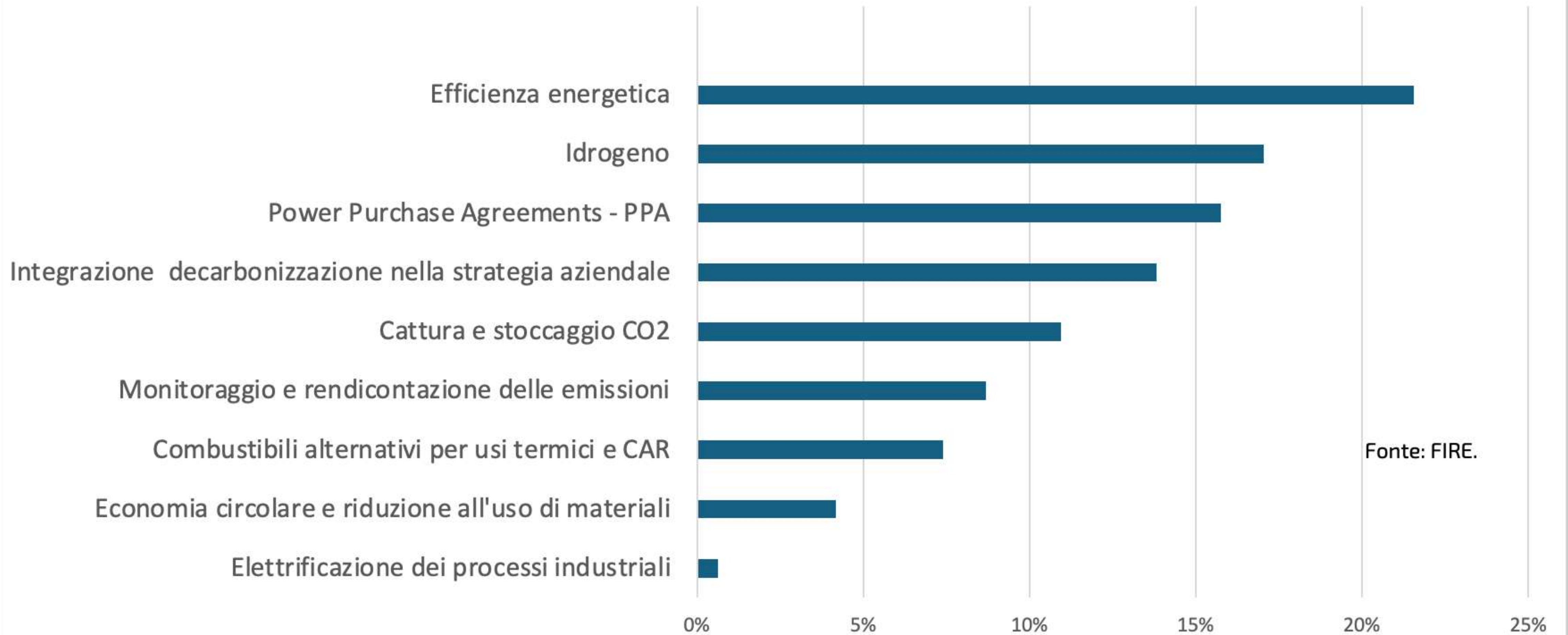


Fonte: FIRE.

# Soluzioni per la decarbonizzazione già realizzate



Quali misure di decarbonizzazione sono già state implementate presso la sua azienda?

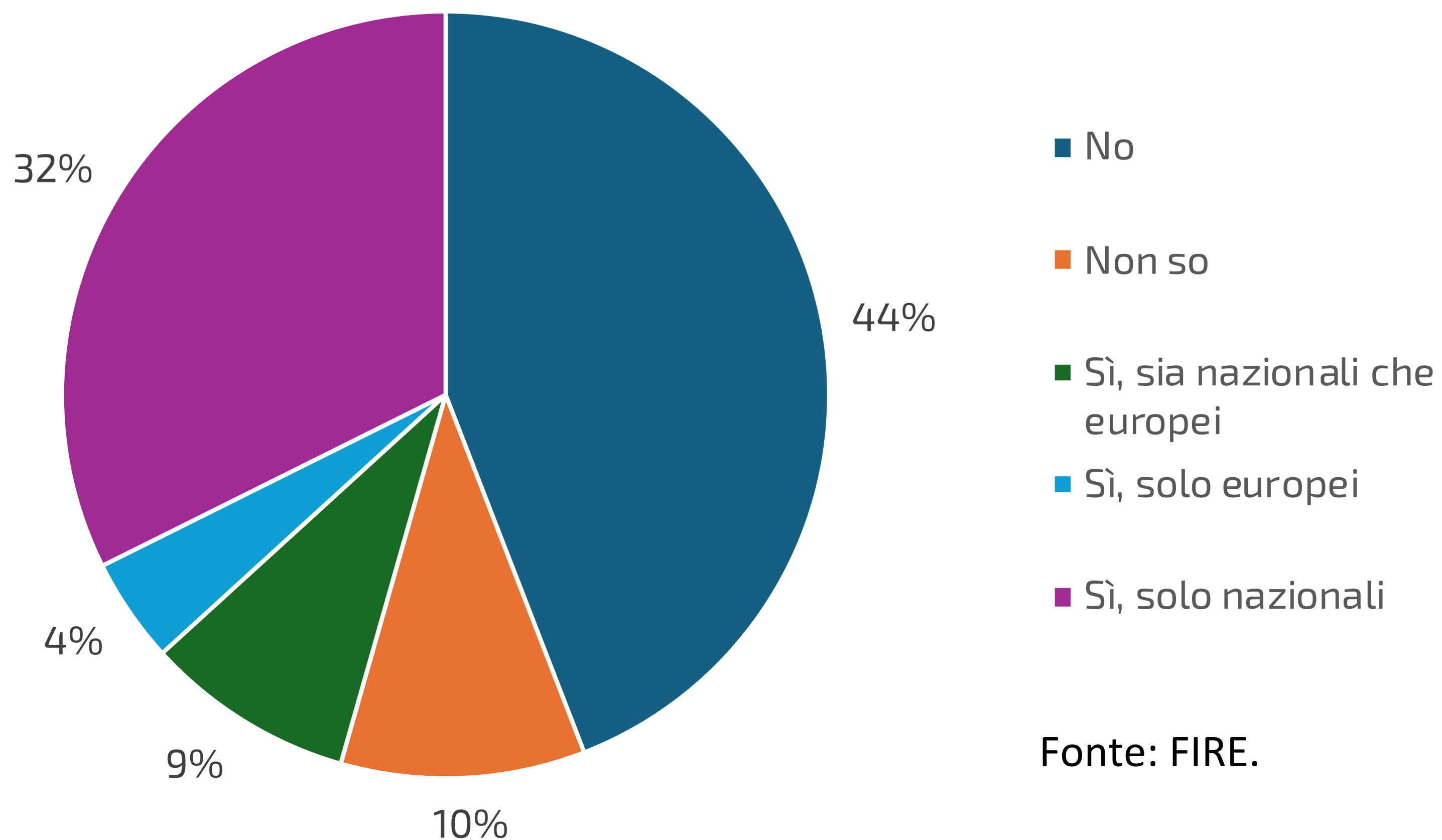


Fonte: FIRE.





La sua azienda ha beneficiato di incentivi pubblici per la realizzazione di progetti di decarbonizzazione?



Fonte: FIRE.

In relazione all'uso degli incentivi, il 36% degli intervistati afferma che in assenza degli stessi non si sarebbe fatto l'investimento.

Nel 50% circa dei casi sarebbe stato realizzato, ma ricorrendo a soluzioni parziali e/o sacrificando la prestazione energetica e ambientale.



# Proposte

Cosa di potrebbe fare per accelerare il processo





Sono necessari strumenti finanziari ed economici adeguati, rivolti sia agli utenti finali sia alle aziende della catena di approvvigionamento.

Per gli utenti finali, i certificati bianchi sono utili ma insufficienti per soluzioni ad alto costo. Sono necessari meccanismi dedicati.

Per la catena di approvvigionamento, i fondi per la ricerca e sviluppo, i finanziamenti per progetti pilota e il supporto per migliorare il know-how e la capacità dei fornitori di servizi sosterrrebbero la crescita.

Il Green Deal ha introdotto vari strumenti per procedere in questa direzione, ma al momento alcuni Paesi Membri creano confusione.



I certificati bianchi rappresentano attualmente la principale politica di sostegno all'elettrificazione, ma sono solo marginalmente efficaci per le tecnologie non ancora competitive (in particolare per le PMI).

Tre misure potrebbero rafforzarne l'impatto:

- ▶ **FER-T**, un programma volto a promuovere le energie rinnovabili termiche, previsto tra la fine del 2025 e l'inizio del 2026;
- ▶ **Aste legate ai TEE** (D.M. 21 luglio 2025), non ancora attivate ma potenzialmente molto efficaci;
- ▶ **CCfD**, contratti alle differenze per la decarbonizzazione industriale, proposta stakeholder.



Opzioni per migliorare significativamente gli indicatori economici e aumentare l'interesse ad investire:

- ▶ ridurre i costi dell'elettricità attraverso l'autoproduzione;
- ▶ diminuire il rapporto tra il prezzo dell'elettricità e quello del gas (riforma mercato, oneri e imposte);
- ▶ promuovere contratti di acquisto di energia verde a lungo termine (PPA).





Non è solo un problema di tecnologie e costi: le persone svolgono un ruolo fondamentale.

I manager devono comprendere i vantaggi derivanti dall'adozione di tecnologie di decarbonizzazione.

I responsabili energetici, i progettisti, i consulenti, gli addetti alla manutenzione e alla gestione degli impianti, etc., devono migliorare le proprie conoscenze e competenze.

È essenziale rafforzare la consapevolezza, la formazione e lo sviluppo delle capacità tra aziende, fornitori e operatori del settore.

I fornitori di tecnologie dovrebbero svolgere un ruolo fondamentale nelle campagne di informazione e formazione.





In sostanza, l'elettrificazione dell'industria è in corso, ma rallentata da problemi tecnologici, economici, competenziali e di volontà di azione privata e politica.

Per i settori interessati da processi a temperatura medio-bassa spesso la convenienza esiste già.

Per i settori ad alta temperatura il percorso è ancora lungo e complesso.



FIRE can be a partner for many activities:

- ▶ surveys aimed at Italian energy stakeholders;
- ▶ market and sectoral studies;
- ▶ guides and analysis on incentive tools and policies;
- ▶ information campaigns and behavioral change;
- ▶ advisory on the Italian energy market;
- ▶ dissemination campaigns;
- ▶ energy audits and feasibility studies;
- ▶ training courses on energy management, decarbonisation, etc;
- ▶ European founded projects, international cooperation, and much more...

**Get in touch!**

# FIRE

FEDERAZIONE ITALIANA PER  
L'USO RAZIONALE DELL'ENERGIA



## Grazie per l'attenzione!



[www.dariodisanto.com](http://www.dariodisanto.com)



<https://blog.fire-italia.org>



[www.facebook.com/FIREenergy.manager](http://www.facebook.com/FIREenergy.manager)



[www.linkedin.com/company/fire-federazione-italiana-per-l'uso-razionale-dell'energia](http://www.linkedin.com/company/fire-federazione-italiana-per-l'uso-razionale-dell'energia)



[www.x.com/FIRE\\_ita](http://www.x.com/FIRE_ita)

PER UN QUADRO COMPLETO  
DELLE ATTIVITÀ FIRE,  
VISITA IL SITO!

