



**Potenziali opzioni e percorsi
tecnologici per un trasporto
merci a zero emissioni in Italia**



Summary Report

**Conclusioni e
raccomandazioni
per l'Italia**



7 DICEMBRE 2021



Ringraziamenti

Questo Summary Report è la sintesi del Rapporto Tecnico promosso dalla European Climate Foundation, elaborato da Cambridge Econometrics, in collaborazione con il Politecnico di Milano dal titolo ***“Potenziali opzioni e percorsi tecnologici per un trasporto merci a zero emissioni in Italia”***.

È scaricabile dal sito

https://www.camecon.com/wp-content/uploads/2021/12/Technology-Pathways-for-Zero-Carbon-Freight-in-Italy-Technical-Report_Final.pdf

e dalla piattaforma europea

<https://zero-emission-trucks.eu>

Il presente Summary Report e il Rapporto Tecnico sono scaricabili

dal sito www.motus-e.org e dal sito www.kyotoclub.org

Autori

Jon Stenning, direttore, Cambridge Econometrics

Matteo Caspani, economista, Cambridge Econometrics

Áron Hartvig, economista, Cambridge Econometrics

Ornella Dellaccio, economista, Cambridge Econometrics

Contributi

Simone Franzò, Politecnico di Milano

Lucrezia Sgambaro, Politecnico di Milano

Alessio Nasca, Politecnico di Milano



**POLITECNICO
MILANO 1863**

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA GESTIONALE



**cambridge
econometrics**

clarity from complexity

Coordinamento del progetto

Anna Donati, responsabile mobilità Kyoto Club

Francesco Naso, segretario generale Motus-E

Si ringrazia per la collaborazione Carlo Tritto, T&E Italia, per il contributo alla redazione del Summary Report.



Gli autori, che hanno realizzato il Rapporto Tecnico, hanno condiviso l'obiettivo di proporre uno scambio di idee costruttivo sulle problematiche tecniche, economiche ed ambientali, collegate allo sviluppo di veicoli merci verso zero emissioni al 2050.

A questo scopo è stato costituito un Gruppo di Lavoro che è stato costantemente consultato dagli autori composto da associazioni, aziende, esperti.

Il presente Summary Report, con le conclusioni e le raccomandazioni per l'Italia, è stato condiviso dal Gruppo di Lavoro, così composto:

ABB

Cambridge Econometrics

Confartigianato Imprese

Confartigianato Trasporti

Scania CV AB

Kyoto Club

Motus – E

Politecnico di Milano

Tesla

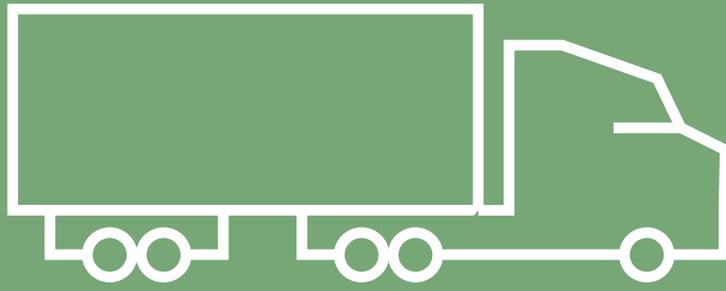
Transport & Environment Italia

UPS Italia



**European
Climate
Foundation**

“Questo rapporto è stato sostenuto dalla European Climate Foundation. La responsabilità delle informazioni e dei punti di vista esposti in questo Rapporto tecnico ricade sugli autori. La Fondazione Europea per il Clima non può essere ritenuta responsabile dell'uso che può essere fatto delle informazioni ivi contenute o espresse”



Indice

Sommario	6
1. Introduzione	9
Il contesto del trasporto merci italiano	9
Il contesto normativo europeo per la decarbonizzazione dei trasporti	10
2. Metodologia	13
3. Scenari	14
Modelli di scenario e relative ipotesi	19
Evoluzione degli stock dei veicoli.....	20
Scenario CPI.....	20
Scenari TECH.....	21
4. Infrastrutture.....	23
5. Impatti ambientali.....	25
6. Analisi del costo totale di proprietà (TCO)	27
Analisi di sensitività del TCO	29
Analisi di sensitività dei costi operativi	29
Analisi di sensitività delle politiche sui trasporti	31
7. Conclusioni.....	33
Ulteriori misure e politiche per raggiungere..... le zero emissioni al 2050	38
Raccomandazioni finali.....	39

Sommario

Questo Summary Report sintetizza le modalità operative, le assunzioni di modelli ed i principali risultati del Rapporto di Cambridge Econometrics, ***Potential Options and Technology Pathways for Delivering Zero-Carbon Freight in Italy***, rinviando naturalmente a quest'ultimo il dettaglio tecnico e gli approfondimenti.

Esso esplora le potenziali opzioni e i percorsi tecnologici per il trasporto merci a zero emissioni in Italia, concentrando la sua analisi sui veicoli (Improve), senza approfondire le strategie legate al riequilibrio modale (Shift) ed alla riorganizzazione del sistema di trasporto (Avoid).

Lo studio prende in considerazione tre specifiche tecnologie: veicoli a batteria (BEV), veicoli a batteria alimentati con catenaria (ERS), veicoli a celle combustibile alimentate ad idrogeno (FCEV).

Dal punto di vista dell'intervento normativo due sono le assunzioni chiave: relativamente ai veicoli a combustione interna (ICE) si assume che al 2035 sia fissato il fine vendita per i furgoni commerciali nuovi e che dal 2040 sia fissata la data di fine vendita per i veicoli pesanti nuovi del trasporto merci.

L'obiettivo è quello di valutare il potenziale tecnico-economico dei diversi percorsi

per annullare totalmente le emissioni di CO₂ del trasporto merci su strada, tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sistema merci italiano, in termini di natura del loro trasporto merci (utilizzo di diverse categorie di peso del veicolo, fattori di carico, lunghezze di viaggio medie, ecc.) e i requisiti infrastrutturali per supportare la flotta emergente di propulsori avanzati.

Il team analitico era composto da Cambridge Econometrics e dal Politecnico di Milano. Esso ha lavorato in coordinamento con European Climate Foundation (ECF), Transport & Environment (T&E), Motus-E e Kyoto Club per comprendere, nel caso specifico italiano, quali sono le potenziali modalità di decarbonizzazione e i relativi costi e benefici associati (in termini di costi del veicolo, costi del carburante, infrastrutture necessarie) e i benefici della loro implementazione (in termini di CO₂ e altre emissioni).

Lo studio mostra che una rapida transizione verso propulsori a zero emissioni può ridurre in modo significativo le emissioni di CO₂ associate alla flotta di merci su strada in Italia. Poiché anche il settore energetico si prevede faccia lo stesso, le emissioni di CO₂ sia dal serbatoio alla ruota (Tank to Wheel, TTW) che dal pozzo al serbatoio (Well to

Thank, WTT) a loro volta diminuiranno, con un ulteriore contributo alla neutralità climatica perseguita su tutto il processo dall'approvvigionamento delle materie prime dalla trazione alle ruote (Well to Wheel).

L'utilizzo di furgoni e mezzi pesanti a emissioni zero richiede naturalmente l'implementazione simultanea di adeguate infrastrutture di ricarica e rifornimento per supportare la crescente flotta di veicoli a propulsione alternativa. Gli scenari dominati da veicoli abilitati per ERS o con celle a combustibile a idrogeno richiedono un investimento totale maggiore nelle infrastrutture rispetto a uno scenario equivalente incentrato sui veicoli elettrici a batteria pura.

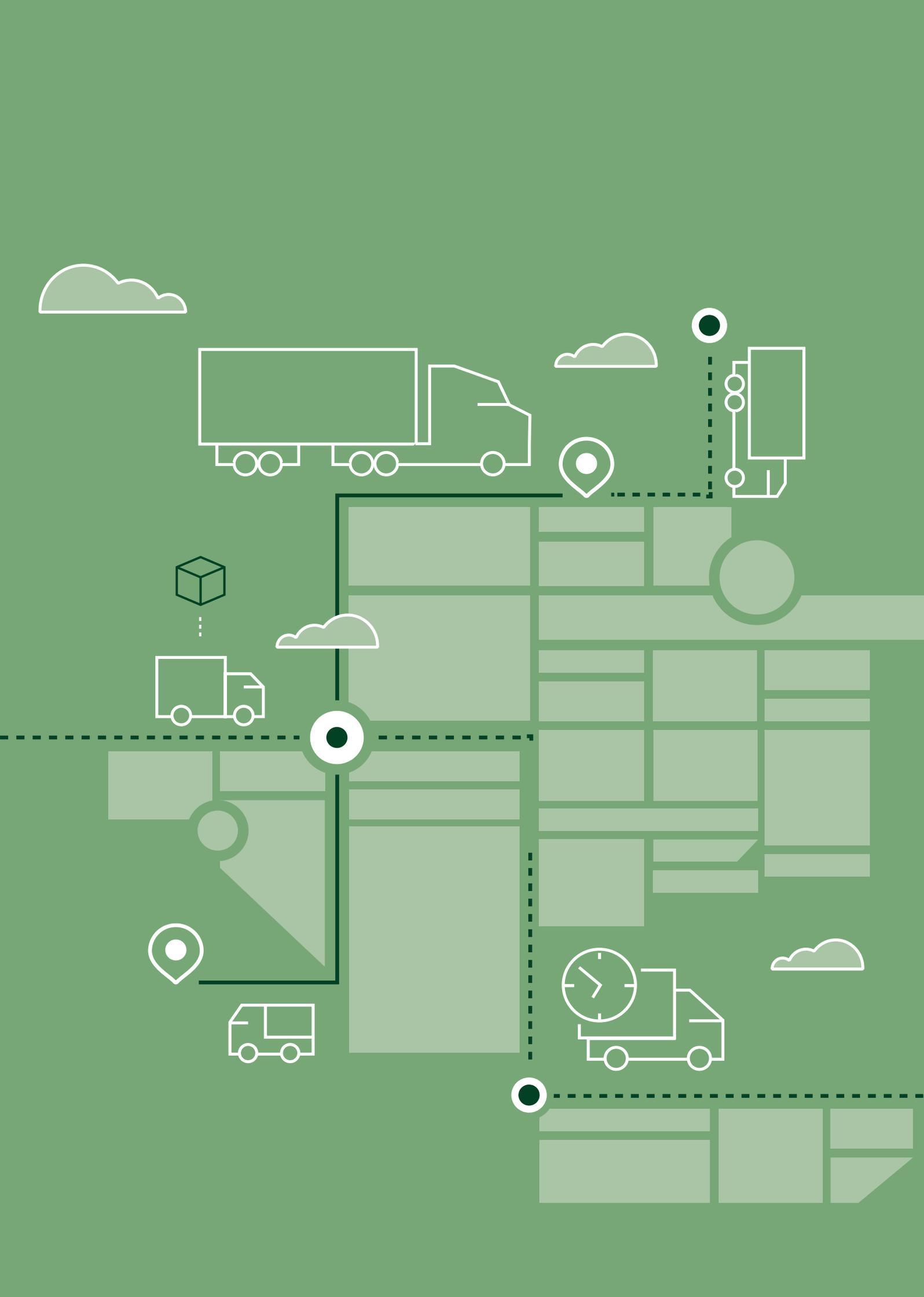
L'analisi del costo totale di proprietà delle diverse opzioni mostra che i camion a emissioni zero diventeranno probabilmente più economici degli ICE nel breve termine; nei prossimi anni per BEV e BEV-ERS ed a partire dal 2030 per i FCEV. Il costo delle tecnologie si ridurrà nel tempo man mano che si ottengono economie di scala che renderanno i veicoli con propulsori avanzati più efficienti in termini di costi.

Ad esempio, dal 2010 al 2020 i costi della tecnologia delle batterie si sono ridotti da 1,100 \$/kWh a circa 160\$/kWh (dato International Energy Agency) e secondo Bloomberg New Energy Finance si attesteranno sotto i 60 \$/kWh entro il 2030. Inoltre, i camion a emissioni zero potranno ulteriormente beneficiare di politiche aggiuntive che riducono il costo di queste tecnologie.

Tuttavia, l'eliminazione graduale dei furgoni ICE nel 2035 e degli automezzi pesanti ICE nel 2040 negli scenari TECH non porta alla neutralità del carbonio della flotta entro il 2050, poiché un numero di veicoli ICE venduti prima dell'eliminazione dal mercato circolerà ancora sulle nostre strade. Sono pertanto necessarie politiche o tecnologie aggiuntive per raggiungere emissioni nette pari a zero in tutto il settore.

Sottolineiamo che gli scenari e gli archetipi utilizzati nel rapporto non vanno considerati come delle "previsioni", ma come degli scenari ipotetici volti ad immaginare il ruolo che le tecnologie a zero emissioni potranno avere in futuro per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del settore dei trasporti su strada. Quello che accadrà realmente dipenderà dalle scelte che saranno adottate ad ogni livello istituzionale, politico ed imprenditoriale, così come dall'evoluzione del mercato e della disponibilità dell'infrastruttura di ricarica.

Infine, in questo Summary Report sono contenute le raccomandazioni necessarie per azzerare le emissioni di CO₂ del trasporto merci in Italia al 2050, destinate alle istituzioni, associazioni, imprese, politica, esperti, come stabilito dal Green Deal Europeo.



1. Introduzione

Il contesto del trasporto merci italiano

In Italia viaggia su strada il 55,9 % delle merci del mercato interno (tonnellate/km con origine e destinazione nei nostri confini), secondo i dati del Conto Nazionale Trasporti del MIMS 2019/2020. Nel mercato di scambio e interno delle merci, calcolando le tonnellate/km per il valore complessivo della merce trasportata, nel 2018 (Ufficio Studi Confcommercio) il 60% ha viaggiato su strada, il 31% ha viaggiato con il trasporto marittimo, il 6% con il trasporto ferroviario ed il 3 % con il trasporto aereo.

Va tenuto in considerazione che il 73% dei veicoli merci che viaggiano su strada all'interno del territorio italiano fa percorrenze inferiori ai 150 km, mentre il 27% del traffico merci interessa percorrenze superiori ai 150 km. Se si analizza il trasporto internazionale delle merci, ovviamente le distanze si allungano: la classe di percorrenza più frequente (46%) è quella relativa ai trasporti superiori ai 501 km.

Se questi traffici vengono infine analizzati dalla prospettiva dei milioni di tonnellate/km per tutti i tipi di trasporto nazionale e internazionale cambia ovviamente il peso: il 33,8% è riferito al trasporto sotto i 200 km mentre il resto (61,2%) sono traffici di classi di distanza superiore.

Il totale dei veicoli in circolazione nel 2019 per il trasporto merci è di 4,2 milioni di unità, alimentato in modo decisamente prevalente con carburante diesel. (dati ACI). Di questi ben l'87% è costituito da Veicoli Commerciali Leggeri inferiori a 3,5 tonnellate, il 4% compresi tra 3,5-7 t, il 4% tra 7-16 t, il 5% superiori a 16 t per il trasporto pesante.

Per quanto riguarda la strutturazione del settore dell'autotrasporto, si rileva che sono 87.460 le aziende

dell'autotrasporto attive in Italia, per un totale al 2018 di 328.627 addetti, di queste 62,159 (quasi il 76%) sono microimprese (da 1 a 5 veicoli).

Se si analizza il parco circolante del 2019 per classi euro emerge che ben il 31% dei mezzi è inferiore ad Euro 2, il 19% è Euro 3, che il 20% è Euro 4, mentre la quota Euro 5 è pari al 14% e quella Euro 6 è il 16%. Da questi numeri si deduce la vetustà del parco mezzi italiano, dove oltre il 60% dei mezzi ha più di 10 anni e di questi circa il 30% ha oltre 20 anni.

In Italia, nel 2019 le emissioni di gas serra dai trasporti sono state pari a 105,5 mln di tonnellate di CO₂, equivalenti al 25,2% delle emissioni totali. Se si analizzano in dettaglio le emissioni nazionali, emerge che il trasporto su strada è pari al 92,6% del totale: di queste il 68,7 % deriva dai veicoli privati passeggeri, 15,4% deriva dai veicoli per il trasporto merci pesante, il 10% deriva da veicoli commerciali leggeri, il 3,1 dal trasporto su autobus (dati Ispra). Rispetto al 1990, le emissioni nei trasporti invece di ridursi, come prescritto dagli accordi internazionali sul clima, sono aumentate. I veicoli del trasporto merci su strada hanno contribuito quindi nel 2019 per circa 25 milioni di tonnellate di CO₂, di cui 10 milioni emessi dai veicoli commerciali leggeri e 15 milioni dai veicoli pesanti. (Ispra su dati Copert e UNEM).

In riferimento alle emissioni di NOX e PM10 dei veicoli merci si è registrata una significativa riduzione media dal 1990 al 2018 (dati Ispra). Tuttavia, rimane insufficiente, insieme alla elevata intensità del traffico veicolare privato, a garantire il rispetto dei valori delle direttive europee sulla qualità dell'aria che vede la metà delle grandi e medie città italiane superare i limiti, che hanno portato a diverse

procedure d'infrazione nei confronti dell'Italia in sede europea ed alla Corte di Giustizia. Va infine sottolineato come gli elevati livelli di congestione presenti nelle grandi città ed aree metropolitane incrementino le emissioni e riducano l'efficienza complessiva del sistema dei trasporti italiani.

Da questi dati si riafferma il peso ambientale negativo che il settore dei trasporti ha in Italia, sulle emissioni di gas serra e sulla qualità dell'aria, alla cui riduzione deve contribuire anche il trasporto delle merci.

Il rapporto, elaborato da Cambridge Econometrics (CE), approfondisce gli scenari e i percorsi tecnologici necessari per la decarbonizzazione del trasporto merci su strada, prendendo in considerazione diverse tecnologie ed applicandole al contesto italiano per comprendere quali azioni si rendono necessarie per raggiungere l'obiettivo al 2030 ed al 2050.

I tre pilastri fondamentali della strategia europea per la mobilità sostenibile puntano a risparmiare traffico (Avoid), raggiungere un nuovo riequilibrio modale (Shift) e spingere sull'innovazione tecnologica (Improve), essi vanno perseguiti nei vari ambiti, settori e paesi europei.

Lo Studio di CE, di cui il presente documento rappresenta il Summary Report, prende in considerazione ed approfondisce esclusivamente il terzo pilastro quello dell'innovazione tecnologica riferita ai veicoli del trasporto merci su strada.

Il contesto normativo europeo per la decarbonizzazione dei trasporti

Il percorso di riduzione dei gas serra e per la decarbonizzazione dell'economia ha avuto un deciso impulso con la strategia 2020 della Commissione Europea, attraverso il Green Deal con l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica dell'UE per il 2050.

In attuazione del Green Deal, è stata approvata la Legge europea sul clima, che mira a garantire che tutti i comparti economici e i settori della società contribuiscano all'obiettivo di azzerare le emissioni nette entro il 2050 e delinea un quadro per la valutazione dei progressi compiuti in questa direzione. Propone inoltre un nuovo obiettivo UE di riduzione netta delle emissioni pari ad almeno il 55 % entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990.

Nel 2019, l'Unione Europea ha approvato il regolamento (UE) 2019/1242, che ha stabilito le norme sulle emissioni di CO₂ per i veicoli pesanti fino al 2030. Rispetto alle emissioni medie di CO₂

per tonnellate-chilometro dei nuovi veicoli venduti nel periodo dal 1° luglio 2019 al 30 giugno 2020, i nuovi veicoli venduti nel 2025 e nel 2030 dovranno emettere in media rispettivamente il 15% e il 30% in meno. Inizialmente, gli standard si applicano solo ai camion più grandi, ma il campo di applicazione può essere esteso come parte della revisione degli standard prevista per il 2022.

Questi standard di CO₂ sono una parte fondamentale di un obiettivo più ampio per decarbonizzare completamente il trasporto merci in Europa entro il 2050, una parte dell'obiettivo generale di neutralità climatica (cioè zero emissioni di gas serra) entro quella data. Già oggi, esiste una gamma di misure potenziali che possono ridurre le emissioni, già adottate da molti operatori della logistica, tra cui il trasferimento modale, la digitalizzazione, l'adozione di cargo bike, miglioramenti logistici e l'adozione di modelli hub-and-spoke per garantire che i veicoli

siano “giustamente dimensionati” per scopi specifici, piuttosto che impiegare grandi camion per tutto il ciclo di consegna. È quindi necessaria una migliore efficienza d’uso dei veicoli (sia basata sulla tecnologia che sulla logistica) e motorizzazioni alternative a zero emissioni (per esempio, abbandonando, attraverso un “phase-out”, i motori a combustione e passando a motori elettrici a batteria o a pile a combustibile a idrogeno).

Nel dicembre 2020, la Commissione Europea ha adottato una Comunicazione, “Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente (**Sustainable and Smart Mobility Strategy**)”. La strategia è strutturata intorno a tre obiettivi chiave: rendere la mobilità UE più ecologica, resiliente e digitale. E per farlo la Commissione europea ha fissato un percorso a tappe in grado di abbracciare l’intero sistema.

La Commissione Europea ha promosso anche **Il piano d’azione strategico per le batterie** che contempla tutte le attività che possono aiutare gli Stati membri, le regioni e l’industria europea a realizzare progetti manifatturieri competitivi, innovativi e sostenibili per le batterie nell’UE. Vi figurano misure riguardanti l’accesso alle **materie prime**, la ricerca e l’innovazione, le competenze, il quadro normativo inteso a garantire che le batterie immesse sul mercato non solo siano competitive, di qualità elevata e sicure, ma anche sostenibili e riciclabili. Il piano d’azione è stato elaborato sulla base del dialogo con i principali portatori di interessi industriali, gli Stati membri interessati e la Banca Europea per gli Investimenti.

Il 12 maggio 2021, la Commissione europea ha adottato **il piano d’azione dell’UE: “Verso un inquinamento zero per aria, acqua e suolo” (e allegati)** - un risultato chiave del Green Deal europeo. La visione dell’inquinamento zero per il 2050 è ridurre l’inquinamento dell’aria, dell’acqua e del suolo a livelli non più considerati dannosi per la salute e gli ecosistemi naturali, che rispettino i confini ai quali il nostro pianeta può far fronte, creando così un ambiente privo di sostanze tossiche.

Ancora più di recente la Commissione Europea è intervenuta sulla revisione della Direttiva Eurovignette, con una nuova proposta. L’UE ha fissato obiettivi ambiziosi per decarbonizzare tutte le parti della sua economia per andare verso la neutralità climatica entro il 2050, e come parte di questo ha

iniziato a definire proposte politiche che possono influenzare i costi dei trasporti.

Nella revisione della Direttiva, il Parlamento europeo ha garantito uno sconto del 50% sulle tariffe stradali per i camion a zero emissioni entro il 2023 come parte di una revisione dei pedaggi stradali in Europa. Poiché gli oneri stradali rappresentano una quota sostanziale dei costi del trasporto merci su strada, i proprietari e le aziende di camion a zero emissioni potranno beneficiare notevolmente dello sconto. Questo sconto potrebbe anche aumentare fino a un massimo del 75%.

Infine, il 14 Luglio 2021 la Commissione Europea ha presentato il nuovo pacchetto di proposte “Fit for 55”, allo scopo di allineare la politica UE su energia e clima al Green Deal, che per il 2030 prevede di ridurre del 55% le emissioni complessive di CO₂ (rispetto al 1990) e la neutralità climatica al 2050. Sono 13 proposte legislative afferenti a molti settori, tra cui la mobilità e i veicoli di trasporto

Tra queste la Commissione UE, propone di rafforzare le prestazioni ambientali di auto e furgoni modificando il regolamento sullo standard delle emissioni dei veicoli. In sostanza, le nuove auto dovranno emettere il 55% di CO₂ in meno nel 2030 (il vecchio obiettivo si fermava al 37,5% di riduzione). Per quanto riguarda i furgoni, il traguardo 2030 è: -50% di CO₂ anziché -55% previsto per le automobili.

Si prevede inoltre che dal 2035 tutte le nuove auto immatricolate in Europa dovranno essere a emissioni zero.



Passando alle infrastrutture di ricarica, trattate nella proposta di revisione della Direttiva sulle infrastrutture per i combustibili alternativi (che verrà trasformata in un Regolamento), i diversi paesi dovranno assicurare che ci sia un numero adeguato di colonnine per auto e camion. Per le auto, si parla di oltre un milione di punti di ricarica entro il 2025 e 3,5 milioni entro il 2030. Sulle principali autostrade dovrà esserci una stazione di ricarica veloce da almeno 300 kW ogni 60 km entro il 2025.

I camion potranno contare su stazioni di ricarica da almeno 1.400 kW ogni 60 km sulle maggiori arterie stradali transeuropee, sempre entro il 2025; mentre, a partire dal 2030, ci dovrà essere anche una stazione per il rifornimento di idrogeno ogni 150 km. Nel 2030-2035 è previsto un ampliamento della rete stradale servita dalle colonnine di ricarica veloce con un potenziamento delle stesse.

La Commissione europea in questo pacchetto intende creare dal 2026 un nuovo mercato Ets (*Emissions Trading Scheme*) che coprirà le emissioni

di CO₂ dei combustibili fossili utilizzati nei trasporti stradali e per il riscaldamento degli edifici. Un prezzo del carbonio applicato al trasporto stradale aumenterebbe il costo dei carburanti come la benzina e il diesel e fornirebbe un incentivo per le aziende di trasporto merci su strada a ridurre il loro consumo di carburante.

Da questa sintetica disamina della strategia europea per la decarbonizzazione, risulta evidente che anche il settore dei veicoli e dei trasporti, compreso il trasporto delle merci su strada, sarà coinvolto in un processo di forte cambiamento ed innovazione, per arrivare alla neutralità climatica al 2050.



Foto di Gerd Altmann

2. Metodologia

L'approccio con cui sono stati costruiti i modelli nello studio è descritto dettagliatamente nel Report Tecnico completo ed è riassunto in questo Summary Report.

Un gruppo di esperti è stato incaricato per contribuire alla definizione di una serie di scenari tecnologici di decarbonizzazione del parco veicolare per il trasporto merci su strada in Italia, tenendo conto di quelle che sono le tecnologie che possono permettere una transizione verso una mobilità a zero emissioni di carbonio e i loro sviluppi previsti nei prossimi anni. Gli esperti hanno anche definito gli archetipi di veicoli e infrastrutture, ovvero dei mezzi e delle tecnologie di ricarica esemplificativi per ciascuna categoria e soluzione, in maniera tale da rendere confrontabili le differenti soluzioni tecnologiche da valutare.

Sottolineiamo che gli scenari e gli archetipi utilizzati nello studio non vanno considerati come delle "previsioni", ma come degli scenari ipotetici volti ad immaginare il ruolo che le tecnologie a zero emissioni potranno avere in futuro per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del settore dei trasporti su strada. Quello che si realizzerà realmente dipenderà dalle scelte che saranno adottate ad ogni livello istituzionale, politico ed imprenditoriale.

Il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni al 2050 richiede l'introduzione di standards e incentivi almeno fino a che i veicoli a zero emissioni ed i relativi costi di gestione, non raggiungeranno la parità di costo con i veicoli tradizionali. Si sono per questo stimati dei parametri di impatto per valutare la sensibilità (sensitivity) dei risultati dell'analisi di costo a vita intera delle soluzioni (TCO, Total Cost of Ownership) alla variazione degli scenari di sviluppo tecnologico, di costo della fonte di alimentazione e normativi.

Gli esperti di Cambridge Econometrics, incaricati dello studio, si sono avvalsi nell'iter di elaborazione di un gruppo di consultazione formato da esperti, imprese, associazioni, competenti sul tema. Il gruppo si è riunito sei volte in workshops nella prima metà del 2021, fornendo pareri sui dati di input più rilevanti in materia di autotrasporto in Italia, veicoli, energia, ed infrastrutture. Il set di dati concordati è stato poi inserito in un modello del parco veicolare che ha proiettato le variazioni su base annua dal 2021 al 2050 del parco veicolare per il trasporto merci su strada in Italia, dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ associate.

Lo studio ha preso in considerazione, per raggiungere zero emissioni al 2050, tre specifiche tecnologie:

- **Elettrificazione dei veicoli mediante l'uso di batterie (BEV)**
- **Elettrificazione dei veicoli mediante installazione di catenaria lungo il sistema autostradale (ERS)**
- **Elettrificazione di veicoli mediante l'uso di Fuel Cell alimentate ad idrogeno (FCEV)**

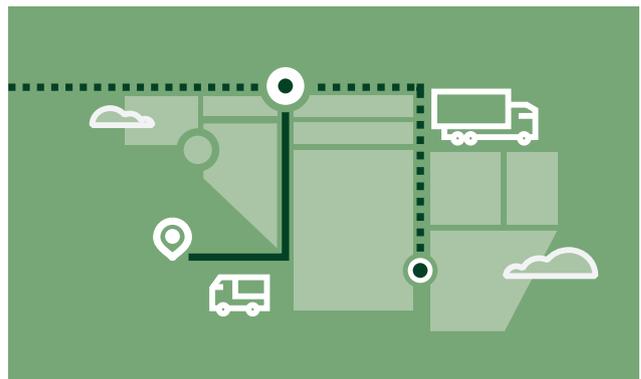
Gran parte dell'analisi tecnica presentata in questo rapporto si concentra sui segmenti dei furgoni (0-3,5 t) e dei mezzi pesanti (> 16 t), perché questi costituiscono la maggior parte dello stock italiano di veicoli per il trasporto merci su strada e, di conseguenza, trasportano la maggior parte delle tonnellate-chilometro e influenzano fortemente i costi complessivi e gli impatti ambientali del settore.

Lo studio assume come ipotesi due elementi chiave: che al 2035 sia fissato il fine vendita per i furgoni commerciali a combustione interna e che dal 2040 sia fissata la data di fine vendita per i veicoli pesanti merci a combustione interna.

3. Scenari

Nel Report Tecnico sono stati definiti 4 differenti scenari potenziali di sviluppo delle tre tecnologie, indicati dal gruppo di esperti, al fine di calcolarne l'impatto in termini di CO₂ e TCO - Total Cost of Ownership, a confronto con uno scenario base di riferimento (REF scenario).

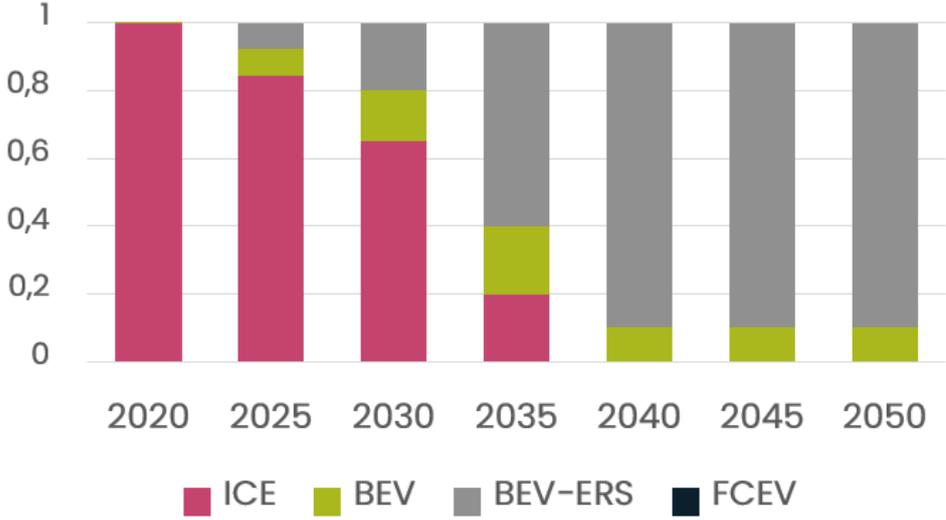
Gli scenari utilizzati sono riassunti nelle seguenti tabelle:



SCENARIO	DESCRIZIONE
REF (Riferimento o Baseline)	<ul style="list-style-type: none">• Scenario di base teorico, nel quale tutte le politiche di decarbonizzazione già pianificate non sono prese in considerazione• Il mix di vendita dei veicoli del 2020 si mantiene inalterato nel futuro senza considerare miglioramenti tecnologici su efficienza o alimentazione dei veicoli• Il miglioramento dell'efficienza del parco circolante è dovuto unicamente al ricambio dei mezzi con diesel nuovi

SCENARIO	DESCRIZIONE																																																																																								
<p>CPI (Current Policy Initiatives: Politiche attuali)</p>	<p>Diffusione delle tecnologie di efficienza dei consumi e delle nuove alimentazioni in tutti i nuovi veicoli fino al 2030, per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ nel 2025 e nel 2030 per furgoni e autocarri sopra le 16t.</p> <p>Nessuna iniziativa definita dopo il 2030.</p> <p>Fig. 1 - Immatricolazioni di furgoni (sopra) e camion (sotto) nello scenario CPI</p> <p>The figure consists of two stacked bar charts. The top chart shows the market share of ICE (red), PHEV (cyan), BEV (green), BEV-ERS (grey), and FCEV (black) for vans from 2020 to 2050. The bottom chart shows the same for trucks. In both cases, ICE is the dominant technology, but its share decreases over time as BEV and FCEV technologies gain market share. PHEV and BEV-ERS are not shown in the charts, indicating a 0% share.</p> <table border="1"> <caption>Estimated data for Fig. 1 - Immatricolazioni di furgoni (sopra) e camion (sotto) nello scenario CPI</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>ICE (Vans)</th> <th>PHEV (Vans)</th> <th>BEV (Vans)</th> <th>BEV-ERS (Vans)</th> <th>FCEV (Vans)</th> <th>ICE (Trucks)</th> <th>PHEV (Trucks)</th> <th>BEV (Trucks)</th> <th>BEV-ERS (Trucks)</th> <th>FCEV (Trucks)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>0.85</td> <td>0.0</td> <td>0.15</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.85</td> <td>0.0</td> <td>0.15</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2030</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2035</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2040</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2045</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.05</td> </tr> </tbody> </table>	Year	ICE (Vans)	PHEV (Vans)	BEV (Vans)	BEV-ERS (Vans)	FCEV (Vans)	ICE (Trucks)	PHEV (Trucks)	BEV (Trucks)	BEV-ERS (Trucks)	FCEV (Trucks)	2020	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2025	0.85	0.0	0.15	0.0	0.0	0.85	0.0	0.15	0.0	0.05	2030	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05	2035	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05	2040	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05	2045	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05	2050	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05
Year	ICE (Vans)	PHEV (Vans)	BEV (Vans)	BEV-ERS (Vans)	FCEV (Vans)	ICE (Trucks)	PHEV (Trucks)	BEV (Trucks)	BEV-ERS (Trucks)	FCEV (Trucks)																																																																															
2020	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																															
2025	0.85	0.0	0.15	0.0	0.0	0.85	0.0	0.15	0.0	0.05																																																																															
2030	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05																																																																															
2035	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05																																																																															
2040	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05																																																																															
2045	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05																																																																															
2050	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.05																																																																															

SCENARIO	DESCRIZIONE																																																																								
<p>TECH BEV (BEVs dominate)</p>	<p>Maggiore diffusione delle nuove tecnologie di efficienza dei consumi e di alimentazione nelle immatricolazioni fino al 2030 (in particolare nei veicoli leggeri).</p> <p>Predominante l'adozione di BEV sia tra i furgoni sia tra gli autocarri sopra le 16 t.</p> <p>Termine della vendita di nuovi mezzi a combustione interna nel 2035 per i furgoni e nel 2040 per gli autocarri sopra le 16 t.</p> <p>Fig. 2 - Immatricolazioni di furgoni (sinistra) e camion (destra) nello scenario TECH BEV</p> <table border="1"> <caption>Estimated data for Fig. 2 (Market share)</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Van: ICE</th> <th>Van: PHEV</th> <th>Van: BEV</th> <th>Truck: ICE</th> <th>Truck: PHEV</th> <th>Truck: BEV</th> <th>Truck: BEV-ERS</th> <th>Truck: FCEV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>0.7</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>0.85</td> <td>0.05</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2030</td> <td>0.25</td> <td>0.0</td> <td>0.75</td> <td>0.65</td> <td>0.0</td> <td>0.35</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2035</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2040</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>2045</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Van: ICE	Van: PHEV	Van: BEV	Truck: ICE	Truck: PHEV	Truck: BEV	Truck: BEV-ERS	Truck: FCEV	2020	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2025	0.7	0.0	0.3	0.85	0.05	0.1	0.0	0.0	2030	0.25	0.0	0.75	0.65	0.0	0.35	0.0	0.0	2035	0.0	0.0	1.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	2040	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1	2045	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1	2050	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1
Year	Van: ICE	Van: PHEV	Van: BEV	Truck: ICE	Truck: PHEV	Truck: BEV	Truck: BEV-ERS	Truck: FCEV																																																																	
2020	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																	
2025	0.7	0.0	0.3	0.85	0.05	0.1	0.0	0.0																																																																	
2030	0.25	0.0	0.75	0.65	0.0	0.35	0.0	0.0																																																																	
2035	0.0	0.0	1.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0																																																																	
2040	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1																																																																	
2045	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1																																																																	
2050	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.1																																																																	

SCENARIO	DESCRIZIONE																																								
<p>TECH ERS (ERS system dominates)</p>	<p>Maggiore diffusione delle nuove tecnologie di efficienza dei consumi e di alimentazione nelle immatricolazioni fino al 2030 (in particolare nei veicoli leggeri).</p> <p>Predominante l'adozione di BEV tra i furgoni e di BEV-ERS tra gli autocarri sopra le 16 t.</p> <p>Termine della vendita di nuovi mezzi a combustione interna nel 2035 per i furgoni e nel 2040 per gli autocarri sopra le 16t.</p> <p style="text-align: center;">Fig. 3 - Immatricolazioni camion nello scenario TECH ERS</p>  <table border="1" data-bbox="464 1115 1410 1635"> <caption>Data for Fig. 3 - Immatricolazioni camion nello scenario TECH ERS</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>ICE</th> <th>BEV</th> <th>BEV-ERS</th> <th>FCEV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>0.8</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2030</td> <td>0.65</td> <td>0.15</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2035</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.6</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2040</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2045</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.9</td> <td>0.0</td> </tr> </tbody> </table>	Year	ICE	BEV	BEV-ERS	FCEV	2020	1.0	0.0	0.0	0.0	2025	0.8	0.1	0.1	0.0	2030	0.65	0.15	0.2	0.0	2035	0.2	0.2	0.6	0.0	2040	0.0	0.1	0.9	0.0	2045	0.0	0.1	0.9	0.0	2050	0.0	0.1	0.9	0.0
Year	ICE	BEV	BEV-ERS	FCEV																																					
2020	1.0	0.0	0.0	0.0																																					
2025	0.8	0.1	0.1	0.0																																					
2030	0.65	0.15	0.2	0.0																																					
2035	0.2	0.2	0.6	0.0																																					
2040	0.0	0.1	0.9	0.0																																					
2045	0.0	0.1	0.9	0.0																																					
2050	0.0	0.1	0.9	0.0																																					

SCENARIO	DESCRIZIONE																																								
<p>TECH FCEV (Fuel cell vehicles dominate)</p>	<p>Maggiore diffusione delle nuove tecnologie di efficienza dei consumi e di alimentazione nelle immatricolazioni fino al 2030 (in particolare nei veicoli leggeri).</p> <p>Predominante l'adozione di BEV tra i furgoni e FCEV tra gli autocarri sopra le 16 t.</p> <p>Termine della vendita di nuovi mezzi a combustione interna nel 2035 per i furgoni e nel 2040 per gli autocarri sopra le 16 t</p> <p style="text-align: center;">Fig. 4 - Immatricolazioni camion nello scenario TECH FCEV</p> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Data for Fig. 4 - Immatricolazioni camion nello scenario TECH FCEV</caption> <thead> <tr> <th>Anno</th> <th>ICE</th> <th>BEV</th> <th>BEV-ERS</th> <th>FCEV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>0.8</td> <td>0.1</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2030</td> <td>0.6</td> <td>0.15</td> <td>0.1</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>2035</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>2040</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>2045</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> <td>0.9</td> </tr> </tbody> </table>	Anno	ICE	BEV	BEV-ERS	FCEV	2020	1.0	0.0	0.0	0.0	2025	0.8	0.1	0.05	0.05	2030	0.6	0.15	0.1	0.15	2035	0.2	0.2	0.0	0.6	2040	0.0	0.1	0.0	0.9	2045	0.0	0.1	0.0	0.9	2050	0.0	0.1	0.0	0.9
Anno	ICE	BEV	BEV-ERS	FCEV																																					
2020	1.0	0.0	0.0	0.0																																					
2025	0.8	0.1	0.05	0.05																																					
2030	0.6	0.15	0.1	0.15																																					
2035	0.2	0.2	0.0	0.6																																					
2040	0.0	0.1	0.0	0.9																																					
2045	0.0	0.1	0.0	0.9																																					
2050	0.0	0.1	0.0	0.9																																					

Modelli di scenario e relative ipotesi

La costruzione dei modelli si è basata (attraverso dati statistici ufficiali) su ipotesi base relative a:

- Scenari di immatricolazione 2021-2050 per ciascuna tecnologia
- Conseguente evoluzione del parco circolante per ciascuno degli scenari;
- Decremento delle prestazioni per invecchiamento, soprattutto in termini di chilometraggio;
- Proiezioni nelle attività di trasporto nel corso degli anni;
- Turnover dei veicoli per fine-vita;
- Previsioni di mercato
- Tipologie di "payloads";
- Evoluzioni tecnologiche;
- Prezzi dei combustibili;
- Prezzi dell'elettricità;
- Prezzi dell'idrogeno;
- Inflazione

Il confronto dei modelli di scenario precedenti è stato eseguito considerando anche lo sviluppo tecnologico dei mezzi ICE nello stesso periodo di tempo (miglioramento dei consumi, aumento dell'efficienza, aumento dei costi legato ai nuovi standard emissivi, ecc.).

I modelli hanno tenuto conto dell'evoluzione attesa nei costi dei veicoli ICE, batterie, sistemi Fuel Cell, alimentazioni, anche in relazione all'introduzione degli standard Euro VII, rispetto agli attuali EuroVI. Infine, per garantire la costruzione di adeguati confronti di TCO sono state prese in considerazione le evoluzioni nei costi dei veicoli, dei combustibili e per le attività di manutenzione per le varie configurazioni.

Il rapporto prende in considerazione il mix di generazione di energia elettrica, in linea con l'aggiornamento del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) per riflettere l'accresciuta ambizione climatica ("Fit for 55"), come si vede nella Figura 5.

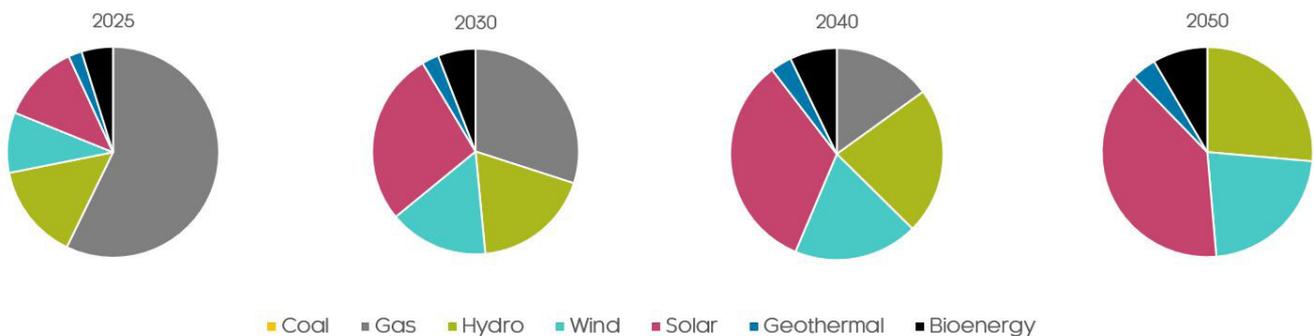


Fig. 5 - Ipotesi di evoluzione del mix di generazione elettrica italiano

Le discussioni attuali, in particolare, si concentrano su un obiettivo del 70% dell'elettricità da generare da fonti rinnovabili entro l'anno 2030. Dopo di che, ipotizziamo quote crescenti di rinnovabili per raggiungere un mix di generazione a zero emissioni di carbonio entro il 2050. Tale mix energetico, che già prevede un target del 55% al 2030, dovrà essere aggiornato per riflettere l'accresciuta ambizione climatica Europea come previsto dalla Proposta "Fit for 55", portando la quota di rinnovabili fino al 70%.

Evoluzione degli stock dei veicoli

Lo stock di veicoli di trasporto, incluso Vans e HGV, e le relative stime di evoluzione della richiesta di combustibile e di emissioni di CO₂ è stato modellizzato basandosi, in ciascun scenario, sui modelli utilizzati generalmente per i veicoli a combustione interna.

Scenario CPI

Nello scenario CPI (politiche attuali) come si vede nelle figure, le tecnologie "zero emissioni" esaminate, di fatto hanno solo il ruolo di seguire la fisiologica curva di crescita del parco, lasciando sostanzialmente inalterato e predominante il contributo dei mezzi a combustione interna.

Fig. 6 - Quota delle alimentazioni dei furgoni sul totale dei veicoli nello Scenario con politiche attuali CPI

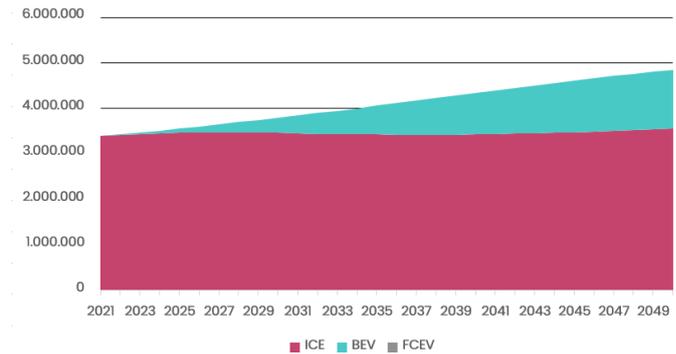
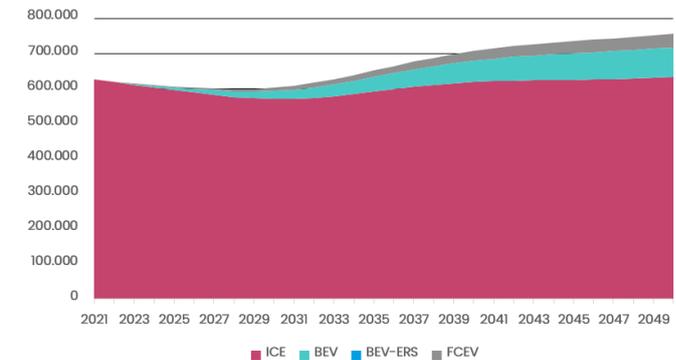


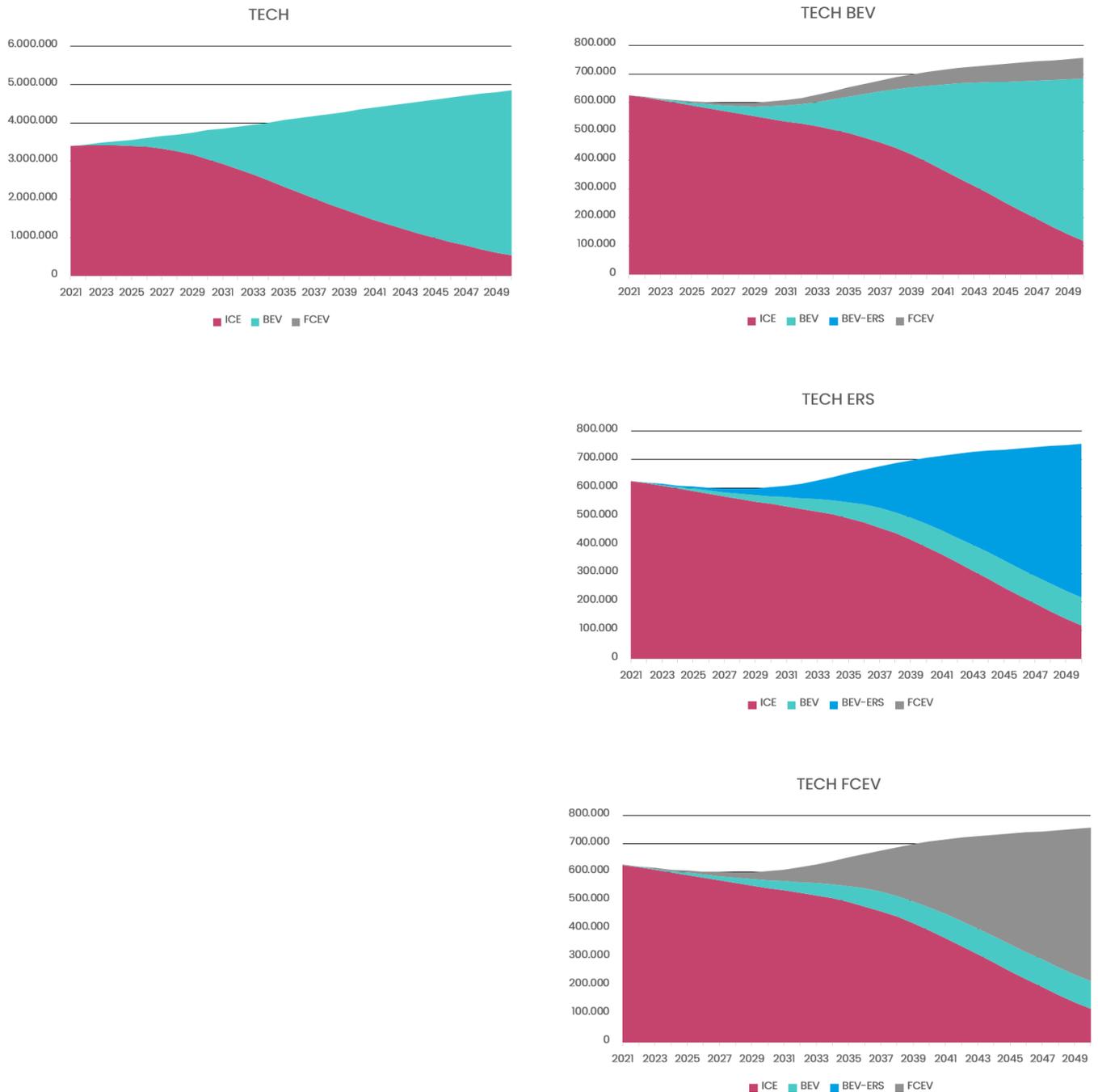
Fig. 7 - Quota delle alimentazioni degli autocarri pesanti (HHGV) sul totale dei veicoli nello Scenario con politiche attuali CPI



Scenari TECH

Negli scenari TECH l'effetto della tecnologia dominante dello scenario assume sostanzialmente il ruolo di sostituire i mezzi ICE, come si verifica nella Figura 8.

Fig. 8 - Andamento dei veicoli circolanti negli scenari TECH per furgoni (sinistra) e camion (a destra dall'alto in basso) TECH-BEV, TECH-ERS e TECH-FCEV



Si noti che questo scenario, come gli altri, non mostra un azzeramento degli stock ICE al 2050, quindi non garantirebbe la neutralità climatica a tale data. La mera introduzione di un phase-out per le vendite di HDV a combustione interna al 2040 non è una misura sufficiente per rispettare gli obiettivi europei, in quanto la vita media di questi mezzi è maggiore di 10 anni, comportando la loro circolazione oltre il 2050.

Questo risultato evidenzia da un lato l'urgenza di non posticipare la decarbonizzazione e, dall'altro, la necessità di misure ulteriori, come l'importanza dello shift modale.

Questa conclusione è naturalmente presente anche nell'analisi centrata sul consumo di combustibili fossili nella seguente sintesi (Fig. 9), che mostra il residuo di veicoli ICE al 2050:



Fig. 9 - Quota annuale di consumo di combustibili, idrogeno ed elettricità nei differenti scenari

Nonostante nello studio non venga preso in considerazione il fabbisogno primario di energia per alimentare l'intero settore del trasporto merci, dal grafico emerge che lo scenario TECH FCEV richiede un fabbisogno di energia finale comunque più elevato rispetto agli scenari TECH BEV. Questa differenza è dovuta alla minor efficienza Tank to Wheel.

Se venisse calcolato il fabbisogno energetico primario, in ottica Well To Wheel, che tiene conto anche dell'elettricità per la produzione di idrogeno verde usato nei veicoli, tale differenza sarebbe decisamente più marcata.

4. Infrastrutture

Il rapporto riporta la definizione, i costi e la velocità di implementazione di:

- Colonnine di ricarica elettrica (per BEV);
- Impianti stradali elettrici con linea aerea per il pantografo (per ERS);
- Stazioni di rifornimento di idrogeno (per FCEV).

La principale infrastruttura per servire i BEV sarà costituita da caricabatterie ultraveloci sulle autostrade, con una potenza di 700 kW utilizzata nella modellazione. In aggiunta a questi ci saranno anche i caricabatterie da deposito BEV (90kW) per una ricarica più lenta durante la notte.

Nello scenario TECH ERS, la principale fonte di elettricità per i veicoli abilitati ERS sarà tramite un sistema stradale elettrico (ERS). Il sistema viario elettrico potrà essere implementato sulle principali autostrade d'Italia per consentire la penetrazione nella flotta di un'ampia percentuale di veicoli pesanti ERS, mentre non è stata considerata una tecnologia appropriata per i furgoni commerciali, che utilizzano in larga parte la rete stradale locale. Ci sarà anche un lancio di caricabatterie a deposito lento (22kW) per ogni veicolo per facilitare la ricarica notturna dei veicoli. Con l'aumento della diffusione dell'ERS, aumenterà il tempo trascorso in modalità elettrica, riflettendo un maggiore utilizzo dell'infrastruttura ERS.

L'infrastruttura della catenaria ERS è stata distribuita secondo lo studio, lungo la rete autostradale e le più importanti superstrade del paese, sulla base delle mappe dei flussi di traffico per i veicoli pesanti, fornite dall'edizione 2021 dell'Almanacco della Logistica, con i più alti livelli di traffico per i mezzi pesanti. Il risultato è una tecnologia catenaria ERS posizionata come scenario su 5.363 km di rete complessiva italiana, a riprova della complessità nell'adeguamento infrastrutturale di questa soluzione.

Per quanto riguarda la tecnologia FCEV, le principali problematiche infrastrutturali sono quelle relative a garantire una capillare distribuzione del vettore ad un elevato numero di stazioni tale da ottenere un adeguato ritorno economico dell'investimento da parte degli operatori, a differenza della rete elettrica già ampiamente distribuita sul territorio.

Naturalmente i modelli presi in esame ed i calcoli effettuati non hanno tenuto conto delle importanti problematiche infrastrutturali (legate alla complessità autorizzativa, di produzione dei vettori energetici e di impatto upstream della produzione) che potrebbero influire grandemente nello sviluppo dei costi, in particolare per quanto riguarda gli scenari ERS e FCEV.

Con queste assunzioni e basandosi sui dati disponibili lo studio riporta una sostanziale equivalenza negli investimenti cumulati nei tre scenari durante le fasi sviluppo e un successivo vantaggio per la soluzione BEV, riportato nel seguente grafico di sintesi (Fig. 10), sino al 2050:

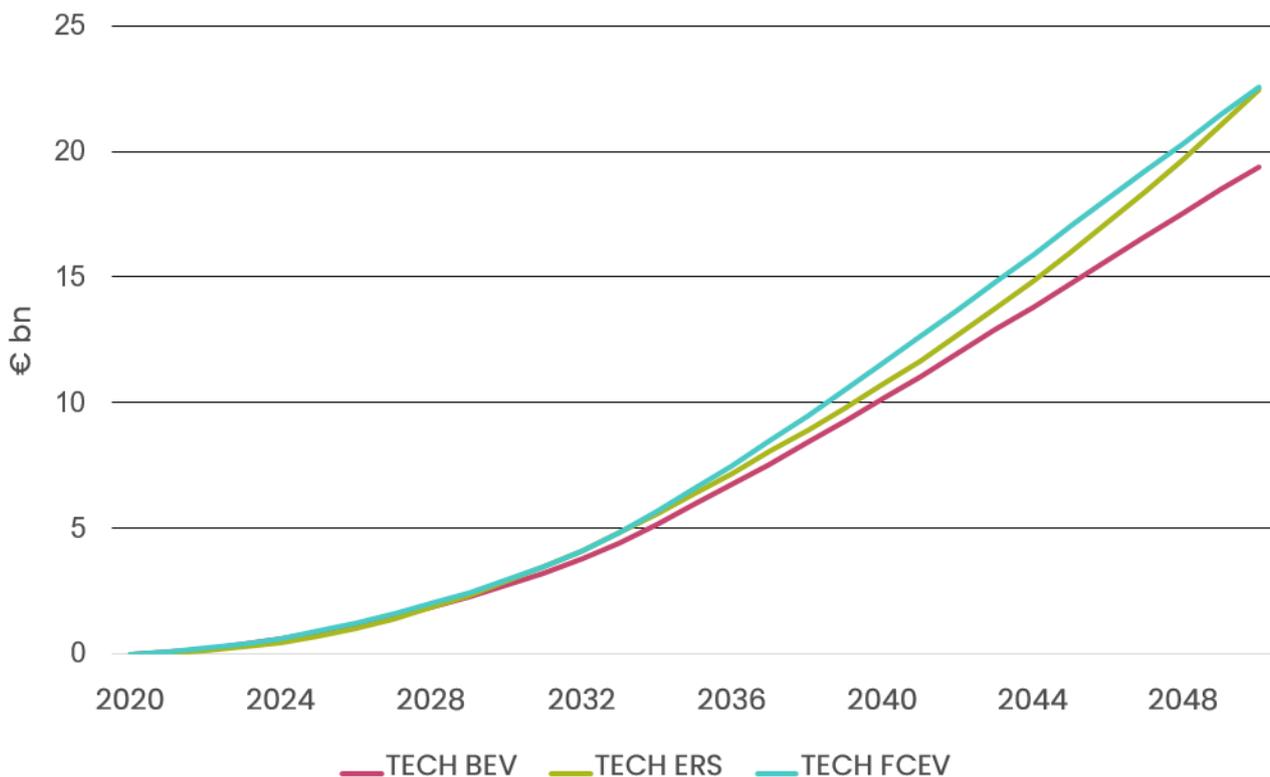


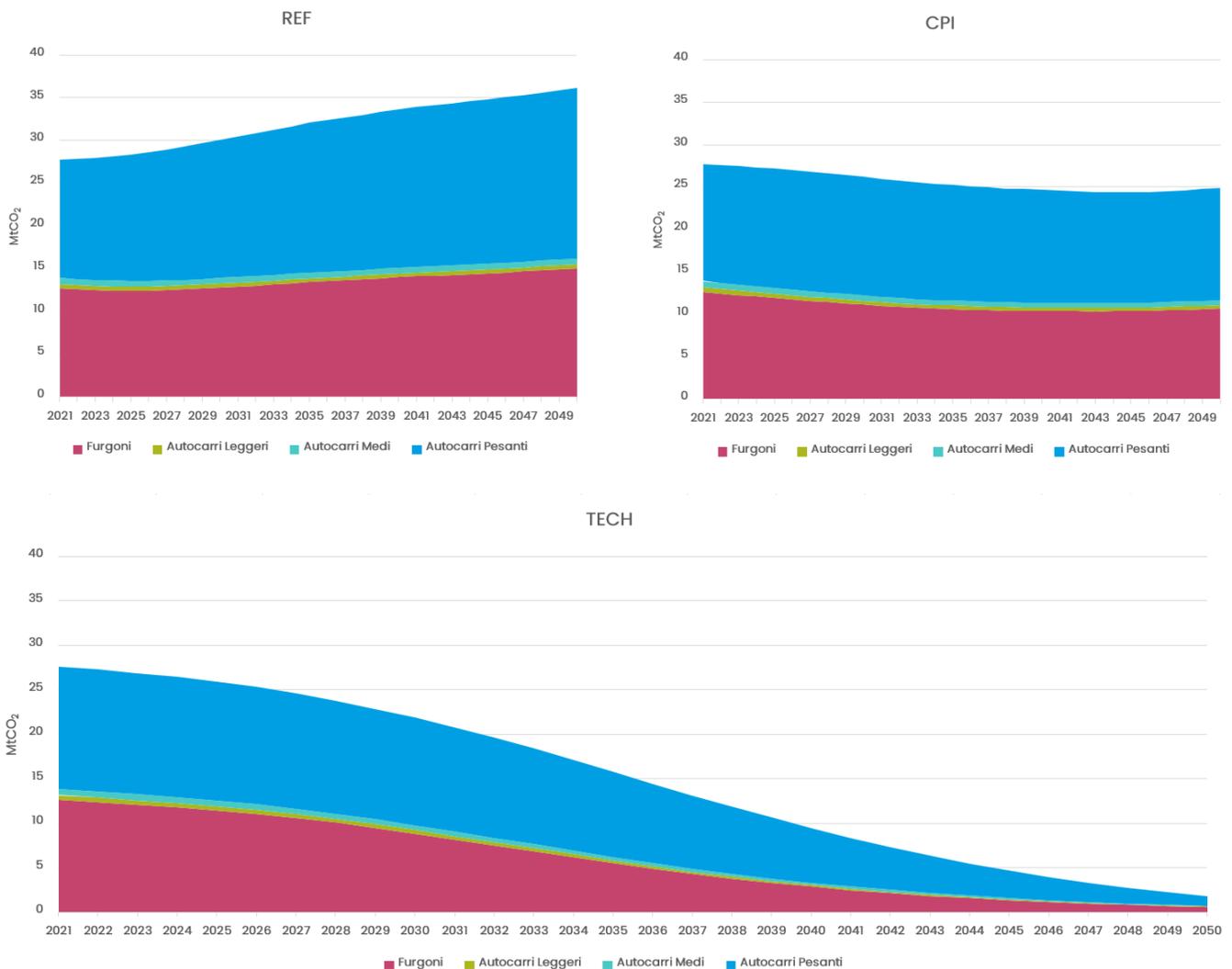
Fig. 10 - Totale cumulato degli investimenti in infrastrutture per ciascuno scenario Tech

Come si vede dalla figura i costi per l'investimento infrastrutturale cumulativo nello scenario TECH FCEV raggiunge quasi 23 miliardi di euro entro il 2050, mentre in TECH ERS è di 22,5 miliardi di euro e in TECH BEV, essendo lo scenario TECH più economico, è di 19 miliardi di euro.

5. Impatti ambientali

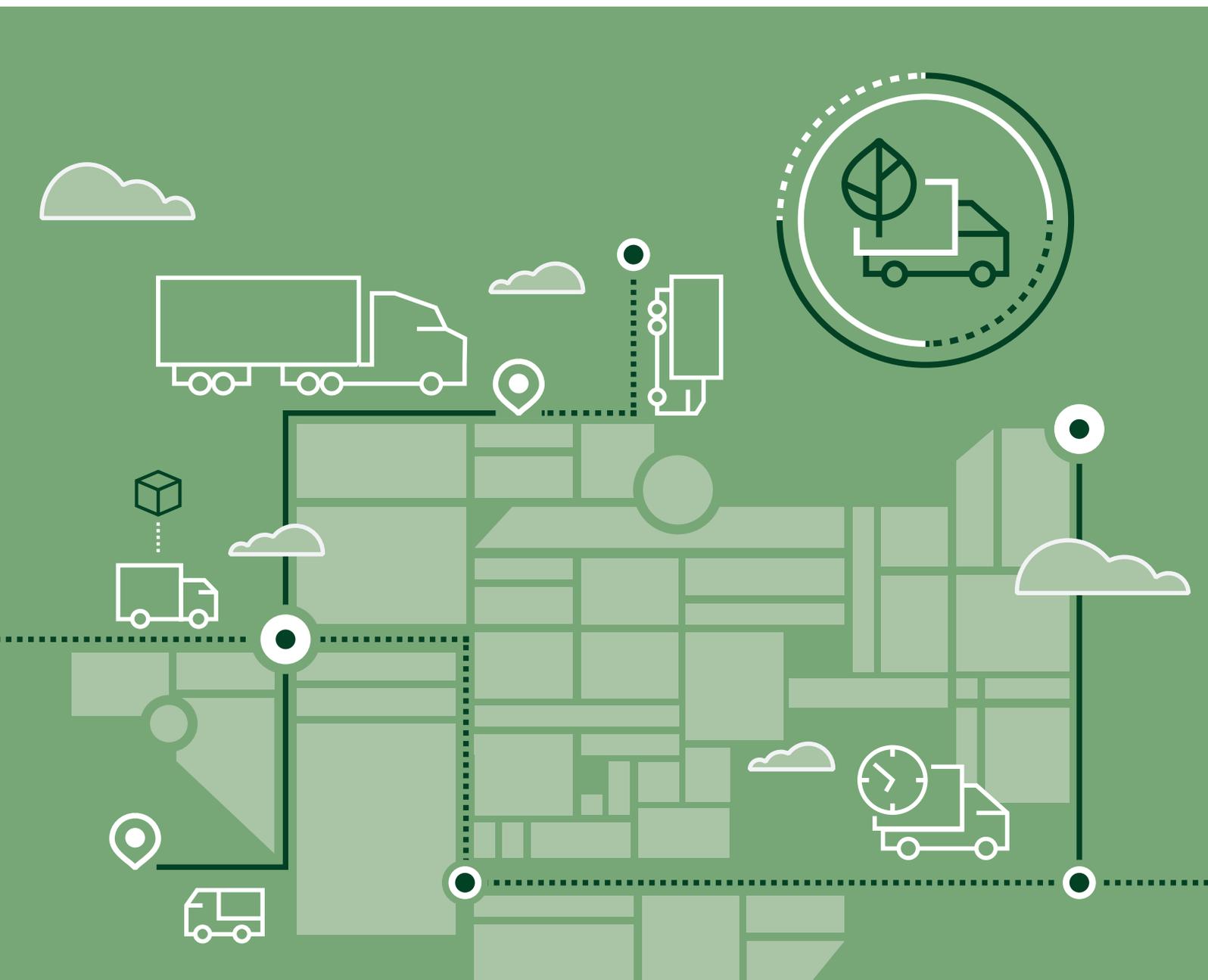
Le emissioni di CO₂ annuali derivanti dal parco circolante degli scenari TECH, sempre più popolati da mezzi a zero emissioni, permette una riduzione drastica delle emissioni rispetto a quanto garantito dallo scenario CPI, che denota la poca ambizione delle attuali politiche del settore, come si evince dai grafici sottostanti della figura 11.

Fig. 11 - Quota annuale delle emissioni di CO₂ allo scarico dei veicoli circolanti



Dalle proiezioni emerge come, nonostante un significativo taglio delle emissioni al 2050 non si raggiunge l'attesa neutralità climatica poiché si pensa che parte degli ICE, immatricolati prima del "phase-out" previsto nel 2035, restino comunque in circolazione, in quota notevolmente ridotta (11,7%).

Per quanto riguarda l'inquinamento locale, lo studio evidenzia che anche lo scenario CPI porterebbe un significativo contributo alla riduzione di emissioni locali (PM_{10} , NO_x) grazie all'evoluzione dei propulsori, a fronte comunque di uno scarso contributo nella riduzione di emissioni di gas-serra. Tale riduzione è ancora più significativa nei tre scenari TECH, che sono basati su tecnologie a zero emissioni.



6. Analisi del costo totale di proprietà (TCO)

Allo scopo di calcolare il TCO di veicoli commerciali leggeri (Van) e pesanti (HHGV), sono state sommate tutte le componenti di costo associate al possesso del veicolo durante la sua vita utile:

- Deprezzamento, valore perso (compresa l'IVA iniziale) dal veicolo;
- Costo del combustibile/energia per coprire i km del periodo;
- Costi di manutenzione e riparazione;
- Costi delle infrastrutture, CAPEX e OPEX associati e distribuiti sul numero dei veicoli (ricariche elettriche, idrogeno catenarie associate agli ERS). Gli eventuali impatti sulle tariffe a causa di interventi pubblici sulle infrastrutture vengono tenuti separati dai prezzi dell'elettricità;
- Costi finanziari per l'acquisto del veicolo

I veicoli sono stati tipizzati in "archetipi" che tengono conto delle più aggiornate caratteristiche in termini di potenza, capacità delle batterie, serbatoi di idrogeno, rispettivamente per van e HHGVs, assimilando i veicoli leggeri e medi (LHGV e MHGV) ai mezzi pesanti, data la preponderanza di questi ultimi nel circolante.

VAN

Il grafico (Fig.12) rappresenta il TCO dei Van confrontati con gli attuali motorizzati diesel, considerando una vita utile di 14 anni. Per il segmento dei Vans, il rapporto non prende in considerazione il sistema ERS con catenaria stradale, perché ritenuta una tecnologia non appropriata per il servizio di distribuzione locale delle merci che utilizza strade locali e non ha flussi concentrati.

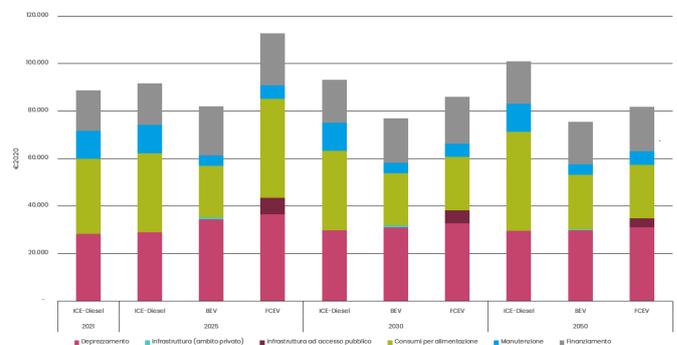


Fig. 12 - Costo a vita intera (TCO) dei furgoni nelle varie motorizzazioni con vita utile 14 anni

I van elettrici BEV saranno i più economici da acquistare e utilizzare già dal 2025, soprattutto in relazione ai minori costi di alimentazione e di manutenzione che compenseranno il deprezzamento stimato al momento per questi mezzi, mentre i van alimentati a idrogeno potrebbero essere competitivi solo dopo il 2030, per le economie di scala associate alla produzione di massa del vettore energetico.

HHGV

Nel caso dei veicoli pesanti la valutazione del TCO ha ricompreso la tecnologia BEV, la catenaria (ERS) ed il sistema FCEV, considerando una vita utile del mezzo di 12 anni. Gli andamenti calcolati sono simili a quanto visto per i VAN. Anche per questi veicoli dal 2025 si raggiunge l'economicità rispetto agli ICE per BEV e ERS, mentre il 2030 è la data stimata per i mezzi a idrogeno FCEV.

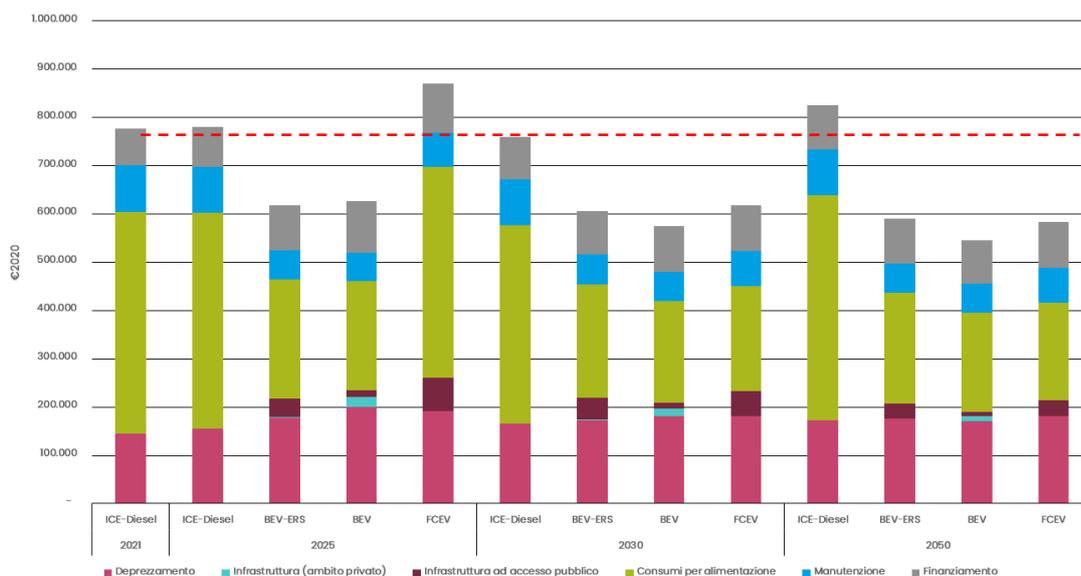


Fig. 13 - Costo a vita intera (TCO) degli autoarticolati nelle varie motorizzazioni con vita utile 12 anni

Il rapporto, per il confronto TCO, mostra che l'adozione di veicoli elettrici o FCEV non dovrebbe aumentare i costi complessivi per i trasportatori. Interessanti considerazioni del rapporto sottolineano dunque il reale interesse dei trasportatori ad approfondire i costi complessivi.

I problemi di finanziamento per l'acquisto di nuovi veicoli possono essere considerati più rilevanti in Italia che in altri paesi per la specificità del nostro sistema, costituito soprattutto da imprese in possesso di 1 solo mezzo e micro imprese fino a 10 veicoli, che costituiscono circa l'85% delle imprese iscritte all'Albo dell'Autotrasporto del MIMS.

Analisi di sensitività del TCO

Lo studio ha ulteriormente testato i risultati del TCO attraverso analisi di sensitività, variando ogni elemento uno alla volta e tracciando le potenziali implicazioni. Questo per riflettere le incertezze presenti nelle analisi di scenario, in particolare rispetto alla futura traiettoria dei prezzi dei combustibili e di altre componenti chiave dei costi. I calcoli di TCO sono stati quindi sottoposti a varie analisi di sensitività di seguito riportati in sintesi.

Analisi di sensitività dei costi operativi

Il costo del combustibile rappresenta la componente più grande nell'analisi TCO, di conseguenza ha un grande impatto nei calcoli di sensitività. E' da evidenziare che i BEV restano i più economici in qualunque scenario di variabilità dei combustibili ICE, come si vede dalla Figura 14.

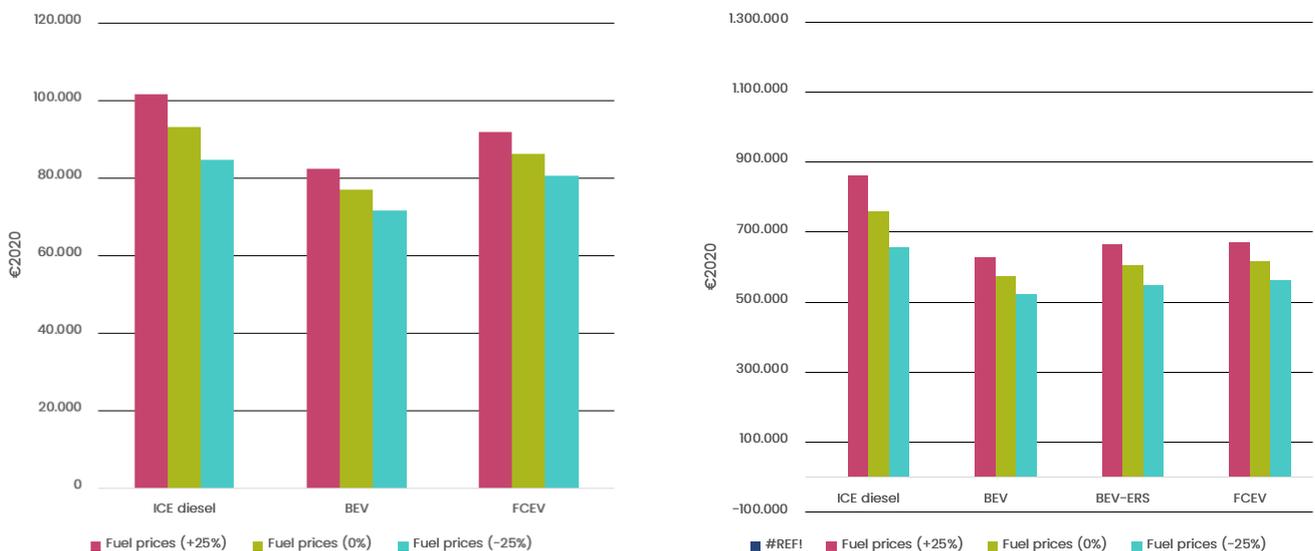


Fig. 14 - Analisi di sensitività del Costo a vita intera al 2030: variazione del costo del combustibile dei furgoni su 14 anni (sinistra) e degli autocarri pesanti su 12 anni (a destra)

I mezzi BEV risultano vincenti anche nel lungo termine (2050) anche rispetto alle altre tecnologie, essenzialmente per il costo dell'idrogeno verde che dovrebbe alimentare i FCEV.

E' stata effettuata una analisi di sensitività anche rispetto al chilometraggio dei mezzi presi in esame ed è stato confermato che quanto più esso è ampio, tanto maggiore è il vantaggio delle nuove tecnologie rispetto ai convenzionali diesel ICE. L'analisi è stata realizzata variando il chilometraggio-base in un range del +/- 25%, il cui risultato è leggibile dalla Figura 15.

Infine, anche analisi di sensitività sulle dimensioni delle batterie, sulle tariffe elettriche e sul periodo di possesso dei mezzi (caso ad es. di compagnie di maggiori dimensioni che detengono i mezzi tipicamente per 4 anni per poi rivenderli). In tutte le analisi le nuove tecnologie risultano essere convenienti rispetto alle tradizionali soluzioni ICE.

Fig. 15 - Analisi di sensitività del Costo a vita intera al 2030: variazione della percorrenza media annuale dei furgoni su 14 anni (sopra) e degli autocarri pesanti su 12 anni (sotto)



Analisi di sensitività delle politiche sui trasporti

Lo studio sottolinea come il ruolo delle politiche europee in atto possa modificare gli scenari ed i costi per il futuro: la revisione della direttiva Eurovignette e l'inclusione del trasporto su strada nel sistema EU ETS potrebbero fornire un sostegno decisivo alla transizione verso i veicoli elettrici.

Direttiva Eurovignette

Il Parlamento Europeo e il Consiglio dell'UE hanno recentemente concordato in sede di trilogia, per la revisione della Direttiva Eurovignette allo scopo di promuovere trasporti sostenibili, dal 2023 uno sconto del 50% sui pedaggi stradali per i veicoli a zero emissioni. Tale sconto (potenzialmente estensibile al 75%) è naturalmente più efficace nel caso dei mezzi pesanti (HHGVs) che utilizzano i percorsi autostradali per il 63% rispetto al 28% dei VAN.

Di conseguenza, al 2030 i pedaggi possono aumentare sostanzialmente il TCO per gli HHGV e lo sconto del 50% amplia il divario TCO tra i BEV e gli ICE come dimostra la seguente figura 16 che a sinistra riporta il calcolo TCO per i Vans ed a destra per i Veicoli Pesanti.

Il costo del combustibile rappresenta la componente più grande nell'analisi TCO, di conseguenza ha un grande impatto nei calcoli di sensitività.

E' da evidenziare che i BEV restano i più economici in qualunque scenario di variabilità dei combustibili ICE.

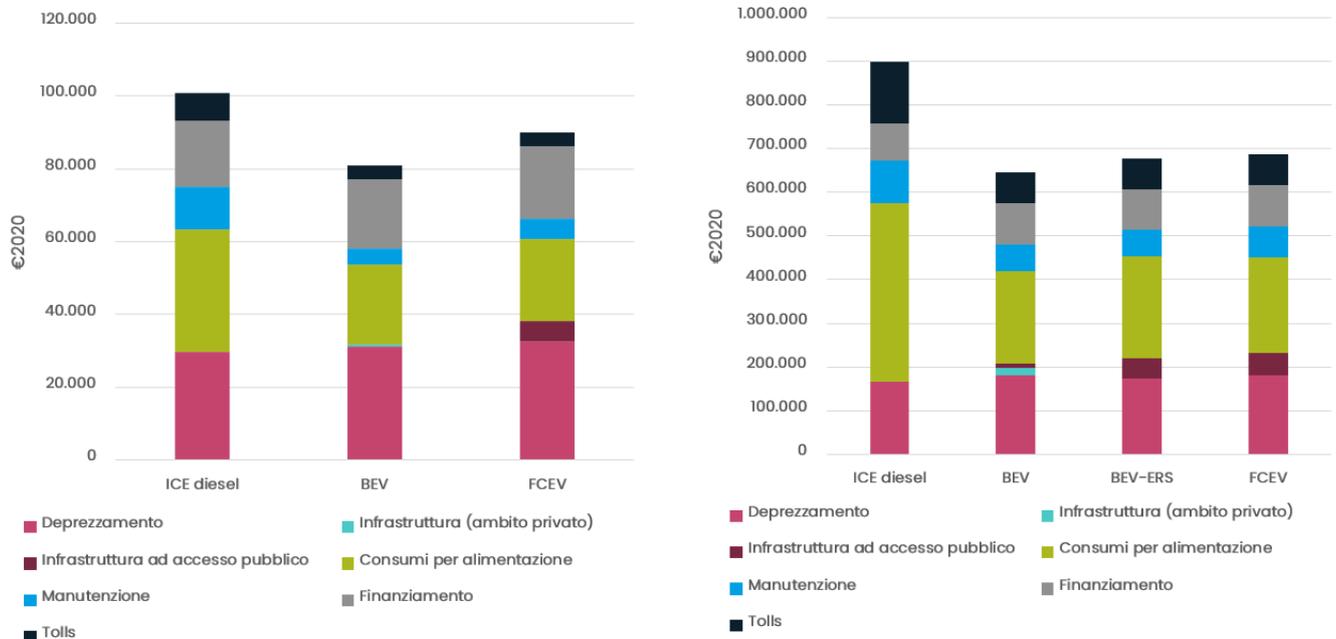


Fig. 16 - Effetti delle tariffe autostradali pesate sull'impatto carbonico dei veicoli (Direttiva Eurovignette) sul Costo a vita intera dei furgoni (sinistra) e degli autocarri pesanti (a destra)

Emissions Trading Scheme

L'estensione di una tassazione sulle emissioni (ETS) ai trasporti su strada, proposta dalla Commissione Europea, può naturalmente contribuire allo sviluppo delle tecnologie a zero emissioni. Lo studio riporta una ipotesi di tassazione separata e parallela agli attuali ETS, ipotizzando un valore standard di €50,

ampiamente in linea con gli attuali riferimenti che, naturalmente inciderà sui soli veicoli ICE essendo applicata alle emissioni veicolari.

Come dimostra la Figura 17 riferita al 2030, che a sinistra si riferisce ai Vans ed a destra ai Veicoli pesanti.

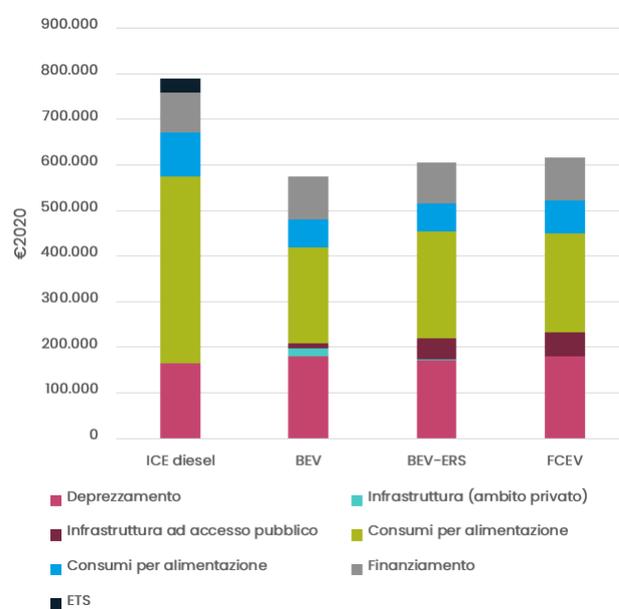
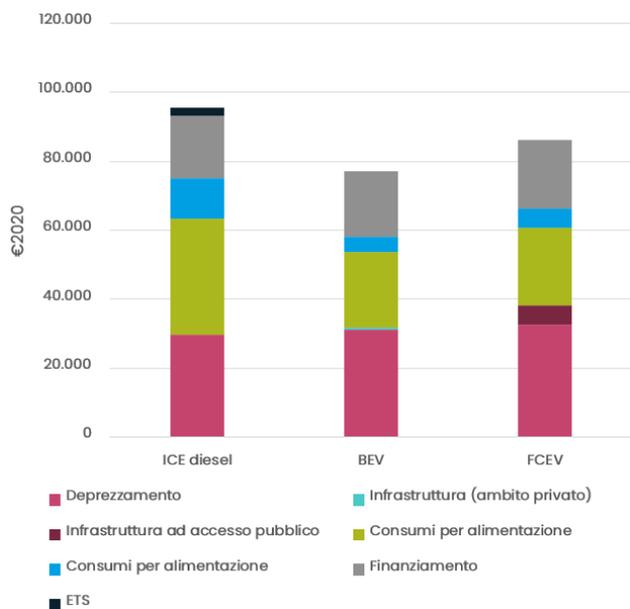


Fig. 17 - Effetti del prezzo dell'anidride carbonica emessa (Riforma ETS) sul Costo a vita intera dei furgoni (sinistra) e degli autocarri pesanti (a destra)

Sussidi Ambientalmente Dannosi (SAD)

I veicoli diesel godono in Italia di una de-tassazione sul carburante che corrisponde, secondo i calcoli del rapporto tecnico di CE, porta ad una riduzione sul prezzo finale del carburante diesel pari al 17,2%. Questo porta ad una sostanziale riduzione del TCO dei mezzi ICE che viene rappresentata nella Figura 18.

Una progressiva riduzione di questi sussidi, dannosi per l'ambiente, può accelerare ulteriormente l'adozione di mezzi ambientalmente sostenibili.

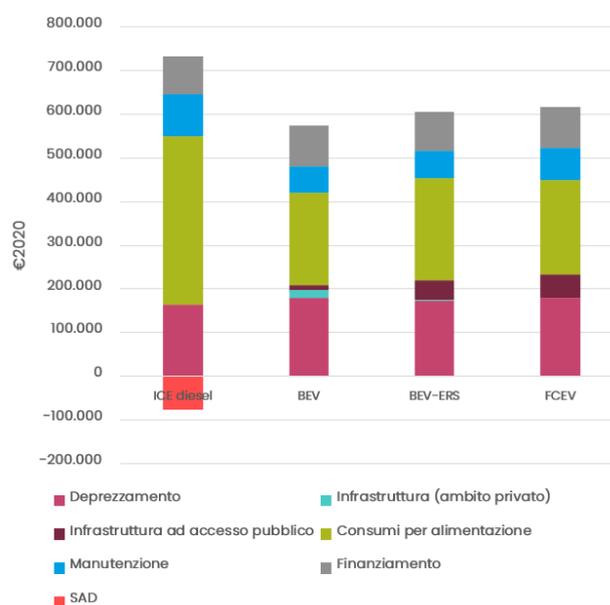


Fig. 18 - Effetti della riduzione dei Sussidi Ambientalmente Dannosi destinati ai trasporti sul costo a vita intera degli autocarri pesanti al 2030

7. Conclusioni

Con questo Summary Report abbiamo illustrato in sintesi i risultati del Rapporto di Cambridge Econometrics, "Potential Options and Technology Pathways for Delivering Zero-Carbon Freight in Italy" che si propone di rispondere a tre domande chiave:

- 1. Quali sono le possibili soluzioni tecnologiche di decarbonizzazione per i furgoni e per veicoli merci pesanti (in particolare sotto le 3,5 tonnellate e sopra le 16 tonnellate)?**
- 2. Quale delle soluzioni tecnologiche di trasporto merci su gomma a zero emissioni porta i maggiori benefici economici agli utenti e al sistema della logistica?**
- 3. Quali sono i requisiti di investimento infrastrutturale associati e necessari ai percorsi di decarbonizzazione in Italia?**

Le risposte, che sono insite nelle analisi di questo studio e nei loro risultati, si possono riassumere come segue nei seguenti 3 punti

1. Quali sono le possibili soluzioni tecnologiche di decarbonizzazione per i furgoni e per veicoli merci pesanti (in particolare sotto le 3,5 tonnellate e sopra le 16 tonnellate)?

Le soluzioni a zero emissioni per il trasporto merci messe a confronto con gli attuali mezzi diesel euro 6, e anche con Euro 7 di prossima decisione Europea, sono quindi:

- Furgoni, camion e autoarticolati elettrici a batteria, o BEV (Battery Electric Vehicle)
- Camion e autoarticolati per il lungo raggio elettrici ma alimentati da sistemi a catenaria, con acronimo ERS (Electric Road System), cui si agganciano con pantografo i mezzi di trasporto merci a lunga percorrenza
- Furgoni, camion e autoarticolati alimentati da una cella a combustibile (Fuel Cell) che trasforma idrogeno in elettricità, o FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle). Se tecnicamente questi ultimi sono di fatto dei veicoli elettrici (la trazione è infatti garantita da un motore elettrico), i mezzi, le infrastrutture di ricarica e la produzione e distribuzione dell'idrogeno, lo configurano come una soluzione radicalmente diversa dai BEV.

2. Quale delle soluzioni tecnologiche di trasporto merci su gomma a zero emissioni porta i maggiori benefici economici agli utenti e al sistema della logistica?

Dalle analisi dello studio, i furgoni e camion elettrici a batterie emergono come miglior soluzione sia da un punto di vista ambientale, contribuendo ad abbattere le emissioni di CO₂ e di inquinanti locali, sia da un punto di vista economico, come dimostra il raggiungimento della parità di costo già a partire dal 2025.

Tali vantaggi non solo si rendono evidenti nel corso degli anni nei confronti dei veicoli diesel, ma anche rispetto alle soluzioni concorrenti, idrogeno e catenaria, per i minori costi di acquisto e di esercizio, nonché per la maggior facilità di diffusione dei mezzi e delle infrastrutture necessarie ad alimentarli.

Tuttavia, anche nello scenario Tech BEV, si prevede una percentuale significativa di mezzi a celle a combustibile alimentati con idrogeno verde specialmente per i trasporti pesanti di lunga percorrenza.

3. Quali sono i requisiti di investimento infrastrutturale associati e necessari ai percorsi di decarbonizzazione in Italia?

Anche sulle infrastrutture necessarie al rifornimento dei mezzi, il modello di calcolo ha dato risultati più convenienti per le infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici a batteria rispetto sia alla soluzione catenaria, (confronto solo sui veicoli pesanti) sia a quella a idrogeno.

Alle valutazioni quantitative ottenute dalle analisi dello studio si devono per altro aggiungere alcune considerazioni qualitative:

- le infrastrutture a catenaria ERS non sono di semplice realizzazione sia perché una pianificazione e un intervento statale sono maggiormente richiesti in questa casistica con un potenziale dilatarsi dei tempi di realizzazione, sia perché mezzi adatti per queste soluzioni potrebbero essere operativi solo una volta che queste infrastrutture fossero interamente realizzate, sia in ultimo poiché non sono facilmente reperibili o stimabili i costi di connessione alla reti elettriche di trasmissione e distribuzione per una diffusione massiva, almeno sulle reti autostradali principali, delle catenarie. In tale contesto non è semplice prevedere né l'attore, pubblico o privato, che dovrebbe investire sulla realizzazione del sistema di alimentazione, né quale sarebbe il prezzo dell'energia trasmessa ai mezzi.
- Inoltre va sottolineato che la soluzione ERS a catenaria si presta solo per flussi di trasporto di lunga distanza su autostrade e superstrade, mentre il nostro sistema di distribuzione delle merci, legato al sistema produttivo e insediativo diffuso e capillare, non potrà essere soddisfatto per larga parte dal sistema ERS e questo costituisce un limite alla sua espansione.
- I distributori per l'idrogeno compresso presentano ancora numerose incertezze sui costi operativi e di manutenzione nel corso degli anni, così come le standardizzazioni necessarie sono ancora da sviluppare. Rimane inoltre incerto il consolidamento del sistema di distribuzione dell'idrogeno a monte delle stazioni di rifornimento, così come incerto

appare l'approvvigionamento di energia elettrica rinnovabile sufficiente a garantire la produzione di idrogeno verde necessario per alimentare tutti i mezzi nel relativo scenario.

- Anche per le infrastrutture di ricarica dei mezzi, sia furgoni sia veicoli maggiori di 16 tonnellate, servirà una pianificazione pubblica attenta e di lungo periodo. Tuttavia, esiste già un mercato consolidato in Europa delle infrastrutture dei furgoni e i cosiddetti megacharger, i dispositivi di ricarica con potenza superiore ai 500 kW per ciascun punto di ricarica, non sono di molto dissimili dagli High Power Charger che si installano oggi per i autoveicoli (segmento M1).
- Infine, la proposta della Commissione Europea di Regolamento sulle Infrastrutture per i combustibili alternativi (AFIR) già prevede una copertura geografica minima delle grandi arterie autostradali con dispositivi di ricarica e rifornimento dedicati al trasporto merci di lungo raggio su gomma, abilitando l'utilizzo dei mezzi pesanti elettrici a batteria e ad idrogeno su percorsi sopra i 300 km nel nostro Paese.

Ulteriori misure e politiche per raggiungere le zero emissioni al 2050

Va ricordato che i risultati delle analisi del rapporto sugli impatti ambientali dei quattro scenari considerati, combinati con il fine vendita dei Vans a combustione interna al 2035 e dei Veicoli pesanti a combustione interna al 2040, pur contribuendo in modo deciso alla riduzione degli inquinanti e dei gas serra, non assicurano al 2050 la neutralità climatica.

Questo a causa del fatto che una quota di veicoli viene utilizzata anche per oltre 20 anni, risultando in un 11% dei veicoli a combustione interna ancora in circolazione al 2050. Ed anche dalla considerazione che il fine vendita dei veicoli pesanti a combustione interna al 2040, con una vita media utile di 12 anni vedrebbe ancora una significativa quota di veicoli in circolazione al 2050.

Questo è un problema molto rilevante, stante il fatto che la strategia europea Green Deal, impone una riduzione del 55% al 2030 di CO₂ e la neutralità climatica al 2050. E deve pertanto indurre ad adottare ulteriori misure per limitare la circolazione dei veicoli più vetusti entro il 2050.

Inoltre, questo risultato dello studio conferma che altre soluzioni tecnologiche per i veicoli proposte come "transitorie" alimentate con carburanti fossili, come il GNL, non saranno nelle condizioni di assicurare la neutralità climatica al 2050.



Raccomandazioni finali

Dal Rapporto e dalla presente sintesi scaturiscono alcune considerazioni e raccomandazioni che vogliamo segnalare come rilevanti e prioritarie:



La necessità di una strategia nazionale per la decarbonizzazione del trasporto merci a zero emissioni entro il 2050, che deve essere predisposta dai Ministeri competenti, anticipando il PGTL in corso di elaborazione, con misure ed azioni coerenti.



L'elettrificazione dei trasporti richiede uno sviluppo massiccio delle energie rinnovabili, a servizio di tutte le tecnologie potenziali esplorate nello studio (BEV, ERS e FCEV). Questo obiettivo deve essere alla base dell'aggiornamento del PNIEC, nel quale si stima un fabbisogno di potenza installata di impianti da FER pari a 70 GW al 2030 per rendere sempre più pulito il mix energetico italiano.

Relativamente alla produzione di idrogeno, si ritiene fondamentale che la produzione attraverso elettrolisi sia alimentata da energie rinnovabili, così da essere coerenti con un settore dei trasporti a zero emissioni.



Favorire l'accelerazione della realizzazione di infrastrutture di ricarica per il trasporto merci tramite:

- il supporto all'adozione del Regolamento per l'Infrastrutturazione dei Combustibili Alternativi, che prevede dei target minimi obbligatori lungo le principali autostrade e nodi urbani di tutti gli Stati Membri a partire dal 2025, così da garantire sufficiente capacità di ricarica per i camion a batterie che popoleranno il mercato nei prossimi anni;
- l'anticipazione dei contenuti della proposta di Regolamento di cui sopra con la realizzazione delle infrastrutture di ricarica per il trasporto merci;
- l'aggiornamento del PNIRE, inserendo un capitolo dedicato all'infrastrutturazione del trasporto merci, oggi non contemplato;
- il sostegno finanziario agli operatori di mercato, sia su suolo pubblico che privato;



Investire in Italia in modo massiccio nella ricerca di nuove tecnologie delle batterie e promuoverne la produzione negli anni successivi. Investire allo stesso modo nella filiera di riciclo e riuso delle batterie.



Adottare un sistema di incentivi destinati agli autotrasportatori, per l'acquisto di veicoli a zero emissioni, incluso il leasing o il noleggio a lungo termine. Introdurre sconti sui pedaggi stradali e autostradali per i veicoli merci a zero emissioni.



Riorientare progressivamente i Sussidi Ambientalmente Dannosi (da SAD a SAF) destinati all'autotrasporto verso aiuti ai veicoli merci a zero emissioni ed alla realizzazione di infrastrutture di ricarica.



Serve programmare una strategia nazionale per limitare la circolazione dei veicoli più vetusti, a partire dalle aree urbane e metropolitane, così da ridurre significativamente l'impatto di tali mezzi e proseguire verso un obiettivo che favorisca la circolazione dei veicoli a zero emissioni al 2050.



Relativamente al mancato raggiungimento della neutralità climatica al 2050, sottolineata nel Rapporto nonostante un *phase-out* delle vendite di HDV a combustione interna al 2040, va rimarcata la necessità di ulteriori misure mediante politiche che favoriscano il riequilibrio modale (*shift*) e l'efficienza del sistema (*avoid*) da un lato, e pongano in essere azioni concrete volte a creare i presupposti necessari ad anticipare una transizione sostenibile a veicoli a zero emissioni per alcune categorie di trasporti, dall'altro.

Potenziali opzioni e percorsi tecnologici per un trasporto merci a zero emissioni in Italia
Summary Report, conclusioni e raccomandazioni per l'Italia.

Edizione Dicembre 2021

Progetto grafico ed editoriale: G.Ghergo - Heap Design

Potenziali opzioni e percorsi tecnologici per un
trasporto merci a zero emissioni in Italia

Summary Report

Conclusioni e raccomandazioni per l'Italia

