Studio ISPI per Confcommercio

La geopolitica della 'seconda ondata' di decarbonizzazione europea

Giuliana Sarcina, Matteo Villa

ISPI

Report ISPI per Confcommercio

La geopolitica della 'seconda ondata' di decarbonizzazione europea

Giuliana Sarcina, Matteo Villa

ISPI

Giuliana Sarcina *Research Trainee, Policy Lab, ISPI*

Matteo Villa, *Senior Research Fellow and Head of Geoeconomic Centre, ISPI*

La geopolitica della 'seconda ondata' di decarbonizzazione europea
di Giuliana Sarcina e Matteo Villa (ISPI).

Il Report è pubblicato con il sostegno di Confcommercio. Le opinioni espresse nello studio sono esclusivamente quelle degli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'ISPI o di Confcommercio.

© 2026 ISPI

ISBN 9791282173117

ISPI. Via Clerici, 5
20121, Milan
www.ispionline.it

INDICE

Executive Summary **4**

Introduzione **5**

1. La seconda ondata di politiche di decarbonizzazione europee **6**

1.1 La decarbonizzazione dell'autotrasporto 9

1.2 La decarbonizzazione del trasporto marittimo 10

1.3 La decarbonizzazione dell'aviazione 11

2. L'UE tra gli altri grandi: lo scenario internazionale **12**

2.1 UE: l'evoluzione del contesto geopolitico e geoeconomico 12

2.2 Cina: l'elettrificazione è tutto? 14

2.3 USA: il "fattore Trump" 19

3. Europa: lo stretto sentiero della decarbonizzazione **27**

4. Opzioni di policy **35**

4.1 Correggere la governance della seconda ondata 35

4.2 Accelerare dove la transizione è già economicamente sostenibile 39

4.3 Costruire i mercati che oggi non hanno ancora scala 40

4.4 Proteggere il sentiero europeo della decarbonizzazione 41

Annex - Le iniziative di decarbonizzazione europee 43

Note **45**

EXECUTIVE SUMMARY

La "seconda ondata" della decarbonizzazione europea è entrata nella sua fase più difficile proprio mentre il contesto internazionale è diventato meno favorevole. La Cina ha trasformato molte tecnologie della transizione in strumenti di politica industriale e di potenza commerciale. Gli Stati Uniti possono permettersi maggiore ambivalenza, e persino arretramenti, grazie a un ampio cuscinetto di risorse fossili e costi dell'energia più bassi. L'Europa si muove invece lungo un sentiero più stretto: deve ridurre la propria vulnerabilità ai combustibili fossili senza sostituirla con nuove dipendenze esterne, mantenere obiettivi climatici credibili senza indebolire la propria base industriale e proseguire la transizione senza scaricarne i costi sui soggetti meno in grado di sostenerli.

Questo paper sostiene che la seconda ondata richieda un approccio diverso rispetto alla fase precedente. La prima ondata di politiche europee si è concentrata soprattutto sulla definizione di obiettivi, standard e segnali regolatori. La seconda è chiamata a confrontarsi con i vincoli della loro attuazione: sostenibilità economica degli investimenti, disponibilità di infrastrutture, maturità tecnologica, capacità industriale e consenso sociale. Le politiche diventano così più complesse perché devono tenere insieme obiettivi climatici, competitività, sicurezza energetica e coesione sociale. Da questa diagnosi discendono quattro priorità: migliorare la governance della transizione; accelerare la diffusione delle tecnologie già competitive; costruire mercati e filiere nei segmenti ancora immaturi; rafforzare la resilienza industriale e strategica europea.

Il successo di questa seconda ondata di politiche europee sulla decarbonizzazione dipenderà quindi meno dall'aggiunta di nuovi target e più dalla capacità di mettere ordine in quelli esistenti e creare le condizioni per raggiungerli. L'ambizione climatica dovrebbe avanzare insieme alle infrastrutture, agli investimenti, alla capacità dell'industria europea e agli strumenti necessari a proteggere chi sopporta i costi più elevati della transizione. In caso contrario rischia di essere percepita soprattutto come un costo sostenuto dall'Europa in un mondo in cui altri attori trasformano la transizione in vantaggio industriale o scelgono di rallentarla. La sfida è costruire le condizioni perché l'ambizione climatica europea sia economicamente, socialmente e politicamente sostenibile.

INTRODUZIONE

1. La decarbonizzazione del settore dei trasporti rappresenta una delle sfide più strategiche e complesse della transizione energetica europea. Responsabile di circa un quarto delle emissioni di gas a effetto serra dell'Unione Europea e fortemente dipendente dai combustibili fossili, il comparto dei trasporti costituisce al tempo stesso un obiettivo imprescindibile delle politiche climatiche e un settore cruciale per la competitività industriale, la sicurezza energetica e il posizionamento geopolitico dell'Europa.

2. Questo studio analizza l'evoluzione delle politiche di decarbonizzazione dei trasporti nell'Unione Europea, valutandone non solo gli obiettivi ambientali, ma anche le implicazioni strategiche in un contesto internazionale caratterizzato da una crescente competizione tecnologica e industriale. La prima parte ricostruisce l'evoluzione del quadro normativo europeo, ripercorrendo le principali iniziative legislative adottate negli ultimi anni per favorire la decarbonizzazione dell'economia europea e in particolare del settore del trasporto.

3. Successivamente, lo studio inquadra l'Unione Europea come attore geopolitico della transizione energetica, mettendo in luce le peculiarità che la distinguono dalle altre grandi potenze. A differenza di Stati Uniti e Cina, l'Europa infatti affronta la trasformazione del sistema dei trasporti partendo da condizioni di maggiore vulnerabilità energetica e di più elevata dipendenza dall'approvvigionamento esterno di materie prime critiche, componenti industriali e fonti energetiche. Il quadro europeo è completato da due approfondimenti che ripercorrono le strategie di decarbonizzazione dei principali competitor internazionali, Cina e Stati Uniti, sottolineandone similarità e differenze negli approcci alla trasformazione dei loro sistemi di trasporto, con particolare focus sull'autotrasporto.

4. Lo studio analizza quindi lo stato di avanzamento della decarbonizzazione del sistema dei trasporti europeo, valutando il grado di maturità delle principali tecnologie e individuando i segmenti nei quali le soluzioni a basse emissioni risultano già tecnicamente ed economicamente competitive, nonché quelli in cui persistono rilevanti criticità tecnologiche, infrastrutturali o di costo che ne limitano la diffusione.

5. Infine, sulla base di questa analisi comparata, l'ultima parte dello studio propone una serie di opzioni di policy volte a rafforzare la fattibilità delle iniziative europee di decarbonizzazione, intervenendo sulla governance, sul monitoraggio degli obiettivi e delle evoluzioni tecnologiche, sullo sviluppo industriale e sulla promozione di partnership internazionali, con l'obiettivo di accrescere la resilienza delle filiere per la decarbonizzazione dei trasporti europei, riducendo al contempo il rischio di nuove dipendenze esterne.

PARTE I
LA SECONDA ONDATA DI POLITICHE DI DECARBONIZZAZIONE EUROPEE

6. L'obiettivo dell'Unione Europea di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050[1] è stato progressivamente articolato attraverso una serie di iniziative e strumenti finalizzati a guidare l'economia europea verso la decarbonizzazione. Nell'analisi della strategia di decarbonizzazione dell'Unione Europea è possibile distinguere due principali fasi recenti, anche definite come "ondate". La "prima ondata" di decarbonizzazione, sviluppatasi a partire dai primi anni Duemila, è stata caratterizzata dall'introduzione di strumenti per il controllo e la riduzione delle emissioni di gas serra, tra cui l'EU Emission Trading System o ETS (il mercato del carbonio europeo basato sul principio "cap and trade"), nonché dalla definizione dei primi obiettivi vincolanti nella produzione energetica, come il pacchetto 20-20-20,[2] che hanno contribuito alla riduzione delle emissioni da alcuni settori[3] e alla diffusione delle tecnologie per la generazione rinnovabile.

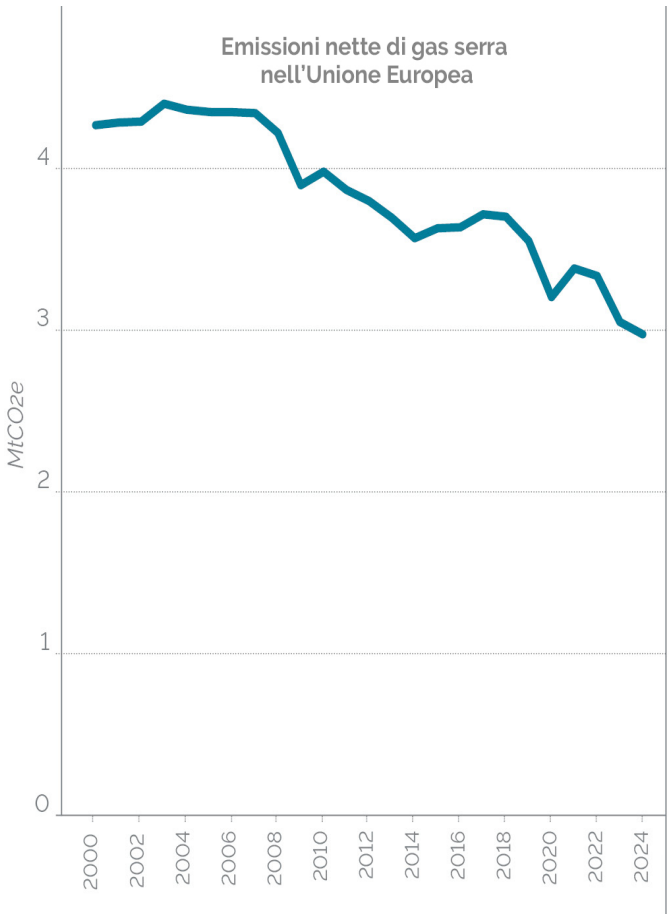
7. La seconda ondata di decarbonizzazione, avviata nella seconda metà degli anni 2010, è invece caratterizzata dall'adozione di iniziative legislative più ampie e integrate, che coinvolgono diversi settori economici. Tra queste rientrano piani comprensivi che definiscono obiettivi climatici più stringenti e misure regolatorie coordinate, come lo European Green Deal (la strategia quadro europea per raggiungere la neutralità climatica), il pacchetto Fit for 55 (insieme di riforme per ridurre le emissioni nette di gas serra del 55% entro il 2030), e il Clean Industrial Deal (piano di decarbonizzazione e rafforzamento della competitività industriale dell'UE).[4] In poco più di vent'anni, nel periodo compreso tra 2000 e 2024, le emissioni di gas serra dell'Unione Europea si sono ridotte di circa il 30%, grazie all'introduzione dei diversi strumenti regolatori e a politiche che hanno promosso un vero e proprio cambio di paradigma.[5]

8. Tuttavia, non tutti i settori economici dell'UE hanno contribuito nella stessa misura alla riduzione complessiva delle emissioni. Il calo registrato negli ultimi due decenni è in larga parte attribuibile al progressivo impiego di fonti rinnovabili nel settore della generazione elettrica e alla decarbonizzazione di alcuni comparti industriali altamente energivori. Al contrario, le emissioni prodotte da altri settori come l'agricoltura e i trasporti mostrano una sostanziale stabilità nel tempo.

9. Questa eterogeneità nei trend di produzione di emissioni è riconducibile, in parte, all'impostazione delle strategie di decarbonizzazione europee che per diversi anni si sono concentrate prevalentemente sul settore elettrico, ma anche

in gran parte al fatto che i settori su cui l'Unione Europea aveva inizialmente evitato di concentrarsi erano i cosiddetti "hard-to-abate", cioè quelli per i quali non esistono soluzioni tecnologiche semplici e a costo relativamente basso per la decarbonizzazione. Negli ultimi anni, però, a causa della crescente urgenza di limitare l'impatto climatico delle attività economiche altamente emissive, sono state avviate numerose iniziative a livello europeo finalizzate alla riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti, l'unico comparto i cui livelli di emissioni attuali risultano superiori a quelli del 1990.

FIGURA 1. LE EMISSIONI DI GAS SERRA IN UE SONO DIMINUITE NEGLI ULTIMI ANNI

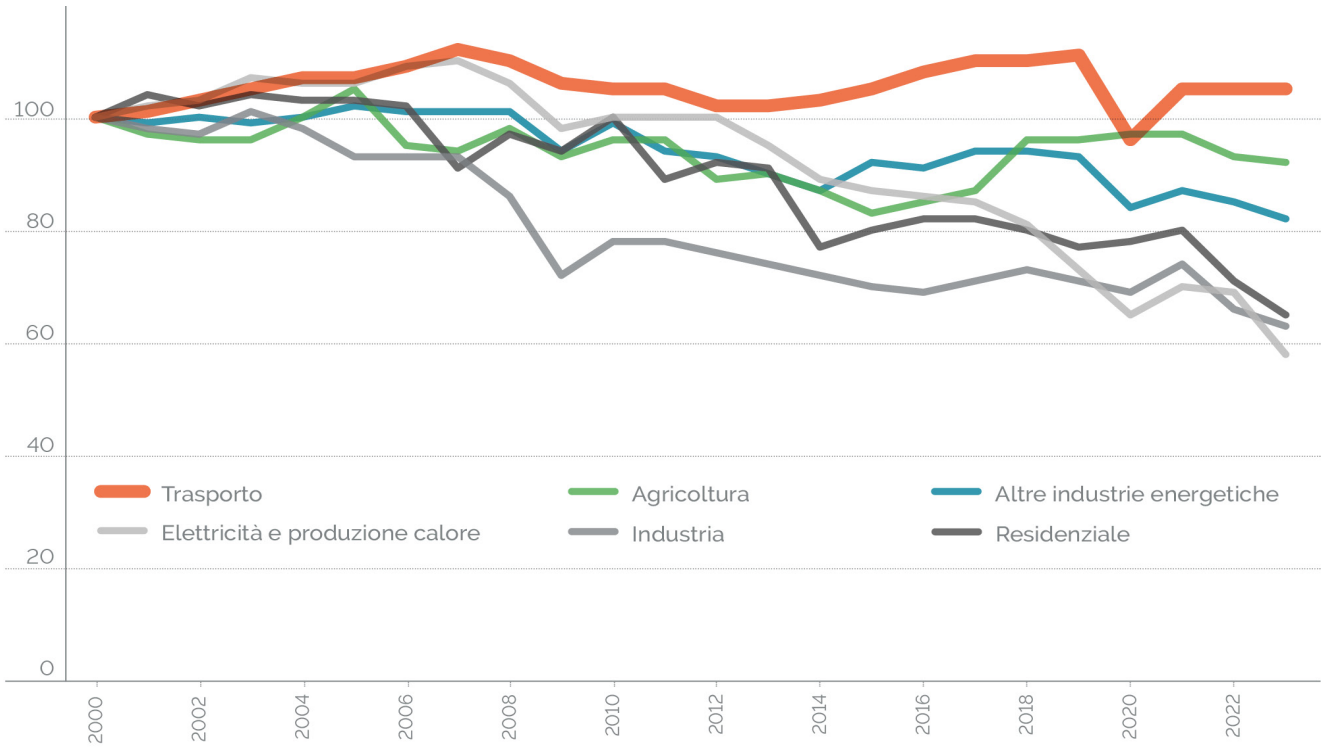


Evoluzione dell'agenda di decarbonizzazione UE

Settore	Prima ondata	Seconda ondata
Energia	CENTRALE	CENTRALE
Industria	COPERTO	CENTRALE
Trasporto	MARGINALE	CENTRALE
Edilizia	PARZIALMENTE COPERTO	COPERTO
Agricoltura	NON COPERTO	COPERTO

Fonte: elaborazioni ISPI su dati European Environment Agency e comunicazioni ufficiali

FIGURA 2. LE EMISSIONI NEL SETTORE DEI TRASPORTI RIMANGONO STABILI
EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI PER SETTORE, INDEX2000=100"



Fonte: elaborazioni ISPI su dati IEA

10. Il settore dei trasporti è considerato un settore "hard-to-abate" e contribuisce a circa un quarto del totale delle emissioni di gas serra europee.[6] A lungo, la sua decarbonizzazione è risultata particolarmente complessa anche perché il funzionamento del sistema dei trasporti si basa su infrastrutture e mezzi caratterizzati da alta intensità di capitale e da una vita utile lunga,[7] fattori che ne riducono la rapidità di adattamento alle innovazioni tecnologiche. Tuttavia, la riduzione delle emissioni nei trasporti (inclusi i comparti marittimo, aereo e stradale) è oggi integrata nell'agenda dell'Unione Europea, seppur con tempistiche e modalità diverse rispetto ad altre attività economiche.

1.1 LA DECARBONIZZAZIONE DELL'AUTOTRASPORTO

11. Il trasporto su strada rappresenta la principale fonte di emissioni nel settore dei trasporti, essendo responsabile di oltre il 22% del totale delle emissioni UE.[8] La sua decarbonizzazione costituisce pertanto un elemento indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica. Perciò l'Unione Europea ha adottato una serie di misure regolatorie e obiettivi volti alla progressiva riduzione delle emissioni dal trasporto su strada.

12. In particolare, nel 2023 è stato adottato il regolamento (UE) 2023/851 per modificare il regolamento (10UE) 2019/631 relativo ai limiti delle emissioni di CO_2 per autovetture e veicoli commerciali leggeri. Il provvedimento introduce obiettivi più stringenti per i nuovi veicoli, tra cui una riduzione del 100% delle emissioni di CO_2 a partire dal 2035 rispetto al 2021. A fine 2025, tuttavia, la Commissione Europea ha avviato una revisione di tali obiettivi, proponendo una riduzione del 90% delle emissioni dal 2035 per le auto e obiettivi analoghi per i veicoli leggeri commerciali, accompagnati da target intermedi al 2030. Queste modifiche si inseriscono in un contesto di aggiornamento delle politiche industriali e di sostegno al settore automobilistico europeo.

13. Anche per i veicoli pesanti, l'approccio europeo prevede standard specifici. Nel 2024, il regolamento (UE) 2019/1242 è stato aggiornato introducendo nuovi target di riduzione delle emissioni di CO_2 per autocarri di media portata, autocarri pesanti superiori a 7,5 tonnellate e autobus. In base alle nuove disposizioni, le emissioni medie dei nuovi veicoli immessi sul mercato[9] dovranno essere ridotte del 45% a partire dal 2030, del 65% dal 2035 e del 90% dal 2040. Per gli autobus urbani è previsto il raggiungimento di emissioni zero a partire dal 2035, con un obiettivo intermedio di riduzione del 90% dal 2030. Considerata la durata del ciclo di vita del parco veicoli e l'età media crescente dei veicoli circolanti, gli effetti complessivi sulle emissioni si manifesteranno in modo più graduale nel tempo.[10]

14. Per accelerare la decarbonizzazione del trasporto su strada, nel 2023, nell'ambito del pacchetto Fit for 55, l'Unione Europea ha introdotto una riforma del mercato europeo delle emissioni (ETS) che sarà operativa dal 2027. Questa riforma, nota come ETS2, estende il meccanismo dell'ETS originale a settori precedentemente esclusi, tra cui il trasporto su strada, l'edilizia e altre attività industriali di minori dimensioni.[11] L'iniziativa obbliga così il comparto dei trasporti su strada a internalizzare i costi delle emissioni. Una parte delle entrate generate dal sistema ETS2 è destinata al *Social Climate Fund,* istituito per garantire una transizione energetica equa e supportare le famiglie e le imprese maggiormente esposte ai suoi effetti.[12]

1.2 LA DECARBONIZZAZIONE DEL TRASPORTO MARITTIMO

15. Con l'80% degli scambi commerciali mondiali che avvengono via mare,[13] il trasporto marittimo rappresenta una componente fondamentale per il commercio internazionale. In linea con la media globale, anche in Europa gli scambi con i paesi extra-UE avvengono per il 75% per via marittima.[14] Il settore del trasporto marittimo è responsabile di circa il 3% delle emissioni di gas serra mondiali[15] e del 4% delle emissioni europee.[16] Per il raggiungimento dei suoi obiettivi climatici, l'Unione Europea ha avviato diverse iniziative volte alla decarbonizzazione del settore, tra cui l'inclusione nel mercato del carbonio (ETS) e l'introduzione del regolamento FuelEU Maritime.

16. Il trasporto marittimo è stato formalmente incluso nell'ETS nel 2024, tramite la revisione della Direttiva 2003/87/EC. L'ETS, a oggi, si applica alle navi di stazza lorda pari o superiore a 5000 tonnellate impiegate per il trasporto di merci e passeggeri. Queste navi, pur rappresentando circa il 55% della flotta globale,[17] sono responsabili di circa il 90% delle emissioni di CO_2 del settore. Il sistema copre integralmente i viaggi tra due porti dell'UE e, in misura parziale, i viaggi da e verso porti europei. L'introduzione del sistema per il trasporto marittimo prevede una copertura graduale delle emissioni: nei primi due anni dall'adozione della direttiva aggiornata, una quota pari al 40% e successivamente al 70% delle emissioni è soggetta all'obbligo di restituzioni delle quote. Inoltre, nella fase iniziale, il sistema considera esclusivamente le emissioni di CO_2,[18] escludendo quelle di metano (CH_4) e protossido di azoto (N_2O).

17. Accanto all'estensione dell'ETS, nel 2023 l'Unione Europea ha adottato il regolamento FuelEU Maritime nell'ambito del pacchetto Fit for 55. L'iniziativa FuelEU promuove l'utilizzo di carburanti a basse emissioni, introducendo un limite all'intensità delle emissioni di gas serra prodotte da navi di almeno 5000 tonnellate. La misura prevede un graduale e progressivo calo delle emissioni fino al 2050, con target quinquennali fino all'80% di riduzione rispetto ai livelli del 2020. Il regolamento incentiva la sostituzione di carburanti navali inquinanti con alternative più sostenibili come biocarburanti, idrogeno e ammoniaca, e prevede inoltre l'obbligo di utilizzo dell'alimentazione elettrica da terra (*on-shore power supply*) durante l'attracco, a partire dal 2030 per alcuni porti selezionati e dal 2035 per tutti i porti dell'Unione Europea.

18. Analogamente all'ETS, anche FuelEU Maritime distingue tra tratte intra-UE ed extra-UE, applicandosi integralmente alle prime e parzialmente alle seconde. La disponibilità di carburanti alternativi su larga scala rappresenta un elemento rilevante per l'attuazione delle misure previste. Infatti, sebbene la legge promuova l'adozione di carburanti alternativi utilizzabili su imbarcazioni progettate per carburanti tradizionali, attualmente la capacità di produzione di biocarburanti è limitata e ben al di sotto delle aspettative di crescita della domanda.[19]

1.3 LA DECARBONIZZAZIONE DELL'AVIAZIONE

19. Il trasporto aereo rappresenta circa il 4% del totale di emissioni di gas serra europee,[20] ed è uno dei settori caratterizzati dalla crescita più rapida delle emissioni, con un aumento annuo stimato al 2,3% tra 1990 e 2019.[21] La decarbonizzazione dell'aviazione è entrata relativamente presto nell'agenda europea rispetto ad altri comparti del trasporto attraverso l'adozione di strumenti di *carbon pricing*, incentivi all'innovazione tecnologica nel campo dei carburanti sostenibili, e strumenti regolatori.

20. Le emissioni del trasporto aereo sono state incluse nel sistema di scambio di quote di emissione europeo (EU ETS) già a partire dal 2012. Il sistema ETS si applica alle emissioni prodotte da compagnie aeree che operano in Europa, e comprende i voli all'interno dello Spazio Economico Europeo (intra-UE, Liechtenstein, Norvegia e Islanda).[22] Nel 2020 anche l'ETS svizzero è stato collegato al sistema europeo attraverso un accordo sui mercati di carbonio.[23] L'ambito di applicazione del sistema è stato inizialmente limitato ai voli interni allo Spazio Economico Europeo per promuovere un'iniziativa globale dell'ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) approvata nel 2016, la *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA).[24] Tuttavia, nell'ambito di revisioni della misura, l'applicazione dell'ETS potrebbe essere ampliata a tutti i voli in partenza da aeroporti europei. L'allocazione gratuita delle quote nel sistema ETS è stata progressivamente ridotta, fino al completo passaggio ad un sistema di quote all'asta entro il 2026, al fine di rafforzare gli incentivi alla riduzione di emissioni.

21. Nel contesto delle misure di Fit for 55, nel 2021, l'Unione Europea ha lanciato il progetto RefuelEU Aviation per promuovere l'utilizzo di carburanti sostenibili o SAF (*Sustainable Aviation Fuel*). Il regolamento (UE) 2023/2405 stabilisce quote minime di carburanti sostenibili nelle miscele fornite agli aeroporti europei, con l'obiettivo di raggiungere il 70% di miscele costituite da SAF nel 2050.

PARTE II
L'UE TRA GLI ALTRI GRANDI: LO SCENARIO INTERNAZIONALE

2.1 UE: L'EVOLUZIONE DEL CONTESTO GEOPOLITICO E GEOECONOMICO

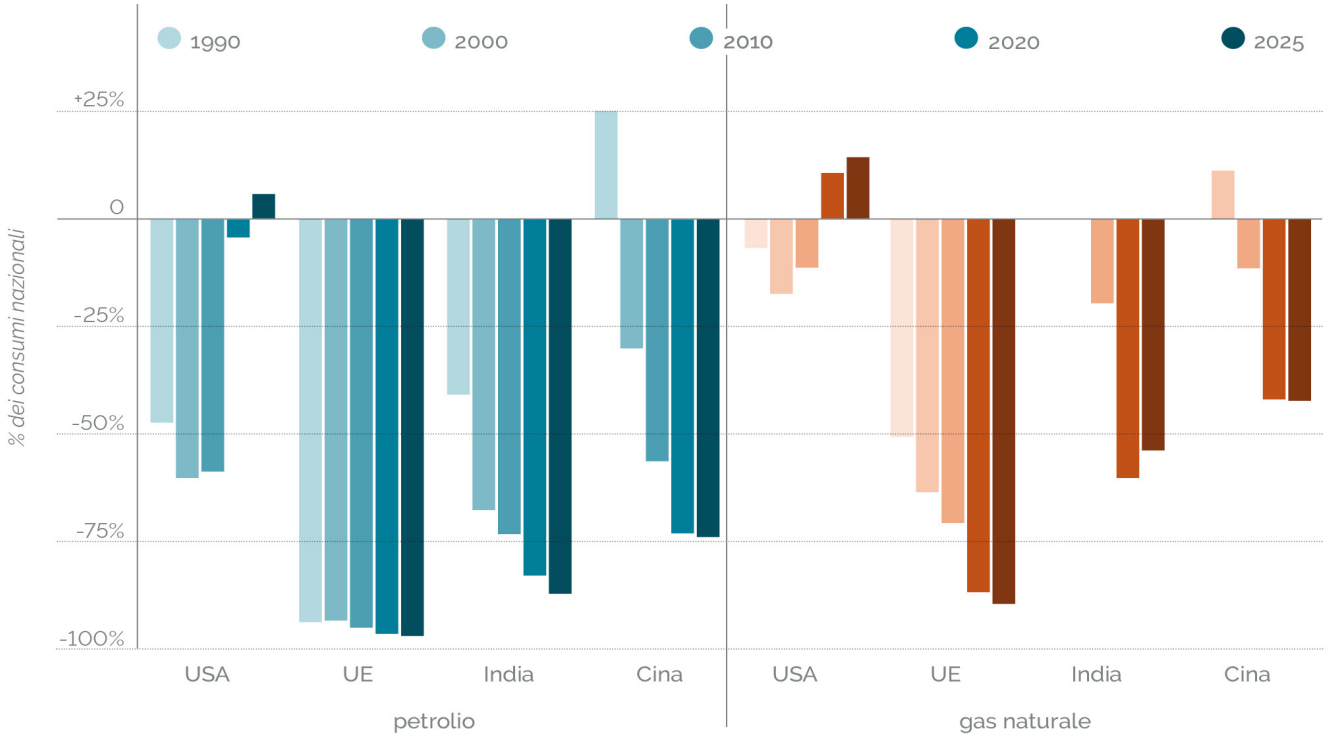
22. Il contesto geopolitico e geoeconomico in cui l'Unione Europea ha elaborato, aggiornato e adattato le sue politiche di decarbonizzazione è in continua evoluzione. Negli ultimi anni, infatti, shock geopolitici tra cui la crisi energetica del 2022 causata dall'invasione russa dell'Ucraina, le tensioni in Medio Oriente dal 2023 e la guerra di Stati Uniti e Israele all'Iran hanno profondamente colpito i paesi dell'Unione Europea, evidenziando vulnerabilità di natura strutturale caratterizzate da aumento (e poi volatilità) dei prezzi dell'energia e interruzioni di forniture.

23. Il punto di inizio della parabola delle recenti crisi energetiche europee precede però lo scoppio della guerra in Ucraina e la conseguente ridefinizione dei rapporti UE con la Russia. Già nella seconda metà del 2021, infatti, durante la fase di ripresa economica post-pandemia da Covid-19, l'UE aveva iniziato a registrare un forte rimbalzo della domanda energetica che aveva a sua volta generato un significativo aumento dei prezzi. Con i prezzi dell'elettricità già in crescita e bassi livelli di stoccaggio di gas, l'invasione russa dell'Ucraina ha rappresentato un ulteriore fattore destabilizzante. La decisione di Mosca di ridurre e successivamente interrompere le forniture di gas (40% delle importazioni europee di gas naturale nel 2021) verso l'UE ha esercitato una pressione senza precedenti sul mercato energetico europeo, alimentando le tendenze al rialzo dei prezzi dell'elettricità e gas, inasprite dall'imposizione di sanzioni europee nei confronti della Russia.[25]

24. L'UE si è trovata sistematicamente più esposta agli shock energetici rispetto ad altri attori geopolitici come Cina e USA, non solo a causa di specifici fattori geografici, ma anche di una elevata concentrazione delle sue fonti di approvvigionamento e della forte dipendenza da importazioni di combustibili fossili per il proprio fabbisogno energetico.

FIGURA 3. L'UE E' PIU' DIPENDENTE DALLE IMPORTAZIONI ENERGETICHE RISPETTO AD ALTRI PAESI

IMPORTAZIONI NETTE DI IDROCARBURI



Fonte: elaborazioni ISPI su dati Energy Institute

25. Avendo colpito l'Unione Europea più intensamente rispetto ad altre regioni del mondo, la crisi energetica del 2022-23 ha costretto l'UE a mobilitare oltre 680 miliardi di euro. Malgrado questa spesa abbia ridotto lo spazio fiscale a disposizione per stimolare l'accelerazione della transizione energetica, le necessità politiche di diversificazione e una netta riduzione dei costi della transizione avvenuta nel corso dell'ultimo decennio hanno consentito all'UE di accelerare il già avviato cammino verso un rafforzamento della propria resilienza agli shock energetici. In questo contesto, la transizione energetica ha insomma assunto anche una valenza strategica, configurandosi come uno strumento per ridurre le proprie dipendenze esterne sui combustibili fossili.

26. Non sorprende dunque che, sebbene le prime iniziative di decarbonizzazione europea si siano focalizzate sulla costruzione di un quadro normativo estensivo e condiviso, attraverso la definizione di obiettivi e standard comuni, negli ultimi anni le politiche adottate dall'UE abbiano progressivamente incorporato elementi di strategia industriale sostenibile, includendo analisi e considerazioni relative alla produttività e competitività, oltre che agli obiettivi delle emissioni. La frattura di equilibri geopolitici e l'intensificazione di dinamiche concorrenziali con altri attori geopolitici hanno agito da catalizzatori della transizione energetica e della decarbonizzazione europea.

2.2 CINA: L'ELETTRIFICAZIONE È TUTTO?

27. Con oltre 17 miliardi di tonnellate di emissioni, la Cina si è confermata nel 2025 il Paese con i più alti livelli di emissioni di gas serra al mondo.[26] Sebbene la crescita delle emissioni di CO_2 abbia subito un rallentamento negli ultimi due anni,[27] passando da un tasso di incremento medio del 2,7% registrato tra il 2015 e il 2023 a meno del 1% dal 2024 a oggi,[28] la Cina resta la principale responsabile delle emissioni globali, in aumento in alcuni comparti industriali come l'industria chimica. Eppure, le emissioni del Paese registrano un calo in settori come quello energetico e, in particolare, quello dei trasporti. Questi due settori, infatti, sono alla guida della rivoluzione energetica cinese volta a raggiungere i "*Dual Carbon Goals*" annunciati nel 2021 dal Presidente Xi Jinping.[29] Gli obiettivi mirano alla neutralità climatica entro il 2060, prevedendo un picco di emissioni di CO_2 entro il 2030[30] che, stando ai dati più recenti, potrebbe essere molto più vicino o addirittura già raggiunto.

ELETTRIFICAZIONE: IL PILASTRO DELLA STRATEGIA CINESE

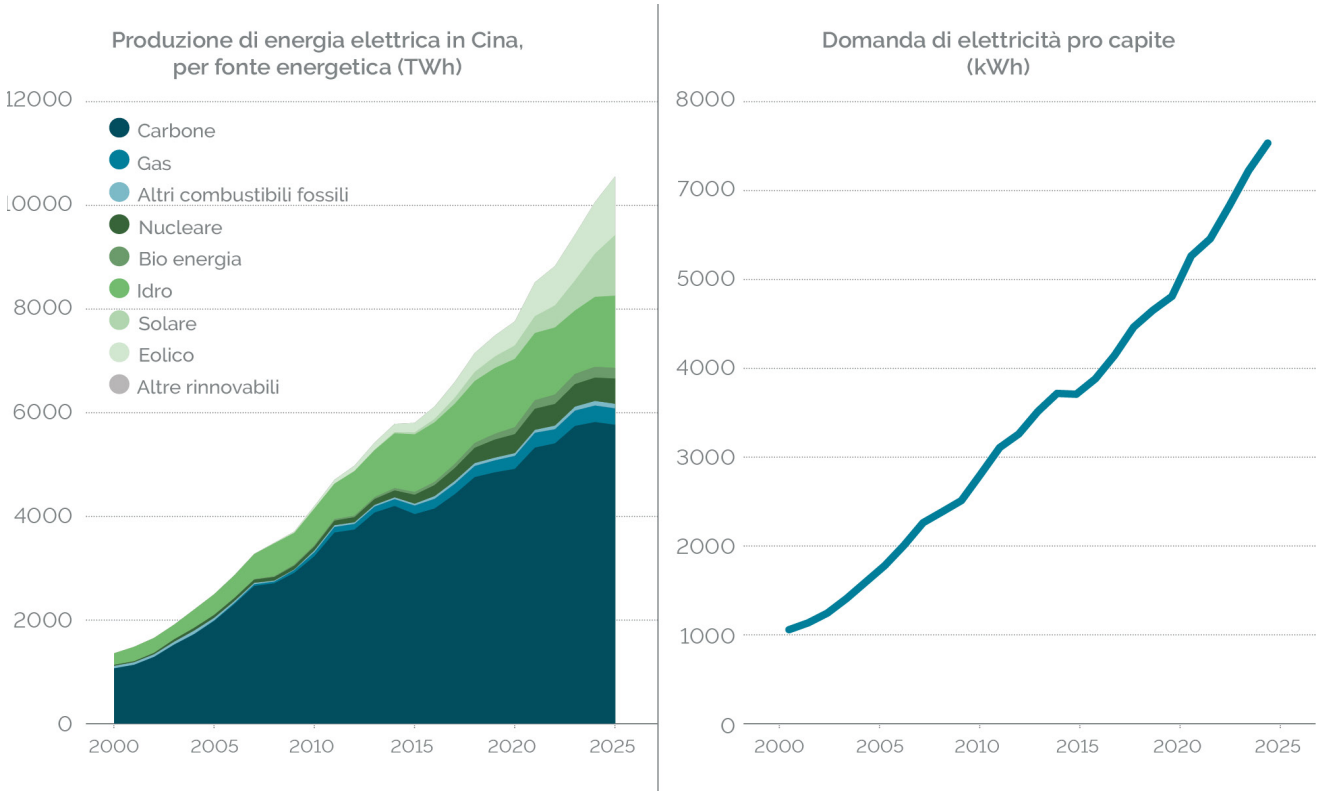
28. La transizione energetica cinese, che ha acquisito negli ultimi due decenni crescente slancio soprattutto nel settore della generazione elettrica, sta profondamente ridisegnando gli equilibri energetici mondiali. Ma la trasformazione nasce da un'esigenza profondamente strategica, prima ancora che virtuosa dal punto di vista climatico: rafforzare la resilienza economica del paese, riducendo la dipendenza da importazioni di combustibili fossili.

29. L'ambizione strategica del governo cinese, formalizzata nel 14esimo piano quinquennale per il periodo 2021-25,[31] ha così generato non soltanto una significativa crescita dell'impiego di fonti di energia rinnovabile nella generazione di elettricità (passate da una quota di circa il 18% di rinnovabili nella generazione elettrica nel 2010 al 35% nel 2025[32]) ma una vera e propria riconfigurazione del sistema energetico.

30. I risultati di tale trasformazione emergono con particolare evidenza osservando gli sviluppi recenti. Mentre la domanda di elettricità rimane in costante aumento, con il 2025 che ha registrato un rialzo di quasi 500 TWh[33] (quasi il doppio degli interi consumi annui dell'Italia), l'espansione della produzione di energia da fonti rinnovabili ha consentito, per la prima volta lo scorso anno, alla generazione solare di superare quella eolica.[34]

31. A questa rapida transizione energetica, guidata dall'espansione della capacità di generazione da fonti rinnovabili, dalla crescita della domanda per l'elettricità e da un rafforzamento della rete elettrica,[35] si è accompagnato anche lo sviluppo di un ecosistema industriale integrato[36] che, nella pratica, si è tradotto in piani industriali focalizzati, sostegno pubblico all'industria nella forma di sussidi statali alla filiera

FIGURA 4. ELETTRICITA' IN CINA



Fonte: elaborazioni ISPI su dati Ember

produttiva, e politiche volte a stimolare la domanda di tecnologie pulite.[37] Questa strategia è alla base del posizionamento della Cina come attuale leader globale nella produzione di pannelli solari, batterie e veicoli elettrici.

PANNELLI SOLARI: GREEN PER TUTTI?

32. Le politiche adottate dal governo negli ultimi dieci anni hanno permesso alla Cina di superare rapidamente altri paesi e regioni che prima erano in testa non solo nella produzione ma anche nella domanda di pannelli fotovoltaici, come l'Europa.[38] A oggi la Cina detiene una posizione dominante in tutte le fasi del processo di produzione di pannelli fotovoltaici, dai materiali necessari (93% del polisilicio mondiale nel 2024) fino all'assemblaggio dei moduli (86% dei moduli).[39]

33. Il massiccio supporto statale ha favorito la crescita della capacità produttiva, generando importanti dinamiche di economia di scala che hanno contribuito a una significativa riduzione nei costi di produzione, rendendo il settore sempre più competitivo. Tuttavia, la campagna di incentivi ha anche favorito sovracapacità produttiva, alimentando pressioni al ribasso nei prezzi dei prodotti a diversi stadi

del processo manifatturiero che non dipendono dalle suddette economie di scala (virtuose). Tra il 2023 e il 2025 i prezzi dei moduli sono infatti diminuiti del 75%, poco più dei prezzi del polisilicio, che sono crollati di oltre il 70%.[40]

34. Questo trend, oggi responsabile di una vera e propria guerra dei prezzi e dei margini tra i maggiori produttori di pannelli solari cinesi,[41] ha contribuito ad aumentare le esportazioni di tecnologie fotovoltaiche dalla Cina verso altri Paesi. Nel corso dell'ultimo anno le esportazioni di pannelli solari cinesi verso il mondo sono ulteriormente aumentate, toccando livelli record a marzo 2026 e raggiungendo oltre i 32 Gigawatt di capacità in pannelli solari esportati, per un valore di 3,6 miliardi di dollari rispetto ai 2,1 registrati nel marzo 2025. Tale crescita nella domanda è stata trainata dalle regioni maggiormente colpite dalla crisi energetica causata dalla guerra di Stati Uniti e Israele contro l'Iran, come l'India, molti paesi del Sudest asiatico, paesi africani, tra cui Nigeria e Kenya, e la stessa Unione Europea,[42] contribuendo ad una sempre maggiore dipendenza dei paesi importatori dall'industria fotovoltaica cinese e aumentandone la vulnerabilità strategica.

DECARBONIZZAZIONE DEL TRASPORTO SU STRADA *101*: BATTERIE E VEICOLI ELETTRICI

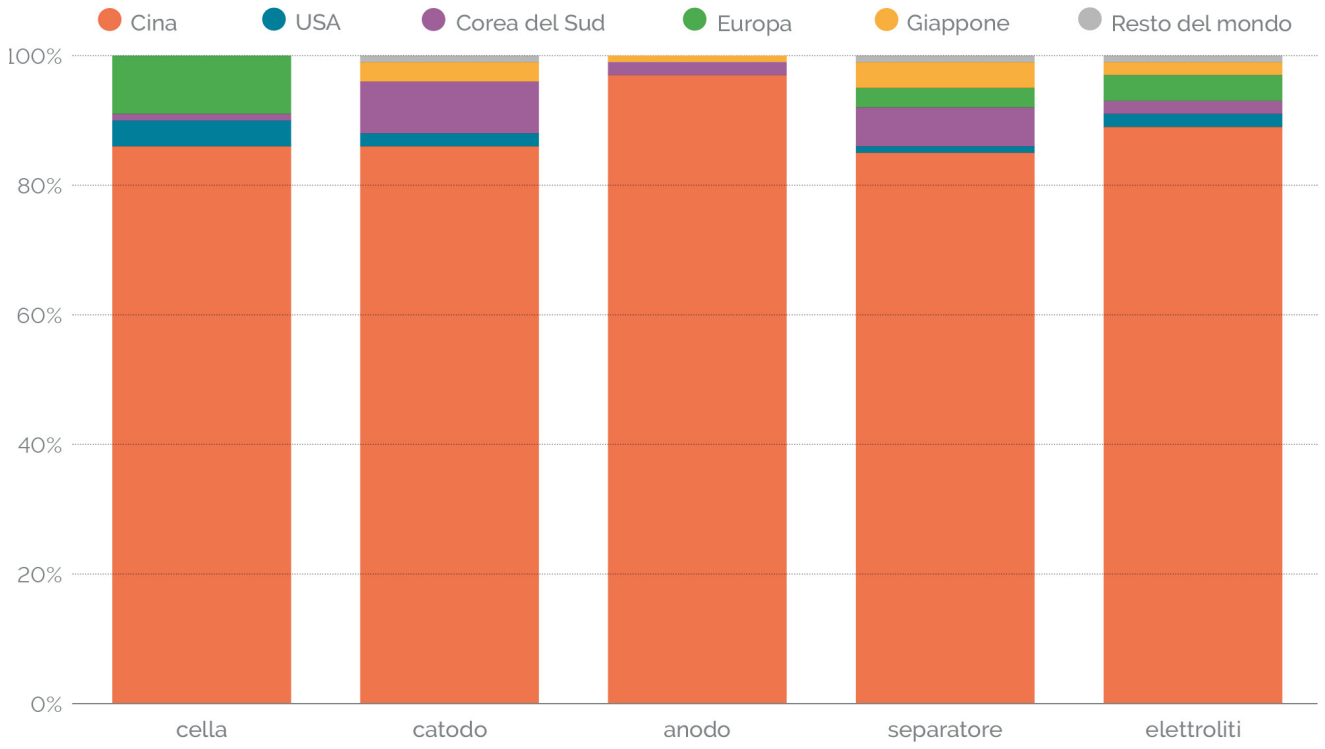
35. Oltre che dalle tecnologie fotovoltaiche, la transizione energetica dipende in misura sempre maggiore dalle batterie. Le batterie agli ioni di litio rappresentano una componente essenziale per i processi di elettrificazione, permettendo l'immagazzinamento dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili variabili come solare ed eolico e, in questo modo, contribuendo ad aumentare la flessibilità di sistemi energetici che altrimenti dipenderebbero sempre più dalla non semplice prevedibilità della generazione elettrica rinnovabile.[43] Naturalmente le batterie rivestono un ruolo centrale nello sviluppo della mobilità elettrica, in particolare dei veicoli stradali.

36 Dall'inizio degli anni '90 la produzione globale di batterie si è sempre più concentrata in Asia. Le prime batterie commerciali agli ioni di litio sono infatti state sviluppate in Giappone, ma nel corso dei decenni successivi l'industria ha conosciuto una transizione geografica. Oggi la catena del valore delle batterie, dalla raffinazione dei minerali critici alla manifattura delle batterie,[44] risulta dominata quasi totalmente da un altro paese asiatico: la Cina.[45]

37. Il dominio cinese in questo settore è meno legato al possesso delle materie prime e più determinato dal controllo delle fasi intermedie e finali della catena del valore, in particolare delle attività di raffinazione e trasformazione dei minerali critici per la produzione delle componenti essenziali per la realizzazione delle batterie. Come mostrato in Figura 5, la Cina infatti detiene quote predominanti della capacità produttiva globale soprattutto nella produzione dei materiali catodici e anodici.[46]

38. Tale controllo conferisce a Pechino un vantaggio strategico nella filiera globale delle batterie. La concentrazione della produzione di componenti fondamentali per la produzione di celle genera infatti forti dipendenze industriali per gli altri paesi, che finiscono così esposti a estreme vulnerabilità lungo le proprie catene di approvvigionamento.

Figura 5. Il dominio cinese sulla catena del valore delle batterie
Quota di produzione globale delle componenti delle batterie nel 2024



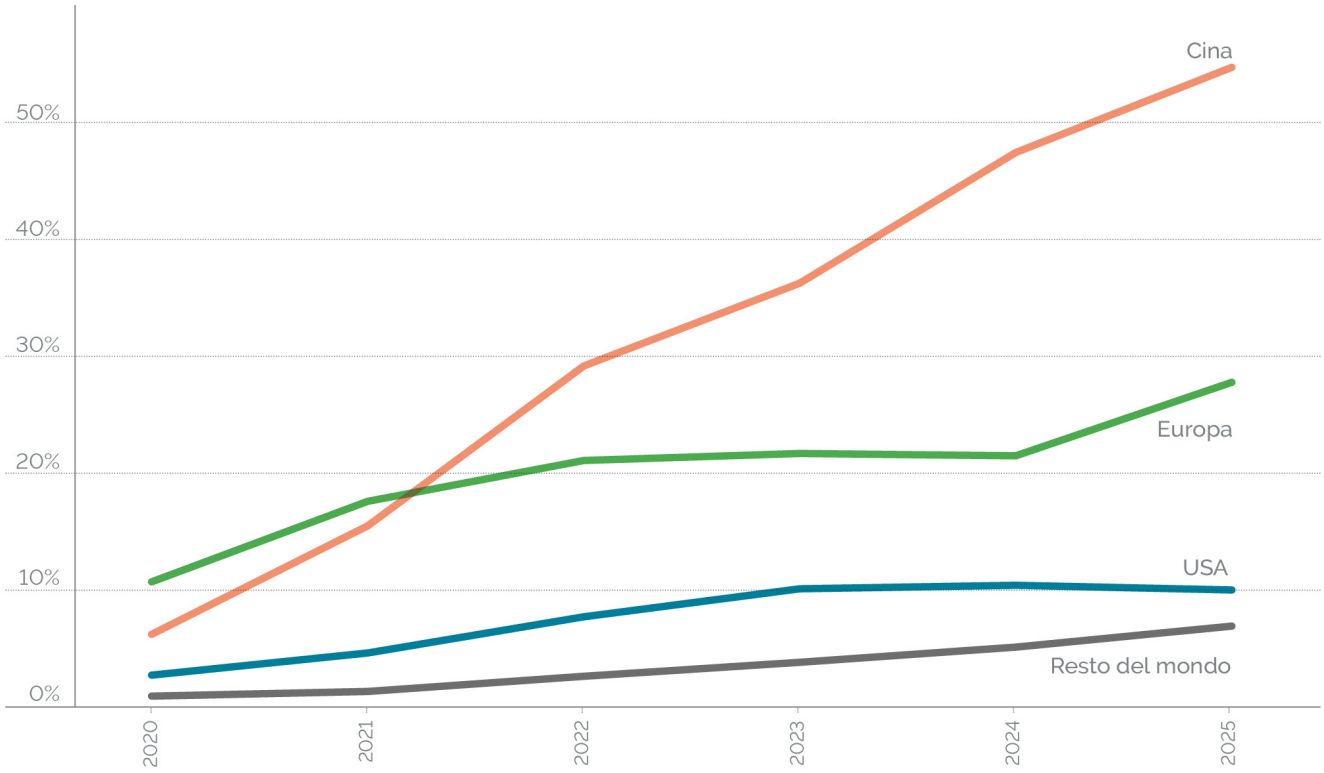
Fonte: elaborazioni ISPI su dati Carnegie Endowment for International Peace

39. La dipendenza dalle filiere cinesi sulle batterie si traduce inevitabilmente anche in dipendenza rispetto al futuro della mobilità: le batterie rappresentano infatti le principali componenti tecnologiche dei mezzi di trasporto elettrici e una quota rilevante dei loro costi di produzione, trasformando il controllo di tale filiera in una leva centrale della competizione industriale globale.

40. In circa 5 anni, il mercato dei veicoli elettrici ha registrato una crescita molto rapida. Nel 2025 le vendite delle auto elettriche hanno infatti superato le 20 milioni di unità (erano 2 milioni nel 2018 e meno di 7 nel 2021), con 1 auto elettrica immatricolata ogni 4 auto vendute.[47] Nel raggiungimento di questo risultato, la Cina è stata protagonista, rappresentando il principale mercato per veicoli elettrici a livello mondiale, da quando nel 2021 ha superato l'Europa per quota di auto elettriche vendute.

41. Sebbene questa tendenza sia stata inizialmente trainata quasi esclusivamente dal segmento dei veicoli leggeri, come automobili e veicoli a due ruote, negli ultimi anni progressi significativi sono stati registrati anche nel settore dei mezzi commerciali e pesanti, quali autobus e autocarri. Si tratta di un comparto tradizionalmente considerato tra i più difficili da decarbonizzare, a causa dell'elevato fabbisogno

FIGURA 6. EVOLUZIONE DEL MERCATO DELLE AUTO ELETTRICHE
QUOTA DI AUTO ELETTRICHE SUL TOTALE DI AUTO VENDUTE, PER REGIONE



Fonte: elaborazioni ISPI su dati IEA

energetico richiesto per il trasporto di merci e passeggeri su lunghe distanze. L'elettrificazione di questi veicoli richiede infatti batterie di maggiore capacità, con conseguenti incrementi di peso e di costo, oltre allo sviluppo di infrastrutture di ricarica ad alta potenza in grado di garantire tempi di rifornimento ridotti.[48]

42. Tuttavia, nonostante tali sfide tecnologiche, il mercato dei veicoli pesanti elettrici ha registrato una crescita particolarmente rapida negli ultimi anni. Nel 2025, le vendite globali di autocarri elettrici hanno sfiorato le 450.000 unità, segnando un record per il comparto e quasi un raddoppio rispetto all'anno precedente. La Cina ha trainato gran parte di questa crescita, concentrando circa 400.000 delle vendite registrate a livello mondiale. Il trasporto passeggeri sembra anche seguire una traiettoria positiva: nel 2025 le vendite globali di autobus elettrici sono aumentate del 12% rispetto all'anno precedente, e anche in questo segmento la Cina continua a rappresentare il principale mercato mondiale. La sua quota sulle vendite globali si è tuttavia ridotta dal 100% del 2018 a circa il 60% nel 2025, una dinamica che non riflette un ridimensionamento del settore cinese bensì una crescente diffusione dell'elettrificazione del trasporto pubblico urbano anche in altre regioni del mondo.[49]

43. I recenti sviluppi nelle politiche cinesi sull'elettrificazione dei mezzi pesanti suggeriscono un ulteriore rafforzamento della posizione di Pechino in questo settore nel corso dei prossimi anni. Nel 2026, infatti, il governo cinese ha annunciato un nuovo piano volto a portare veicoli pesanti non inquinanti al 40% delle nuove immatricolazioni entro il 2030, segnando uno dei target più ambiziosi a livello globale in questo campo. Il piano è accompagnato da strategie di investimento per infrastrutture di ricarica potenziate e di *battery swapping*,[50,51] la cui implementazione è già stata avviata con l'installazione di 305 stazioni di sostituzione batterie e ambiziosi progetti di espansione in programma fino al 2030.[52] Tale strategia dimostra come la Cina ambisca a giocare un ruolo centrale anche nel settore dei mezzi pesanti a basso impatto ambientale, consolidando la propria leadership industriale nella nuova era del trasporto su strada.

2.3 USA: IL "FATTORE TRUMP"

44. Se la Cina è riuscita ad affermarsi come leader in numerose filiere industriali legate alla transizione energetica, ciò è in parte dovuto anche alla capacità delle sue istituzioni di perseguire strategie economiche e industriali di lungo periodo. Pur tra contraddizioni e criticità, il sistema politico cinese ha garantito una notevole continuità nell'attuazione delle proprie priorità strategiche, favorendo la costruzione di vantaggi competitivi in settori considerati cruciali per lo sviluppo economico e tecnologico del paese. Una situazione profondamente diversa caratterizza invece gli Stati Uniti, dove l'alternanza politica tra amministrazioni con visioni spesso divergenti in materia energetica e climatica ha reso l'azione pubblica nel campo della transizione energetica estremamente altalenante. Negli ultimi anni l'ambizione climatica statunitense ha dunque subito significativi cambiamenti di indirizzo nelle sue politiche energetiche, climatiche e relative alla competitività industriale.

45. La prima grande inversione di rotta si è verificata con l'ingresso di Donald Trump alla Casa Bianca nel 2017. In aperta discontinuità rispetto all'amministrazione Obama, la strategia del presidente repubblicano si è da subito caratterizzata per un significativo ridimensionamento dell'impegno federale sulle questioni climatiche e per un altrettanto significativo rilancio di una politica energetica incentrata sullo sfruttamento delle risorse di combustibili fossili domestiche. L'approccio negazionista di Donald Trump riguardo la tematica del cambiamento climatico si è inoltre concretizzato nell'annuncio del ritiro statunitense dall'Accordo di Parigi, siglato nel 2015.

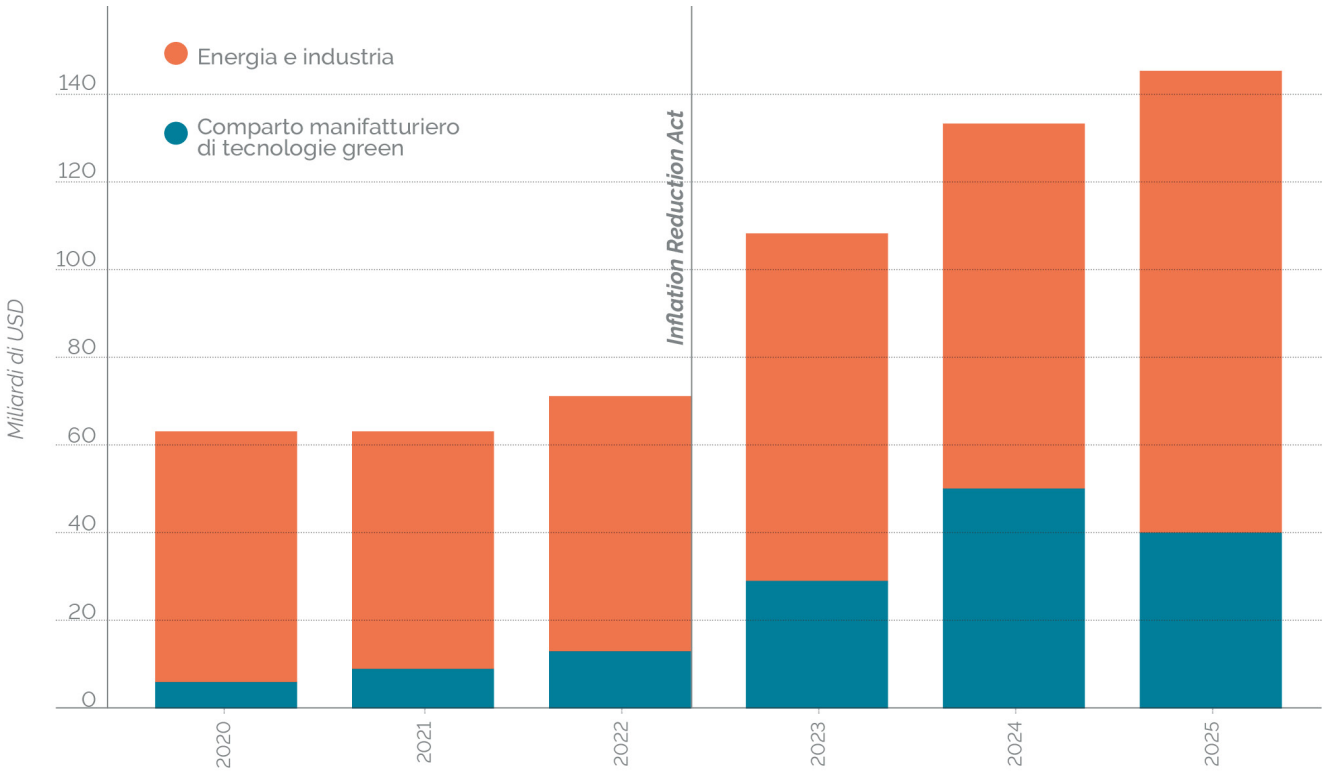
46. Con l'elezione di Joe Biden nel 2020, la politica climatica ed energetica degli Stati Uniti ha conosciuto un ulteriore cambio di direzione. Il mandato del Presidente democratico ha riportato al centro dell'agenda americana il tema della transizione energetica ed è stato segnato da alcune iniziative cardine, tra cui la riadesione degli Stati Uniti nell'Accordo di Parigi sul clima e l'introduzione di una delle leggi più rilevanti

a supporto di una strategia comprensiva di decarbonizzazione, fondata anche sul rafforzamento della competitività manifatturiera, l'*Inflation Reduction Act* (IRA).

47. L'IRA, largamente considerata una delle iniziative legislative più ambiziose nella storia degli Stati Uniti in materia climatica ed energetica,[53] è entrata in vigore nel 2022 e rappresenta un ampio pacchetto di misure del valore di oltre 700 miliardi di dollari[54] destinato a sostenere lo sviluppo di settori industriali fondamentali alla produzione di tecnologie funzionali alla transizione energetica, come energie rinnovabili, batterie e veicoli elettrici, attraverso incentivi fiscali e varie forme di prestito.

48. Nei primi anni dalla sua approvazione, l'IRA ha contribuito a raggiungere importanti obiettivi non solo climatici ma anche industriali, promuovendo la creazione di nuovi impianti produttivi e il rafforzamento delle catene di produzione domestiche soprattutto nei settori di batterie, veicoli elettrici e tecnologia per la produzione di energia rinnovabile. L'IRA ha inoltre contribuito alla creazione di molti posti di lavoro: nel primo trimestre del 2025 le misure avevano contribuito a creare 38.000 posti e all'annuncio di altri 390.000 (mentre i tagli dell'amministrazione Trump avvenuti nel corso dell'ultimo anno hanno ridotto quest'ultimo numero di quasi 100.000 unità, v. sotto).[55,56]

Figura 7. Effetti dell'IRA sugli investimenti nei settori green
Investimento annuo per settore



Fonte: elaborazioni ISPI su dati Clean Investment Monitor

49. Mentre le politiche dell'amministrazione Biden sembravano aver riportato gli Stati Uniti su una traiettoria più coerente con il raggiungimento dei propri obiettivi climatici, il ritorno di Donald Trump alla Casa Bianca nel 2025 ha invertito ancora una volta le priorità di Washington. Di fatto, la Casa Bianca ha nuovamente accantonato l'ambizione climatica, riportando al centro delle politiche energetiche il sostegno al settore dei combustibili fossili, all'insegna del motto "*Drill, baby, drill*".

50. Dal suo reinsediamento nel 2025, l'amministrazione Trump ha avviato una sostanziale revisione delle politiche ambientali statunitensi. Secondo il *Climate Backtracker* della Columbia University, tra il 9 gennaio 2025 e il 12 giugno 2026 il governo degli Stati Uniti ha promosso 371 tra proposte legislative, memorandum e ordini esecutivi finalizzati al ridimensionamento dell'impegno federale nella lotta al cambiamento climatico. Tali iniziative si sono accompagnate ad una serie di provvedimenti per la deregolamentazione dei settori dei combustibili fossili, inclusa l'introduzione di procedure accelerate per il rilascio dei permessi per trivellazioni ed esplorazioni, con l'obiettivo di preservare ed espandere l'industria petrolifera e del gas nazionale. Tuttavia, nonostante questo deciso cambio di passo, le iniziative dell'amministrazione Trump-Vance non sono riuscite ad arrestare la transizione energetica che negli Stati Uniti, come in altri paesi, continua ad avanzare (seppur più lentamente rispetto alla traiettoria del passato recente).

ELETTRIFICAZIONE, GLI STATI UNITI RESTANO INDIETRO

51. Nel 2025, in linea con la media globale, il 43% dell'elettricità generata negli Stati Uniti proveniva da fonti a basse emissioni di carbonio.[57] Dopo la Cina, gli Stati Uniti rappresentano il secondo mercato elettrico mondiale, con una domanda di elettricità di oltre 4.500 TWh per il 2025, a fronte dei circa 10.500 TWh registrati dalla Cina. Diversamente dal modello cinese caratterizzato da una crescita sostenuta nel tempo, la domanda statunitense degli ultimi venticinque anni risulta piuttosto stabile, con valori pro capite sostanzialmente invariati se non addirittura in lieve diminuzione, come d'altronde accade in Unione europea.[58]

52. Dopo anni di stagnazione e tassi di crescita inferiori all'1%, la domanda di elettricità nel 2025 ha segnato un +3%, in linea con il trend dell'anno precedente (+3,1%). Il 74% di tale aumento è stato soddisfatto dalla crescita in produzione energetica da solare ed eolico. Proprio solare ed eolico ricoprono un ruolo sempre più rilevante all'interno del mix energetico statunitense, contando per il 19% della produzione di elettricità totale rispetto al 12% del 2020.[59]

53. I trend degli ultimi anni suggeriscono insomma che la trasformazione del settore energetico americano continui a essere sostenuta da dinamiche ormai strutturali, sempre meno dipendenti da variazioni di priorità a livello del governo federale, complici la crescente competitività delle fonti di energia rinnovabili come il solare, la realizzazione di progetti e investimenti avviati negli anni precedenti e il sostegno di cui le nuove rinnovabili godono a livello dei singoli stati americani.

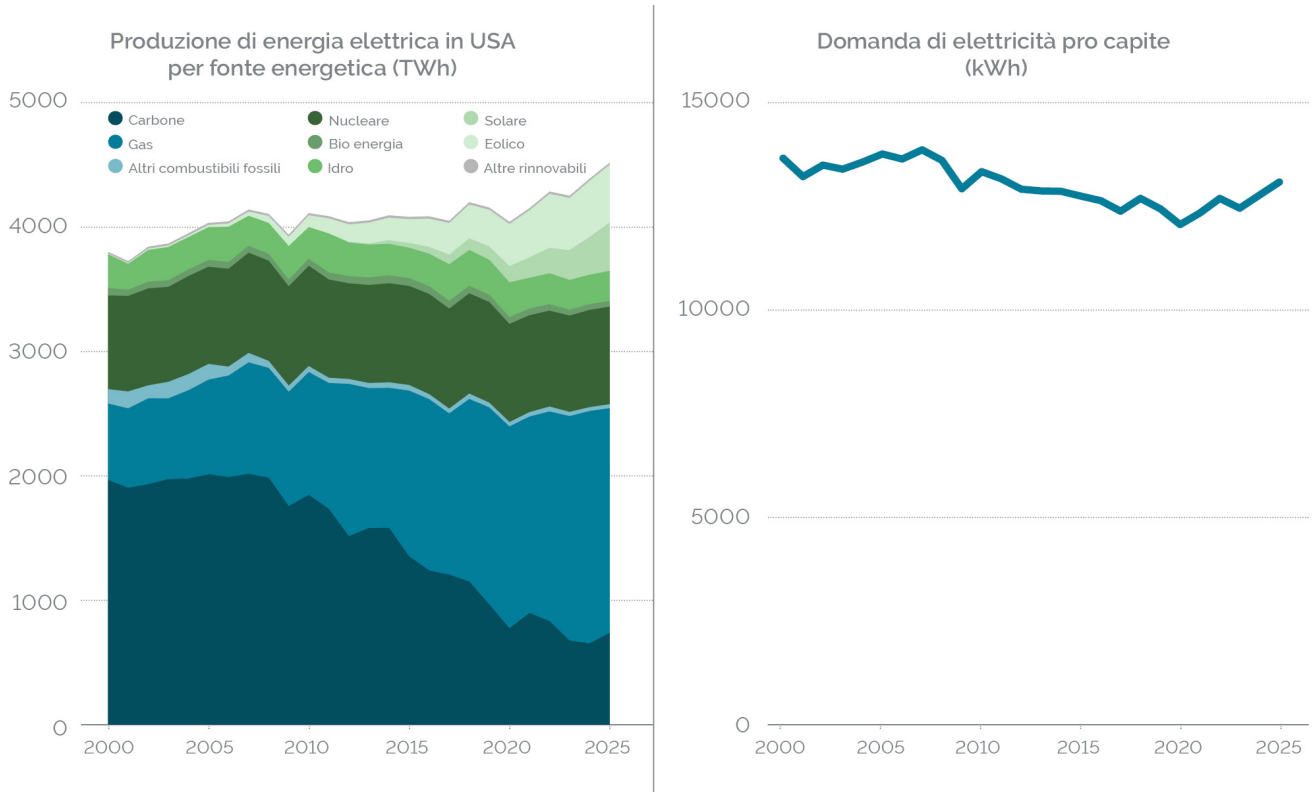
54. Tra la rapida espansione della capacità solare installata e il crescente impiego di batterie per l'accumulo di energia, l'energia solare ricopre un ruolo sempre più

centrale nella transizione energetica degli Stati Uniti. Nel 2025 sono stati aggiunti oltre 27 GW di capacità solare,[60] il secondo valore più alto di sempre dopo il record di 31 GW aggiunti nel 2024, confermando la competitività del fotovoltaico nella generazione elettrica del paese.[61] Significativo è inoltre che molte delle nuove installazioni siano avvenute in Stati a guida repubblicana, a dimostrazione di come la diffusione del solare sia una questione di convenienza economica e industriale più che una battaglia politica. Ulteriori 43 GW sono previsti per il 2026, il che farebbe segnare un nuovo record assoluto.

TRASPORTI: COSA VA E COSA NO NELL'APPROCCIO USA

55. Mentre nel settore della generazione elettrica gli Stati Uniti continuano a registrare importanti progressi, la transizione del comparto dei trasporti presenta ancora significativi ostacoli. Il settore dei trasporti è il primo per quantità di emissioni prodotte e rappresenta il 29% del totale delle emissioni nel paese,[62] rendendone la decarbonizzazione una delle sfide principali per il paese. Oltre a

FIGURA 8. ELETTRICITA' IN USA



Fonte: elaborazioni ISPI su dati Ember

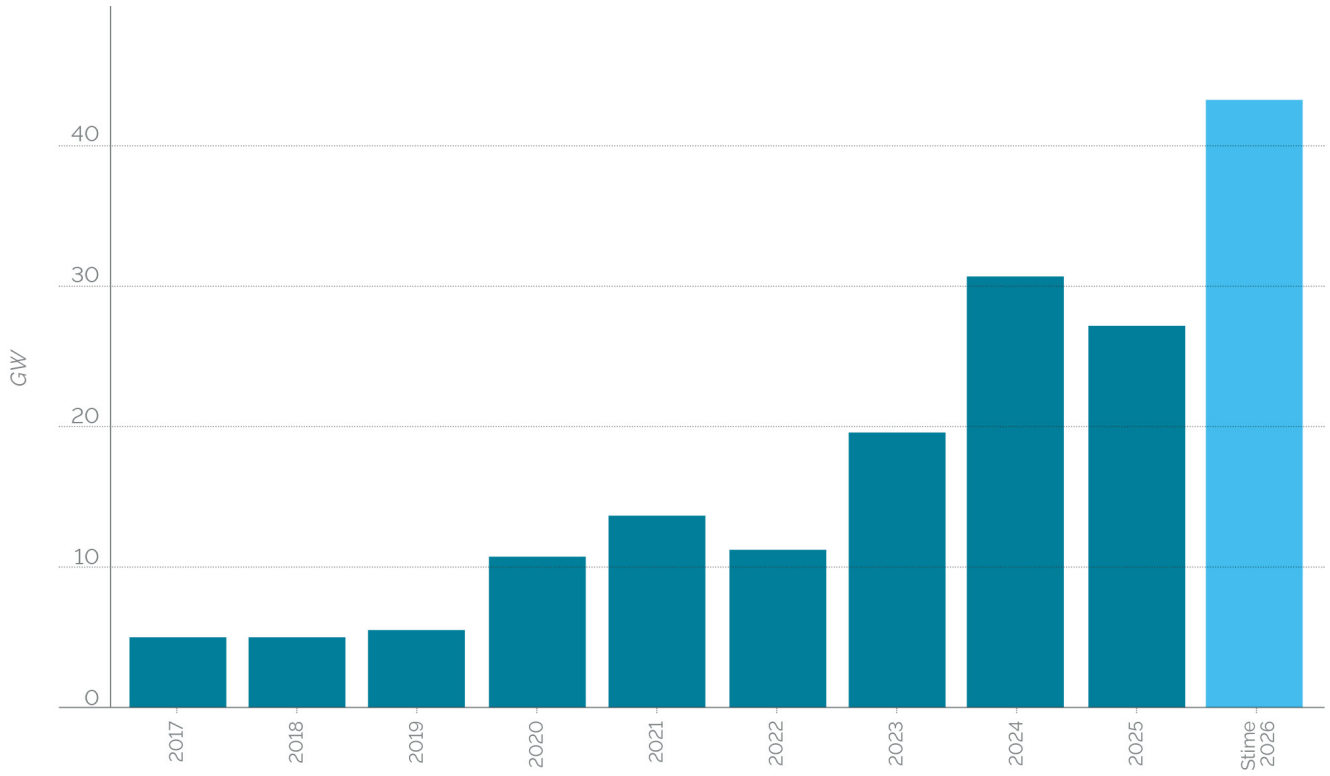
puntare sull'elettrificazione, gli Stati Uniti hanno attribuito alla produzione di veicoli elettrici anche una valenza industriale strategica allo scopo di dare nuovo slancio alla competitività della manifattura americana.

56. Nonostante gli Stati Uniti rappresentino uno dei mercati principali per la mobilità elettrica, negli ultimi due anni la crescita nelle vendite di veicoli elettrici è rallentata, con il numero di veicoli venduti nel 2025 sostanzialmente stabile rispetto al 2024[63] e fermo a 1,5 milioni, un valore nettamente più basso a un mercato comparabile come quello europeo (3,2 milioni nel 2024 e 4,2 milioni nel 2025). Tale andamento, confermato nei dati del primo trimestre del 2026, riflette una combinazione di fattori tra cui l'indebolimento delle misure di sostegno pubblico per i veicoli elettrici, come i crediti di imposta cancellati a ottobre 2025.[64]

57. Il rallentamento delle vendite sta anche ridisegnando le aspettative dall'ecosistema industriale sviluppatosi attorno ai veicoli elettrici e, più in generale, alla mobilità elettrica. Dopo anni di massicci investimenti, le imprese del settore

FIGURA 9. USA, SPINTA FOTOVOLTAICA

NUOVE INSTALLAZIONI DI CAPACITA' SOLARE NEGLI USA

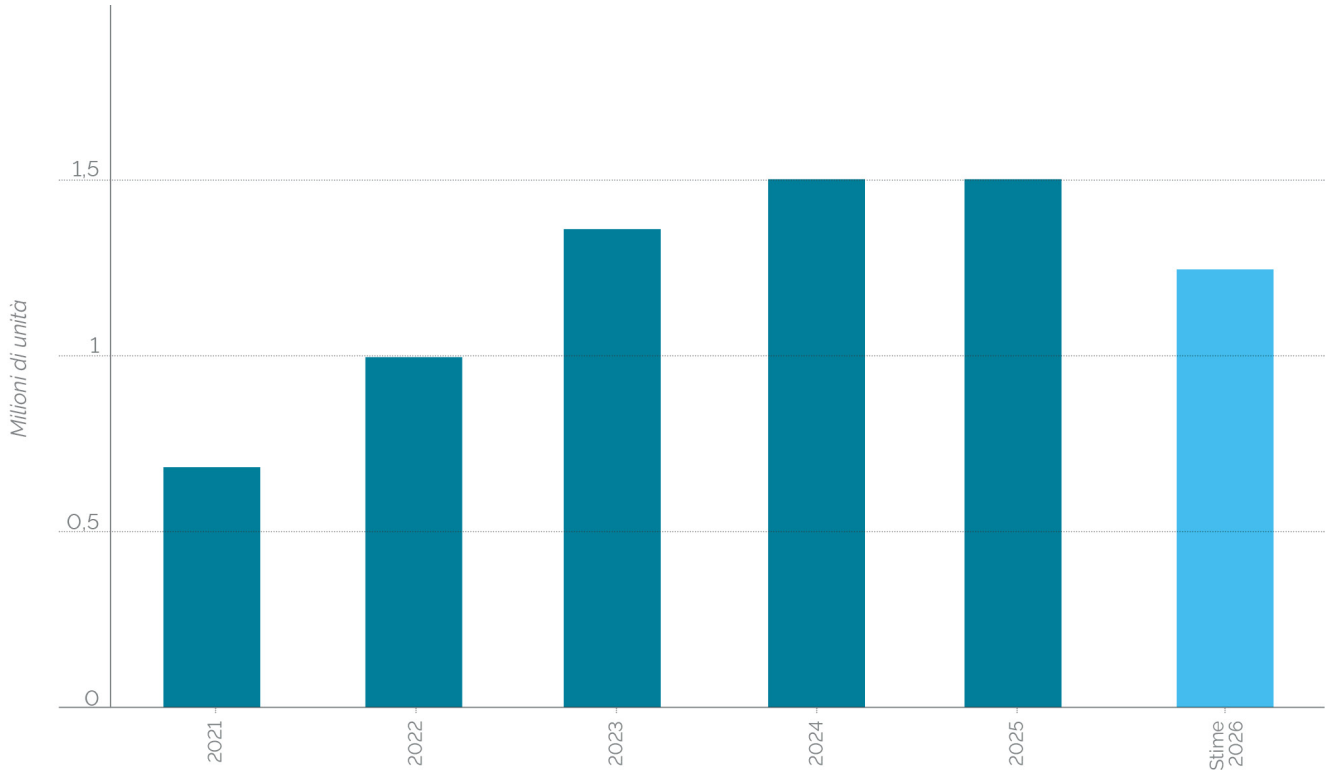


Fonte: elaborazioni ISPI su dati Ember, EIA

sembrano ora scegliere di ridimensionare le proprie ambizioni adottando strategie più prudenti (nel 2025 sono stati cancellati circa 30 miliardi di investimenti mentre nel 2023 ne erano stati annunciati 54). Uno dei principali fattori di incertezza è dato dalla scarsa prevedibilità del quadro normativo e dei meccanismi di incentivi,[65] sempre più soggetti a cambiamenti motivati da fattori politici piuttosto che strategici ed economici.

58. Le recenti scelte di alcune importanti case automobilistiche evidenziano tale dinamica. A fine del 2025, Ford ha annunciato una significativa revisione della propria strategia di elettrificazione, ridimensionando i piani di produzione di veicoli completamente elettrici a favore di un maggior focus sui modelli ibridi, accettando di incorrere in consistenti perdite legate ad investimenti programmati in precedenza.[66] Analogamente, nel marzo 2026 Honda ha annunciato la cancellazione di tre modelli di auto elettriche destinati alla produzione negli Stati Uniti, nonostante l'ampio piano di investimenti effettuati negli anni precedenti.[67]

Figura 10. USA, freno tirato sui veicoli elettrici
Auto elettriche vendute negli USA



Fonte: elaborazioni ISPI su dati IEA
Nota: i valori includono BEV (Battery Electric Vehicle) e plug-in hybrid

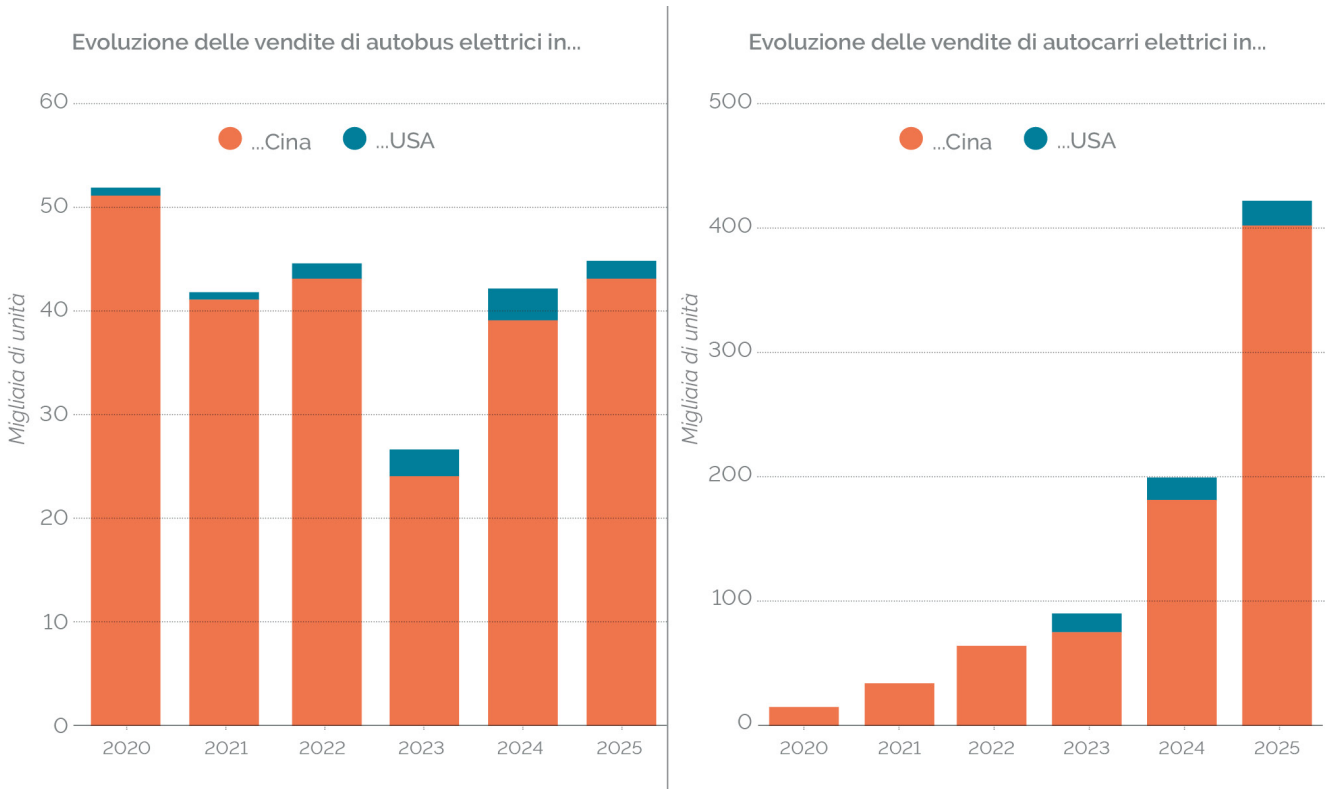
59. Questi sviluppi rischiano di indebolire la capacità degli Stati Uniti di competere con la Cina in segmenti sempre più strategici. Se Pechino continua a beneficiare di una crescente domanda interna e di una strategia industriale chiara, stabile ed integrata, l'ecosistema americano appare più esposto a oscillazioni politiche e di mercato, il che amplia il divario competitivo tra le due maggiori economie al mondo in uno dei comparti centrali per la decarbonizzazione del settore dei trasporti.

60. Ancora più marcati risultano gli ostacoli nel segmento dei mezzi pesanti, con la diffusione di queste tecnologie che procede ancora lentamente negli Stati Uniti. In particolare, il comparto degli autobus elettrici negli Stati Uniti ha registrato un forte rallentamento nel 2025, con un marcato calo delle vendite del 40% rispetto al 2024.[68]

61. Anche nel settore degli autocarri, gli Stati Uniti, pur registrando risultati migliori rispetto al comparto degli autobus, rimangono ancora molto distanti dai livelli cinesi. Il mercato statunitense, infatti, sembra trovarsi in una fase di sviluppo ancora iniziale della transizione del trasporto pesante verso tecnologie a basse emissioni, frenato da diverse sfide proprie del sistema di trasporto merci americano, come le lunghe percorrenze e la limitata diffusione di stazioni di ricarica ad alta potenza. Proprio le infrastrutture di ricarica rappresentano una delle priorità del settore, con particolare attenzione alle innovazioni in materia di installazioni di ricarica veloce come i *Megawatt Charging System*[69] per i veicoli pesanti.[70,71]

62. L'analisi del caso statunitense mostra come la transizione del settore dei trasporti americano continui a procedere, ma non senza ostacoli. Accanto ai progressi registrati nella diffusione di energie rinnovabili e nello sviluppo della mobilità elettrica, rimangono vive diverse criticità legate alla volatilità del quadro normativo e alla capacità di garantire continuità nella visione a lungo termine per la decarbonizzazione dei trasporti, ipotecandone il successo all'evoluzione di tali fattori.

Figura 11. Evoluzione delle vendite di autobus e autocarri elettrici



Fonte: elaborazioni ISPI su dati IEA

PARTE III
EUROPA: LO STRETTO SENTIERO DELLA DECARBONIZZAZIONE

63. L'analisi comparata delle strategie di decarbonizzazione dei principali attori internazionali consente di collocare l'esperienza europea in una prospettiva più ampia, in cui politiche climatiche si intrecciano con tematiche di sicurezza, politiche industriali e concorrenza tecnologica. Tale approccio permette di valutare la posizione dell'Unione Europea in maniera più consapevole, offrendo l'occasione di interrogarsi sulla sostenibilità economica del percorso di transizione del blocco.

64. La seconda fase della decarbonizzazione europea si misura con settori più difficili da decarbonizzare rispetto alla prima. Nel settore elettrico il rapido calo dei costi di solare ed eolico ha sostenuto, almeno in parte, l'ambizione regolatoria dei paesi occidentali e in particolare dell'Unione Europea. Nei trasporti, almeno per il momento, le condizioni sono meno favorevoli. I mezzi di trasporto hanno vita utile lunga e costi iniziali elevati, le infrastrutture devono spesso essere costruite prima che esista una domanda sufficiente a sostenerle e, in diversi comparti, i carburanti alternativi restano costosi o disponibili in quantità limitate. Il costo della transizione dipende quindi sempre meno dalla sola tecnologia e sempre più dagli investimenti necessari per costruire attorno a essa infrastrutture, reti di distribuzione e un mercato sufficientemente ampio.

65. Il settore dei trasporti, inoltre, è molto composito. Le flotte urbane pesanti (bus e furgoni), i camion per trasporto regionale e a lungo raggio, il marittimo e l'aviazione seguono curve di costo diverse. Alcuni segmenti sono già vicini alla fattibilità economica mentre altri richiedono infrastrutture, contratti e prezzi dell'energia più favorevoli. Altri ancora dipendono dalla nascita di mercati industriali oggi appena avviati, come quelli dei sustainable aviation fuels (SAF), degli e-fuels, del metanolo o dell'ammoniaca. Una valutazione unica della decarbonizzazione dei trasporti sarebbe dunque fuorviante.

66. Per mettere ordine in queste differenze, quest'analisi ha prodotto una heatmap dei principali percorsi di decarbonizzazione. La classificazione si basa sulla letteratura più recente e sulla modelli settoriali semplificati utilizzati per valutare i vari gradi di maturazione tecnologica e la difficoltà relativa dei vari percorsi sulla base delle condizioni al contorno. Per il trasporto stradale il riferimento principale è costituito dagli studi di IEA e ICCT (*International Council on Clean Transportation*) sul total cost of ownership di veicoli diesel, elettrici a batteria e fuel cell. Per il

marittimo sono state utilizzate le analisi prodotte dalla Commissione europea e da DNV (*Det Norske Veritas*), assieme a studi settoriali su biofuel, metanolo, ammoniaca ed e-fuels. Per l'aviazione il quadro deriva dalle stime di IATA (*International Air Transport Association*), ICCT ed EAFO (*European Alternative Fuels Observatory*) su costi, produzione e scalabilità dei carburanti sostenibili.

67. La heatmap distingue quattro livelli di difficoltà: bassa, media, alta e molto alta. La difficoltà è classificata come "bassa" quando la tecnologia è matura, il costo operativo appare competitivo o vicino alla parità rispetto alle alternative fossili e i colli di bottiglia appaiono gestibili. È classificata come "media" quando la traiettoria è credibile ma dipende dalle spese capitali (capex) e il relativo accesso al credito, dai costi dell'energia e dalla disponibilità di infrastrutture di ricarica. Diventa "alta" quando più vincoli tra questi iniziano a sommarsi e intersecarsi, e infine "molto alta" quando il problema principale riguarda la possibilità effettiva di raggiungere concretamente una scala industriale principalmente rispetto alla produzione e disponibilità di carburanti, soprattutto quando le catene di fornitura devono ancora crescere insieme alla diffusione delle nuove tecnologie.

68. Nel trasporto stradale urbano e regionale, l'elettrificazione a batteria è il percorso più maturo. I furgoni urbani hanno profili di utilizzo prevedibili, percorrenze compatibili con la ricarica in deposito o urbana e costi operativi già favorevoli in molti scenari. La difficoltà rimane media perché l'investimento iniziale può pesare molto, soprattutto per piccoli operatori e PMI. Lo stesso vale, con più cautela, per i camion per il trasporto a medio raggio: il rientro al deposito semplifica la ricarica, ma il capex di questi veicoli e la disponibilità di connessioni alla rete elettrica restano vincoli rilevanti.

69. Il trasporto a lungo raggio è il primo vero punto critico. I camion elettrici pesanti sembrano avviati verso una traiettoria credibile e diversi studi indicano una possibile parità di costo con il diesel entro il 2030. Questa parità dipende tuttavia da condizioni operative precise: un alto utilizzo dei mezzi, la disponibilità di ricarica ad alta potenza, un prezzo dell'elettricità prevedibile e tempi di fermo compatibili con le necessità logistiche degli operatori. L'utilizzo di veicoli alimentati a idrogeno presenta vincoli ancora maggiori: dai costi dei veicoli a quelli del carburante, dalla disponibilità delle infrastrutture di rifornimento alla probabile competizione con altri usi dell'idrogeno (e in particolare di quello a basse emissioni). Per questo motivo, nel medio periodo restano una soluzione di nicchia più che un'alternativa realistica ai veicoli a batteria.

70. Per il settore marittimo, il problema è di natura diversa. ETS e FuelEU Maritime introducono un costo crescente sulle emissioni e sull'intensità emissiva dei carburanti, ma dichiarandosi tecnologicamente neutrali. Nel breve periodo una parte della compliance può essere soddisfatta con una migliore efficienza operativa, da una differente gestione delle rotte e da un utilizzo limitato di miscele di carburanti alternativi. Per alcuni segmenti, in particolare container con elevato fattore di carico, il costo unitario dei nuovi carichi regolatori potrebbe restare relativamente contenuto. Tuttavia la difficoltà aumenta quando si passa dalla compliance di breve periodo alla sostituzione vera e propria dei combustibili fossili: biofuel sostenibili,

Tabella 1. Heatmap della difficolta' nei percorsi di decarbonizzazione

	Tecnologia	Costo operativo	Capex	Infrastruttura	Carburante /energia	Mercato /pass-through	**Difficoltà complessiva**
Furgoni urbani BEV	BASSA	BASSA	MEDIA	MEDIA	BASSA	MEDIA	MEDIA
Camion regionali BEV	MEDIA	MEDIA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Camion pesanti a lungo raggio BEV	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA
Camion pesanti a lungo raggio H_2/FCEV	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MOLTO ALTA	MEDIA	MOLTO ALTA
Container intra-UE (compliance +efficienza)	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Ro-ro/traghetti (compliance +efficienza)	MEDIA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
Trasporto marittimo - carburanti a basse emissioni (biocarburanti /metanolo /ammonica /e-fuels)	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MOLTO ALTA	ALTA	MOLTO ALTA
Aviazione a corto raggio - SAF	MEDIA	MEDIA	BASSA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Aviazione a lungo raggio - SAF/e-SAF	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	MOLTO ALTA	ALTA	MOLTO ALTA
Cargo aerei a lungo raggio - SAF/e-SAF	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	MOLTO ALTA	ALTA	ALTA

Scala euristica delle difficoltà

BASSA | MEDIA | ALTA | MOLTO ALTA

Fonte: elaborazioni ISPI su analisi della letteratura

Nota: ETS2 è escluso perché è uno strumento di policy che stimola la transizione, non un percorso tecnologico/fuel alternativo

metanolo, ammoniaca ed e-fuels richiedono infatti infrastrutture portuali e volumi di produzione che oggi non sono ancora disponibili su scala sufficiente.

71. Nell'aviazione, il carburante emerge ancora più chiaramente come collo di bottiglia. I SAF possono essere utilizzati sugli aeromobili attuali e non richiedono, almeno nel breve periodo, una sostituzione accelerata della flotta per essere impiegati. Questo riduce il peso del capex diretto per le compagnie. Il problema si sposta però sul costo e sulla disponibilità del carburante. Le prime quote previste da ReFuelEU Aviation possono essere assorbite con una difficoltà ancora media, soprattutto nel corto raggio. La traiettoria diventa molto più complessa quando aumentano le quote SAF e, soprattutto, quelle dei carburanti sintetici. Nel lungo raggio e nel cargo, la decarbonizzazione dipende quindi dalla capacità di costruire una filiera industriale che oggi resta ancora molto limitata rispetto ai consumi complessivi di jet fuel odierni e, in particolare, previsti nel futuro.

72. Questa distinzione dovrebbe essere utilizzata per giudicare le politiche europee adottate sinora, che si sono concentrate più sul fissare obiettivi vincolanti che sul percorso ottimale (e a minor costo / maggiori benefici) che possa portare al risultato auspicato, eventualmente anche rimodulando gli obiettivi quando questi appaiono irrealistici o eccessivamente costosi. Nei segmenti più maturi, l'obiettivo dovrebbe essere accelerare l'adozione senza lasciare indietro gli operatori con minore capacità finanziaria. Nei segmenti ancora immaturi, invece, il rischio è creare obblighi prima che esistano mercati efficienti, infrastrutture diffuse e/o carburanti sufficienti. La stessa ambizione climatica può quindi produrre effetti molto diversi a seconda del punto della filiera su cui interviene e del suo stadio di maturazione tecnologica.

73. Da questa distinzione assume grande importanza il tema del *sequencing,* ovvero dell'ordine con il quale affrontare la decarbonizzazione dei trasporti. Nei segmenti in cui la tecnologia è già matura, gli strumenti regolatori possono accelerare quella che sembra essere una traiettoria già plausibile perché il mercato già punta in quella direzione. Nei segmenti ancora immaturi, invece, gli obiettivi vincolanti europei rischiano di generare domanda "artificiale" prima che esistano offerta e infrastrutture sufficienti. Le stesse politiche possono dunque produrre effetti molto diversi a seconda del momento e delle modalità di intervento. In particolare, se si interviene troppo presto o in maniera irrealistica, le politiche rischiano di aumentare i costi sul settore e sulla società nel suo complesso senza offrire agli operatori una strada realmente praticabile per ridurre le emissioni.

74. Questo problema è particolarmente rilevante per l'Europa perché, come spiegato nella sezione 2 del paper, la transizione dei trasporti avviene in un contesto internazionale molto diverso da quello della prima ondata. La Cina è già avanti in molte tecnologie abilitanti per la mobilità elettrica e nella manifattura verde. Gli Stati Uniti, al contrario, stanno rallentando o rimodulando una parte della propria agenda climatica, ma possono permettersi di farlo anche perché partono da una posizione energetica nettamente più favorevole di quella europea e cinese, ovvero da una autosufficienza energetica netta sulle fonti fossili. L'Europa si trova nel mezzo: ha obiettivi climatici più vincolanti ma in un contesto di costi energetici

strutturalmente più alti e una leadership industriale meno solida nelle tecnologie che stanno guidando questa nuova fase della transizione.

75. La Cina rappresenta in maniera esemplare il caso in cui la decarbonizzazione dei trasporti trova il maggiore allineamento tra sicurezza energetica e "politica di potenza" industriale. L'elettrificazione riduce la dipendenza cinese dalle importazioni di petrolio e, al contempo, rafforza le imprese nazionali che già dominano sulle batterie, sui veicoli elettrici e sulla componentistica. Per Pechino la transizione non è esclusivamente politica climatica; è, anzi, una strategia cruciale per aumentare sia la propria sicurezza energetica, sia la propria supremazia manifatturiera e commerciale a livello internazionale.

76. Naturalmente, questo non rende il modello cinese privo di costi. La concorrenza interna è ormai molto dura e ciò ha contribuito a comprimere i margini delle imprese. A sua volta, la sovracapacità produttiva spinge verso l'export, alimentando le reticenze e i sospetti dei paesi destinatari di questo flusso commerciale (in primis Europa e Stati Uniti). Tuttavia, dal punto di vista della decarbonizzazione dei trasporti, la Cina beneficia di un vantaggio che l'Europa non ha nella stessa misura: può ridurre la sua dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili e, allo stesso tempo, rafforzare la propria posizione industriale in settori che conteranno sempre di più nell'economia della transizione verde.

77. Gli Stati Uniti si trovano nella posizione opposta. La frenata politica sulla transizione può produrre costi tecnologici e industriali nel medio periodo, amplificando un divario industriale già ampio, ma genera meno vulnerabilità immediate sul piano energetico rispetto all'UE. Gli Stati Uniti dispongono di abbondanti risorse fossili domestiche, negli ultimi 15 anni sono diventati addirittura esportatori netti di petrolio e gas naturale, e mantengono costi dell'elettricità nettamente più bassi rispetto alla media europea. Ciò implica che Washington possa permettersi una maggiore oscillazione tra politiche che accelerano e altre che frenano la transizione senza esporsi subito allo stesso grado di vulnerabilità esterna che caratterizza l'Europa.

78. Per l'Unione Europea il sentiero è invece più stretto. L'Europa non dispone del vantaggio industriale nelle tecnologie chiave per la transizione di cui dispone la Cina, né del "cuscinetto fossile" degli Stati Uniti. Inoltre il prezzo dell'energia resta un fattore strutturale a sfavore dell'UE, che genera un costante svantaggio competitivo. Anche immaginando una progressiva crescita delle rinnovabili e una riduzione della dipendenza dal gas nel corso del prossimo decennio, il costo dell'elettricità per gli usi industriali e commerciali europei resterà verosimilmente più alto rispetto a Stati Uniti e Cina ancora per molti anni. Questo pesa in modo diretto sui percorsi di decarbonizzazione elettrici, soprattutto nel trasporto pesante, e in modo indiretto sui carburanti sintetici, che per essere prodotti richiedono grandi quantità di elettricità a basso costo.

79. Il costo di restare indietro, tuttavia, può essere altrettanto alto. Rinviare l'elettrificazione e la riduzione dell'uso di carburanti fossili mantiene l'Europa esposta agli shock dei prezzi di petrolio e gas, come già mostrato dalla crisi energetica successiva all'invasione russa dell'Ucraina e, più di recente dalla crisi ancora in corso nel Golfo. L'elettrificazione dei trasporti riduce progressivamente questa vulnerabilità, ma ne apre un'altra: una maggiore dipendenza dalle catene del valore cinesi per batterie, veicoli elettrici, componenti critiche e tecnologie correlate. Tuttavia, la differenza principale è temporale e molto importante: uno shock fossile può avere un effetto molto forte e rapido perché, malgrado la consapevolezza di dover fare scorte, la possibilità di stoccare petrolio (e ancor di più gas naturale) rimane profondamente limitata. La dipendenza tecnologica dalla Cina è invece più strutturale e persino più profonda rispetto ai singoli fornitori di idrocarburi, ma trattandosi in questi casi di beni durevoli (veicoli elettrici, batterie, pannelli fotovoltaici o pale eoliche) un eventuale blocco delle esportazioni cinesi avrebbe conseguenze molto più diluite nel tempo.

80. Su questo dilemma si fondano le dimensioni piuttosto strette del sentiero di decarbonizzazione europeo rispetto a quelle dei concorrenti. Da un lato, decarbonizzare troppo lentamente significa restare più dipendenti dai combustibili fossili e perdere terreno industriale nei mercati della nuova mobilità. Dall'altro decarbonizzare troppo rapidamente, senza sufficienti infrastrutture, con costi dell'energia già molto elevati e filiere europee non competitive rischia di aumentare i costi per imprese e consumatori e di rafforzare la posizione dominante della Cina. La questione non è dunque scegliere tra clima e industria, ma evitare che una politica climatica mal sequenziata diventi un fattore di deindustrializzazione come, purtroppo, è in parte successo negli ultimi decenni.

Tabella 2. Principali colli di bottiglia nei percorsi di decarbonizzazione dei trasporti

Collo di bottiglia	Ambiti più colpiti	Perché conta	Rischio
Capex e accesso al credito	Furgoni urbani, flotte commerciali leggere, trasporto pesante regionale, PMI dell'autotrasporto	In alcuni segmenti il costo operativo dell'elettrico è già competitivo o vicino alla parità, ma l'investimento iniziale resta elevato e non tutti gli operatori hanno la stessa capacità finanziaria	Una transizione conveniente nel ciclo di vita del mezzo può rimanere inaccessibile proprio per gli operatori più piccoli
Ricarica, rete e tempi di connessione	Trasporto pesante per medio e lungo raggio	La fattibilità dei veicoli elettrici pesanti dipende dalla disponibilità di ricarica in deposito, e più ricariche ad alta potenza su strada	Gli standard sui nuovi veicoli possono sembrare realistici sulla carta ma difficili da tradurre in operatività quotidiana
Costo dell'elettricità per usi commerciali	Trasporto pesante elettrico, ricarica ad alta potenza, produzione di carburanti sintetici	Il vantaggio dell'elettrificazione dipende dal differenziale tra costo dell'elettricità e costo dei carburanti fossili. In Europa questo passaggio è più delicato perché i prezzi dell'energia restano strutturalmente più alti rispetto a Stati Uniti e Cina	La parità economica dei percorsi elettrici può allontanarsi, soprattutto nei segmenti ad alta intensità energetica
Scala industriale dei carburanti alternativi	Aviazione SAF/e-SAF; marittimo con biofuel sostenibili, metanolo, ammoniaca ed e-fuels	Nei settori più difficili da elettrificare il vincolo principale riguarda la disponibilità fisica dei carburanti alternativi, oltre al loro costo. La domanda regolatoria può crescere più rapidamente dell'offerta industriale	Gli obblighi di legge possono creare domanda prima che esistano volumi sufficienti, aumentando i costi senza ridurre a sufficienza le emissioni
Pass-through e margini operativi	Ro-ro/ferry, piccoli operatori stradali, cargo e segmenti logistici più esposti alla concorrenza	I nuovi costi regolatori non incidono allo stesso modo lungo tutte le catene logistiche. Alcuni operatori possono trasferirli a valle, altri li devono assorbire comprimendo i margini	Per gli operatori più deboli o esposti, la decarbonizzazione è un costo aggiuntivo che tuttavia non genera investimenti sufficienti
Rischio competitivo e delocalizzazione delle emissioni	Shipping globale, aviazione a lungo raggio, filiere legate ai veicoli elettrici e alle batterie	L'UE internalizza i costi climatici più rapidamente di molti concorrenti, ma dipende da tecnologie e componenti prodotti in larga parte fuori dall'Europa	Il costo europeo della decarbonizzazione può rafforzare vantaggi industriali esterni o spostare emissioni e attività economica fuori dall'UE
Turnover lento delle flotte	Autotrasporto, mezzi pesanti, marittimo e aviazione	Gli standard sui nuovi mezzi incidono gradualmente sul parco esistente, mentre una parte rilevante delle emissioni continuerà a dipendere da veicoli, navi e aeromobili già in uso	Gli obiettivi al 2030 e al 2035 possono risultare disallineati rispetto alla velocità reale di sostituzione degli asset
Incertezza regolatoria	Tutti i percorsi ad alta intensità di capitale: veicoli pesanti elettrici, idrogeno, SAF/e-SAF, carburanti marittimi alternativi	Investimenti in mezzi, infrastrutture e carburanti richiedono orizzonti lunghi e regole prevedibili. Revisioni frequenti o poco coordinate aumentano capex	Gli operatori possono rinviare gli investimenti, ridurre l'ambizione o puntare su soluzioni transitorie meno coerenti con gli obiettivi climatici

81. In questo senso, l'esperienza della prima ondata di politiche europee per la decarbonizzazione offre una lezione utile. L'Europa ha spesso anticipato gli altri nella regolamentazione climatica, ma ha spesso fallito nel tentativo di trattenere il vantaggio industriale creato dalla domanda pubblica e dagli incentivi. In alcuni casi ha pagato costi elevati nelle fasi iniziali, quando le tecnologie erano ancora care e non mature, per poi vedere una parte crescente della manifattura spostarsi altrove una volta raggiunte le necessarie economie di scala. Nella seconda ondata ci saranno meno margini per ripetere lo stesso errore, perché l'Europa non è più il *first mover* assoluto: in quasi tutti i settori la Cina è già più avanti. Per questo la politica europea deve essere più selettiva, più attenta alle condizioni industriali di partenza e meno incline a confondere l'obiettivo finale con il percorso necessario per raggiungerlo.

82. A livello di politiche europee, una certa protezione diventa quindi inevitabile, ma deve essere disegnata con precisione. È necessario proteggere i lavoratori e le imprese dei settori *legacy*, a partire dall'automotive tradizionale. È necessario poi proteggere i consumatori più fragili, che subiscono l'aumento dei costi prima di poter avere accesso ad alternative altrettanto convenienti. Serve proteggere le PMI, per le quali il capex iniziale può essere più rilevante del costo operativo nel ciclo di vita del mezzo. Serve infine ripristinare condizioni di parità quando i concorrenti esterni dell'Unione Europea non internalizzano gli stessi costi ambientali o beneficiano di condizioni di mercato distorte.

83. La seconda ondata delle politiche di decarbonizzazione europea ha dunque bisogno di pragmatismo. Questo pragmatismo non consiste nell'eliminare gli obiettivi europei di decarbonizzazione, ma nel collegarli meglio alle condizioni che li rendono realizzabili. Nei segmenti maturi, la priorità rimarrà quella di incentivare e accelerare l'adozione. Nei segmenti immaturi si dovrebbe però spostare su quella di costruire, rafforzare e coltivare le filiere abilitanti. Infine, in entrambi i casi sarà cruciale evitare che il costo europeo della decarbonizzazione diventi un incentivo alla delocalizzazione. La "seconda ondata" può essere politicamente, socialmente ed economicamente sostenibile solo se gli obiettivi europei avanzano di pari passo con il progredire delle tecnologie abilitanti della transizione e con il dispiegarsi delle infrastrutture necessarie.

84. Da qui deriva la necessità di distinguere non soltanto tra i diversi percorsi tecnologici, ma anche tra i colli di bottiglia che ne condizionano la fattibilità. In alcuni casi il vincolo principale è finanziario, in altri infrastrutturale, in altri ancora industriale. Per questo motivo, la sostenibilità della seconda ondata di decarbonizzazione non dipende soltanto dal livello degli obiettivi europei, ma anche dalla capacità di intervenire sul vincolo dominante in ciascun segmento dei trasporti. La tabella 1 mostra perché il pragmatismo europeo non dovrebbe limitarsi ad una generica richiesta di maggiore flessibilità, ma deve essere modulato a seconda dei diversi segmenti e settori.

PARTE IV
OPZIONI DI POLICY

85. Le sezioni precedenti hanno mostrato che la seconda ondata della decarbonizzazione europea va valutata alla luce delle condizioni che rendono i target effettivamente realizzabili. Nei trasporti, più che in altri settori, non basta fissare una traiettoria: occorre far avanzare insieme tecnologie, infrastrutture, filiere industriali e strumenti finanziari. Dove questi elementi sono già abbastanza maturi, la policy dovrebbe accelerarne l'adozione. Dove mancano ancora scala industriale e offerta, dovrebbe aiutare a costruire il mercato. E quando il costo europeo della decarbonizzazione rischia di colpire le imprese, i territori e i consumatori più esposti, deve riuscire a proteggerli.

86. Raddrizzare la rotta della seconda ondata significa renderla più attuabile. Questo anche perché, come abbiamo visto, l'Europa procede in un contesto meno favorevole rispetto a Cina e Stati Uniti: ha obiettivi più vincolanti, costi energetici più alti e una posizione industriale meno forte in alcune tecnologie cruciali. Da qui derivano le seguenti proposte, delineate lungo quattro linee di intervento: governance, competitività, sviluppo dei mercati e tutela dei segmenti vulnerabili.

Tabella 3. Sintesi delle opzioni di policy

Area	Proposta	Obiettivo	Strumenti possibili	Destinatari delle misure
Governance	*Rafforzare le verifiche periodiche*	Evitare che i target procedano senza controllo sulle condizioni reali	Dashboard, revisioni ordinarie, stress test quinquennali	Commissione, Stati membri, imprese
	Legare gli obblighi alle condizioni abilitanti	Alcuni obblighi diventano sostenibili solo se infrastrutture e offerta sono mature	Indicatori su ricarica, SAF, porti, prezzi energetici	Logistica, aviazione, shipping
	Introdurre flessibilità senza ridurre l'ambizione	Assorbire shock temporanei senza compromettere traiettoria	Medie pluriennali, target a corridoio, finestre condizionate	Commissione, imprese, consumatori
	Segmentare meglio il trasporto stradale	Auto, furgoni, camion regionali e lungo raggio hanno maturità diverse	Flessibilità circoscritte per usi specifici	Automotive, logistica, piccoli operatori
Segmenti maturi	*Rimuovere barriere all'investimento iniziale*	Il costo iniziale rallenta tecnologie convenienti nel ciclo di vita	Leasing sociale, garanzie, rottamazione selettiva	PMI, piccoli operatori, famiglie
	Portare la ricarica dove serve	Per la logistica conta la localizzazione, non solo il numero di colonnine	Corridoi TEN-T, hub, depositi, interporti	Trasporto merci
	Rendere prevedibile il costo dell'elettricità	Prezzi alti o volatili riducono la convenienza dell'elettrificazione	PPA, hedging, aggregazione domanda, garanzie	Logistica, PMI, produttori
	Usare ETS2 come leva graduale	Il carbon pricing funziona solo se finanzia alternative reali	Ricavi vincolati, Social Climate Fund	Famiglie, trasporto stradale, PMI

Mercati non scalati	*Dare certezza agli investimenti nei carburanti alternativi*	I mandati creano domanda, ma non bastano a finanziare impianti	CfD, aste, offtake, garanzie pubbliche	Aviazione, shipping, produttori fuel
	Allineare obblighi e disponibilità di carburanti	Target troppo alti rischiano aumento prezzi senza benefici	Supply review periodica	Aviazione, cargo, lungo raggio
	Rafforzare partnership internazionali	Parte dei carburanti verdi dovrà essere importata	Accordi su H_2, ammoniaca, e-fuels	UE, paesi partner, industria
	Concentrare investimenti marittimi	Nel marittimo contano rotte, porti e infrastrutture concentrate	Corridoi verdi, fondi ETS, pooling	Porti, shipping, operatori logistici
Protezione	*Evitare carbon leakage*	Costi climatici europei possono spostare attività fuori dall'UE	CBAM, misure anti-deviazione rotte	Industria europea, porti, shipping
	Usare la domanda verde per filiere UE	Standard verdi non garantiscono leadership industriale europea	Clean Industrial Deal, NZIA (Net-Zero Industry Act) CRMA (Critical Raw Materials Act)	Industria europea
	Aiutare chi assorbe i maggiori costi	I costi non si distribuiscono in modo uniforme	Osservatorio pass-through, ricavi ETS2 mirati	PMI, famiglie vulnerabili, logistica
	Accompagnare territori automotive	L'elettrico colpisce componentistica e occupazione tradizionale	Riconversione, riqualificazione, attrazione investimenti	Regioni automotive, lavoratori, fornitori

4.1 CORREGGERE LA GOVERNANCE DELLA SECONDA ONDATA

- **Rafforzare le verifiche periodiche della sostenibilità della transizione europea**. Le revisioni degli obiettivi europei dovrebbero diventare momenti ordinari e prevedibili, in cui gli attori coinvolti si confrontano sulla sostenibilità della traiettoria della transizione. Il confronto dovrebbe avvenire sulla base di una serie di dati raccolti in maniera sistematica, per esempio su una Dashboard della transizione dei trasporti. L'UE si sta già muovendo in questa direzione almeno nel settore auto, dove la Commissione ha proposto di valutare il rispetto dei target CO_2 su una finestra triennale, invece che su un solo anno. Il passaggio successivo sarebbe rendere queste verifiche più sistematiche, con stress test settoriali prima delle principali scadenze 2030, 2035 e 2040.
- **Legare gli obblighi alle condizioni abilitanti**. In alcuni comparti, lo stesso obbligo può produrre effetti molto diversi a seconda del momento in cui viene imposto. Per i camion elettrici a lungo raggio la presenza di ricarica ad alta potenza lungo i corridoi principali, le connessioni adeguate nei depositi e prezzi elettrici prevedibili sono fattori cruciali per rendere lo stesso obbligo più o meno economicamente sostenibile. Per l'aviazione conta la disponibilità fisica di SAF in volumi compatibili con la domanda regolatoria. Per il marittimo contano porti, rotte, infrastrutture di rifornimento e carburanti alternativi. Legare alcuni passaggi regolatori a indicatori di maturità permetterebbe di evitare che gli obblighi più onerosi arrivino stabilmente prima delle condizioni di mercato che permettono agli operatori di rispettarli investendo, anziché assorbendo soltanto costi.
- **Introdurre flessibilità senza ridurre l'ambizione**. Quando serve ad assorbire shock o ritardi temporanei, la flessibilità è un pregio che non andrebbe soltanto descritto come un modo per guadagnare tempo. Medie pluriennali, finestre temporali condizionate e target "a corridoio" permetterebbero di mantenere la direzione di marcia evitando che un singolo anno con domanda debole, energia troppo cara nel corso di uno shock energetico o ritardi infrastrutturali generino delle conseguenze economiche sproporzionate, le quali spesso si traducono in contraccolpi politici. Questa logica è già entrata nel dibattito sui target auto e furgoni al 2030 e 2035, ma potrebbe essere applicata anche ad altri segmenti del settore trasporti. La condizione è che la flessibilità resti agganciata a criteri trasparenti, e che quando le condizioni migliorano la traiettoria torni a sua volta più ambiziosa.
- **Riconoscere che il trasporto stradale ha traiettorie distinte**. Il trasporto stradale è il comparto più vicino all'elettrificazione, ma auto, furgoni, camion regionali e lungo raggio non si trovano sullo stesso livello di maturità. Il

phase-out dei nuovi veicoli a combustione interna può restare la direzione di marcia, ma con flessibilità circoscritte per usi professionali specifici, veicoli specialistici, piccoli produttori o segmenti in cui l'alternativa elettrica non è ancora pienamente comparabile. Non c'è dubbio che individuare il giusto equilibrio tra frenare dove il mercato è già pronto e forzare dove mancano condizioni operative essenziali sia complicato. Tuttavia, una regolamentazione ancora più segmentata permetterebbe di conciliare maggiormente ambizione climatica e realismo sul piano industriale e di mercato.

4.2 ACCELERARE DOVE LA TRANSIZIONE È GIÀ ECONOMICAMENTE SOSTENIBILE

- **Rimuovere le barriere all'investimento iniziale**. Nei segmenti stradali più maturi il problema non è sempre o non tanto la convenienza lungo l'intero ciclo di vita, ma la capacità di finanziare il passaggio iniziale. Flotte urbane, veicoli commerciali leggeri e camion per il trasporto di medio raggio si stanno avvicinando alla parità operativa con il diesel, ma l'acquisto del mezzo resta più oneroso e pesa soprattutto su famiglie a reddito medio-basso, microimprese e piccoli operatori logistici. Gli strumenti possibili da valutare includono il leasing sociale, leasing agevolati per PMI, garanzie pubbliche, rottamazione selettiva o supercrediti mirati.
- **Portare la ricarica dove serve alla logistica**. Per il trasporto merci il punto cruciale non è un numero generico di colonnine, ma la presenza di postazioni di ricarica dove le merci si muovono davvero: depositi, hub logistici, principali corridoi autostradali, interporti e aree portuali. L'elettrificazione dei camion richiede che questi luoghi siano connessi alla rete, dispongano della necessaria potenza erogabile in maniera affidabile e in tempi compatibili con l'organizzazione dei viaggi. Un piano europeo per la ricarica dei veicoli pesanti dovrebbe quindi concentrarsi sui corridoi TEN-T e sui principali nodi logistici, accelerando autorizzazioni e connessioni. AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) e la pianificazione TEN-T hanno già iniziato a fissare un quadro infrastrutturale europeo; la fase successiva riguarda il rafforzamento operativo della rete, soprattutto per il lungo raggio e per la ricarica in deposito.
- **Rendere più prevedibile il costo dell'elettricità**. L'elettrificazione dei trasporti diventa più complessa quando il prezzo commerciale dell'elettricità è alto o subisce variazioni molto elevate in poco tempo. È un problema che non colpisce soltanto l'Europa, ma che per l'Europa è particolarmente importante: rispetto a Stati Uniti e Cina, l'UE parte con costi energetici più elevati e questo

pesa sia sui mezzi elettrici sia sulla produzione di carburanti sintetici. Qui l'UE ha già iniziato a muoversi con il Clean Industrial Deal e l'Affordable Energy Action Plan, che prevedono tra l'altro garanzie per contratti di lungo periodo, sviluppo dei mercati forward e strumenti di hedging. Per la logistica dei trasporti, tuttavia, la priorità è rendere programmabile il costo dell'energia: per esempio pensando a PPA (Power Purchase Agreement) accessibili anche alle PMI, eventuali strumenti di aggregazione della domanda, e garanzie che possano ridurre il rischio prezzo e il costo del capitale.

- **Usare ETS2 come leva graduale per la transizione**. ETS2 può aumentare la convenienza relativa delle alternative a basse emissioni, ma resterà politicamente fragile se si tradurrà in un semplice aumento del prezzo dei carburanti. La sua efficacia dipenderà da tre elementi: la capacità di stabilizzare il prezzo dopo un periodo di prevedibile volatilità iniziale, l'esistenza effettiva di alternative a prezzi sostenibili e, soprattutto, l'utilizzo delle risorse ricavate in maniera vincolata ad agevolare la transizione nel settore dei trasporti. Il quadro europeo prevede già meccanismi di avvio graduale, una riserva di stabilità e l'esistenza del Social Climate Fund. Tuttavia, sarebbe auspicabile l'imposizione di maggiori vincoli sull'uso dei ricavi per la decarbonizzazione dei trasporti, nel senso di finanziare il rinnovo delle flotte, il leasing sociale, la creazione di punti di ricarica e il sostegno alle PMI.

4.3 COSTRUIRE I MERCATI CHE OGGI NON HANNO ANCORA SCALA

- **Dare certezza agli investimenti nei carburanti alternativi**. ReFuelEU Aviation e FuelEU Maritime hanno già creato domanda per i carburanti sostenibili. Tuttavia la domanda da sola non basta a rendere bancabili gli investimenti. SAF, e-SAF, e-fuels, metanolo o ammoniaca richiedono impianti ad alta intensità di capitale, feedstock affidabili, elettricità a basse emissioni e l'esistenza di contratti di lungo periodo. Per questo servono strumenti che riducano il rischio industriale: contratti per differenza (CfD), aste competitive, contratti di acquisto di lungo periodo e garanzie pubbliche. Senza un pacchetto industriale di costruzione dell'offerta il rischio è che gli obblighi aumentino il prezzo dei carburanti disponibili senza creare abbastanza capacità nuova, soprattutto nei segmenti più difficili da elettrificare.

- **Allineare gli obblighi alla disponibilità reale di carburanti**. Collegato al primo punto, gli obblighi di miscelazione e gli standard sui carburanti dovrebbero essere coerenti con l'offerta effettivamente disponibile. Nel caso dell'aviazione, ReFuelEU prevede quote crescenti di SAF dal 2025 fino al 2050 ma il settore segnala da tempo che la disponibilità a oggi resta limitata ed è molto costosa. Una supply review periodica dovrebbe quindi valutare volumi, costi e capacità di trasferire il sovrapprezzo lungo la filiera, distinguendo tra trasporto aereo a corto raggio, lungo raggio e cargo. Questo perché nel corto raggio esistono più margini di sostituzione o riduzione della domanda, mentre nel lungo raggio e nel cargo la dipendenza da SAF ed e-SAF è molto più forte. La calibrazione dei mandati servirebbe a evitare che l'obbligo proceda in maniera costantemente più veloce rispetto alla scala industriale realistica.
- **Rafforzare e selezionare con cautela le partnership internazionali**. Una parte dei carburanti verdi e dei loro prodotti intermedi dovrà probabilmente essere importata, perché l'Europa non avrà sempre elettricità a basso costo e spazio sufficiente per produrre tutto internamente. Le partnership su idrogeno, ammoniaca ed e-fuels possono quindi avere un ruolo importante. Tali partnership vanno valutate con maggiore realismo rispetto a quanto fatto sinora. La selezione dei partner dovrebbe guardare al costo finale del carburante, trasporto incluso, ma anche alla stabilità politica e alla capacità di arrivare davvero a prendere una decisione finale di investimento in tempi utili. L'obiettivo dovrebbe essere quello di evitare di sostituire una dipendenza fossile con una nuova dipendenza industriale fragile, costruita su progetti non bancabili o su volumi che restano sulla carta.
- **Concentrare gli investimenti marittimi su rotte e porti primari**. Nel marittimo, la transizione dipende dai carburanti ma anche dalla geografia delle rotte, dagli scali, dal transhipment e dalla capacità dei porti, in questo contesto, di offrire infrastrutture di rifornimento. Per questo l'approccio più realistico non è distribuire investimenti in modo uniforme, ma concentrarli su rotte e porti primari dove domanda, infrastrutture e carburanti possano crescere insieme. FuelEU Maritime già prevede meccanismi di pooling che possono rendere meno onerosa la fase iniziale, premiando gli operatori che anticipano gli investimenti. Un fondo marittimo alimentato da ricavi ETS potrebbe sostenere gli investimenti portuali, mentre i corridoi verdi restano lo strumento più concreto per passare dagli obiettivi sulla carta alla loro realizzazione pratica.

4.4 PROTEGGERE IL SENTIERO EUROPEO DELLA DECARBONIZZAZIONE

- **Evitare il "carbon leakage".** L'Europa internalizza i costi climatici più rapidamente dei suoi concorrenti internazionali. Questo può accelerare la transizione, ma nei settori esposti alla concorrenza internazionale aumenta il rischio di carbon leakage, ovvero la possibilità che la produzione ad alte emissioni semplicemente si trasferisca fuori dal territorio dell'Unione Europea senza nessun beneficio per il mondo e la perdita di capacità industriale europea. CBAM è già la risposta principale per le materie prime ad alta intensità emissiva, e l'Europa dovrebbe difenderlo ora che i paesi terzi reclamano, cercano scappatoie o maniere per aggirarlo. Nel settore marittimo il problema può assumere però anche la forma della deviazione delle rotte: se ETS e FuelEU spingessero traffici verso scali extra-UE, l'Europa perderebbe competitività portuale senza contribuire davvero a ridurre le emissioni globali. Per questo sarebbe importante valutare un'estensione di meccanismi simili a CBAM a questo nuovo tipo di "leakage".
- **Usare la domanda verde per rafforzare le filiere industriali europee**. Una delle lezioni della prima ondata è che essere il blocco di Paesi con gli standard più avanzati di decarbonizzazione non garantisce che la leadership industriale sia europea. In questo momento gran parte del valore della transizione viene catturato fuori dall'UE, prevalentemente in Cina. Il Clean Industrial Deal, il Net-Zero Industry Act e il Critical Raw Materials Act sono tentativi di correggere questa debolezza, perché cercano di rafforzare la capacità industriale europea in segmenti strategici. La Commissione ha già indicato progetti su manifattura pulita e materiali critici, inclusi 47 progetti strategici nell'ambito del CRMA. Sarà tuttavia necessario un costante monitoraggio sugli effetti reali di questi tentativi di "rimpatriare" in Europa investimenti legati alla transizione.
- **Aiutare chi assorbe i maggiori costi della transizione**. La decarbonizzazione dei trasporti non pesa allo stesso modo su tutti gli attori. Alcuni operatori possono trasferire i costi a valle attraverso una rimodulazione dei contratti, supplementi tariffari o il ritocco dei prezzi finali, mentre altri sono costretti ad assorbirli comprimendo margini già bassi. Nel trasporto merci, la capacità di trasferire i costi dipende dal potere contrattuale rispetto ai committenti e dalla concorrenza internazionale. Per questo avrebbe senso istituire un osservatorio europeo che monitori il "pass-through" dei costi e i margini logistici, in modo da riuscire a distinguere dove il carbon pricing genera investimenti e dove invece riduce la capacità finanziaria degli operatori. Social Climate Fund e ricavi ETS2 dovrebbero essere orientati anche da questa lettura, spostando le compensazioni generiche o a pioggia verso un maggiore accesso al rinnovo dei mezzi, infrastrutture di ricarica e leasing per famiglie vulnerabili e PMI.

- **Accompagnare la riconversione dei territori automotive.** Il passaggio all'elettrico riduce la complessità meccanica del veicolo e colpisce parti importanti della componentistica tradizionale. In alcune regioni europee questo cambiamento può avere forti effetti industriali e occupazionali. La transizione rischia quindi di produrre resistenza politica proprio nei territori che hanno sostenuto per decenni la manifattura europea dell'auto. Per questo servirebbero strumenti analoghi alla logica della Just Transition, ma adattati all'automotive: investimenti in riconversione produttiva, riqualificazione dei lavoratori, sostegno ai fornitori lungo la catena logistica e attrazione di nuovi investimenti nei settori della nuova mobilità (batterie, infrastrutture di ricarica, sistemi elettronici per la gestione della potenza, riciclo e nuova componentistica).

ANNEX - Le iniziative di decarbonizzazione europee

Misura	Anno	Stato giuridico	Tipo di policy	Target principali	Strumento chiave	Rilevanza per i trasporti	Rilevanza per settori hard-to-abate	Innovazione principale
EU Emissions Trading System	2003 (avvio operativo 2005; revisione 2023)	In vigore	Strumento di mercato/ Sistema di scambio di quote	−62% emissioni (settori ETS) al 2030 vs 2005	Carbon pricing (cap-and-trade)	Diretta (aviazione, marittimo)	Diretta (aviazione, marittimo)	Primo mercato multinazionale del carbonio, rafforzato con un tetto alle emissioni più stringente, l'estensione al trasporto marittimo e la graduale eliminazione delle quote gratuite in coordinamento con il Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).
Direttiva Energie Rinnovabili (RED I–III)	2009 (revisioni 2018, 2023)	In vigore	Regolatoria + target	≥42,5% rinnovabili nei consumi finali al 2030 (45% indicativo)	Target vincolanti, mandati, criteri di sostenibilità	Indiretta (decarboniz-zazione dei carburanti)	Indiretta	Rafforzamento dei target UE; criteri di sostenibilità più stringenti; target specifici per la riduzione dell'intensità GHG nei trasporti
Effort Sharing Regulation (ESR)	2009/2018 (revisione 2023)	In vigore	Regolatoria (target nazionali)	−40% emissioni settori non-ETS al 2030 vs 2005	Target nazionali vincolanti con flessibilità	Diretta (trasporto stradale)	Indiretta	Rafforzamento dei target nazionali; traiettorie armonizzate; meccanismi di flessibilità (banking, borrowing, trading)
Direttiva Efficienza Energetica (EED)	2012 (revisione 2023)	In vigore	Regolatoria	−11,7% consumo energetico al 2030 vs baseline 2020	Obblighi di efficienza, audit, requisiti PA	Indiretta	Indiretta	Introduzione di target vincolante a livello UE; principio "Energy Efficiency First"

Legge Europea sul Clima	2021	In vigore	Governance	−55% emissioni nette al 2030; neutralità climatica al 2050	Target legalmente vincolanti e meccanismi di monitoraggio	Trasversale (inclusi trasporti)	Trasversale	Vincolo giuridico dei target climatici UE; rafforzamento della governance e del monitoraggio
REPowerEU	2022 (adozione 2023)	In vigore	Politica di investimento /industriale	600 GW solare al 2030; 10 Mt idrogeno rinnovabile; −13% consumi energetici	Sussidi, RRF, semplificazione normativa	Abilitante	Abilitante	Accelerazione delle rinnovabili e dell'idrogeno; diversificazione energetica post-crisi 2022
ReFuelEU Aviation	2023	In vigore	Mandato settoriale	SAF: 2% (2025), 6% (2030), 70% (2050); sotto-target per carburanti sintetici	Obblighi di miscelazione carburanti sostenibili	Diretta (aviazione)	Diretta	Creazione di un mercato UE dei SAF tramite obblighi vincolanti
FuelEU Maritime	2023	In vigore	Standard regolatorio	−2% intensità GHG (2025); −80% al 2050	Limiti sull'intensità GHG dei carburanti marittimi	Diretta (marittimo)	Diretta	Primo standard UE sull'intensità GHG lungo il ciclo di vita dei carburanti marittimi; elettrificazione portuale (shore-side electricity)
Alternative Fuels Infra-structure Regulation (AFIR)	2023	In vigore	Regolatoria (infrastrutture)	Colonnine EV ogni 60 km; riforni-mento H_2 ogni 200 km (TEN-T)	Obblighi infrastrutturali vincolanti	Diretta (stradale, supporto aereo e marittimo)	Indiretta	Target vincolanti UE per infrastrutture di ricarica e rifornimento
Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)	2023 (transizione fino 2025; piena operatività 2026)	In vigore	Strumento di mercato (prezzo del carbonio alla frontiera)	Allineamento del prezzo del carbonio delle importazioni all'ETS	Carbon pricing sulle importazioni	Indiretta	Diretta (industria)	Prevenzione del carbon leakage tramite meccanismo di adeguamento alle frontiere
Net-Zero Industry Act (NZIA)	2024	In vigore	Politica industriale	≥40% fabbisogno tecnologie net-zero prodotto in UE entro 2030	Sussidi, semplificazione autorizzativa, appalti pubblici	Abilitante	Abilitante	Rafforzamento della capacità produttiva UE nelle tecnologie strategiche net-zero
ETS2 (Emission Trading System for building and road transport)	2023 (adozione) 2027 (avvio operativo)	In vigore (applica-zione dal 2027)	Strumento di mercato/ Sistema di scambio di quote	−42% delle emissioni nei settori ETS2 entro il 2030 rispetto al 2005	Carbon pricing (cap-and-trade)	Diretta (trasporto stradale)	Diretta (include il trasporto stradale e il settore delle costruzioni)	Espansione del mercato europeo del carbonio (cap-and-trade) per edifici e trasporto stradale, con applicazione del prezzo del carbonio ai combustibili utilizzati nell'edilizia e autotrasporto e introduzione del Social Climate Fund

Fonte: elaborazioni ISPI su comunicazioni ufficiali

NOTE

1. European Commission: Directorate-General for Climate Action, *Going climate-neutral by 2050 – A strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate-neutral EU economy*, Publications Office, 2019.
2. Il pacchetto 20-20-20 del 2008 è il piano di obiettivi climatici dell'Unione Europea per il 2020 che promuoveva la riduzione di emissioni di gas serra del 20%, miglioramento dell'efficienza energetica del 20% e il raggiungimento della quota del 20% di energia UE da fonti rinnovabili.
3. In particolare, il settore della generazione elettrica e produzione di energia termica.
4. F. Wendler, "The Clean Industrial Deal as a new stage of EU climate governance: evaluating the scope and strength of CPI", *Journal of Environmental Policy & Planning*, 2026.
5. M. Borowiecki et al., "Accelerating the EU's green transition", OECD Economics Department Working Papers, No. 1777, OECD Publishing, Paris, 2023.
6. Consiglio dell'Unione europea, "Trasporti più ecologici", Consilium, (n.d.).
7. Borowiecki *et al* (2023).
8. European Environment Agency, "Climate", in *Sustainability of Europe's mobility systems 2025*, EEA, 2026.
9. Borowiecki *et al.* (2023).
10. *Ibidem*.
11. European Parliamentary Research Service, "Revised EU emissions trading system", At a Glance, European Parliament, 2023.
12. European Commission, "ETS2: buildings, road transport and additional sectors", Climate Action, (n.d.).
13. UNCTAD, "Maritime trade under pressure – growth set to stall in 2025", UN Trade and Development, 2025.
14. Eurostat, "Maritime transport dominates international trade", News articles, European Commission, 2025.
15. European Commission, "Reducing emissions from the shipping sector", Climate Action, (n.d.).
16. European Parliament, "Emissions from planes and ships: facts and figures", Topics, European Parliament, 2019.
17. European Commission, "Decarbonising maritime transport – FuelEU Maritime", Mobility and Transport, (n.d.).
18. European Commission, Monitoring of the implementation of Directive 2003/87/EC in relation to maritime transport, COM(2025) 110 final, Brussels, 2025.

19. "Navigating net-zero: Biofuels promise cleaner shipping, but supply is limited", *Rystad Energy*, (n.d.).
20. European Commission, "Reducing emissions from aviation", Climate Action, (n.d.).
21. A. Nieto, G. Alonso, J. Cubas, A. Benito, "Decarbonizing the Skies: Evolution of EU Air Transport Efficiency and Carbon Emissions", *Environments*, vol. 12, n. 9, p.332, 2025.
22. European Commission, "Reducing emissions from aviation", Climate Action, cit.
23. International Transport Forum, "Decarbonising Air Transport: Acting Now for the Future", OECD Publishing, Paris, 2021.
24. International Transport Forum, "Decarbonising Aviation: Exploring the Consequences", OECD Publishing, Paris, 2024.
25. Consiglio dell'Unione europea, "Aumento dei prezzi dell'energia dal 2021", Consilium, (n.d.).
26. Climate TRACE, "Climate TRACE Data Show Global Greenhouse Gas Emissions Hit a New Record High in 2025", *News & Insights*, 26 February 2026.
27. L. Myllyvirta, "Analysis: China's CO2 emissions have now been 'flat or falling' for 21 months", *Carbon Brief*, 12 February 2026.
28. Climate TRACE (2026).
29. M. Danesi e A. Gili, "La partita energetica della Cina tra sicurezza energetica, dazi e overcapacity", ISPI, 1 luglio 2025.
30. Y. Meng, Z. Hu e Y. Yang, "Decarbonization of China's Road Transportation System: History, Technical Pathway, and Global Impact", *Sustainability*, vol. 18, n. 5, p.2327, 2026.
31. M. Yang, *et al.*, "China Energy Transition Review 2025", Ember, 2025.
32. Ember, Electricity Data Explorer: China and United States data, Ember, (n.d.).
33. Myllyvirta (2026).
34. "China's Solar Power Generation Overtakes Wind for First Time", *Bloomberg*, 28 February 2026.
35. "How China adds more renewable energy than any other economy", World Economic Forum, 2025.
36. C. Boullenois, M. Black, A. Caruso, "China's Next-Generation Industrial Policy", Rhodium Group, 11 maggio 20206.
37. *Ibidem*.
38. International Energy Agency, "Solar PV Global Supply Chains", IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2022.
39. M. Davidson e S. Qian, "China's Solar Industry Is in Upheaval - The Effects Will Be Global", CSIS Briefs, Center for Strategic and International Studies, 12 March 2026.
40. *Ibidem*.
41. "Solar panel prices rise after China clampdown on producer competition", *Financial Times*, 4 maggio 2026.
42. "Chinese solar exports double in a month to hit record high amid energy crisis", *Ember*, 2026.
43. International Energy Agency, "Batteries and Secure Energy Transitions", IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2024.
44. V. Sivaram, N. Gordon e D. Helmeci, "Winning the Battery Race: How the United States Can Leapfrog China to Dominate Next-Generation Battery Technologies", Carnegie Endowment for International Peace, 2024.
45. International Energy Agency, Energy, Technology Perspectives

2026, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2026.

46. IEA, "Batteries and Secure Energy Transitions", ... op. cit
47. International Energy Agency, *Global EV Outlook 2026*, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2026.
48. N. Hagleitner, "How heavy-duty transport can surmount obstacles on their journey to net zero", World Economic Forum, 10 gennaio 2025.
49. *Ibidem*.
50. "China Eyes 40% Market Share for Electric Heavy-Duty Trucks by 2030", *Bloomberg*, 13 giugno 2026.
51. Sostituzione di batterie esauste con batterie cariche in apposite stazioni di ricarica.
52. C. Secchi, G.M. Della Gatta e S. Riela (a cura di), *The Pursuit of Smart Mobility in Urban Nodes: Trends and Innovation for Citizens and Freight*, ISPI, Milan, ISPI-Ledizioni, Milano, 2026.
53. Sciences Po European Chair for Sustainable Development and Climate Transition, "The US Inflation Reduction Act: Is it a Green Deal?", Sciences Po, 25 marzo 2025.
54. A. Levinson, K. Dunkle Werner, M. Ashenfarb e A. Britten, "The Inflation Reduction Act's Benefits and Costs", U.S. Department of the Treasury, 1 marzo 2024.
55. Clean Investment Monitor, Clean Investment Monitor: Q1 2025 Update.
56. E2, "Clean Economy Works: April-May 2026 Analysis", 2026.
57. United States of America: insights, *Ember*, (n.d.).
58. Electricity Data Explorer: capacity data for China and United States, *Ember*, (n.d.).
59. "Global Electricity Review 2026: Major countries and regions – United States", *Ember*, 2026.
60. U.S. Energy Information Administration, "New U.S. electric generating capacity expected to reach a record high in 2026", *Today in Energy*, 20 febbraio *2026.*
61. Solar Energy Industries Association, "Report: U.S. Adds 43 GW of New Solar Capacity in 2025, Marking Fifth Straight Year as Top Source of New Power", SEIA, 10 marzo 2026.
62. U.S. Environmental Protection Agency, "Transportation Sector Emissions", EPA, 10 marzo 2026.
63. IEA, *Global EV Outlook 2026*..., op. cit.
64. *Ibidem*.
65. "Detroit Automakers Take $50 Billion Hit as EV Bubble Bursts", *Wall Street Journal*, 13 febbraio 2026.
66. D. Kaye, "Ford to scale back electric vehicle plans, taking $19.5bn hit", *BBC News*, 15 dicembre 2025.
67. S. Brinley, "EV plans, US cancellations and launches", S&P Global Mobility AutoIntelligence, 20 marzo 2026.
68. IEA, *Global EV Outlook 2026*..., op. cit.
69. Sistema di ricarica ultraveloce di veicoli elettrici pesanti, come autobus o autocarri.
70. A. Squires, "The Dawn of Electric Trucking Calls for High-Power Charging", *National Renewable Energy Laboratory*, 15 gennaio 2025.
71. CharIN, "Megawatt Charging System (MCS)", (n.d.).

About ISPI

The Institute for International Political Studies (ISPI), founded in 1934, is an independent think tank committed to the study of international political and economic dynamics. It is the only Italian Institute – and one of the very few in Europe – to combine research activities with a significant commitment to training, events, and global risk analysis for companies and institutions. ISPI favours an interdisciplinary and policy-oriented approach made possible by a research team of over 50 analysts and an international network of 70 universities, think tanks, and research centres.

- Research and publications. The daily monitoring of international events and trends carried out by the Institute's Centre and Programmes allows a rich and timely circulation of online products (Dossier, Focus, Fact Checking, Commentaries and Longread), and also of products published on social-media website (podcasts, infographics, audio-video post, web-stories). The main research findings are collected in policy-oriented Reports, Analyses and Policy Paper. ISPI provides also support for the business world with specific products and services – such as the newsletter series "ISPI Global Watch", briefings, notes, and close-door meetings.
- Promoting dialogue through events. ISPI promotes several events every year, both in Milan and Rome, as well as in other Italian and European cities. The maintrends in the global scenario are discussed through: International Conferences (Rome MED-Mediterranean Dialogues since 2015 in partnership with Italian Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation; NEXT MILAN FORUM Empowering Future Leaders in partnership with Bocconi University and OECD); Bilateral Dialogues Fora; Instant Events; Closed-door Meetings.
- ISPI School. The ISPI School cooperates with academics, experts, diplomats, international and NGO operators thus offering range of training courses including: Master in Diplomacy, Master in International Cooperation; more than 70 short courses. ISPI also organises courses on EPSO Competitions and ECHO programmes. Professional Certificate, tailor-made training programmes for public and private organisations, and training modules for Italian and foreign diplomats.

ISPI is a no-profit Institution. It works in partnership with other think tanks and organisations but does not make grants to individuals or institutions. https://www.ispionline.it

The Institute for International Political Studies does not take collective positions. This Policy Paper, like all publications of the ISPI, represents only the views of its authors. Copyright of this publication is held by ISPI. You may not copy, reproduce, republish or circulate in any way the content from this publication except for your own personal and non-commercial use. Any other use requires the prior written permission of the Institute for International Political Studies © ISPI May 2023.