Energia e transizione in Italia e in Europa.

ROME BUSINESS SCHOOL
Research Center

Strategie di produzione, decarbonizzazione e sicurezza energetica nel nuovo contesto geopolitico.

A cura di

Prof. Francesco Baldi, Docente dell'International Master in Finance di Rome Business School.

Dott. Massimiliano Parco , Economista, Centro Europa Ricerche (CER).

Prof. Valerio Mancini
Direttore del Centro di Ricerca della Rome Business School.

Table of contents

1 Introduzione 04

2 Il processo di decarbonizzazione dell'Europa
Le emissioni di gas serra 10
I consumi di energia 13
Dipendenza dall'estero e produzione di energia rinnovabile 17
Focus. Il prezzo dell'energia elettrica 19

3 Le nuove tecnologie abilitanti 21

4 Conclusioni 25

A cura di

Prof. Francesco Baldi, Docente dell'International Master in Finance di Rome Business School.

Dott. Massimiliano Parco , Economista, Centro Europa Ricerche (CER).

Prof. Valerio Mancini
Direttore del Centro di Ricerca della Rome Business School.

A cura di

Prof. Francesco Baldi

Docente dell'International Master in Finance di Rome Business School

Francesco Baldi è professore associato di finanza aziendale presso il Dipartimento di Scienze Aziendali dell'Università di Bologna nonché adjunct professor of Finance e Research Fellow del CASMEF presso l'Università LUISS Guido Carli. E' stato professore associato di finanza aziendale presso il Dipartimento di Management dell'Università di Torino. Inoltre, Francesco è stato Chazen Visiting Scholar presso la Columbia Graduate School of Business (New York, USA), nonché Visiting Scholar presso la MIT Sloan School of Management (Boston), in qualità di vincitore della borsa di ricerca in discipline manageriali della Fondazione IRI.È autore di numerose pubblicazioni scientifiche internazionali ed ha vinto 3 premi per i risultati conseguiti con la sua attività di ricerca. Francesco ha iniziato la sua carriera nella City a Londra, proseguita successivamente nell'industria della consulenza presso Deloitte e nell'investment banking presso MCC e Capitalia. Dopo un'esperienza professionale nell'unità di risk management di ENEL, si è occupato di gestione delle crisi bancarie ristrutturando banche di credito cooperativo in Federcasse. Attualmente, Francesco è partner del network consulenziale GMG.

Dott. Massimiliano Parco

Economista, Centro Europa Ricerche (CER)

Economista del Centro Europa Ricerche (CER) e Cultore della materia in economia politica presso l'Università di Roma LUMSA. Nel 2019 ha lavorato a Trieste nella divisione Contabilità e strumenti finanziari di Generali Business Solutions. È stato nel 2021 Tutor didattico in financial markets and institutions presso l'Università LUISS Guido Carli e research fellow presso il CASMEF (Università LUISS Guido Carli). È co-autore di alcune pubblicazioni scientifiche e di rapporti tematici sulle tendenze dell'economia italiana e dell'Area euro. Attualmente al CER si occupa dell'analisi congiunturale e tendenziale dell'economia italiana, con particolar riguardo all'andamento del commercio estero, del settore energetico e dei prezzi delle materie prime. Collabora alle previsioni macro-econometriche del CER sull'andamento dell'economia italiana, per Enti nazionali, tra cui l'Ufficio Parlamentare di Bilancio (UPB) e partecipa all'analisi e monitoraggio di temi settoriali per la Relazione semestrale sullo stato di attuazione del PNRR per le Sezioni riunite della Corte dei Conti.

Prof. Valerio Mancini

Direttore del Centro di Ricerca Divulgativo di Rome Business School

Professore e Direttore del Centro di Ricerca Divulgativo della Rome Business School. Professore a contratto presso l'Università degli studi di Roma "La Sapienza", l'SSML Unicollege (Firenze), SSML "Armando Curcio" e l'Università di Perugia. È stato visiting lecturer in numerose università in Italia e all'estero. Ha lavorato come ricercatore con diverse organizzazioni internazionali in Europa e America Latina (UNODC, UNICRI, MAOC-N e OCSE). Nel 2019 è stato consulente in Colombia per il progetto di riforma della giustizia con la Procura Generale della Nazione. Ha lavorato per la Scuola Nazionale dell'Amministrazione - Presidenza del Consiglio dei Ministri delle Repubblica italiana. Ha pubblicato diversi articoli, reportage, interviste e ricerche accademiche e collabora con diverse testate giornalistiche e think-thanks. Dal 2022 è membro del Board scientifico della "The Market: International Journal of Business" - Cyprus Centre for Business Research (Cyprus Business School). Laureato in Scienze politiche con studi specialistici in Relazioni internazionali e integrazione europea presso l'Università Cattolica di Milano. Ha conseguito diversi titoli accademici in Italia e all'estero, tra cui l'LL.M. (Master of Laws) presso l'Università di Teramo e il Master in Sicurezza economica, geopolitica e intelligence presso la SIOI. Ultime pubblicazioni: "Calcio e geopolitica" (Mondo Nuovo, 2021), libro premiato al 56° concorso letterario del CONI; "Calcio, politica e potere" (Mondo Nuovo, 2023); "Arte, moda e geopolitica" (Egea, 2023).

Introduzione

01

Introduzione

La questione energetica è tornata al centro dell'agenda politica, economica e ambientale dell'Europa. La crisi geopolitica esplosa con l'invasione russa dell'Ucraina ha accelerato trasformazioni già in atto, imponendo agli Stati membri dell'Unione Europea una riflessione profonda sulla propria sovranità energetica, sul modello di sviluppo e sulla transizione ecologica. In un contesto globale segnato da instabilità nei mercati delle materie prime, pressioni inflazionistiche, e crescente competizione geopolitica, il tema dell'energia non può più essere considerato una voce tecnica, ma rappresenta uno dei pilastri della strategia europea per il futuro. A guidare questo processo sono stati da un lato strumenti normativi ambiziosi – come il Green Deal Europeo, il pacchetto Fit for 55, il PNRR e il piano REPowerEU – e dall'altro la crescente consapevolezza dell'urgenza climatica. L'obiettivo della neutralità climatica al 2050 richiede una profonda trasformazione dei sistemi produttivi e di consumo, con una forte riduzione delle emissioni e un aumento dell'efficienza energetica. Tuttavia, la transizione deve essere anche giusta, inclusiva e sostenibile dal punto di vista sociale ed economico. In questo scenario, l'Italia gioca un ruolo strategico, tanto per la sua posizione geografica quanto per il peso economico e infrastrutturale che ricopre nel Mediterraneo. L'adozione di politiche pubbliche più ambiziose, come previsto dal PNIEC aggiornato, e il sostegno ai grandi progetti finanziati tramite il PNRR e i fondi europei, sono fondamentali per rafforzare la leadership italiana nel Mediterraneo energetico. Il confronto con Francia, Germania e Spagna mostra che esistono modelli virtuosi replicabili, ma serve visione, coraggio e continuità politica per attuarli.
Sul fronte dei prezzi, il mercato elettrico italiano rimane tra i più costosi in Europa, con un differenziale che penalizza imprese e famiglie. La forte esposizione al gas naturale, che nel 2023 copriva circa il 45% della produzione elettrica, rende il sistema vulnerabile alle oscillazioni internazionali. In questo contesto, la sicurezza energetica, l'efficienza dei consumi e lo sviluppo di tecnologie pulite (come l'idrogeno verde, le batterie avanzate, le pompe di calore e le smart grid) rappresentano i pilastri strategici su cui investire.
La sfida energetica è indubbiamente anche una questione sociale e culturale: la transizione non riguarda solo la tecnologia, ma coinvolge il comportamento dei cittadini, delle imprese e delle istituzioni. Promuovere una cultura dell'energia consapevole, fondata su scelte sostenibili e sull'equità intergenerazionale, è la condizione necessaria per costruire un futuro climaticamente neutro e geopoliticamente stabile. L'Italia, se saprà cogliere questa sfida, potrà trasformare la crisi energetica in un'opportunità di leadership e innovazione sostenibile. Il presente report si inserisce in questo contesto, proponendo un'analisi articolata e aggiornata delle principali dinamiche energetiche italiane ed europee, con un focus particolare sulla produzione, i consumi, la decarbonizzazione, il pricing, e la governance. L'obiettivo è offrire non solo una fotografia della situazione attuale, ma anche spunti critici e comparativi utili a delineare scenari futuri e proposte operative.
A partire dal primo capitolo, si esplora il quadro strategico europeo, evidenziando le priorità comuni dell'Unione in materia di sicurezza, sostenibilità e competitività. Vengono analizzati i target di decarbonizzazione, le strategie di investimento in energie rinnovabili, e il ruolo crescente delle infrastrutture digitali per la gestione intelligente della rete.
Il secondo capitolo si concentra sull'Italia, approfondendo

Introduzione

gli elementi strutturali e congiunturali che caratterizzano il sistema energetico nazionale. Si analizzano il mix energetico, le performance ambientali, le politiche pubbliche, e le principali criticità emerse nel corso dell'ultimo anno. Particolare attenzione è data alla dipendenza dalle fonti fossili, all'evoluzione della domanda, e alle implicazioni economiche legate al costo dell'energia. Nel terzo capitolo, la presente ricerca propone un confronto tra Italia, Francia, Spagna e Germania, selezionando indicatori chiave come consumi finali, importazioni, produzione da rinnovabili, pricing e intensità energetica. Il confronto ha l'obiettivo di evidenziare buone pratiche, differenze sistemiche e margini di miglioramento per il caso italiano. Infine, il quarto capitolo si concentra sul tema dei prezzi energetici, un fattore che incide in maniera significativa sulla competitività del sistema produttivo italiano e sul potere d'acquisto delle famiglie. Attraverso l'analisi dei dati più recenti relativi a elettricità, gas e carburanti, il report discute l'evoluzione dei costi energetici e le politiche di mitigazione adottate. In sintesi, questo lavoro mira a contribuire al dibattito pubblico e accademico offrendo uno strumento di lettura chiaro, documentato e orientato all'azione. L'energia è oggi il cuore pulsante delle trasformazioni globali, e comprenderne le dinamiche è fondamentale per costruire una strategia nazionale ed europea realmente resiliente, sostenibile e giusta.

Il processo di decarbonizzazione dell'Europa

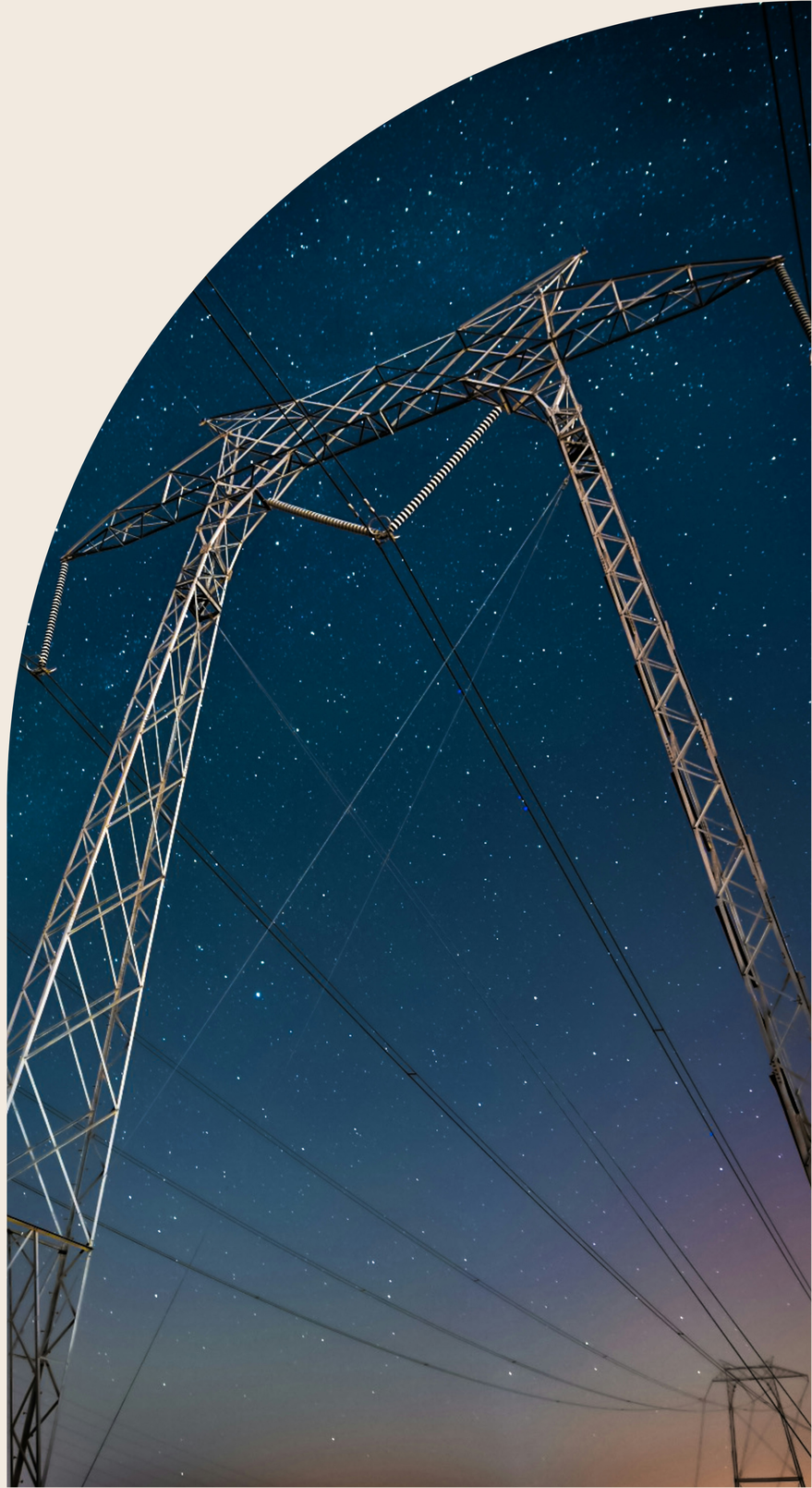
02

Il processo di decarbonizzazione dell'Europa.

Negli ultimi anni la transizione energetica ha assunto maggiormente preminenza nelle strategie economiche, ambientali e geopolitiche dell'Unione Europea. A tal proposito, l'UE ha fissato per legge l'obiettivo della neutralità climatica al 2050, con un target intermedio di ridurre le emissioni annue nette di almeno il 55% rispetto al 1990, entro il 2030. Questo impegno, sancito dal Regolamento (UE) 2021/1119 ("Legge europea sul clima"), impone a tutti gli Stati membri stringenti traiettorie di decarbonizzazione. Ciascun Paese è tenuto ad aggiornare periodicamente il proprio Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), definendo misure e obiettivi nazionali coerenti con il percorso europeo. Il pacchetto normativo "Fit for 55" (2021) ha rafforzato questo quadro con interventi coordinati su settori chiave (trasporti, edilizia, industria, energia). Parallelamente, a seguito dell'invasione russa dell'Ucraina (2022), l'UE ha dovuto fronteggiare una forte instabilità nei mercati energetici, con prezzi dei beni energetici (gas naturale ed elettricità) alle stelle e timori per la sicurezza degli approvvigionamenti. La risposta europea è racchiusa nel piano REPowerEU (maggio 2022), mirato a ridurre rapidamente la dipendenza dai combustibili fossili importati – in particolare quelli russi – attraverso tre direttrici principali:

→ riduzione strutturale della domanda;
→ diversificazione delle fonti e infrastrutture di importazione (es. acquisto di GNL da più Paesi, aumento stoccaggi gas);
→ e accelerazione dello sviluppo delle rinnovabili.

I primi risultati sono evidenti, ma ancora minimi. **I dati Eurostat registrano, tra il 2021 e il 2023, una riduzione del consumo interno lordo di energia dell'Unione europea pari al -8,6%** (Figura 1). Parallelamente, la quota di copertura da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo è passata da 21,9% nel 2021 a 24,6% nel 2023, segnando un nuovo massimo storico. Si tratta di un buon progresso, +2,7 punti percentuali in due anni, trainato soprattutto dalla crescita dell'eolico e del fotovoltaico. La traiettoria attuale è quella corretta, ma non permette pause. **Per raggiungere l'obiettivo del 42,5% al 2030, l'incremento di quota medio annuo tra il 2024 e il 2030 deve essere del 2,6%.** In controtendenza rispetto agli obiettivi strategici, **la dipendenza energetica dell'Unione Europea dall'estero è invece aumentata: dal 55,5% del 2021 al 58,3% nel 2023, registrando un incremento di 2,8 punti percentuali. Questo dato sottolinea come, nonostante gli sforzi compiuti nella produzione interna di energia pulita, l'Europa resti ancora marcatamente vincolata alle importazioni di combustibili fossili – soprattutto gas naturale e petrolio – confermando una vulnerabilità strutturale del sistema energetico europeo. Una sfida che impone un'ulteriore accelerazione sul fronte degli investimenti in fonti rinnovabili domestiche, efficienza energetica e diversificazione delle infrastrutture.**

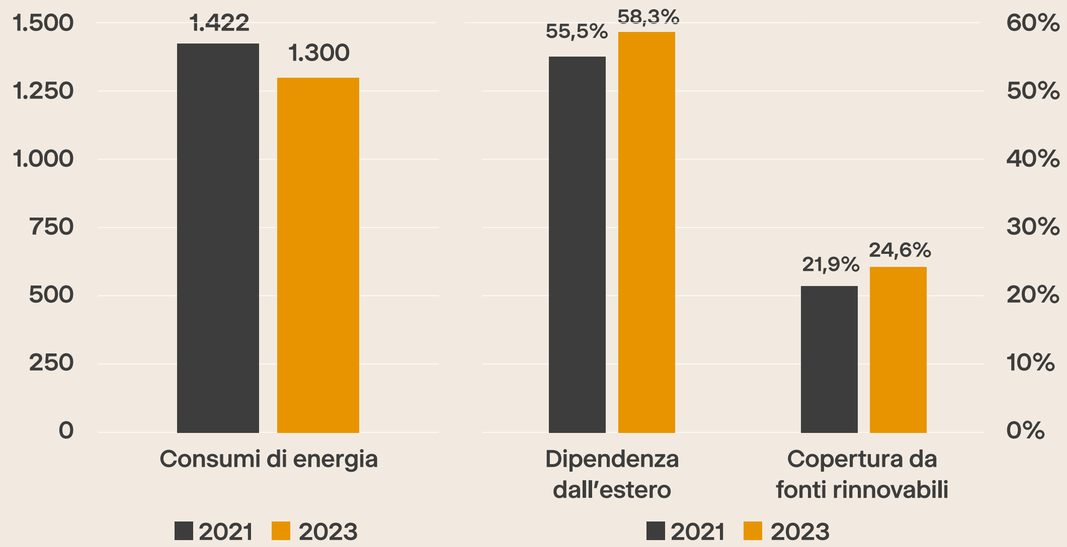


Il processo di decarbonizzazione dell'Europa.

Al contempo, le importazioni europee di gas dalla Russia si sono ridotte sensibilmente, a seguito dell'adozione di nuovi accordi energetici con Paesi terzi (Norvegia, Stati Uniti, Algeria) e della drastica riduzione dei flussi via Nord Stream. Nel 2021, la Federazione Russa riforniva l'Unione europea per oltre il 40%, mentre nel 2023 la quota è scesa a circa il 15%. In parallelo, le scorte invernali erano state messe in sicurezza a fine 2023, superando il 95% di riempimento nei principali hub europei. Questo aveva permesso di evitare criticità durante la stagione fredda, nonostante l'instabilità geopolitica. **Tuttavia, nei primi mesi del 2024 si è registrata una nuova inversione di tendenza: a causa della ripresa della domanda industriale e della temporanea concorrenzialità del gas rispetto ad altre fonti, le scorte europee si sono ridotte** rapidamente, tornando su livelli minimi stagionali. Questo andamento riaccende l'attenzione sui temi della sicurezza energetica e conferma l'urgenza di accelerare la transizione verso un mix basato su risorse interne.

Figura 1. Unione Europea: consumi interni lordi di energia (mtep), dipendenza energetica dall'estero e copertura da fonti rinnovabili (quote percentuali).

Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat..

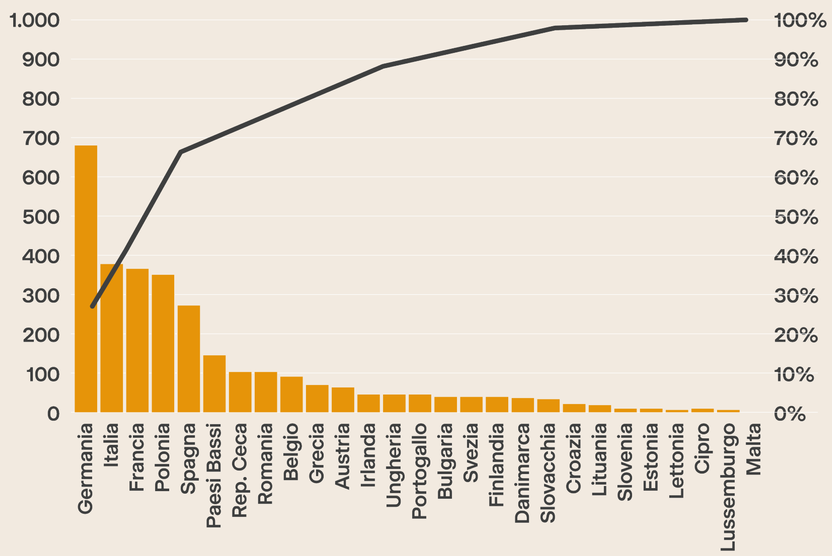


Le emissioni di gas serra.

Dopo aver delineato il quadro generale della transizione energetica europea e i primi segnali di riduzione dei consumi e crescita delle rinnovabili, è opportuno soffermarsi sulla distribuzione geografica delle emissioni di gas serra all'interno dell'Unione Europea. L'analisi è fondamentale per comprendere quali Paesi abbiano maggiore responsabilità nel processo di decarbonizzazione, anche alla luce dell'impegno comune sancito dalla "Legge europea sul clima" e dal pacchetto Fit for 55. **Nel 2023, oltre il 65% delle emissioni complessive dell'UE-27 è stato generato da cinque Stati membri: Germania, Italia, Francia, Polonia e Spagna** (Figura 2). La sola Germania ha contribuito per il 21,6% del totale dell'Unione Europea, seguita dall'Italia (12,3%), Francia (12%), Polonia (11,3%) Spagna (8,8%). La Polonia si posiziona anch'essa tra i principali emettitori a causa del forte utilizzo di carbone nel proprio mix energetico. Tuttavia, nel presente rapporto ci si concentrerà su Italia, Francia, Germania e Spagna, che, oltre a rappresentare le quattro maggiori economie dell'Eurozona, mostrano dinamiche comparabili sia in termini di traiettorie emissive sia di strategie nazionali per la transizione energetica. **Dal 2005 al 2023 le emissioni di gas serra sono diminuite in tutti e quattro i Paesi considerati, con simile intensità. Italia e Spagna hanno ridotto le proprie emissioni di oltre il 35% nel confronto con il 2005**, mentre Germania e Francia registrano cali rispettivamente del -31,8% e -32,2% (Figura 3). In termini assoluti, nel 2023 la Germania resta il maggiore emettitore europeo (674 mtCO2eq), seguita da Italia (383,9 mtCO2eq), Francia (372,9 mtCO2eq) e Spagna (275,7 mtCO2eq).

Figura 2. Distribuzione percentuale cumulata delle emissioni di gas serra dell'UE nel 2023 per Paese Membro ($mtCO_{2ep}$ e quote percentuali).

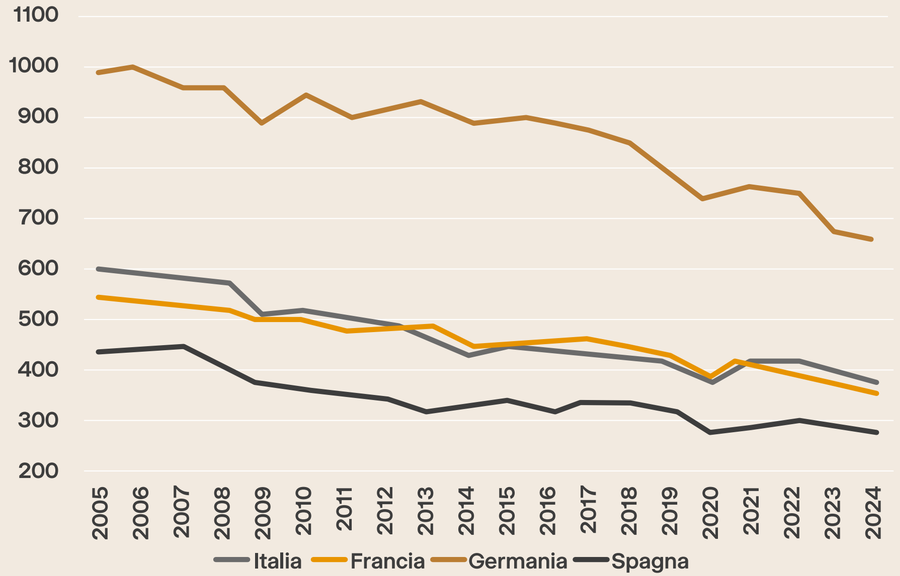
Fonte: Elaborazioni proprie su dati Agenzia Europea dell'Ambiente



NOTA: le emissioni di gas serra sono considerate come da definizione UNFCC.

Figura 3.Emissioni di gas serra in Italia, Francia, Germania e Spagna (2005-2024) ($mtCO_{2ep}$)

Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat, Agenzia Europea dell'Ambiente e Centro Europa Ricerche



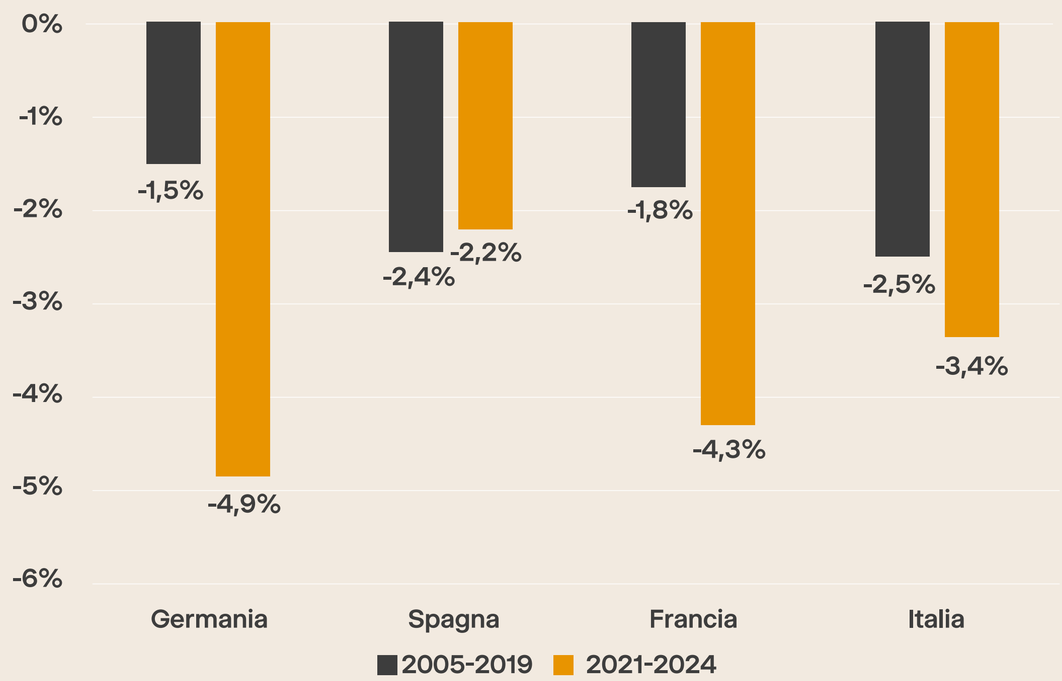
NOTA: le emissioni di gas serra sono considerate come da definizione UNFCC. Per il 2024 sono state applicate le variazioni dei primi III trimestri 2023-2024 su fonte Eurostat per Francia, Germania e Spagna, mentre per l'Italia il dato 2024 contempla la stima Centro Europa Ricerche.

Le emissioni di gas serra.

Per il 2024, gli ultimi dati disponibili segnalano una decelerazione nel percorso. L'Italia, secondo stime del Centro Europa Ricerche, avrebbe ridotto le emissioni di gas serra tra il 2023 e il 2024 del -3%, in riduzione rispetto al -6,4% del 2022-2023. Similmente anche Francia e Spagna hanno registrato riduzioni annue inferiori al biennio 2022-2023: la prima da -5,8% tra il 2022 e il 2023 al -3,3% stimato per il 2023-2024, mentre la seconda dal -6,3% al -2% nel 2023-2024. **La Germania mostra la decelerazione più ampia, passando dal -10,1% tra il 2022-2023 al -3% nel 2023-2024.** I livelli di emissioni di gas serra a fine 2024 di Italia, Francia, Germania e Spagna sarebbero così pari rispettivamente a 372, 360, 654 e 270mtCO2eq. Negli ultimi anni, lo sforzo di riduzione delle emissioni di gas serra nei principali paesi europei è stato più ampio. Confrontando i tassi di decrescita medi annui delle emissioni di gas serra di Italia, Francia, Germania e Spagna nel periodo 2005-2019 con il periodo 2021-2024, **si osserva come tutti i Paesi ad eccezione della Spagna abbiano accelerato il percorso di decarbonizzazione (Figura 4). La Germania si distingue per l'accelerazione maggiore passando da una modesta riduzione annua pari al -1,5% tra il 2005 e il 2019 al -4,9% del 2021-2024.** Simile la performance della Francia che è passata da una media del -1,8% al -4,3% tra il 2021 e il 2024. **Anche l'Italia ha migliorato il trend, ma in misura minore (9 decimi di punto percentuale), passando dal -2,5% al -3,4%.** L'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra si oppone tuttavia all'obiettivo di una maggior crescita produttiva. Confrontando il rapporto tra le emissioni di gas serra (mtCO2ep) e il prodotto interno lordo (miliardi di euro a prezzi costanti) per i vari Paesi è possibile vedere quante emissioni di gas serra vengono rilasciate nell'atmosfera per unità di PIL (Figura 5).
Nel confronto storico, **emerge come dal 2005 tutti i Paesi abbiano progressivamente ridotto i propri livelli per unità di Pil prodotta. La Francia spicca per registrare i livelli di inquinamento, a parità di PIL, più bassi (0,14 nel 2024). Di poco superiore e su livelli simili si posizionano la Germania (0,18), l'Italia (0,19) e la Spagna (0,20).**

Figura 4. Tassi di decrescita delle emissioni di gas serra in Italia, Francia, Germania e Spagna, (variazioni medie annue).

Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat, Agenzia Europea dell'Ambiente e Centro Europa Ricerche.



Le emissioni di gas serra.

I settori. Dal punto di vista settoriale, i profili emissivi nazionali presentano sia analogie che differenze. In tutti e quattro i Paesi il settore dei trasporti e quello che include energia, manifattura e costruzioni costituiscono le principali fonti di gas serra (Figura 6). Nel 2023, i dati Eurostat mostrano come in Italia i settori che contribuiscono maggiormente al rilascio di quantitativi emissivi sono quelli dell'energia, manifattura e costruzioni, con il 34,7%. In Germania tali settori arrivano a pesare oltre il 45% (46,5%). Ciò riflette il diverso mix elettrico: la Germania dipende ancora da carbone e gas per generare elettricità, a differenza della Francia dove il nucleare (a zero emissioni dirette) limita al 19,9% il contributo di tali settori alle emissioni di gas serra. In Spagna il comparto energetico contribuisce rispettivamente per il 28,4%. **Anche il settore dei trasporti ha un peso significativo in tutti i quattro Paesi. In Italia è il secondo settore, in termini di peso, con il 28,2%.** In Spagna e Francia il peso sale oltre il 30% (rispettivamente 32,6 e 33,2%), mentre in Germania il settore dei trasporti pesa per poco meno del 22% (21,8%). Le emissioni legate agli usi civili (riscaldamento e usi energetici negli edifici) incidono per il 16-18% in Italia, Francia e Germania, mentre in Spagna tale quota è più bassa (14,1%) – complice il clima più mite e una minore domanda di riscaldamento. Il contributo del settore relativo ai processi industriali è inferiore al 10% in tutti e quattro i Paesi, maggiore in Francia (9,6%) e più contenuto in Italia (5,9%). Anche il contributo dell'agricoltura varia: in Francia arriva al 16,8% delle emissioni nazionali, valore doppio rispetto all'8% dell'Italia e al 7,7% della Germania. Queste differenze strutturali evidenziano come le strategie di mitigazione debbano essere calibrate sui diversi settori chiave per ciascun Paese.**

Figura 5. Emissioni di gas serra su PIL in Italia, Francia, Germania e Spagna tra il 2005 e il 2024, ($mtCO_{2ep}$/miliardi di euro).

Fonte: Elaborazioni proprie su dati Agenzia Europea dell'Ambiente

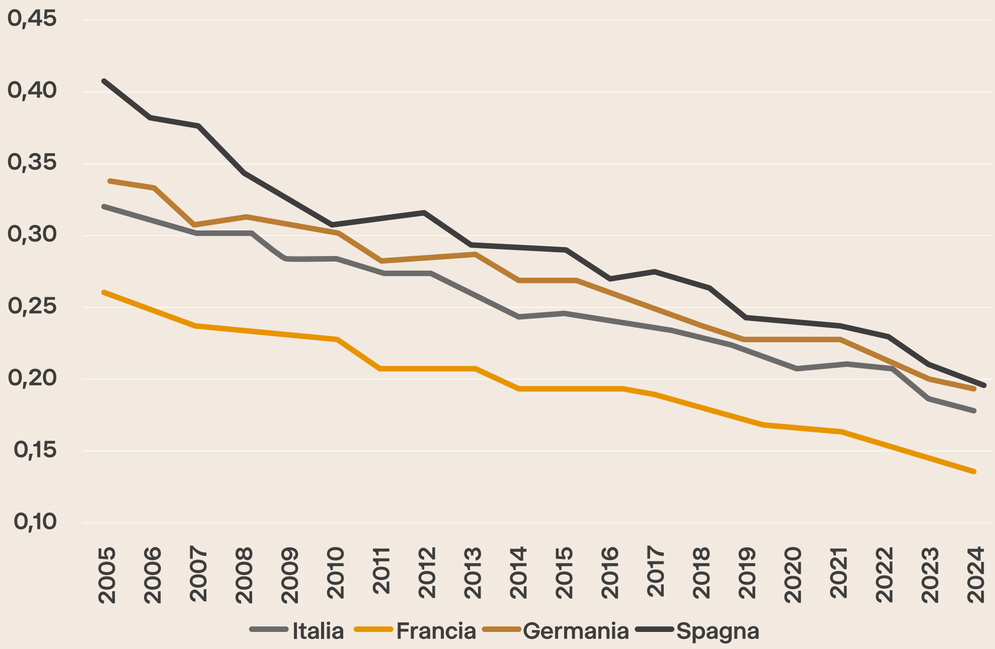
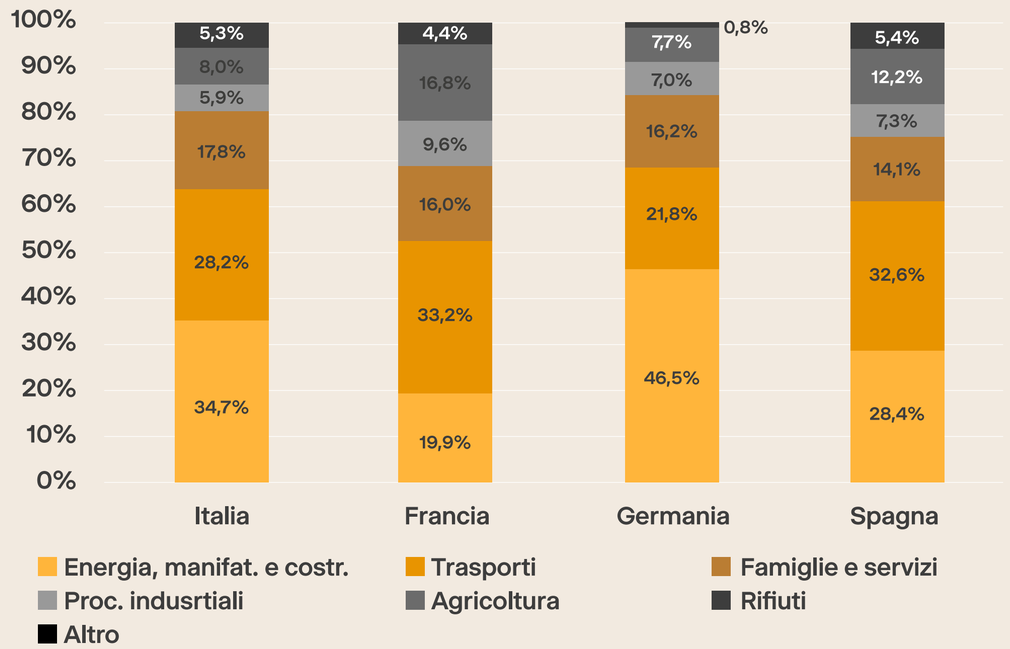


Figura 6. Emissioni di gas serra in Italia, Francia, Germania e Spagna: distribuzione settoriale nel 2023, (quote percentuali)

Fonte: Elaborazioni proprie su Agenzia Europea dell'Ambiente.

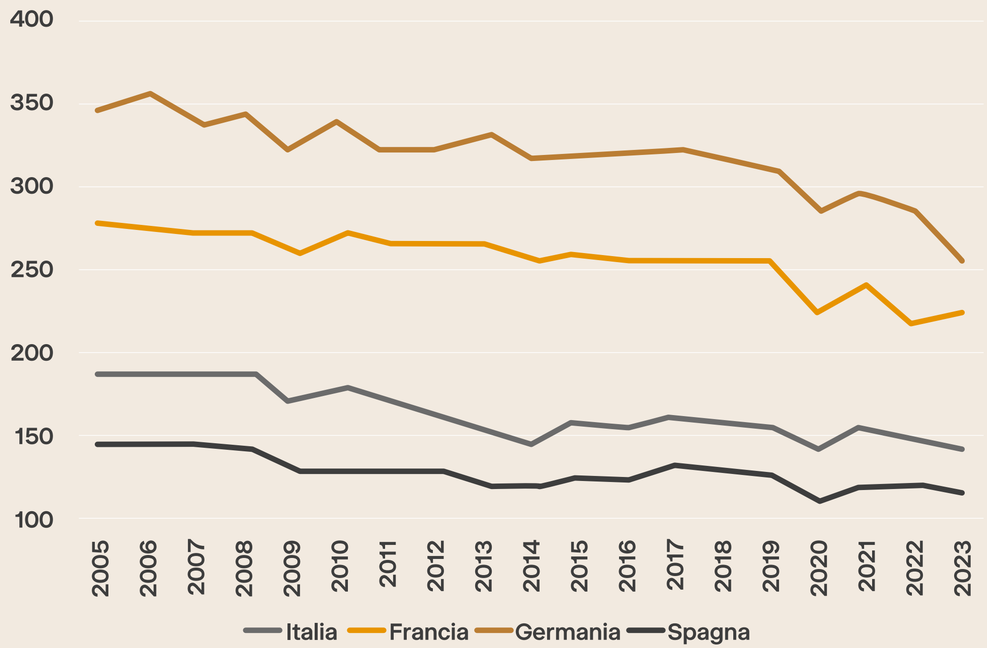


I consumi di energia.

Uno degli snodi centrali per la riduzione delle emissioni, accanto alla decarbonizzazione del mix produttivo, è la diminuzione dei consumi energetici. Ridurre la domanda – attraverso misure di efficienza, riorganizzazione dei processi produttivi e cambiamenti nei comportamenti individuali – è infatti la via più diretta per abbattere in modo strutturale le emissioni climalteranti. La Figura 7 mostra l'andamento dei consumi interni lordi di energia tra il 2005 e il 2023 nei quattro principali Paesi europei. Tutti e quattro i Paesi hanno ridotto i propri livelli di consumo rispetto al 2005, con traiettorie discretamente omogenee. **La Germania ha registrato la riduzione dei consumi di energia più marcata, -26,1% tra il 2005 e il 2023, simile quella italiana, -25%.** Inferiori al 20% risultano invece le riduzioni della Francia (-19,1%) e della Spagna (-19,4%). Queste riduzioni, pur significative, riflettono dinamiche differenti, in parte strutturali, come l'efficientamento dei processi industriali, ed in parte contingenti, come gli effetti della pandemia e del caro-energia del 2022.

Figura 7. Consumi interni lordi di energia in Italia, Francia, Germania e Spagna tra il 2005 e il 2023, (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio).

Fonte: Eurostat. https://bit.ly/4jSYpJk



I consumi di energia.

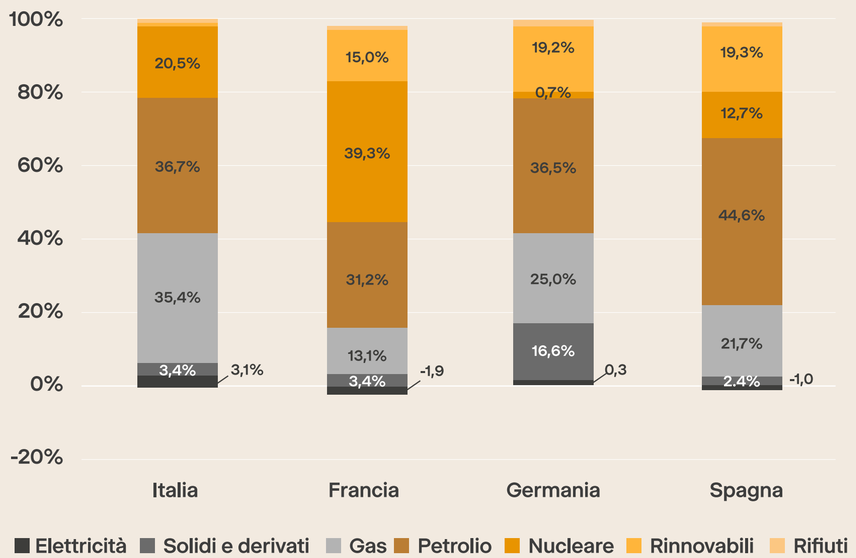
Composizione per fonti primarie. A questa dinamica si intreccia il tema della composizione delle fonti energetiche, rappresentata nella Figura 8. Se i consumi si sono in parte ridotti, la loro qualità – ovvero il mix energetico sottostante – continua a essere dominata dalle fonti fossili. Nel 2023 petrolio, gas naturale e carbone costituiscono ancora il blocco principale del sistema energetico europeo, con incidenze complessive superiori al 75% in Italia e Germania e di poco inferiore al 70% in Spagna. Soltanto la Francia si discosta, grazie al forte utilizzo dell'energia nucleare, che copre oltre un terzo del suo fabbisogno (39,3%).

Il petrolio rappresenta la fonte più diffusa in Italia, Germania e Spagna, con incidenze che vanno da circa il 36,7% in Italia, il 36,5% in Germania fino a oltre il 44% in Spagna. In Francia, invece, la copertura da petrolio e prodotti petroliferi si ferma al 31,2%.

Il gas naturale è la seconda fonte di maggior consumo in Italia, con il 35,4% dell'intero mix, molto più che in Germania (25%) e Spagna (21,7%), mentre in Francia, l'utilizzo del gas naturale risulta ancor più contenuto (13,1%), quarta fonte di approvvigionamento del Paese.

Figura 8. Panieri energetici dei principali Paesi europei nel 2023 (quote percentuali).

Fonte: Eurostat. https://bit.ly/4jSYpJk



I consumi di energia.

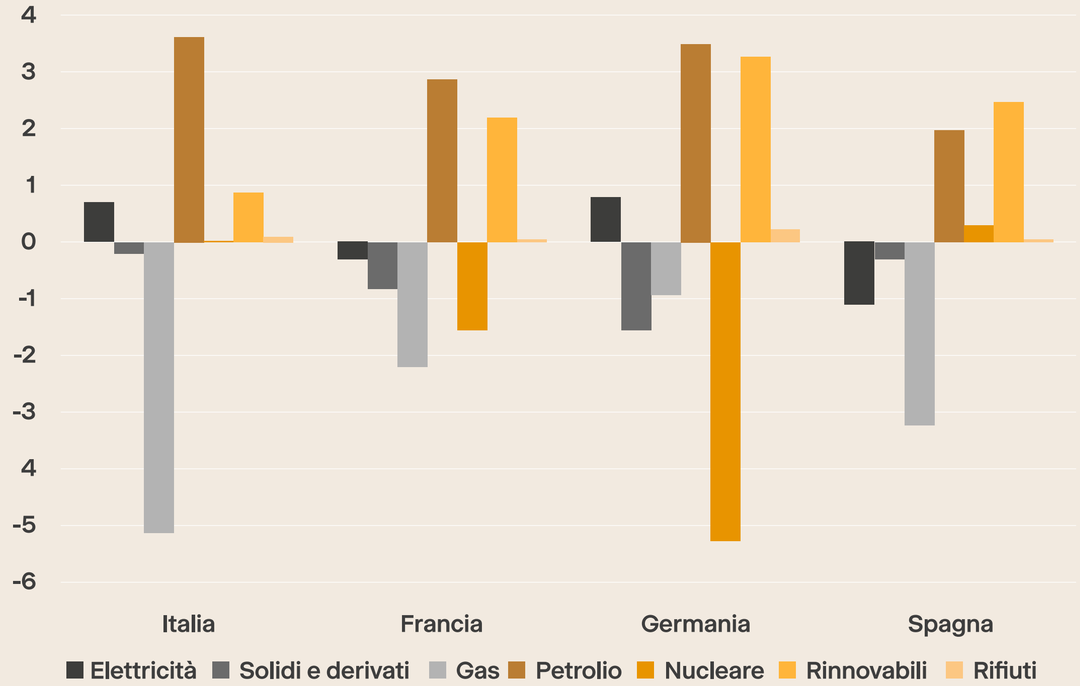
La Germania si distingue per un utilizzo ancora significativo del carbone e della lignite (16,6% del totale), un'anomalia in Europa occidentale che riflette sia scelte politiche sia disponibilità nazionali. Nonostante l'incremento degli investimenti nelle rinnovabili, queste ultime – sommate alle bioenergie – restano ancora una componente minoritaria del mix energetico: di poco superiore al 19% la copertura in Germania e Spagna, mentre **in Italia la quota è al 20,5% (best in class).** La copertura da rinnovabili in Francia si ferma invece al 15%. Per ultimo l'energia elettrica, su cui è utile fare una precisazione: la quota di elettricità può assumere anche valori negativi. In tal caso, un valore negativo indica un avanzo netto di produzione rispetto al consumo interno – quindi un Paese esportatore di energia elettrica. Al contrario, valori positivi segnalano una dipendenza da importazioni di elettricità. **È il caso dell'Italia, che nel 2023 mostra una quota positiva di elettricità (3,1%),** a fronte del dato francese (-1,9%) e quello spagnolo (-1%), segno della maggiore autosufficienza di questi ultimi. Dopo aver esaminato la composizione dei panieri energetici nel 2023, è interessante osservarne l'evoluzione nel tempo. In particolare, la Figura 9 permette di confrontare il mix attuale con quello del 2021, l'ultimo anno prima della crisi energetica scatenata dall'invasione russa dell'Ucraina. Tale confronto consente di valutare come i principali Paesi europei abbiano riorientato le proprie scelte energetiche nel biennio 2021-2023, alla luce delle pressioni geopolitiche, economiche e ambientali. **In Italia, il peso del gas naturale, da anni fonte principale del mix energetico nazionale, si è ridotto in misura rilevante (-5,1 p.p.).** Tuttavia, a questa contrazione non ha fatto seguito un'espansione significativa delle fonti rinnovabili, che aumentano di soli +0,9 p.p., il valore più basso tra i Paesi analizzati. Al contrario, si osserva un netto incremento del petrolio (+3,6 p.p.), che rischia di compensare negativamente la riduzione del gas, suggerendo una riorganizzazione non orientata verso un mix più pulito. Anche il peso dell'elettricità e dei rifiuti energetici resta pressoché stabile. La Germania mostra un'evoluzione più articolata. Da un lato aumentano le rinnovabili (+3,3 p.p.) e si riduce l'uso del gas (-1 p.p.) e dei solidi (carbone e derivati, -1,6 p.p.), segnali coerenti con una traiettoria di decarbonizzazione. Dall'altro, si assiste a una drastica riduzione del nucleare (-5,3 p.p.), in virtù della decisione politica di uscita definitiva dal nucleare avvenuta nel 2023. L'incremento del petrolio (+3,5 p.p.) completa il quadro della transizione. Tra il 2021 e il 2023 la Francia registra modifiche più contenute. Gas, nucleare e carbone scendono di peso nel mix energetico (rispettivamente -2,2 p.p, -1,6 p.p e -0,8 p.p.), mentre crescono il petrolio (+2,8 p.p.) e le rinnovabili (+2,2 p.p.). In Spagna, il calo del gas (-3,2 p.p.) è tra i più marcati, accompagnato da un buon aumento delle rinnovabili (+2,5 p.p.) e del petrolio (+2 p.p.). Il mix si sposta parzialmente verso fonti più sostenibili, ma la crescita del petrolio suggerisce che la sostituzione del gas non è avvenuta interamente tramite fonti pulite. **Nel complesso, i dati mostrano percorsi nazionali eterogenei. La Germania appare impegnata in una riorganizzazione strutturale, nonostante l'abbandono del nucleare. Francia e Spagna puntano su un rafforzamento misto tra rinnovabili e altre fonti, mentre l'Italia si distingue per la debole crescita delle rinnovabili e un forte rimbalzo del petrolio, segnale di una transizione ancora incompleta.**

I consumi di energia.

In tutti i Paesi, dunque, le fonti a basse emissioni faticano a diventare dominanti, e la quota complessiva di energia prodotta da combustibili fossili resta troppo alta per garantire una riduzione sostenuta e duratura delle emissioni. Questi elementi, letti in parallelo, suggeriscono che l'obiettivo di ridurre le emissioni non può basarsi unicamente sull'aumento della quota di energia pulita, ma deve passare necessariamente per una diminuzione assoluta dei volumi energetici utilizzati. **È in questa direzione che si gioca la sfida della transizione: non solo sostituire fonti, ma anche ripensare la scala dei consumi.** Solo così sarà possibile rompere la dipendenza dai combustibili fossili, ridurre la vulnerabilità esterna e raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica al 2050.

Figura 9. Differenze percentuali nei panieri energetici dei pricipali Paesi europei tra il 2021 e il 2023 (quote percentuali)

Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat, https://bit.ly/4jSYpJk

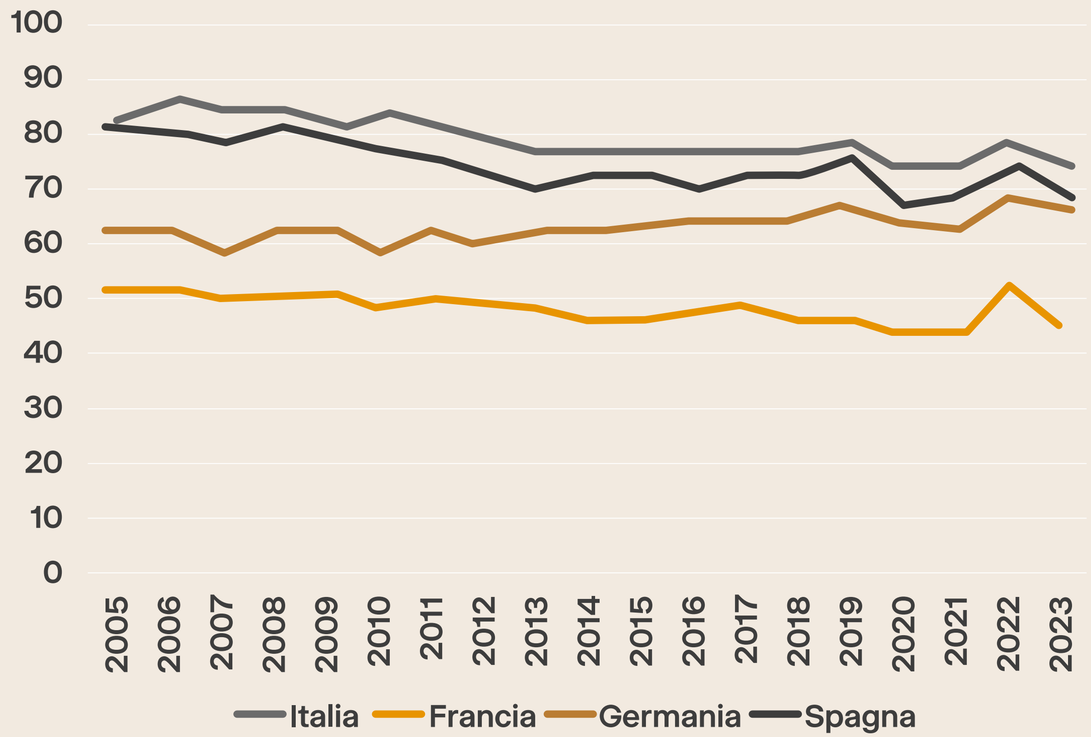


Dipendenza dall’estero e produzione di energia rinnovabile.

Sebbene i consumi energetici in Europa siano recentemente diminuiti, ciò non ha ridotto in modo significativo la dipendenza dei principali Paesi europei dalle importazioni di energia dall’estero. Questa vulnerabilità è emersa con particolare evidenza durante la crisi del gas naturale del 2022, quando l’interruzione dei flussi dalla Russia ha provocato un’impennata dei prezzi sul mercato europeo TTF (Title Transfer Facility). La Figura 10 evidenzia con chiarezza la vulnerabilità energetica di diversi Paesi europei. **Nel 2023, l’Italia ha importato il 74,8% dell’energia consumata,** seguita dalla Spagna con circa il 68% e dalla Germania con il 66%. In controtendenza, la Francia si distingue per una maggiore autonomia energetica, con una dipendenza dalle importazioni pari a poco meno del 45%, grazie all’elevata produzione interna di energia nucleare.

Figura 10. Dipendenza energetica dall’estero, (quote percentuali).

Fonte: Eurostat, https://bit.ly/4jSYpJk

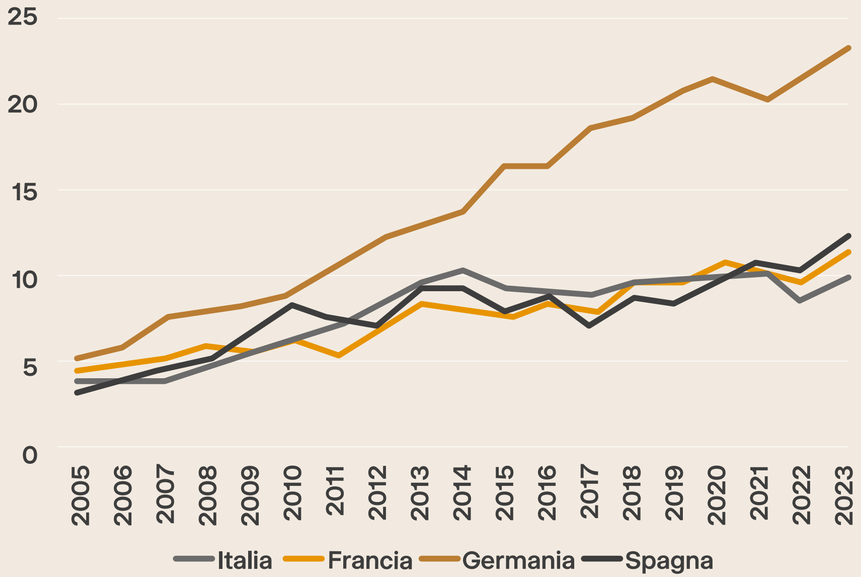


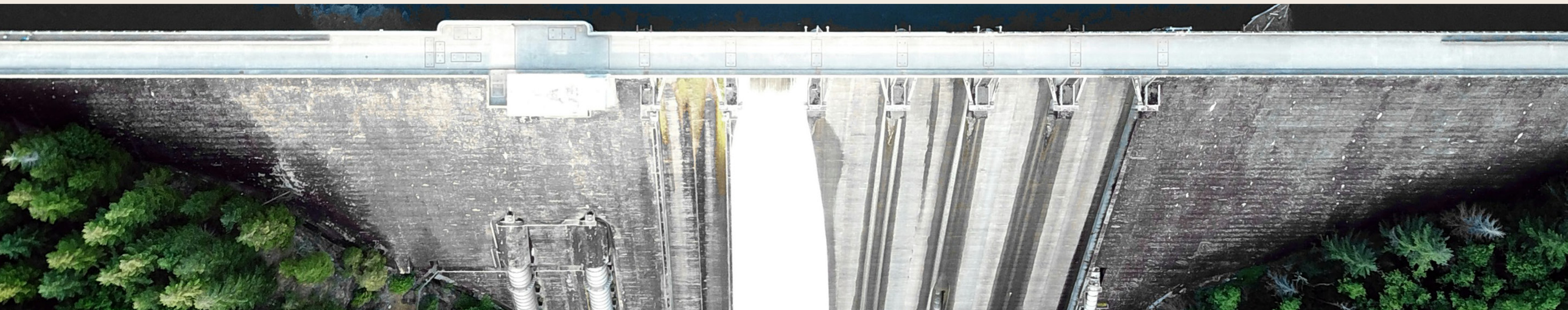
Dipendenza dall’estero e produzione di energia rinnovabile.

Ridurre la dipendenza dall’estero è un obiettivo strategico condiviso. Le politiche si muovono su due fronti: da un lato diversificare i fornitori e le rotte di importazione (come fatto nell’ultimo anno sostituendo il gas russo con forniture da Norvegia, USA, Algeria, ecc.), dall’altro aumentare l’autosufficienza energetica tramite espansione delle fonti indigene, in primis le rinnovabili. La produzione interna da fonti rinnovabili è infatti la leva principale per affrancarsi dai combustibili importati e abbattere le emissioni. Nel 2023 tutti e quattro i Paesi hanno segnato record nella generazione di elettricità verde: l’Italia ha prodotto oltre 10 mtep di elettricità da rinnovabili (circa il 44% della generazione elettrica totale). Superiore la produzione verde elettrica della Francia, e quella della Spagna con circa 12,4 mtep (oltre il 50% dell’energia elettrica prodotta, grazie all’eolico molto sviluppato). In Germania, invece, la produzione di energia elettrica da rinnovabili è ben superiore agli altri Paesi, 23,2 mtep, contribuendo per il 52,8% alla produzione di energia elettrica nazionale. Nel confronto storico, Italia, Francia e Spagna hanno seguito una dinamica molto simile, con un lieve arretramento dell’Italia negli ultimi anni. Ben superiore è stato il ritmo di crescita della Germania, con un incremento annuo tra il 2005 e il 2023 dell’8,4%. Per l’Italia il tasso di crescita medio annuo è stato pari al 5%, di poco superiore quello della Francia con il 5,3%, mentre al 7% la media annua spagnola.

Figura 11. Produzione di energia elettrica da rinnovabili e biocarburanti, (mtep).

Fonte: Eurostat, https://bit.ly/4jSYpJk



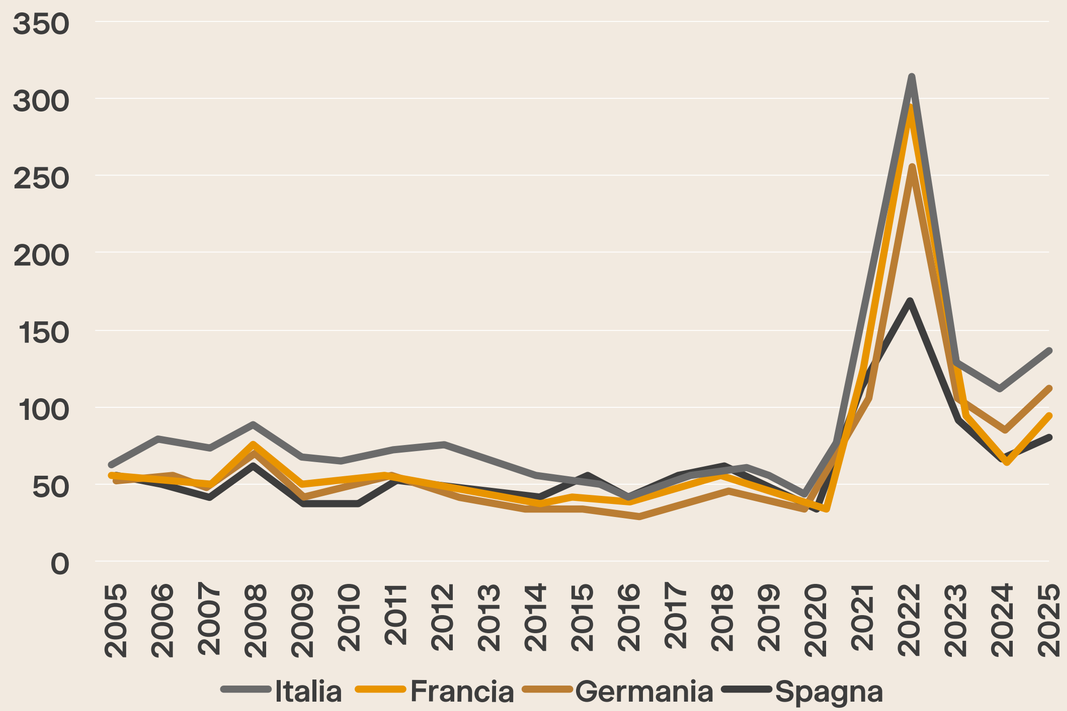


Focus. Il prezzo dell'energia elettrica.

Dopo aver analizzato i panieri energetici e la dipendenza dall'estero, è utile affrontare il tema dei prezzi dell'energia elettrica, oggi tra i principali fattori che condizionano la competitività economica e la sostenibilità sociale della transizione. La crisi energetica scoppiata tra la fine del 2021 e il 2022 ha portato i mercati elettrici europei in una fase di forte stress, il che ha prodotto un disallineamento tra dinamiche di domanda in ripresa e un'offerta rigida, ancora fortemente dipendente dalle fonti fossili, in particolare dal gas naturale. Il grafico in Figura 12 offre una sintesi visiva eloquente dello shock senza precedenti avvenuto nel biennio 2022–2023, seguito da una fase di parziale rientro, ma non di normalizzazione piena. L'Italia, nel 2022, ha registrato il prezzo medio annuo più alto tra i grandi Paesi UE, sfiorando i 315 €/MWh. Il picco italiano riflette la maggiore esposizione del mix produttivo nazionale al gas naturale importato, in un contesto di prezzi del gas alle stelle (oltre 300 €/MWh nell'agosto 2022), e una limitata capacità di contenimento mediante il ricorso a fonti alternative. In confronto, la Francia ha chiuso l'anno con un prezzo medio di 296 €/MWh, circa 19 €/MWh in meno rispetto all'Italia. Un differenziale relativamente contenuto, considerando l'ampio ricorso della Francia al nucleare, che si spiega con la prolungata indisponibilità di una quota significativa del parco nucleare nazionale. Numerosi reattori EDF sono rimasti fermi per lunghi periodi a causa di interventi di manutenzione straordinaria, ispezioni e lavori su fenomeni di corrosione sotto tensione rilevati nei circuiti di sicurezza. Ciò ha fortemente ridotto la produzione nazionale e spinto la Francia ad aumentare le importazioni, con un effetto diretto sui prezzi. In Germania, il prezzo si è attestato sui 256 €/MWh, con un differenziale di quasi 60 €/MWh rispetto all'Italia. Ma la distanza più marcata si osserva rispetto alla Spagna, dove il prezzo medio dell'elettricità nel 2022 si è fermato a circa 172 €/MWh: oltre 140 €/MWh in meno rispetto all'Italia. Questa ampia forbice si spiega in larga parte con l'introduzione da parte del governo spagnolo – già nel giugno 2022 – del cosiddetto "Tope". Questo meccanismo, autorizzato in via straordinaria dalla Commissione Europea, ha imposto un tetto al prezzo del gas utilizzato per la generazione elettrica, separando temporaneamente l'andamento dal prezzo dell'energia nei mercati all'ingrosso dal prezzo del gas naturale. La misura ha permesso di contenere in modo significativo i prezzi dell'elettricità in Spagna, pur con un costo aggiuntivo distribuito ai consumatori sotto forma di aggiustamento.

Figura 12. Prezzo dell'energia elettrica in Italia, Francia, Germania e Spagna, (medie annue, €/MWh)

Fonte: Elaborazioni proprie su dati LSEG.



NOTA: la media 2025 si riferisce al periodo 1° gennaio 2025 – 17 aprile 2025.

Strumenti di risanamento

Nel 2023, i prezzi dell'energia elettrica sono diminuiti in tutti i principali mercati europei, guidati da più fattori: un inverno particolarmente mite, una domanda più contenuta grazie a misure di risparmio e autosufficienza energetica, l'aumento della produzione rinnovabile e soprattutto un drastico calo del prezzo del gas naturale, sceso sotto i 50 €/MWh. **In Italia, il prezzo medio è passato da 314 €/MWh a 131 €/MWh, in riduzione del 58,3%.** Dinamiche simili hanno interessato la Francia (-64,3%), la Germania (-60,1%) e la Spagna (-45,6%). Tuttavia, la discesa non è stata sufficiente per riportare i prezzi ai livelli pre-crisi: nel 2024 i valori si sono mantenuti ancora su una soglia sensibilmente più alta rispetto alla media del decennio 2010–2020. **Gli ultimi mesi confermano una fase di stabilizzazione su livelli elevati, seguita da una nuova risalita nei primi quattro mesi del 2025: +22,8% in Italia, +31,7% in Germania, +47% in Francia e +23,1% in Spagna. In valore assoluto, l'Italia è ancora il Paese con il prezzo più alto, a 136,2 €/MWh nei primi quattro mesi del 2025, seguita da Germania (112,5 €/MWh), Francia (94,5 €/MWh) e Spagna (80,9 €/MWh).** Il grafico evidenzia come il differenziale tra l'Italia e gli altri tre Paesi si sia effettivamente ridotto nel 2023, ma non annullato: **l'Italia è rimasta sistematicamente il mercato con i prezzi medi più elevati.** Questo è avvenuto nonostante il fatto che, a livello normativo, tutti e quattro i Paesi considerati (Italia, Francia, Germania e Spagna) adottino lo stesso meccanismo di formazione del prezzo all'ingrosso, in linea con la normativa europea, il System Marginal Price, basato sul costo marginale della tecnologia più costosa attivata per coprire la domanda oraria. **A fare la differenza è stata la tecnologia che più frequentemente ha ricoperto il ruolo marginale. In Italia, a causa della forte dipendenza dal gas naturale – che nel 2023 copriva ancora quasi il 45% del mix produttivo elettrico – le centrali a gas hanno finito spesso per determinare il prezzo di mercato.** In altri contesti, come la Francia, il ricorso al nucleare (nonostante i problemi strutturali del 2022) ha ridotto l'impatto del gas nella formazione del prezzo. In Spagna è stata la maggiore incidenza delle rinnovabili e del nucleare che ha permesso un minor ricorso al gas come tecnologia marginale, mentre nel caso tedesco la formazione del prezzo dell'energia elettrica trova spiegazione nell'elevato utilizzo delle rinnovabili ed in una buona quota di carbone nel mix di generazione elettrica. In un contesto in cui i prezzi all'ingrosso si sono ridimensionati rispetto ai picchi del 2022, ma restano instabili e ben al di sopra delle medie storiche, si è aperto il dibattito sulle riforme strutturali del mercato elettrico europeo. Tra le proposte discusse figurano il disaccoppiamento tra il prezzo del gas e quello dell'elettricità, l'introduzione di contratti per differenza (CfD) per le rinnovabili, e sistemi di remunerazione della capacità per valorizzare la flessibilità degli impianti.

Le nuove tecnologie abilitanti

03

Le nuove tecnologie abilitanti.

La transizione energetica si fonda su un insieme di tecnologie abilitanti che interagiscono in un ecosistema integrato, flessibile e decarbonizzato. L'International Energy Agency (IEA) individua sei tecnologie "core":

→ Fotovoltaico;
→ Eolico;
→ Batterie;
→ Veicoli elettrici;
→ Pompe di calore;
→ Elettrolizzatori.

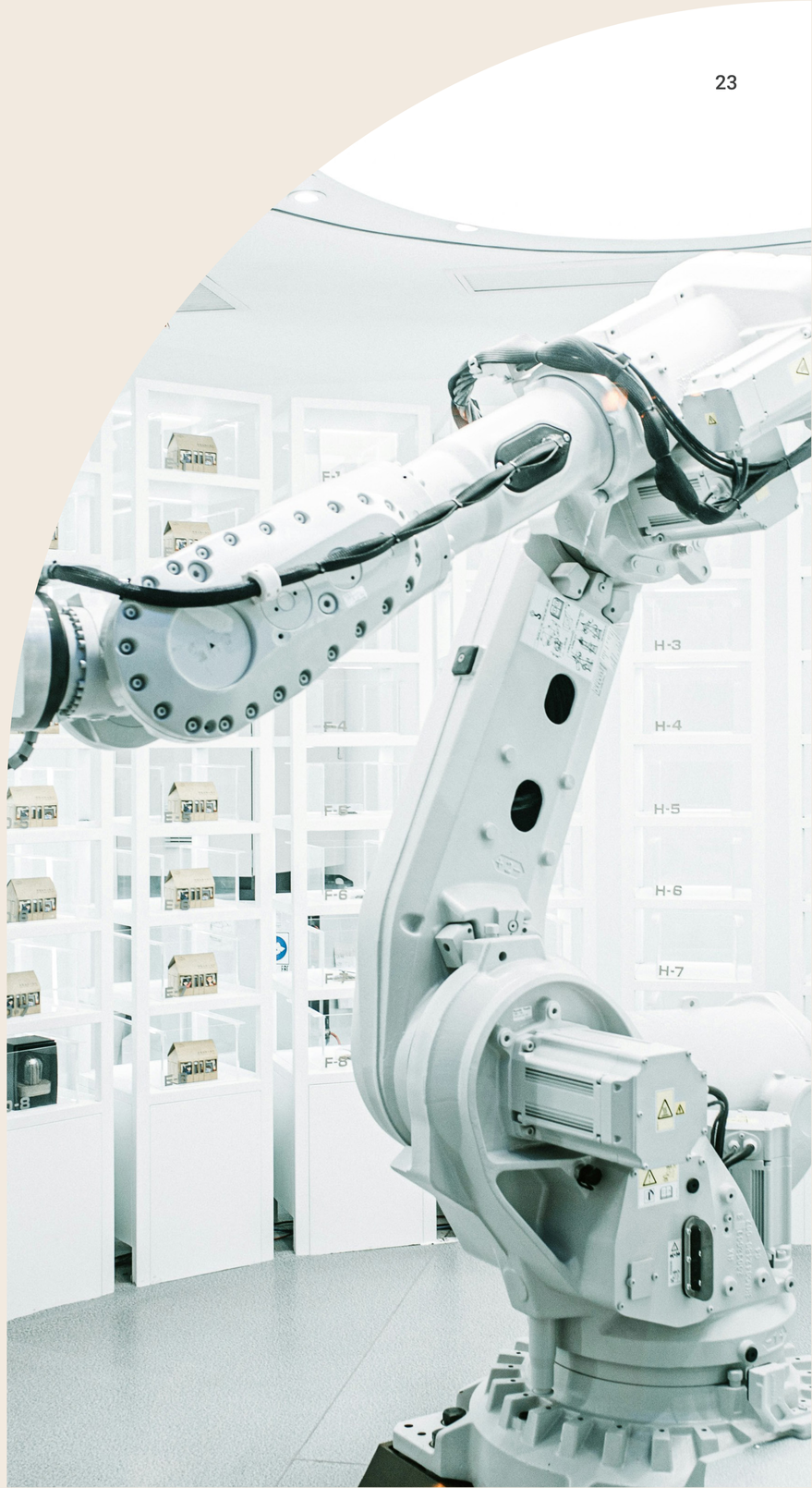
che insieme rappresentano circa la metà degli investimenti globali in energia pulita (con un mercato annuo di oltre 700 miliardi di dollari).

Le nuove tecnologie abilitanti.

Queste soluzioni sono però parte di una rete più ampia di innovazioni che si potenziano a vicenda:

- **la digitalizzazione e l'Intelligenza Artificiale (ad esempio modelli di analisi predittiva e digital twin) consentono un monitoraggio in tempo reale delle emissioni e l'ottimizzazione degli usi energetici (Karan et al. 2023), migliorando la resilienza delle infrastrutture;**
- **le smarts grid, con sensori avanzati e sistemi IoT, gestiscono milioni di nuovi punti di immissione distribuita (es. pannelli solari domestici, colonnine di ricarica) garantendo stabilità e qualità della fornitura;**
- **i veicoli elettrici, che non sono solo mezzi a emissioni zero ma anche unità di accumulo mobili, ma grazie al vehicle-to-grid trasformando le auto elettriche in unità di stoccaggio mobili (Heinisch et al, 2023), restituendo così energia alla rete nei momenti di picco. Tutti i principali Paesi europei stanno infatti spingendo sulla mobilità elettrica: nel 2023 le auto elettriche hanno superato il 15% delle nuove immatricolazioni in Germania e Francia, e sfiorato il 10% in Italia e Spagna, segno di un rapido cambio di paradigma nei trasporti;**
- **gli accumulatori stazionari, dalle batterie di nuova generazione (ioni di litio ad alte prestazioni e, in prospettiva, stato solido) agli impianti di pompaggio idroelettrico, compensano l'intermittenza di eolico e fotovoltaico, assicurando continuità di forniture rinnovabili;**
- **l'idrogeno verde: l'idrogeno prodotto tramite elettrolisi alimentata da rinnovabili può fungere sia da vettore energetico per decarbonizzare settori difficili da elettrificare (industrie energivore, trasporti pesanti) sia da forma di stoccaggio di lungo termine (IEA, 2024). L'Europa crede fortemente in questa opzione: la strategia UE prevede di installare 40 GW di elettrolizzatori entro il 2030 (per produrre fino a 10 milioni di tonnellate annue di H_2 rinnovabile); l'Italia, dal canto suo, punta a circa 5 GW di capacità di elettrolisi nello stesso orizzonte (coprendo circa il 2% dei consumi finali con idrogeno verde), mentre Spagna e Francia hanno lanciato progetti per sfruttare i surplus fotovoltaici/eolici nella produzione di idrogeno.**

L'idrogeno, insieme alle pompe di calore (che stanno modificando la climatizzazione degli edifici) e alle reti di teleriscaldamento a bassa temperatura, nonché alle applicazioni di IA per la gestione intelligente della domanda, completa il ventaglio di innovazioni su cui l'Europa fa affidamento per decarbonizzare il sistema energetico. Le pompe di calore elettriche, in particolare, stanno accelerando in tutta l'UE spinte anche dalle politiche post-crisi gas: l'obiettivo comunitario è installarne almeno 30 milioni entro il 2030, riducendo l'uso di caldaie a gas, mentre città pilota integrano pompe di calore centralizzate in reti di teleriscaldamento urbano. In sintesi, generazione rinnovabile distribuita, elettrificazione degli usi finali (es. mobilità e riscaldamento) e soluzioni di accumulo e gestione digitale avanzata si rafforzano a vicenda nel costruire un ecosistema energetico più integrato e flessibile, capace di fornire energia pulita in ogni momento e settore.



Le nuove tecnologie abilitanti.

Parallelamente, lo sviluppo di queste tecnologie chiave apre nuove sfide sulle catene del valore e sugli equilibri geopolitici. La capacità manifatturiera di tecnologie pulite è oggi concentrata in poche nazioni, con la Cina primo attore: a fine 2023 la Cina deteneva il primato produttivo in tutti i settori core, con una quota stimata tra l'85% e il 98% della produzione mondiale di componenti per batterie, tra l'80% e il 95% nel solare fotovoltaico, oltre il 50% nell'eolico, quasi il 60% negli elettrolizzatori e circa il 40% nelle pompe di calore. Questa concentrazione genera rischi di dipendenza che l'Europa e gli Stati Uniti stanno cercando di mitigare. Bruxelles ha varato nel 2023-24 un pacchetto di strategie industriali per il clima: il Net-Zero Industry Act fissa l'obiettivo di soddisfare con capacità produttiva interna almeno il 40% del proprio fabbisogno annuale di tecnologie pulite al 2030 (coprendo tra l'altro fotovoltaico, eolico, batterie, pompe di calore, elettrolizzatori), affiancato dal Critical Raw Materials Act per assicurare l'accesso alle materie prime critiche, e da iniziative come le alleanze europee su batterie, idrogeno e solare per stimolare investimenti lungo le filiere. In aggiunta, l'UE sta rivedendo le regole commerciali e di concorrenza: ad esempio ha introdotto un Temporary Crisis and Transition Framework che permette maggiori aiuti di Stato fino al 2025 per impianti puliti, e valuta misure difensive come dazi anti-sussidio sulle importazioni di veicoli elettrici cinesi. Dal canto suo, il Regno Unito sta investendo in gigafactory di batterie e progetti eolici offshore, mentre gli Stati Uniti hanno impresso un'accelerazione formidabile con l'Inflation Reduction Act (IRA) e il Bipartisan Infrastructure Law: queste misure mobilitano livelli senza precedenti di incentivi, attivando investimenti privati per oltre 230 miliardi di dollari in nuove fabbriche di tecnologie pulite tra il 2023 e il 2030 (il totale potrebbe superare i 260 miliardi se gli obiettivi di diffusione saranno rafforzati), concentrati per quasi l'80% su veicoli elettrici e batterie. Questo contesto di competizione e cooperazione sta spingendo tutti i principali attori a sviluppare strategie mirate. La Germania, ad esempio, ha raddoppiato i propri obiettivi sull'idrogeno a 10 GW di elettrolizzatori entro il 2030 e varato incentivi per la produzione domestica di chip e batterie. La Francia, tramite il piano "France 2030" e aggiornando la sua strategia nazionale, investirà massicciamente in batterie, veicoli elettrici e nella filiera dell'H_2 (puntando a 6,5 GW di elettrolizzatori al 2030 e 10 GW al 2035). La Spagna ha lanciato il programma PERTE ERHA (Energie Rinnovabili, Idrogeno rinnovabile e Ascolto) per catalizzare investimenti pubblico-privati su rinnovabili, idrogeno e accumuli, e grazie a numerosi progetti annunciati potrebbe addirittura raggiungere quasi 27 GW di capacità di elettrolisi al 2030, ponendosi in testa in Europa. L'Italia, oltre a fissare l'obiettivo dei 5 GW H_2 già citati, sta destinando risorse significative tramite il PNRR: ad esempio 740 milioni di euro per potenziare le infrastrutture di ricarica elettrica e 1 miliardo per filiere rinnovabili e batterie, oltre a diversi fondi per progetti sull'idrogeno (produzione in siti dismessi, utilizzo nei trasporti pesanti, ricerca). Anche le imprese private stanno rispondendo con investimenti record. Sono infatti in costruzione decine di gigafactory di batterie in Europa (in particolare in Germania, Francia, Europa dell'Est e Italia), grandi parchi eolici offshore nel Mare del Nord, progetti pilota di smart grids e depositi di energia e nuovi modelli di business come le comunità energetiche locali.**

Conclusioni

04

Conclusioni

La transizione energetica europea, e in particolare quella italiana, si trova oggi in una fase cruciale. I dati più recenti evidenziano alcuni progressi significativi: tra il 2005 e il 2023, l'Italia ha ridotto del 25% i propri consumi energetici e ha tagliato le emissioni di gas serra di oltre il 35%. Tuttavia, questi risultati risultano ancora insufficienti rispetto agli obiettivi al 2030 e al 2050. Le fonti fossili dominano ancora il mix energetico, mentre l'avanzamento delle rinnovabili è frenato da ostacoli normativi, ritardi infrastrutturali e mancanza di coordinamento tra livelli istituzionali. Sul fronte dei prezzi, il mercato elettrico italiano rimane tra i più costosi in Europa, con un differenziale che penalizza imprese e famiglie. La forte esposizione al gas naturale, che nel 2023 copriva circa il 45% della produzione elettrica, rende il sistema vulnerabile alle oscillazioni internazionali. In questo contesto, la sicurezza energetica, l'efficienza dei consumi e lo sviluppo di tecnologie pulite (come l'idrogeno verde, le batterie avanzate, le pompe di calore e le smart grid) rappresentano i pilastri strategici su cui investire. L'adozione di politiche pubbliche più ambiziose, come previsto dal PNIEC aggiornato, e il sostegno ai grandi progetti finanziati tramite il PNRR e i fondi europei, sono fondamentali per rafforzare la leadership italiana nel Mediterraneo energetico. Il confronto con Francia, Germania e Spagna mostra che esistono modelli virtuosi replicabili, ma serve visione, coraggio e continuità politica per attuarli. Infine, la sfida energetica è anche una questione sociale e culturale: la transizione non riguarda solo la tecnologia, ma coinvolge il comportamento dei cittadini, delle imprese e delle istituzioni. Promuovere una cultura dell'energia consapevole, fondata su scelte sostenibili e sull'equità intergenerazionale, è la condizione necessaria per costruire un futuro climaticamente neutro e geopoliticamente stabile. L'Italia, se saprà cogliere questa sfida, potrà trasformare la crisi energetica in un'opportunità di leadership e innovazione sostenibile.

Bibliografia e Sitografia

→ **Centro Europa Ricerche,** (2025). Scenari energetici italiani, n.5-6;
→ **European Commission,** (2021). "Fit for 55": delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committe of the Regions;
→ **European Commission,** (2022). REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions;
→ **European Commission,** (2023). Net-Zero Industry Act. Proposal and related legislative documents;
→ **European Commission,** (2023). Critical Raw Materials Act. Legislative proposal and strategy papers;
→ **Heinisch, V., et al.,** (2023). Vehicle-to-grid (V2G) integration: Benefits, challenges, and current status. Energy Reports, 9, 194–209;
→ **IEA & European Commission,** (2023). Digital Demand-Driven Electricity Systems;
→ **International Energy Agency,** (2024). World Energy Outlook 2024;
→ **International Energy Agency,** (2024). Energy Technology Perspectives 2024;
→ **International Energy Agency,** (2024). Global Hydrogen Review 2024;
→ **Karan, E., et al.,** (2023). A comprehensive review of digital twins for energy infrastructure planning. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 177;
→ **Politecnico di Milano,** (2024). Hydrogen Innovation Report 2024;
→ **Politecnico di Milano,** (2024). RAEE – Rapporto sull'Autonomia Energetica Europea;
→ Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council (European Climate Law);
→ **Zero Carbon Technology Pathways (ZCTP) Consortium,** (2024). Short Report 2024;
→ **Eurostat;**
→ **Agenzia Europa dell'Ambiente;**
→ **LSEG.**

Energia e transizione in Italia e in Europa.

Strategie di produzione, decarbonizzazione e sicurezza energetica nel nuovo contesto geopolitico.

BETTER MANAGERS
FOR A BETTER WORLD

HIGHER EDUCATION NETWORK
Planeta Formación y Universidades

*Rome Business School, for any course and in any moment, both under the force of the law and under its own unquestionable considerations, reserves the right to modify in whole or in part the program's delivery. Therefore, in case of said modification,

Rome Business School will not be attributable of non-compliance and the contracting party commits to waiving any and all claims or request for damages and/or for the refund of the fees already paid.