

Evoluzione dell'elettrificazione del trasporto pubblico locale

Executive Summary (1/5)

1

EVOLUZIONE DEL
MERCATO BUS
TRA EUROPA
E ITALIA

- A livello europeo, il **mercato dei bus urbani** ha visto negli ultimi anni una crescita significativa delle **trazioni alternative, che nel 2023 'pesavano' per il 73% dell'immatricolato**. Nel medesimo anno i bus **a zero emissioni hanno coperto oltre il 40%** dell'immatricolato urbano.
- Sempre a livello continentale, le **trazioni CNG sono in stallo**, l'**ibrido mild** è in **grande crescita** e la tecnologia **fuel cell** rimane un **mercato di nicchia** (1,3 per cento dei bus a zero emissioni). La tecnologia **elettrica degli E-bus** è l'unica a mantenere una **crescita pressoché costante** da ormai dieci anni.
- Nel 2023 **in Italia il 27,5% dell'immatricolato urbano è a zero emissioni** (contro il 40% europeo) e la nostra nazione si posiziona al **nono posto in Europa per flotta circolante elettrica**. Nel settembre 2022 i bus elettrici ammontavano all'1,5% del parco circolante, composto per il 20% da veicoli Euro 2 ed Euro 3, destinati al divieto di circolazione a partire dal 2025.
- **Quasi l'80% dei bus elettrici immatricolati in Italia tra 2022 e 2023 circola nel nord del paese**. Più della metà dell'immatricolato a zero emissioni del 2023 è distribuito tra Milano, Torino e Genova. Il **parco autobus italiano** presenta un'**età media pari a 10,3 anni**, del 33% più alta di quella degli altri quattro principali mercati europei (Francia, Germania, UK, Spagna).
- Per quanto riguarda i veicoli **classe II**, la tecnologia **CNG è in crescita** (in controtendenza con la Classe I). In **forte aumento** rispetto nell'ultimo anno è inoltre la **tecnologia mild hybrid** (1.075 immatricolazioni nel 2023 rispetto alle 19 del 2022)

Note: Con il termine "trazioni alternative" si intendono le alimentazioni alternative al Diesel. Questa categoria comprende i veicoli a idrogeno (F-bus), ibridi, CNG e completamente elettrici (E-bus).
Con il termine "a zero emissioni" si intendono i veicoli a batteria completamente elettrici ed i veicoli a idrogeno

Executive Summary (2/5)

2

QUADRO
NORMATIVO E
FINANZIAMENTI:
LA SPINTA
ALL'ELETTRICO
NEL TPL

- A partire **dal 2019**, una serie senza precedenti di **misure legislative** e **schemi di finanziamento** è stata adottata **allo scopo di ridurre l'età media della flotta bus** italiana rinnovandola tramite **mezzi a basse e zero emissioni**. In palio è stata messa la cifra record di **oltre 7,5 miliardi di euro**. **Oltre l'80% delle risorse** sono **destinate ad autobus a trazione alternativa e relative infrastrutture di ricarica**.
- A **livello europeo**, sono stati posti importanti **obiettivi** riguardo le **emissioni dei nuovi bus venduti**:
BUS URBANI: 90% bus a zero emissioni nel 2030 e solo veicoli a zero emissioni dal 2035 in poi.
BUS EXTRAURBANI & COACH: riduzione delle emissioni di CO2 del 45% nel 2030, 65% nel 2035, 90% nel 2040.
- Le **risorse** derivate dal **Next Generation EU** e **destinate ai veicoli** possono considerarsi **esaurite, rimane** però la possibilità di usufruirne per la **messa in opera di infrastrutture di ricarica**. Rimane invece in atto **fino al 2033** il **Piano Strategico Nazionale Mobilità Sostenibile**, il quale prevede lo stanziamento di **3,7 miliardi in 15 anni**.
- Sarà **prossimamente attivato** il **Social Climate Fund**, un piano di investimento complessivo dal valore di **86 miliardi di euro** (comprendendo il cofinanziamento degli stati membri), di cui **l'Italia** sarà terzo beneficiario con circa **7 miliardi di investimenti**.
- Considerando **tutti i tipi di alimentazione**, gli anni dal 2021 in poi hanno visto un vero **boom dei volumi di bus urbani** **Classe I oggetto di gara**: partendo da una **media annua di 1.600 veicoli nel periodo 2015-2020**, il valore è salito a **2.400 unità nel 2021, 4.000 unità nel 2022 e 3.700 unità nel 2023** (a cui si sono aggiunti oltre 3.000 Classe II nel 2022 e oltre 1.000 nell'anno successivo).
- **Nel 2023** sono stati complessivamente **bandite gare per un totale di 2.326 E-bus e 165 F-bus**, con un **investimento complessivo di 1,8 miliardi di euro**: un **quinto di tali veicoli** è derivante dagli accordi di **CONSIP**.

Executive Summary (3/5)

3

ESEMPI CONCRETI
(E BEST
PRACTICE)

- Sono state analizzate con maggiore dettaglio le prime quattro città italiane per numero di bus a zero emissioni messi a gara nel 2023 (Milano, Torino, Roma e Napoli). È stata evidenziata la **differenza fra gli investimenti e gli obiettivi** dichiarati dalle città durante la stesura del **PUMS** ed i **piani delle aziende** di trasporto pubblico locale. **Questi ultimi** (più recenti) preventivano **investimenti maggiori** rispetto alle previsioni delle amministrazioni comunali.
- Fra le gare analizzate nello studio, viene riportato l'impiego di **soluzioni innovative per la gestione della ricarica in deposito**. **Una iniziativa efficace in questo senso è l'integrazione di sistemi di «smart charging», sia per quanto riguarda il singolo veicolo che soprattutto l'intera flotta** in cui la potenza erogata ai veicoli per la ricarica è in funzione della quantità di veicoli presenti e del tempo di sosta in deposito, in modo da limitare la potenza richiesta alla rete (e ridurre così i costi)
- La **formazioni di consorzi**, come nel caso di **«full green» fra ATM Milano, ANM Napoli e ATAC Roma**, permette di **condividere le competenze** nell'ambito tecnico-economico e **collaborare** per la progettazione delle gare relative alle infrastrutture di ricarica.
- Oltre alle gare bandite all'interno delle singole città, **Consip** (la centrale di acquisto nazionale, al 100% partecipata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze) ha permesso un **notevole sviluppo per la diffusione di bus per il TPL**, garantendo assistenza alle aziende che non sono in grado di bandire in autonomia una gara.

Executive Summary (4/5)

4

EVOLUZIONE
AUTOBUS,
INFRASTRUTTURE
& SISTEMA
ELETTRICO

- Il **71% dei veicoli elettrici** attualmente sul mercato utilizzano un **motore centrale**, il quale garantisce un maggiore recupero di energia ed una più facile manutenzione. Per quanto riguarda le batterie, il minore costo delle **batterie LFP** (Litio-Ferro-Fosfato), ha permesso un **forte sviluppo** ed una **sempre maggiore diffusione degli E-bus**, con un forte aumento della densità energetica.
- **Dal 2020 ad oggi**, c'è stato un **aumento del 34% della capacità massima** dei bus a 12 metri. Come conseguenza, l'offerta di E-bus con **capacità superiore a 400 kWh è passata da 3 a 27 (+800%)**. Considerando inoltre il settore delle batterie nel suo insieme (quindi non solo per applicazioni per veicoli TPL) **il prezzo di pacco batterie e celle ha raggiunto nel 2023 il valore rispettivamente di 130 \$/kWh e 95 \$/kWh**, continuando il trend di riduzione dei costi dell'ultimo decennio.
- **La gestione del «fine vita»** delle batterie rappresenta una **potenziale occasione di mercato per le aziende operanti nel TPL** (capacità complessiva di 77 GWh nel 2050). Attualmente **le aziende possono già accordarsi con i produttori di bus** durante le gare la gestione del «second-life». Nei prossimi anni ci si attende un **ulteriore sviluppo** dal punto di vista **normativo** grazie al **nuovo regolamento europeo 2023/154**, che garantisce **maggiore chiarezza in termini di gestione delle batterie** (es. introduzione del passaporto digitale della batteria) e definisce **obiettivi di raccolta di rifiuti di batterie** (es. 61% entro fine 2031 per i mezzi di trasporto leggeri). **Dal punto di vista tecnico** una forte passo in avanti è dato dalla **costruzione di impianti di recupero e trattamento batterie** nel territorio italiano (es. Cobat in Abruzzo)
- **Nei depositi** la tecnologia maggiormente impiegata è quella di **ricarica tramite CCS2** (minore investimento e maggiore facilità di gestione), con le **prime sperimentazioni di Megawatt Charging**. Considerando tutte le gare analizzate nello studio, è stata aggiudicata la costruzione di punti di ricarica per bus per una **capacità complessiva di 72 MW** (la data di inizio costruzione non è esplicitamente nota), con una **media di 68 kW per ogni autobus** che è stato bandito.
- Con il crescente trend di elettrificazione di tutti i consumi finali (domestico, trasporto, ecc.) sono previsti **interventi sull'infrastruttura nazionale pari a 3,5 miliardi di euro, aumentando la capacità di rete di 1 GW nel 2024 e di ulteriori 4 GW entro metà 2026**.

Executive Summary (5/5)

5

SCENARI DI
EVOLUZIONE
PARCO
CIRCOLANTE
& IMPATTO
ENERGETICO

- **Il ricambio della flotta circolante è un processo più lento e graduale rispetto al cambio delle nuove immatricolazioni, vincolate da obiettivi europei.** Ipotizzando che il numero di veicoli rimanga costante in futuro (pari a 42.600 bus come indicato dal MIMS) e considerando una vita utile media di 21 anni, la flotta di bus destinati al TPL **nel 2050 sarà composta al 97% da veicoli a zero emissioni (88% e-bus e 9% f-bus)**
- **Per raggiungere tali valori** in termine di rinnovamento della flotta di veicoli e di mantenimento dell'età media dei mezzi, sarà necessario mantenere un ritmo di circa **2.000 immatricolazioni annue**. Tale valore è leggermente superiore ma comunque in linea con la media di immatricolazioni di bus di linea (urbana ed extraurbana) fornita da ANFIA negli ultimi 10 anni, pari a 1.820 bus.
- Dal punto di vista **ambientale**, la conversione della flotta di bus permette di raggiungere **nel 2050 una riduzione di 2.393 kt di CO2 ed un risparmio di 957 milioni di litri di combustibili fossili rispetto ai valori del 2023.**
- Dal punto di vista dell'**impatto sulla rete pubblica**, è previsto **nel 2050 un aumento di 2,55 GW** di capacità installata per la **ricarica dei veicoli**, tale valore è comunque inferiore alla **capacità** di fonti di energia **rinnovabile** installata in Italia **nel 2023, pari a 5,23 GW di fotovoltaico e 488 MW di eolico**). Dal punto di vista **dell'elettricità richiesta**, nel **2050 verranno richiesti 3.412 GWh** di energia elettrica, al di sotto dei **6.094 GWh di fotovoltaico** (sommati agli **861 GWh di eolico**) **generabili** dagli impianti di energia rinnovabile installati nel 2023.
- **La elettrificazione della flotta di bus urbani non rappresenta quindi un problema dal punto di vista dei consumi elettrici complessivi.** È altresì vero che verrà **richiesto un adattamento** della rete a livello **locale**, per quanto concerne le ricariche all'interno del **singolo deposito**.

Glossario abbreviazioni

ABBREVIAZIONE	TERMINE ESTESO	TRADUZIONE TERMINE ESTESO
CNG	Compressed Natural Gas	Gas naturale compresso
CRM	Critical Raw Material	Materie prime critiche
DM	Decreto Ministeriale	Decreto Ministeriale
E-bus	Battery electric bus	Bus Elettrico a batteria
F-bus	Fuel cell electric bus	Bus elettrico a cella combustibile
FC	Fuel Cell	Cella combustibile
LNG	Liquefied Natural Gas	Gas naturale liquefatto
LFP	Lithium Iron Phosphate	Fosfato di ferro e litio
OEM	Original Equipment Manufacturer	Produttore di apparecchiature originali
TPL	Trasporto Pubblico Locale	Trasporto Pubblico Locale
YoY	Year-over-Year	Su base annua
ZE	Zero Emission	Zero emissioni
ZTL	Zona Traffico Limitato	Zona Traffico Limitato

Contenuti

**#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA
E ITALIA**

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

Evoluzione mercato bus - Europa



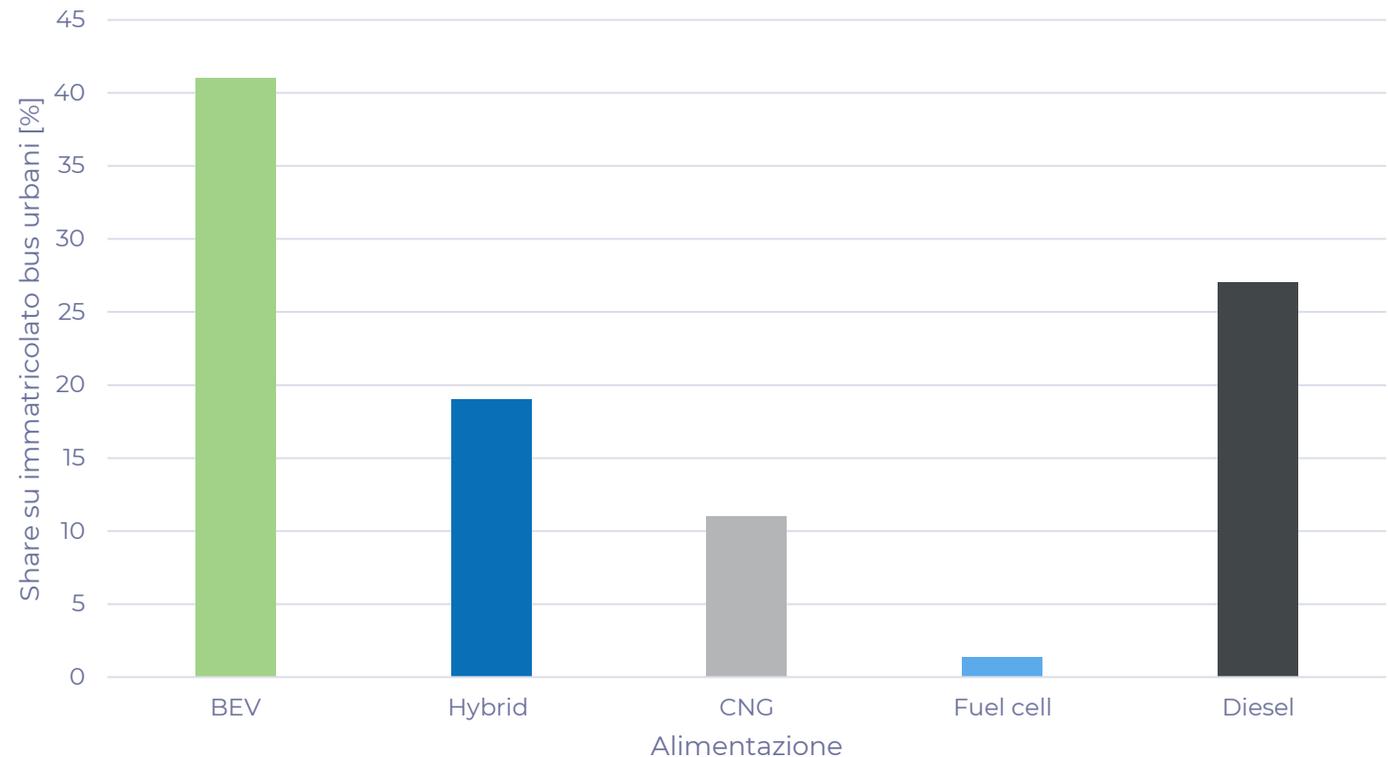
Mercato bus Europa

Il mercato europeo dei bus urbani ha visto recentemente una **crescita cospicua delle trazioni alternative** e una contestuale progressiva **diminuzione delle immatricolazioni di bus diesel**.

Le trazioni alternative rappresentano nel 2023 il **73% del mercato** bus urbani a livello europeo¹ (nel 2020 tale valore era pari al 53%).

Lo share degli autobus E-bus è superiore a quello dei veicoli diesel, ma non se si sommano diesel e ibridi (in gran parte mild hybrid).

Mercato bus Europa 2023

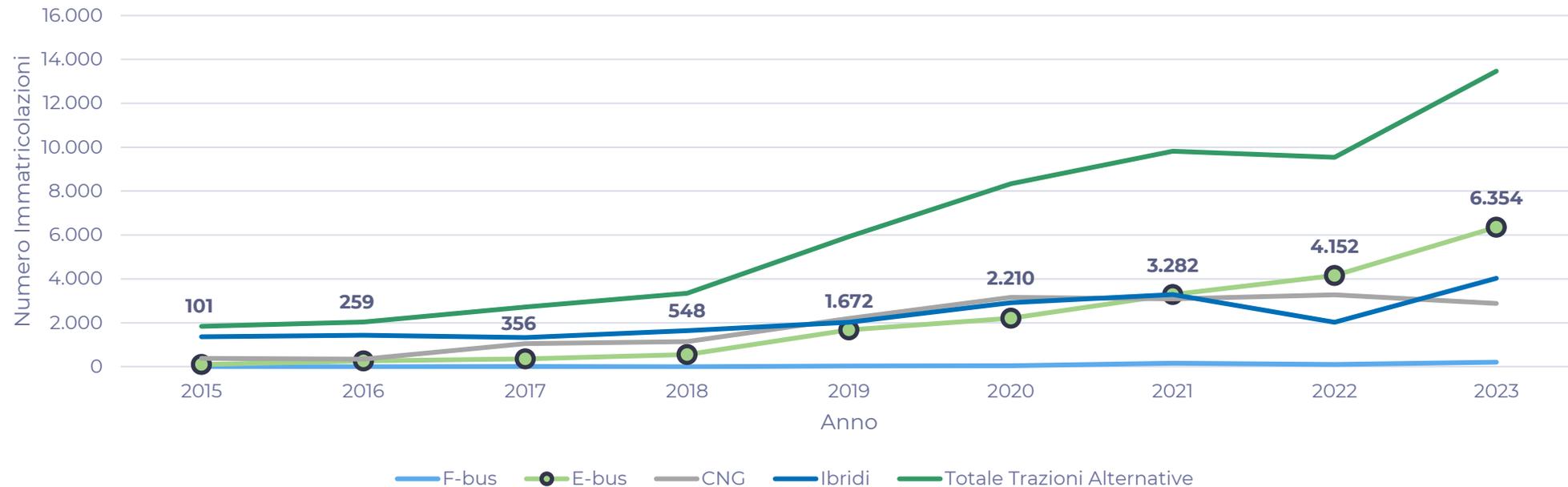


Mercato bus Europa - Le trazioni alternative

Uno sguardo al complesso delle tipologie di **trazione alternative** e all'evoluzione dei volumi dell'immatricolato mostra come **la crescita degli E-bus sia costante da ormai dieci anni**. L'andamento delle altre tipologie di alimentazione è molto frammentato, mentre i numeri del mercato Fuel Cell rimangono ancora particolarmente limitati.

Immatricolazioni di autobus E-bus sopra le 8 ton.

Anni 2012-2019: Europa occidentale + Polonia / Anni 2020-2023: EU27+UK+ICE+NO+CH

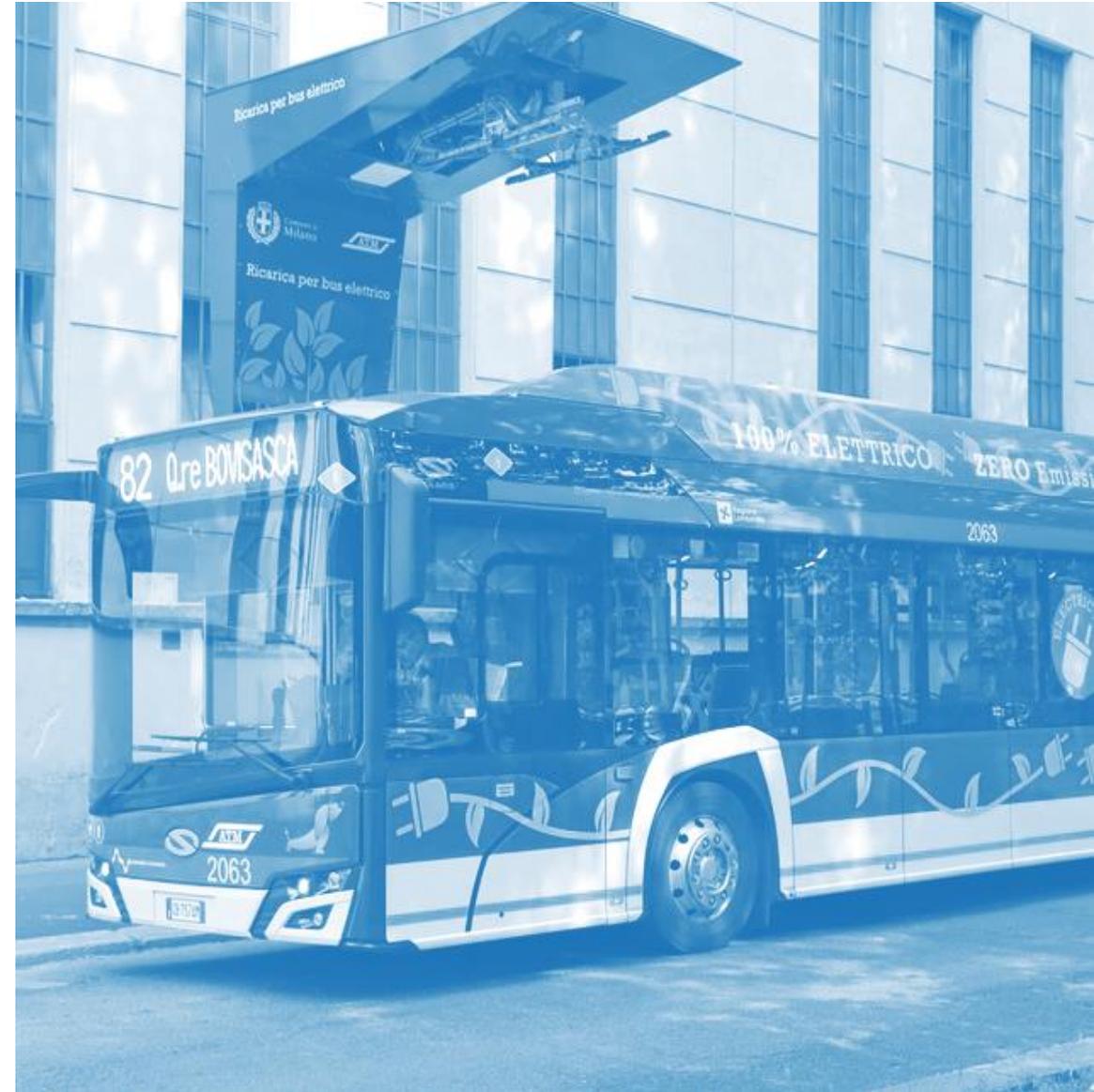


Mercato bus Europa - E-bus

La **tecnologia usata dagli E-bus** può garantire una **maggiore efficienza rispetto** ai veicoli a **fuel cell**, rendendo i veicoli a batteria completamente elettrici la **soluzione più promettente** fra i veicoli a «**zero emissioni**», per raggiungere una riduzione delle emissioni del settore dei trasporti.

I **vantaggi** di questa tecnologia **rispetto** ai veicoli a **fuel cell** sono inoltre il **minor costo dei veicoli** e la più **agevole installazione dell'infrastruttura di ricarica**.

Nelle prossime slide seguono dettagli sullo sviluppo a livello europeo del mercato degli E-bus



Mercato bus Europa - La diffusione degli E-bus

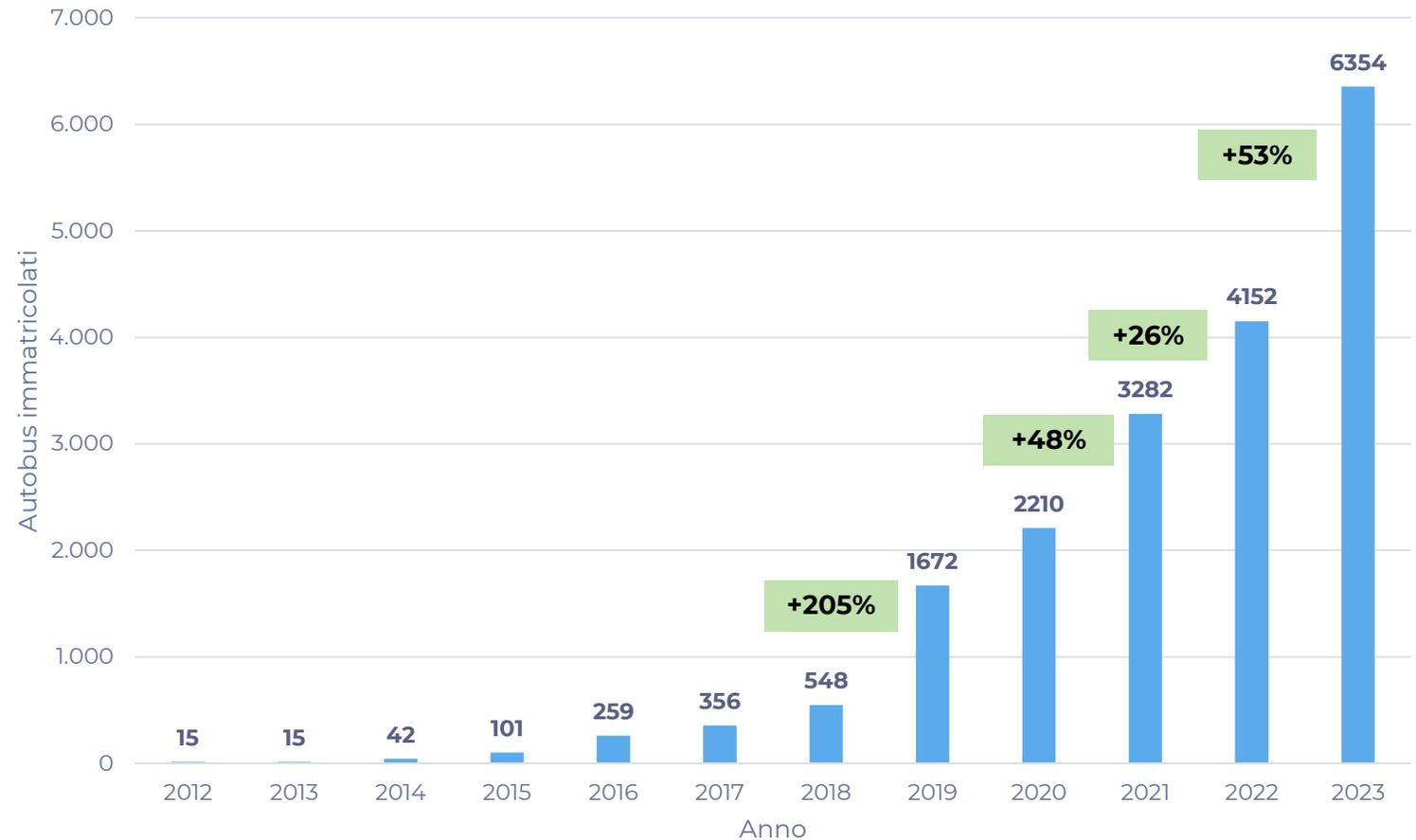
Lo **share dell'elettrico all'interno dell'immatricolato urbano** si è moltiplicato per 3,5 nell'arco di cinque anni: passando **dal 12% nel 2019 al 40% nel 2023** (superiore alla quota del 22,5% stabilita dalla Clean Vehicles Directive).

Dal 2012 al 2023 sono stati immatricolati in Europa **oltre 19mila E-bus**, oltre metà dei quali nel periodo 2022-2023.

Dal 2016 in poi, fatta eccezione per il solo 2022, il **mercato** è andato **crescendo** a percentuali superiori al **40% year-on-year**.

Immatricolazioni di E-bus sopra le 8 ton.

Anni 2012-2019: Europa occidentale + Polonia / Anni 2020-2023: EU27+UK+ICE+NO+CH



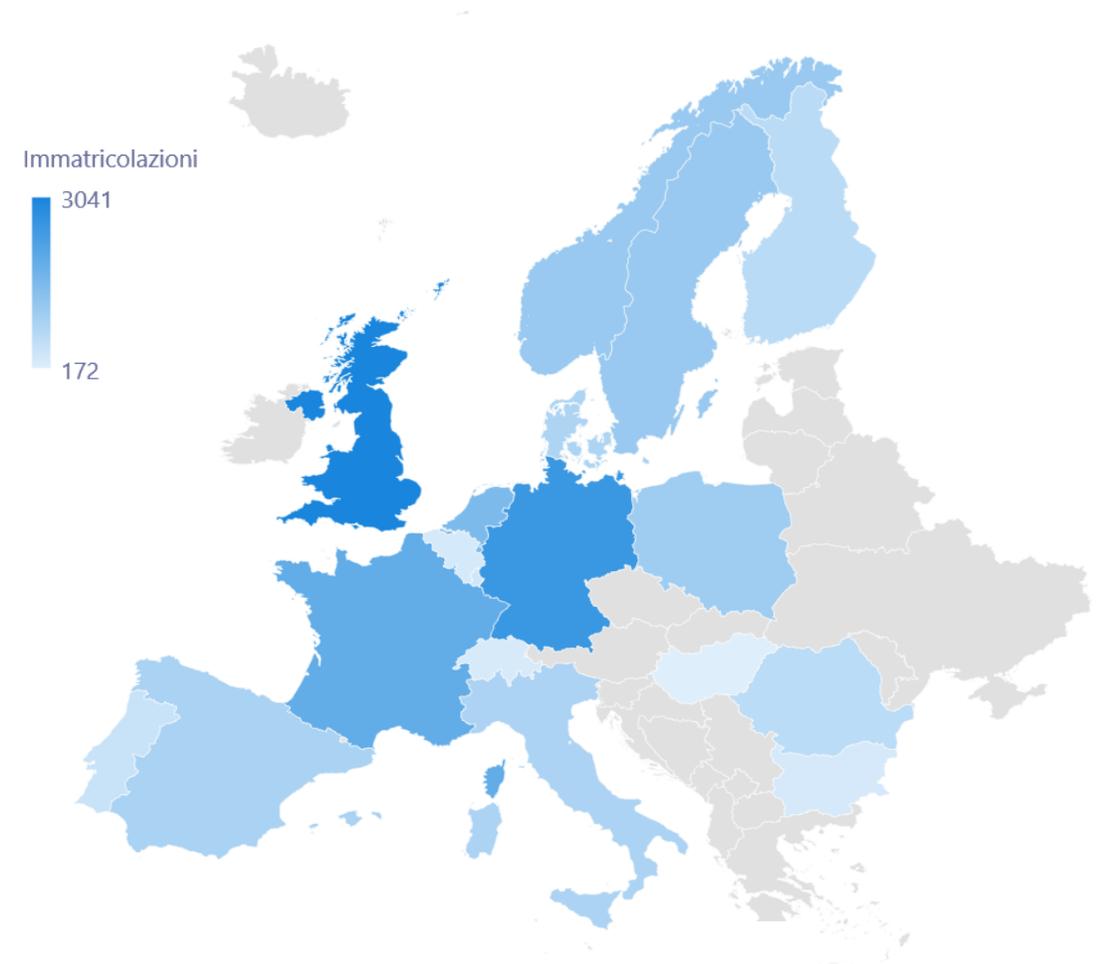
Mercato bus Europa – Distribuzione nazionale E-bus

Considerando la **distribuzione delle immatricolazioni di E-bus** fra le varie nazioni dell'Unione Europea dal 2012 a fine 2023, il **Regno Unito** rappresenta il **mercato principale, seguito dalla Germania**.

All'interno di questa classifica, **l'Italia si posiziona al nono posto con 908 e-bus** immatricolati dal 2012 al 2023 (i filobus non sono conteggiati).

Immatricolazioni di E-bus sopra le 8 ton divise per Nazione

Anni 2012-2019: Europa occidentale + Polonia / Anni 2020-2023: EU27+UK+ICE+NO+CH



Mercato bus Europa – Trend annuale E-bus per nazione

Concentrandosi sul **trend degli ultimi anni, Regno Unito e Germania** dimostrano un **costante aumento del numero di immatricolazioni**, posizionandosi sempre in cima alla classifica delle nazioni europee.

Per quanto riguarda **Italia e Spagna**, in seguito ai valori «contenuti» fino al 2022, si può notare un **forte aumento** delle **immatricolazioni** avvenute durante il **2023**.

In controtendenza la **Francia**, in cui invece il **2023** è stato segnato da una **riduzione delle immatricolazioni** di E-bus.

Immatricolazioni E-bus



Mercato bus Europa - Ibrido

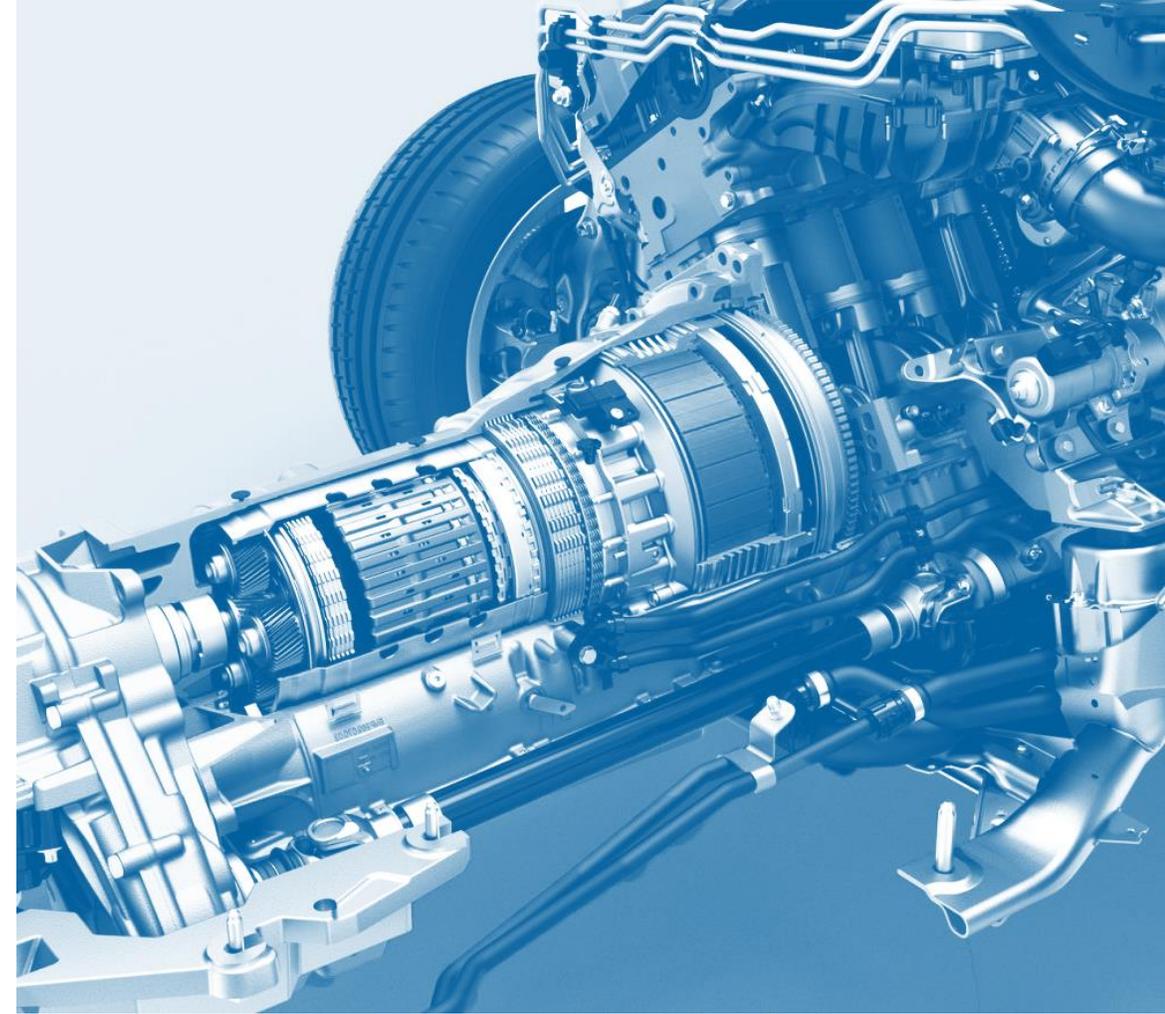
All'interno della tecnologia «ibrida», si pone la distinzione fra:

Mild hybrid: motore elettrico da supporto a quello termico (es. nelle ripartenze).

Full hybrid: il veicolo può funzionare (per brevi tratte) con il solo motore elettrico.

L'aumento considerevole dell'immatricolato 2023 (+ 100% sul 2022) fa da contraltare al phase-out dei modelli plug-in e full hybrid nel listino dei principali costruttori.

La crescita è motivata **dall'adozione massiccia di autobus mild hybrid**, utilizzati come **tecnologia 'ponte'** alternativa al diesel da molti operatori in una fase early-stage per quanto riguarda l'infrastrutturazione e la pianificazione del processo di decarbonizzazione della flotta.



Mercato bus Europa - CNG/LNG

Il mercato dei bus utilizzanti **gas liquido (LNG)** o **compresso (CNG)** presenta alcune **sostanziali differenze**. Laddove **l'LNG**, tecnologia diffusa in **ambito truck**, ha visto una **penetrazione** estremamente **ridotta e limitata**, il **CNG** ha vissuto anni di **crescita dal 2016 al 2020**, per **poi** trovarsi in una situazione di **stallo di mercato**.

La **scarsa diffusione dell'LNG** può essere ricondotta alla necessità di installare **infrastrutture di ricarica dedicate**, con **incertezza di ritorno dell'investimento** in una fase di rapida transizione verso tecnologie a zero emissioni.

Il **mercato italiano** si è posizionato nel 2023 in **controtendenza**: le immatricolazioni di bus CNG sono infatti **cresciute del 113%** (706 veicoli oltre le 8 ton contro i 331 nel 2022).



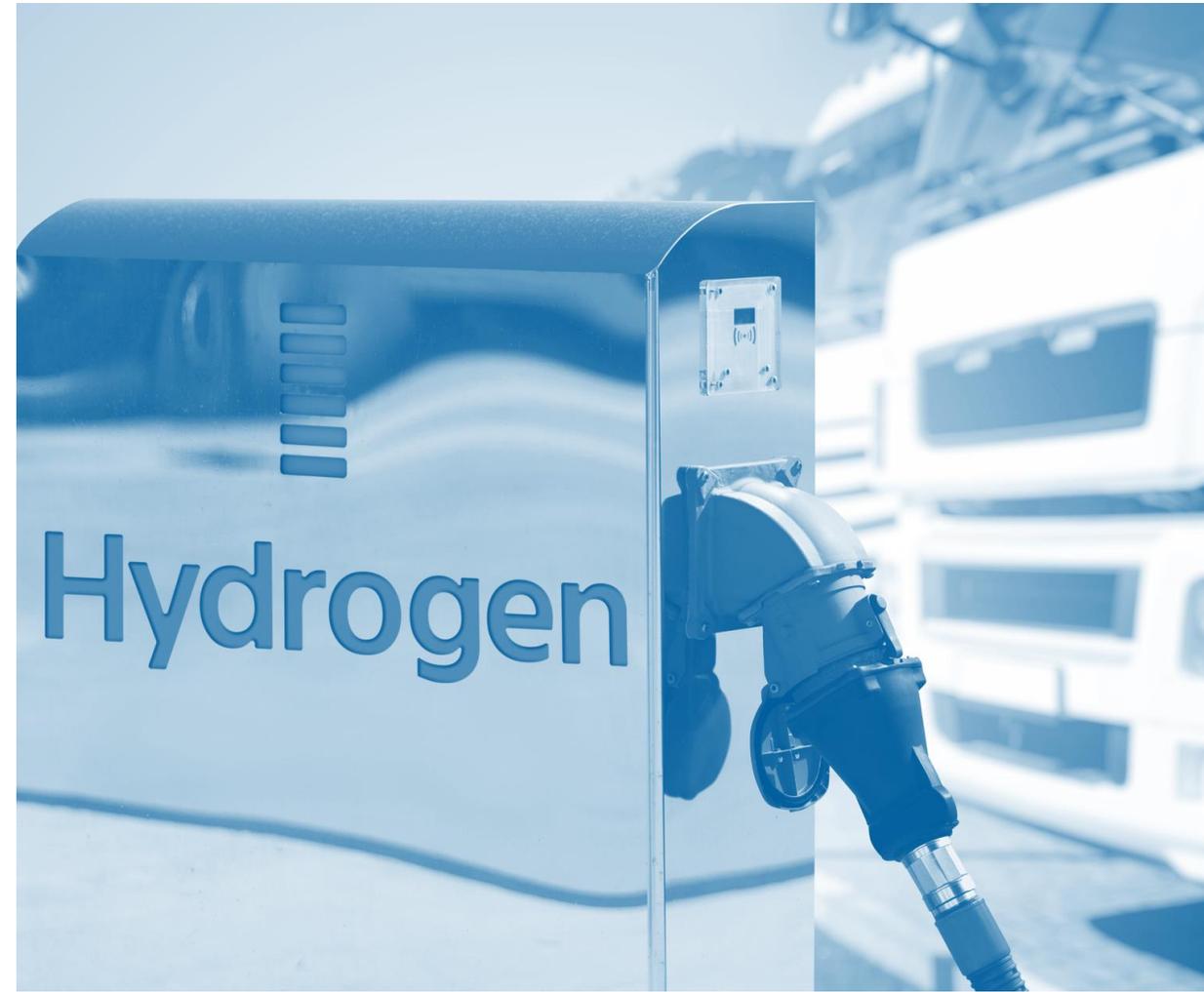
Mercato bus Europa - Idrogeno

Una alternativa fra le tecnologie a «zero-emissioni» è quella degli F-bus, in cui l'idrogeno viene usato da delle celle a combustibile che alimentano un motore elettrico.

A causa di **problematiche** come lo **stoccaggio** dell'idrogeno e **l'alto costo di rifornimento** di idrogeno verde, la penetrazione della **tecnologia fuel cell rimane estremamente limitata** e soggetta ad andamento altalenante.

Il 2023 ha visto un significativo exploit in termini di **crescita** (207 immatricolazioni, pari al +109% YoY), **principalmente ascrivibile al mercato tedesco**.

In Italia nell'intero 2023 sono stati immatricolati 0 bus a idrogeno. In riguardo alle gare del 2023 di bus a zero emissioni i bus idrogeno coprono il 6% (dettagli nei capitoli seguenti).

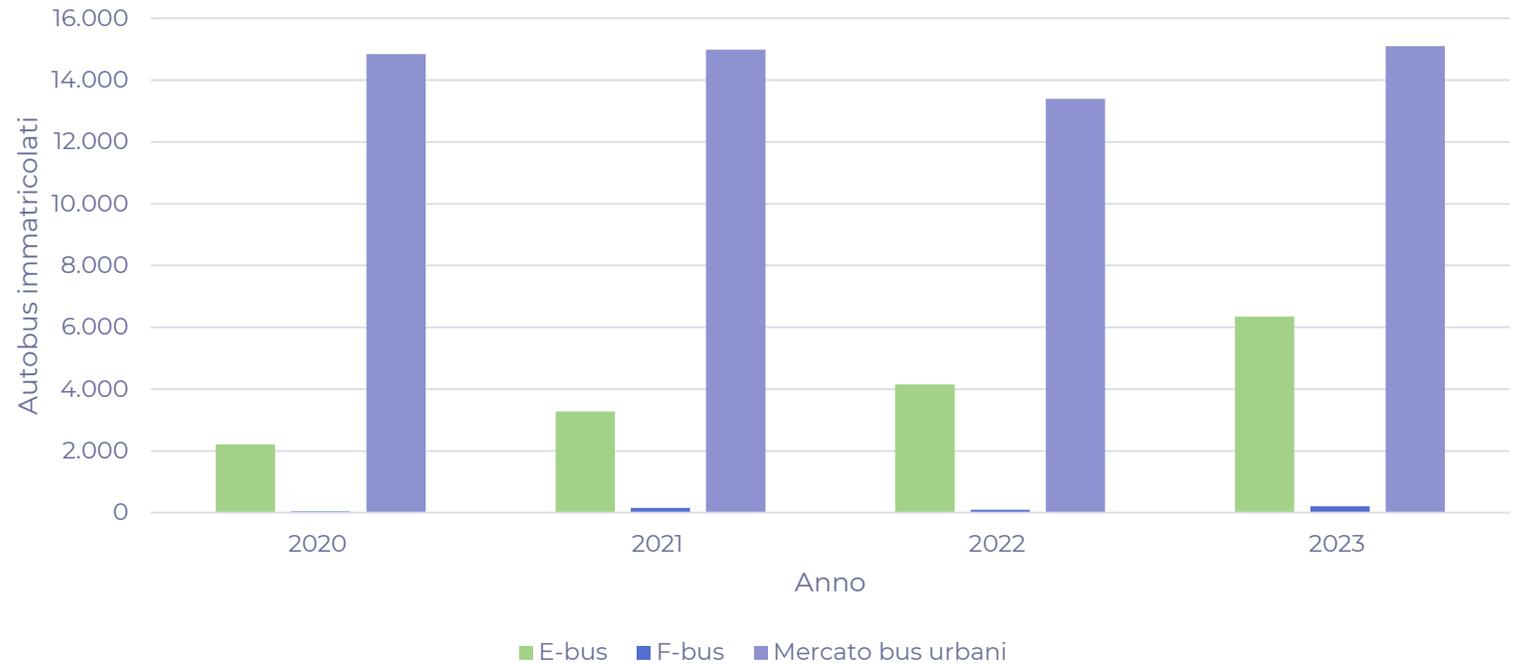


Mercato bus Europa - Idrogeno

Il segmento dei bus fuel cell, negli ultimi cinque anni, ha avuto un **'peso' equivalente** al 3% del segmento degli autobus a zero emissioni.

Ponendo un focus specifico sul 2023, gli **E-bus** hanno coperto oltre il **40%** del mercato urbano, mentre la quota degli **F-bus** è risultata pari al **1,3%**.

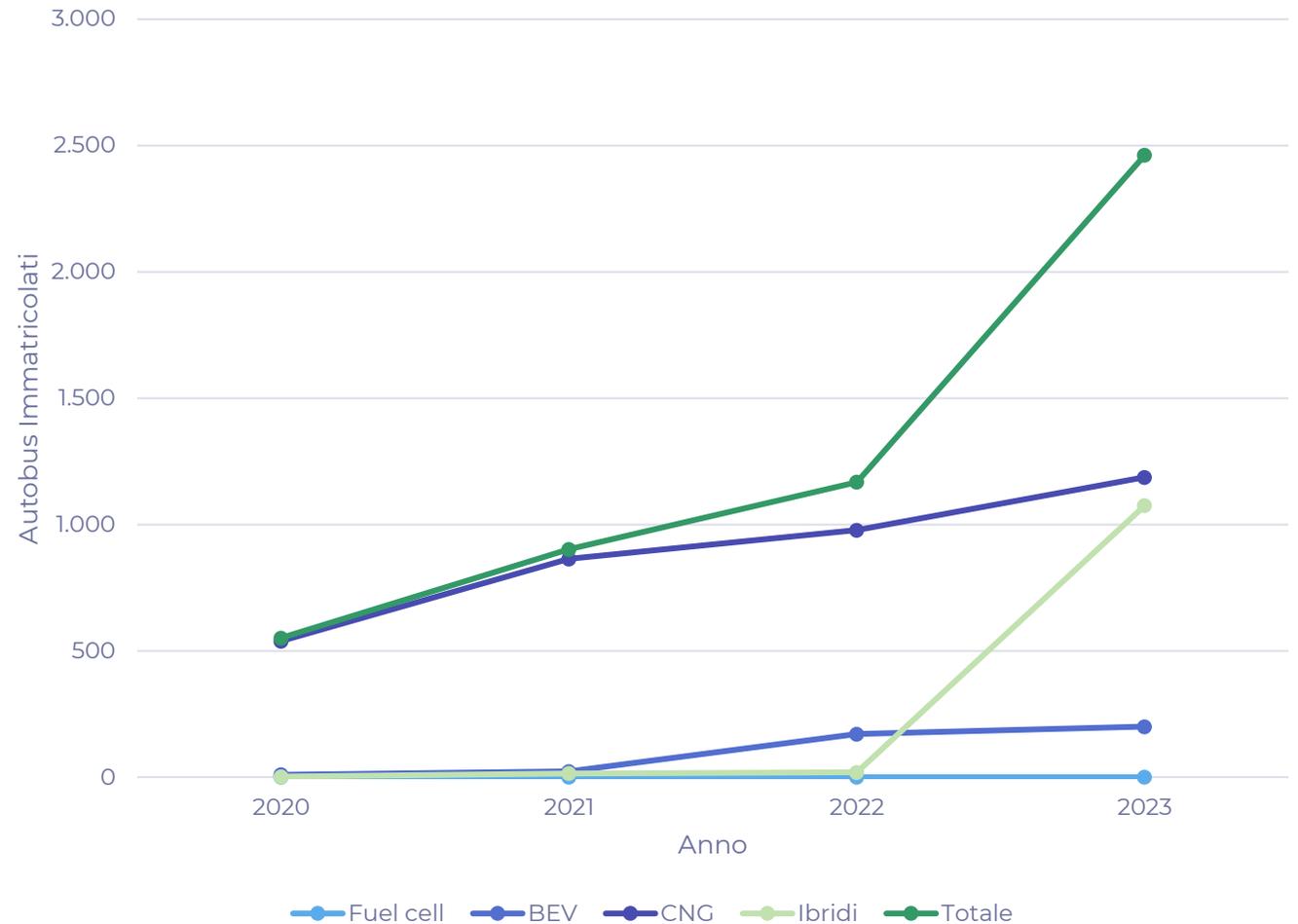
Bus urbani immatricolati in Europa



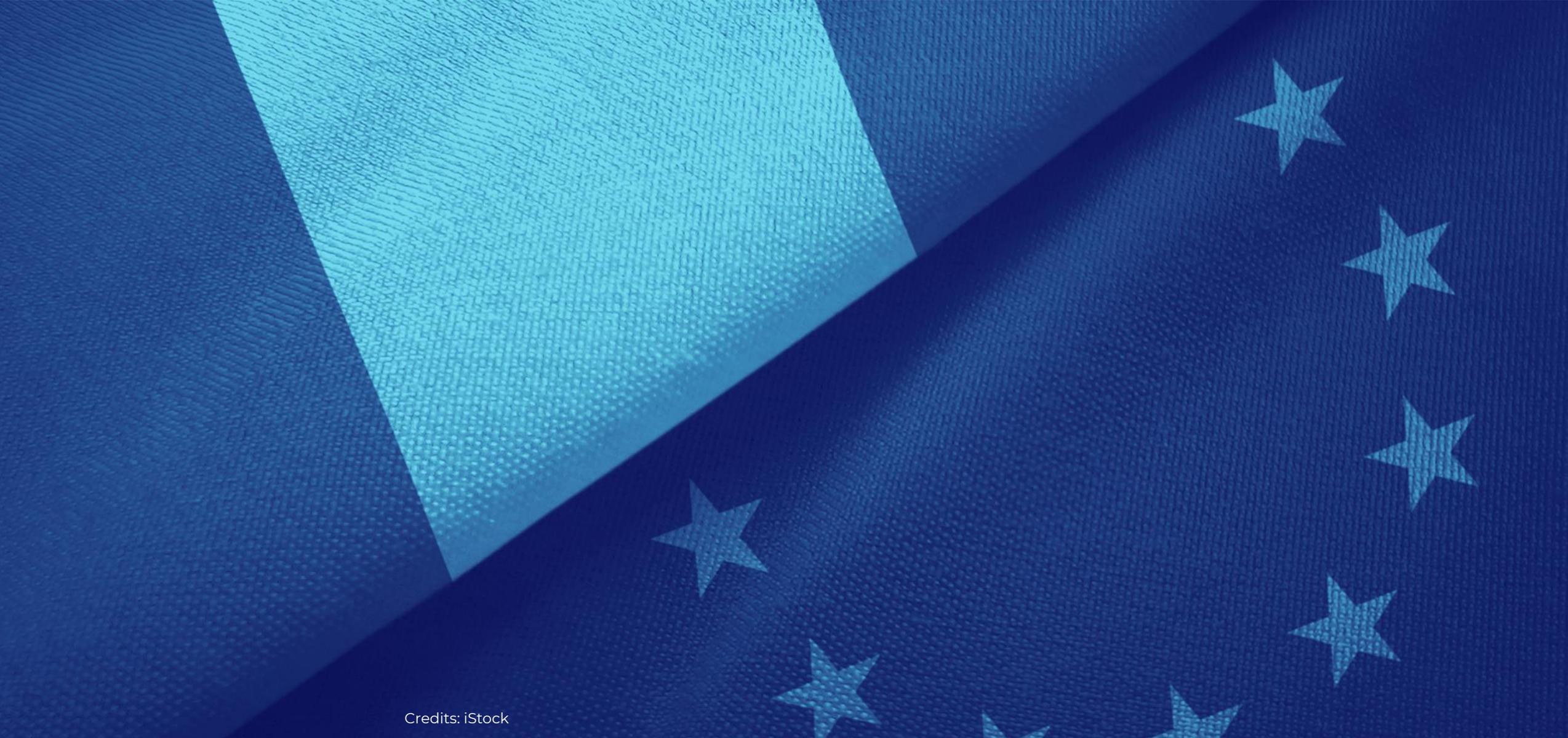
Mercato bus Europa - Trazioni alternative nel Classe II?

Ad oggi in Europa lo sviluppo del mercato **degli autobus elettrici riguarda esclusivamente il segmento dei bus urbani**. I veicoli **interurbani** rientrano nella **categoria 'heavy-duty'** soggetta alla roadmap di riduzione delle emissioni in corso di negoziato a Bruxelles (e non alle quote della Clean Vehicle Directive).

Le trazioni alternative guadagnano in ogni caso volumi di anno in anno. Per quanto riguarda il **CNG, la crescita nell'extraurbano** è in controtendenza con lo stallo nel Classe 1. La diffusione di motorizzazioni **mild hybrid** anche sul Classe 2 ha decretato **un significativo aumento** dell'immatricolato nel 2023.



Evoluzione mercato bus – Italia

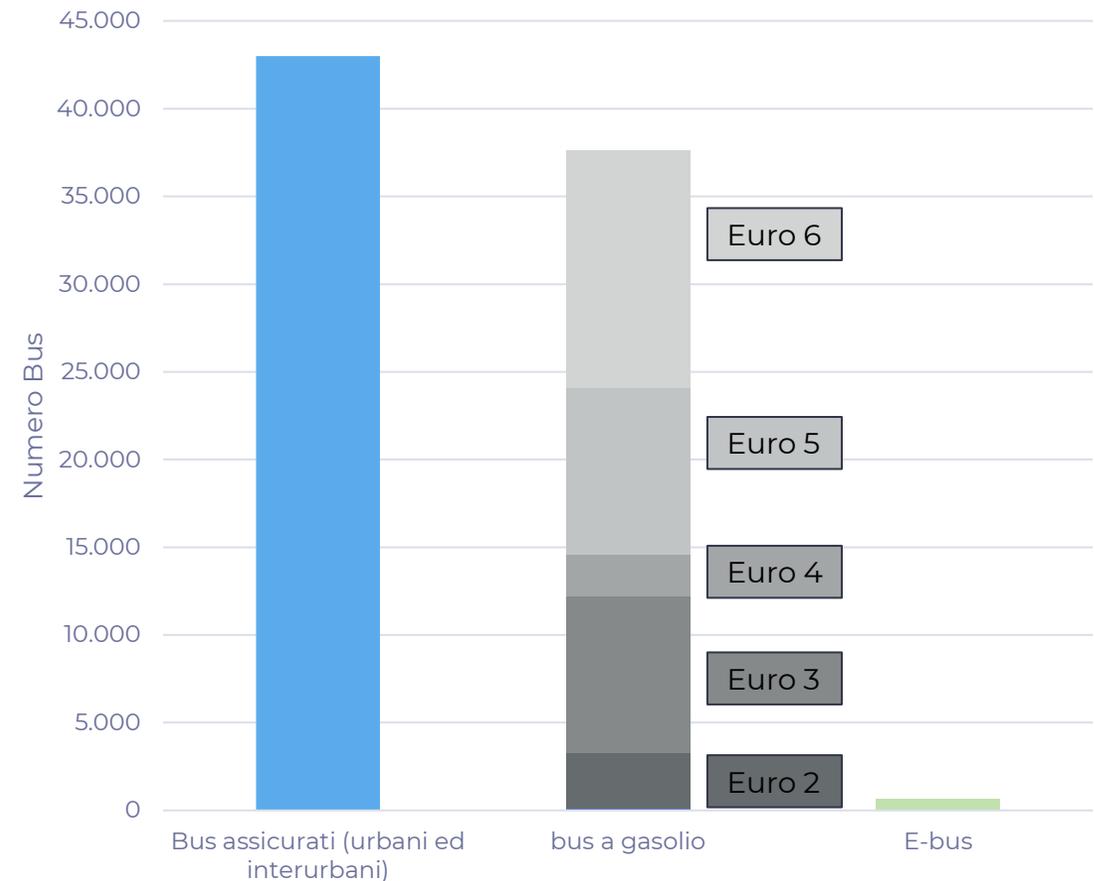


Mercato bus Italia - Alimentazione parco circolante

La 'fotografia' più aggiornata del parco autobus italiano circolante è quella scattata dall'allora Motorizzazione Civile con dati al **30 settembre 2022**. Riferendosi a tale data, dei **43.001 bus (urbani ed extraurbani)** circolanti in Italia, il **90% era alimentato a gasolio**. Gli **autobus a zero emissioni**, in prevalenza E-bus, ammontavano a **621 unità**, pari **all'1,5% del parco**.

La somma delle **categorie Euro 2 ed Euro 3**, entrambe destinate al divieto di circolazione a partire dal 2025 in seguito a proroga, **è di 8.700 veicoli**, secondo dati del MIT elaborati da ANAV (7.100 Euro 3 e 1.600 Euro 2) e aggiornati ad ottobre 2023. **Si tratta di oltre il 20% dell'intero parco autobus**.

Parco Circolante Italia TPL (settembre 2022)

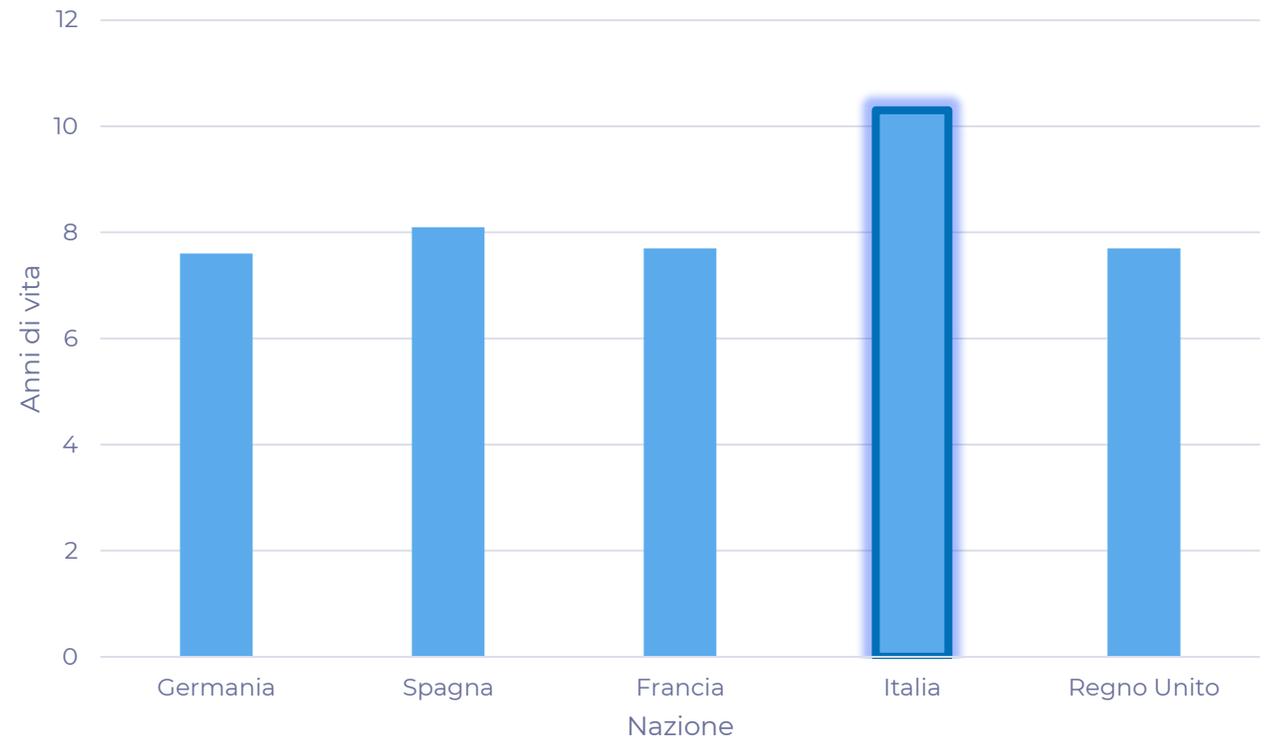


Mercato bus Italia – Età media parco circolante

L'età media del parco circolante assicurato è pari a **10,3 anni**, con Friuli-Venezia-Giulia, Provincia autonoma di Bolzano, Valle d'Aosta, Lazio, Campania e Lombardia a guidare la 'classifica' della flotta più «giovane».

Riferendosi al più recente dato del giugno 2023, Il parco **mezzi italiano** si contraddistingue per **un'anzianità media pari al 33 % in più** rispetto **alla media degli altri quattro principali mercati europei**.

Età media parco autobus



Mercato bus Italia - La diffusione degli E-bus

Il mercato italiano degli E-bus ha vissuto un aumento delle immatricolazioni del **250%** nel **2023**. Laddove la quota degli **elettrici sul mercato** complessivo nel Classe I valeva appena il 15% nel 2022 (al di sotto della quota richiesta dalla Clean Vehicle Directive, che in ogni caso si concentra sui mezzi messi a gara e non sull'immatricolato), nel **2023** è aumentato di oltre dieci punti percentuali assestandosi al **27,5%**.

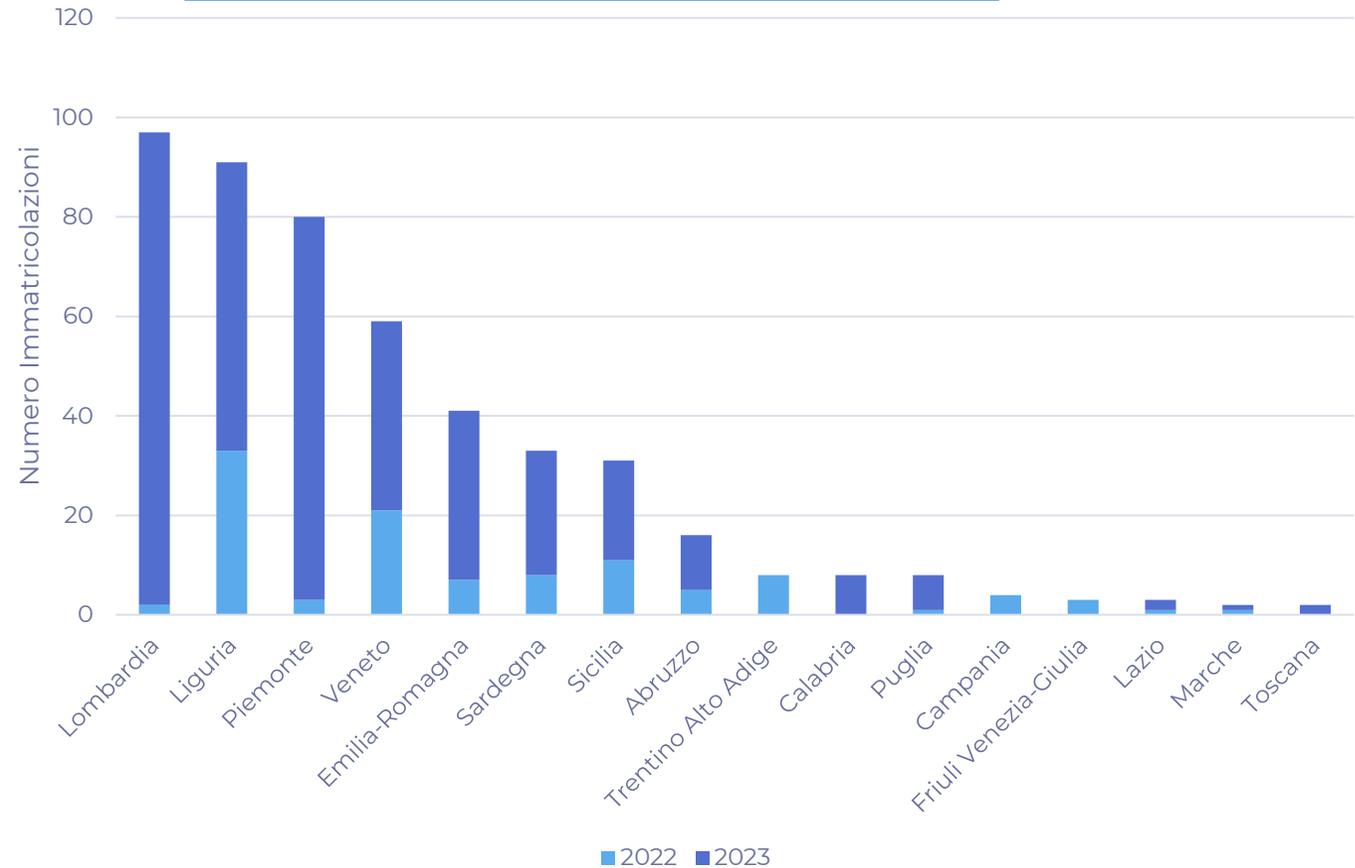
Anno	E-bus immatricolati	Trend immatricolato YoY	Immatricolazioni Classe I	Share e-bus sull'immatricolato urbano
2023	378	250%	1.374	27,5%
2022	108	-39%	710	15%
2021	178	+83%	853	20,8
2020	97		947	10,2%

Mercato bus Italia – Distribuzione regionale E-bus

Prendendo ad esame l'immatricolato E-bus italiano del biennio 2022 – 2023, il 79% dei veicoli è stato immatricolato nelle regioni del nord.

Nonostante il caso di alcune regioni meridionali «virtuose» nell'anno 2022 (come il caso di Sicilia e Campania), il numero di immatricolazioni nel 2023 ha segnato la forte crescita di regioni come Lombardia, Piemonte, Liguria e Veneto

Immatricolazioni E-bus biennio 2022-2023

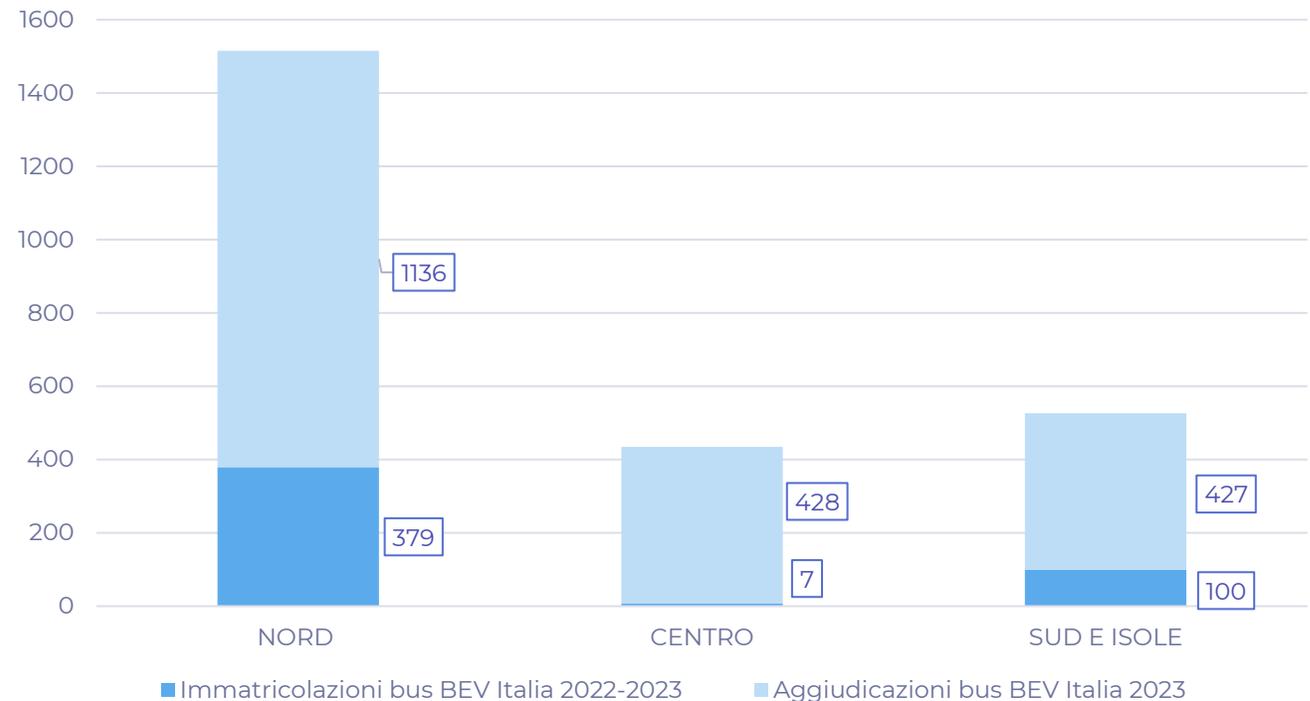


Mercato bus Italia - E-bus immatricolati & aggiudicati

Considerando invece anche le **gare aggiudicate nel 2023** (approfondimenti nei capitoli seguenti) si può notare una **distribuzione più equilibrata dei veicoli**.

Nonostante anche in questo caso il **settore trainante** è quello delle aziende del **Nord** Italia, le gare aggiudicate da **ATAC in centro Italia** e da **ANM Napoli al Sud** garantiscono una **maggior redistribuzione sul territorio** italiano. (Focus approfondito nel Capitolo 3)

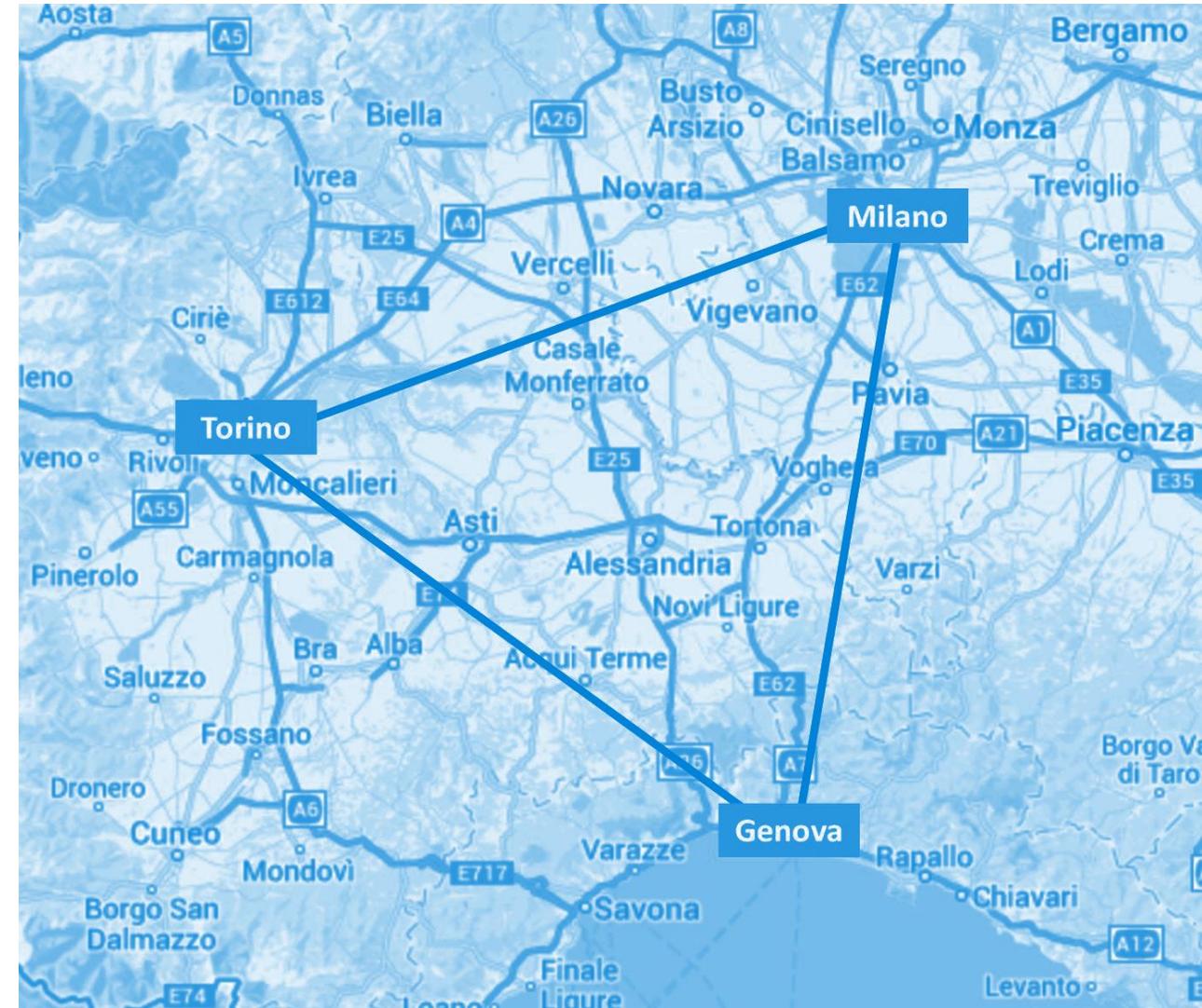
Confronto immatricolato 2022-23 ed aggiudicato 2023



Mercato bus Italia – Disparità regionale immatricolato

La suddivisione geografica dell'immatricolato mostra come **Lombardia e Piemonte, insieme, coprano il 42% dell'immatricolato 2023**, ad evidenziare come la transizione verso la mobilità elettrica rimanga, ad oggi, un panorama frammentato dove le linee di tendenza sono determinate **dalle strategie di evoluzione della flotta di alcune specifiche aree metropolitane** (e dal loro peso specifico in termini di volumi).

Alle 85 unità di Milano seguono le 74 Torino e le 44 di Genova: **oltre la metà dell'immatricolato 2023 è appannaggio delle città del 'triangolo industriale'**.



Contenuti

**#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA
E ITALIA**

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

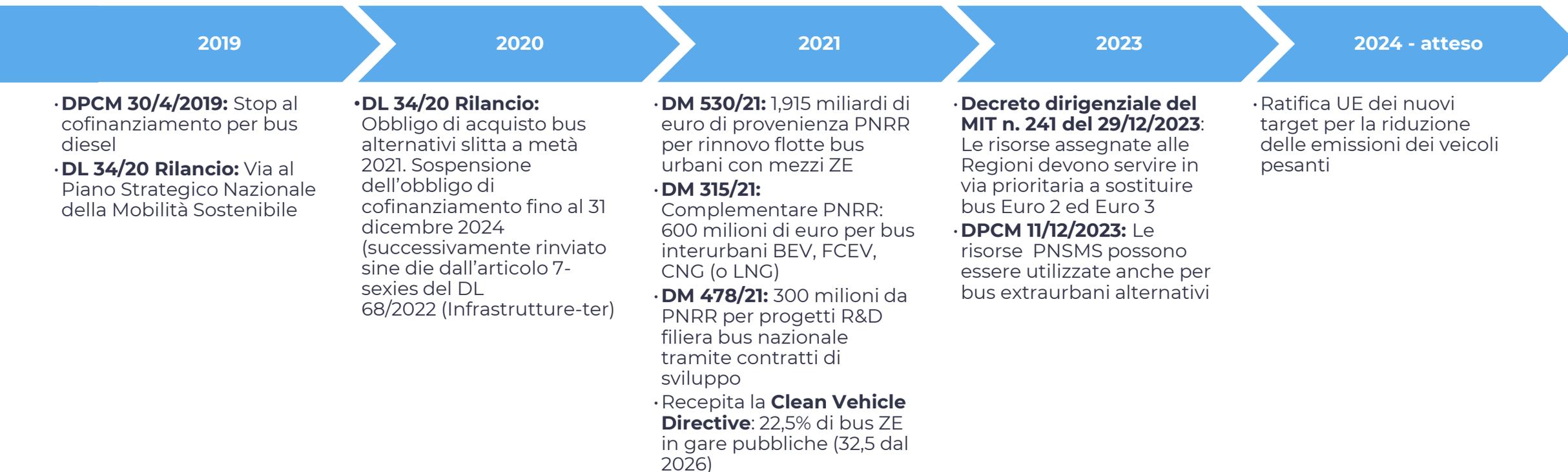
**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

Il quadro normativo e i finanziamenti



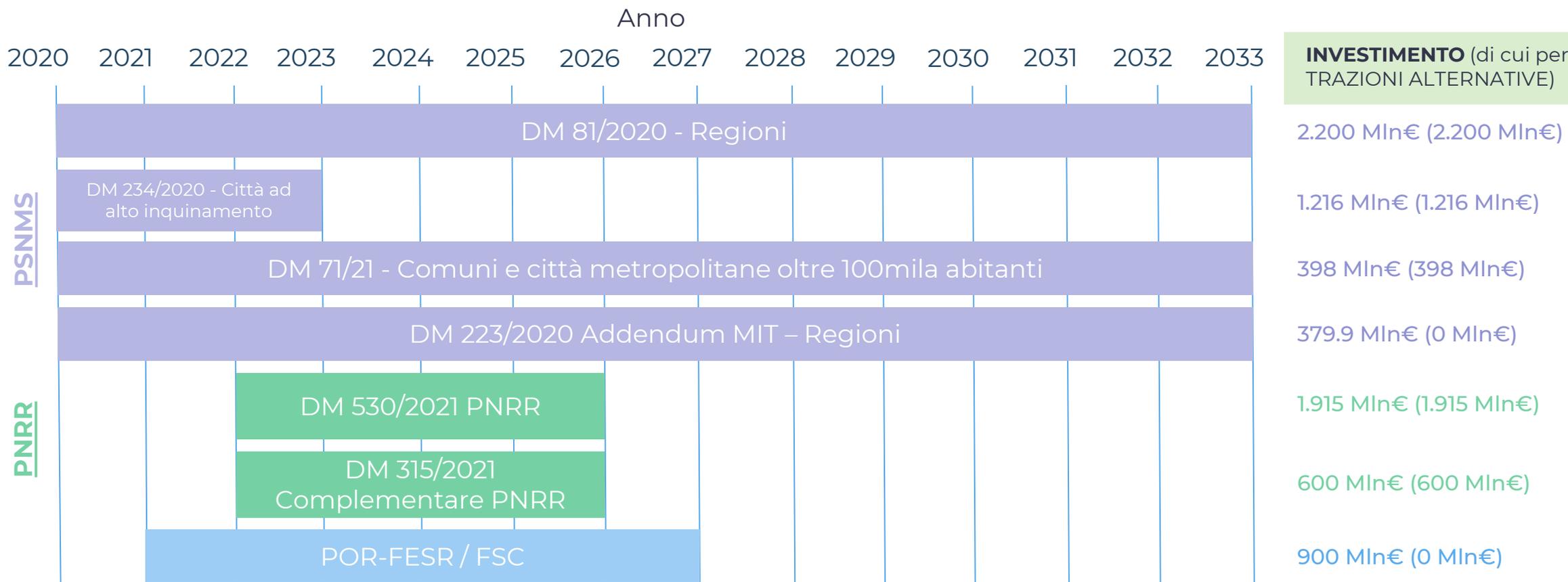
Il quadro normativo

A partire **dal 2019**, una serie senza precedenti di **misure** legislative e schemi di finanziamento è stata adottata **allo scopo di ridurre l'età media della flotta bus** italiana rinnovandola tramite **mezzi a basse e zero emissioni**.



I finanziamenti

In palio è stata messa la cifra record di oltre 7,5 miliardi di euro. **Oltre l'80% delle risorse sono destinate ad autobus a trazione alternativa** e relative infrastrutture di ricarica.



Phase-out Euro 2/3 e outlook emissioni heavy-duty

L'imperativo del phase-out Euro 2 e 3

Dal 1 gennaio 2024, le risorse europee, nazionali e regionali assegnate alle Regioni per il rinnovo del parco autobus tpl devono essere **prioritariamente utilizzate per la sostituzione di bus Euro 2 ed Euro 3.**

Obiettivi europei di riduzione emissioni CO2 del nuovo immatricolato

BUS URBANI

2030: 90% dei nuovi bus saranno **a zero emissioni**
2035: nuovi veicoli immatricolati **completamente a zero emissioni**

BUS EXTRAURBANI & COACH

Riduzione più graduale delle emissioni di CO2 del nuovo immatricolato:
45% nel 2030
65% nel 2035
90% al 2040

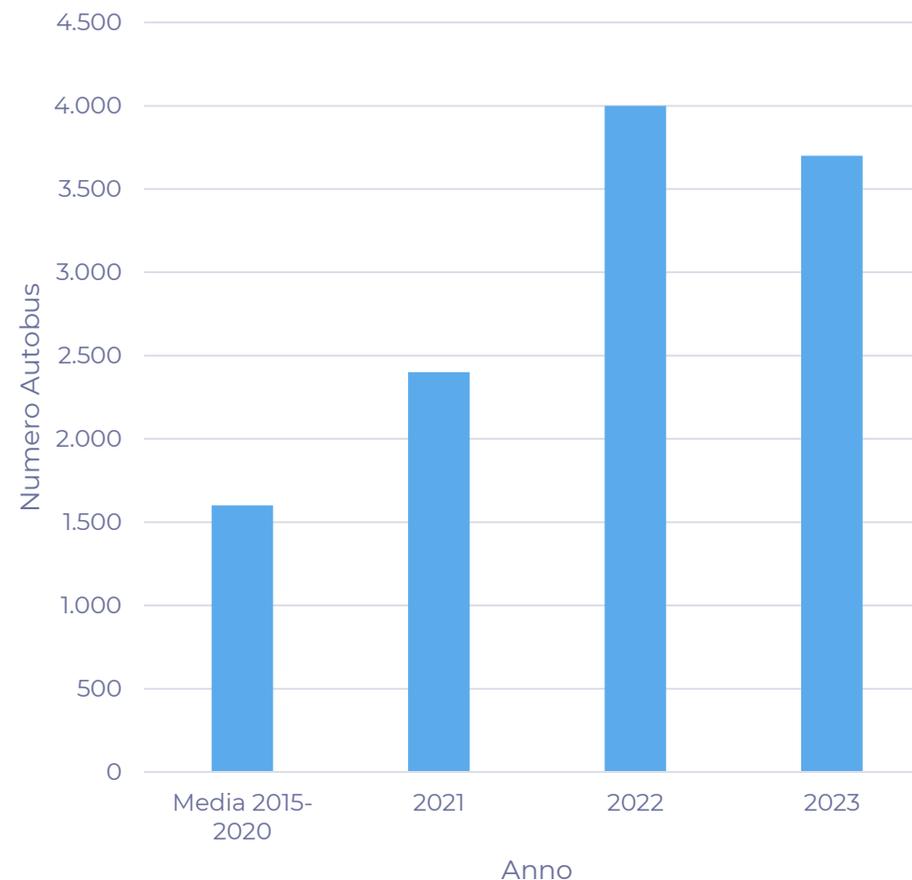
Gare a livello di città e non solo

Gli anni dal 2021 in poi hanno visto un forte aumento **dei volumi di bus urbani oggetto di gara.**

Nel **periodo 2015 – 2020** la **media** di Classe I messi a gara nel nostro Paese è stata di **circa 1.600 veicoli**. Il **2021** ha visto circa **2.400 unità** a gara.

Il biennio successivo 2022 – 2023 ha registrato un'esplosione dei volumi per effetto delle risorse iniettate dalla UE e delle tempistiche estremamente rigide per contrattualizzare le aggiudicazioni (come si vedrà più avanti). Di conseguenza, il **2022 e il 2023** hanno visto rispettivamente **volumi di Classe I** a gara di **4.000 e 3.700** (a cui si sono aggiunti oltre 3.000 Classe II nel 2022 e oltre 1.000 nell'anno successivo).

Autobus urbani messi a gara in Italia



Il quadro normativo e i finanziamenti

Considerazioni

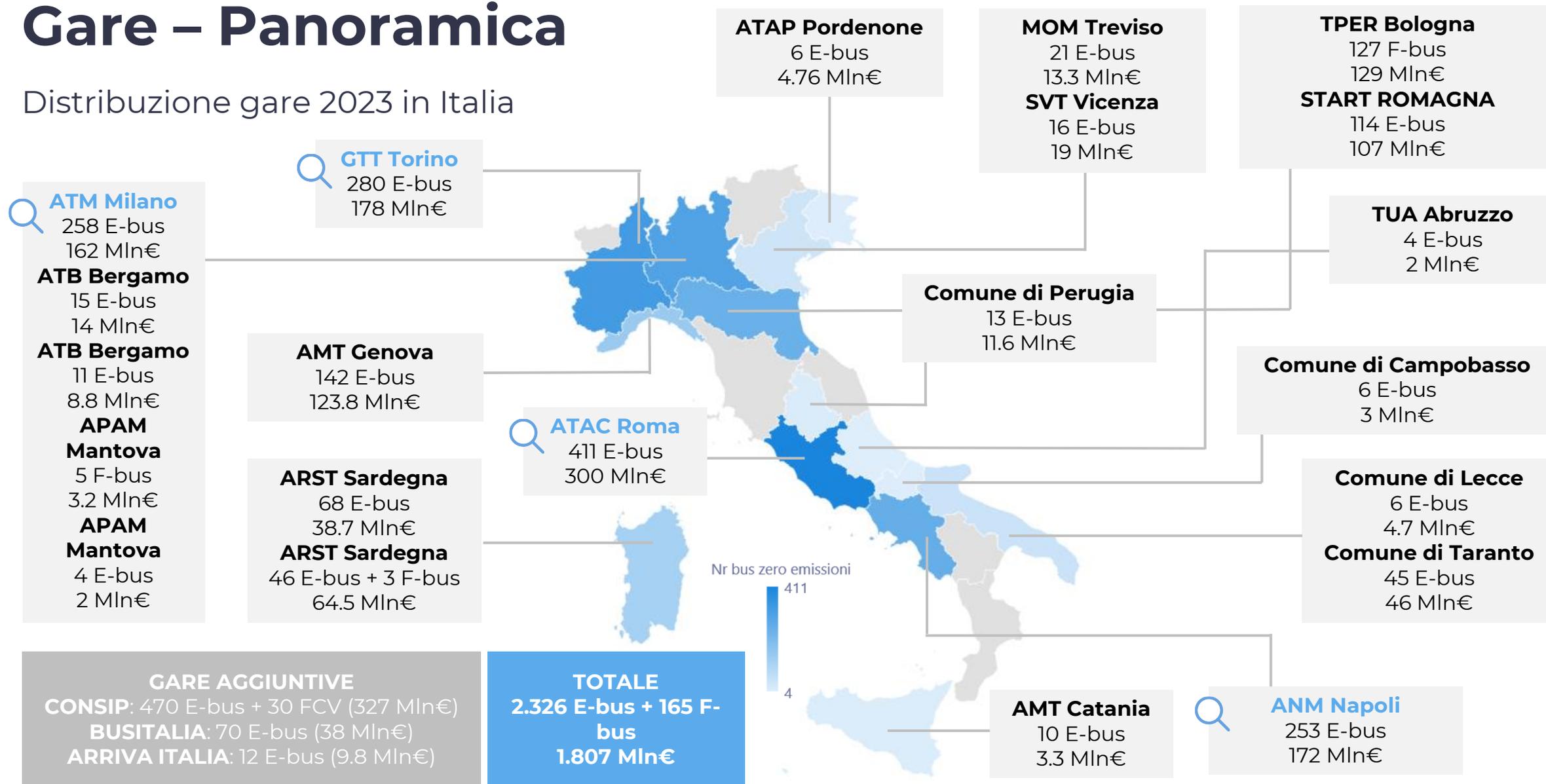
Alla luce delle tempistiche stringenti del PNRR (contrattualizzazione per l'acquisto di bus entro il 31 dicembre 2023), per quanto riguarda i veicoli le **risorse derivate dal Next Generation EU** possono considerarsi **esaurite**. **Rimane** la possibilità di attingere per la **messa in opera di infrastrutture di ricarica** (entro metà 2026). Sono esaurite anche le risorse PSNMS relative ai comuni ad alto tasso di inquinamento (1,2 miliardi da DM 234/2020), disponibili fino al 2023.

Resta in essere, fino al 2033 il Piano Strategico Nazionale Mobilità Sostenibile, fatta eccezione per gli 1,2 miliardi da DM 234/2020. I fondi sono erogati annualmente. Chiusi nel 2024 il primo quinquennio, **rimangono disponibili 1,7 miliardi di euro** per acquisto di bus a trazione alternativa. Risorse che, **considerato il rinvio sine die dell'obbligo di cofinanziamento**, saranno sufficienti ad acquistare una stima di **circa 350 – 400 e-bus l'anno**.

Il futuro dei finanziamenti post 2026 rimane un'incognita. Sarà prossimamente attivato, a livello europeo, il **Social Climate Fund**. Il piano di finanziamenti avrà un valore di **65 miliardi di euro (86 includendo il cofinanziamento al 25% da parte dei Paesi membri)**. **L'Italia sarà il terzo beneficiario** dopo Polonia e Francia con circa **7 miliardi di euro** per investimenti in efficientemente energetico degli edifici, decarbonizzazione dei trasporti (tpl incluso) e sostegni al reddito.

Gare – Panoramica

Distribuzione gare 2023 in Italia



Gare - Osservazioni

Nel **corso dell'anno 2023 sono state aggiudicate gare per oltre 2.300 autobus a zero emissioni** (tutti Classe I ad esclusione di una settantina di veicoli intercity banditi da ARST Sardegna).

L'importo degli autobus a zero emissioni messi a gara nel **2023 è vicino ai 2 miliardi di euro**.

Marginale il ruolo dell'idrogeno, che vale **il 6%** del volume complessivo, lasciando **agli E-bus il restante 94%**.

In definitiva, il **67% degli autobus urbani oggetto di gara** pubblicata nel 2023 sono **a zero emissioni**.

Tipologia	Valore
Bus urbani a gara	Circa 3.700
Bus E-bus a gara	2.326
Bus F-bus a gara	165
Tot bus ZE a gara	2.491
Di cui Classe II	68
Quota di bus ZE sugli urbani a gara nel 2023	67%

Gare, prospettive, città

CONSIP

Consip è la **centrale di acquisto nazionale**, al **100% partecipata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze**. Nel settore autobus Consip si è posta l'obiettivo di avere "un ruolo non antagonista nei confronti delle aziende e delle amministrazioni che sono in grado di provvedere da sole ai propri fabbisogni, ma bensì di offrire un **ausilio** a tutte quelle **aziende che non hanno mezzi o non possono dedicare risorse all'organizzazione di una gara**"*.

Nell'ottobre 2022 Consip ha pubblicato la sua **prima gara** per fornitura di bus elettrici, per un **totale di 1.000 veicoli in 5 lotti**, dopo aver siglato **dal 2018 in poi quattro iniziative** per l'acquisto di autobus con varie tecnologie di alimentazioni (per 4.200 bus ordinati).

*Dichiarazioni di **Pascal Dell'Anno**, Responsabile Area Mobilità Consip, in occasione del webinar Mobility Innovation Tour del 16 febbraio 2023 ([\[VIDEO\] Rivedi la prima tappa del MIT: il mercato dell'autobus italiano sotto la lente](#) | [AUTOBUS Web - La rivista del trasporto pubblico in Italia](#), consultato il 22 aprile 2024).

Gare, prospettive, città

CONSIP

L'Accordo Quadro Autobus Elettrici 1, finanziato con fondi PNRR, ha visto ad oggi **953 veicoli** ordinati dalle pubbliche amministrazioni. A questo ha fatto seguito, **a maggio 2023** (aggiudicazione a novembre) **L'Accordo Quadro Autobus Elettrici 2, per 500 bus a zero emissioni** (comprensivi di 30 veicoli a idrogeno). Al 23 aprile 2024, sono 12 i mezzi ordinati.

Acquisto	Data	Investimento	Tipologia	Tecnologia di ricarica	Quantità	Offerte qualificate	Bus ordinati ad aprile 2024	Deadline per ordinare
AQ Autobus elettrici 1	feb-23	660 M€	E-bus 6m	Plug-in	40	3	953	19 dicembre 2024 (prorogabile di ulteriori 6 mesi)
			E-bus 8-9m	Plug-in	280	5		
			E-bus 10m	Plug-in	250	3		
			E-bus 12m	Plug-in	380	7		
			E-bus 12m	Pantografo	5	5		
			E-bus 18m	Plug-in	50	5		
			E-bus 18m	Pantografo	4	4		
AQ Autobus elettrici 2	nov-23	327 M€	E-bus 8-9m		150	2	12	23 maggio 2025 (prorogabile di ulteriori 6 mesi)
			E-bus 12m suburbani Classe I		250	6		
			E-bus 12m suburbani Classe II		70	3		
			Bus F-bus 12m suburbani		30	3		
TOT					1.500		965	

PUMS - Piano Urbanistico Mobilità Sostenibile



PUMS – Obiettivi principali

Il PUMS è uno strumento di pianificazione strategica che, in un orizzonte temporale di **medio-lungo periodo** (10 anni), sviluppa una visione di sistema della **mobilità urbana** proponendo il raggiungimento di obiettivi di **sostenibilità ambientale, sociale ed economica**, generando benefici per Enti locali e collettività:



Migliorare l'accessibilità per tutti, senza distinzioni di reddito o status sociale



Migliorare la sicurezza stradale e la salute pubblica



Accrescere la qualità della vita e l'attrattività dell'ambiente urbano



Ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico, le emissioni di gas serra e il consumo di energia



Fattibilità economica, equità **sociale** e qualità **ambientale**

PUMS – La situazione attuale

L'articolo 1, comma 2, del decreto 4 agosto 2017 n. 397 sancisce l'obbligo di **adozione del PUMS**, inteso come condizione essenziale per accedere ai finanziamenti statali destinati a nuovi interventi per il trasporto rapido di massa, **per tutti i Comuni con più di 100.000 abitanti, fatta eccezione per quelli che ricadano in una Città metropolitana** che abbia provvisto alla **definizione di un proprio PUMS**.

Regione	PUMS approvati	PUMS adottati	PUMS in redazione	PUMS totali
Puglia	8	16	18	42
Lombardia	11	3	8	22
Toscana	10	2	7	19
Sicilia	7	5	7	19
Emilia-Romagna	13	3	2	18
Sardegna	3	4	5	12
Lazio	3	2	6	11
Veneto	2	4	4	10
Marche	4	0	5	9
Piemonte	5	2	1	8
Altre	12	18	11	41
Totale	78	59	74	211

PUMS – Azioni proposte

Per raggiungere gli obiettivi precedentemente mostrati, le principali città italiane definiscono una serie di azioni programmatiche, le quali comprendono diversi aspetti della mobilità urbana:

- 1 **Aumentare** la quantità di **spostamenti tramite mezzi pubblici** e mobilità “dolce” (rispetto alle auto private)
- 2 **Ridurre le emissioni** soprattutto a livello **locale** all'interno delle città
- 3 **Ingrandire aree ZTL**, permettendo l'**accesso** solo a **veicoli a zero emissioni**
- 4 **Aumentare i nodi di scambio** fra i diversi mezzi di trasporto

Contenuti

**#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA
E ITALIA**

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

Esempio - Milano



Gare, prospettive, città

Milano

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Vengono riportate in tabella le informazioni principali relativa al **PUMS di Milano, approvato il 12 novembre 2018** ed in grado di fornire una prima roadmap delle azioni e degli obiettivi annunciati.

ORIZZONTE TEMPORALE	INVESTIMENTI dedicati unicamente al TPL	AZIONI	OBIETTIVI PREVISTI
2020-2030	22 milioni €	Ricorso all'utilizzo di autobus alimentati con sistemi a più basso impatto ambientale e con più elevati livelli di capacità, sicurezza e comfort	L'aumento del 6% della quantità di spostamenti giornalieri sarà interamente coperta da trasporto pubblico

Gare, prospettive, città

ATM Milano

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Piano ATM Full Electric

Lanciato nel dicembre 2017

Obiettivi

Convertire l'intera flotta di circa 1.200 autobus alla trazione elettrica entro il 2030

Azioni

Entro il 2026 saranno acquistati 550 bus elettrici con 293 milioni di finanziamenti pubblici e 24 milioni di risorse ATM.

Investimento complessivo

Oltre 1,3 miliardi di euro, di cui ad oggi 340 milioni sono provenienti da fondi pubblici (273 milioni da fondi PNRR, contrattualizzati entro la deadline di fine 2023)

Benefici

riduzione del consumo di gasolio di 30 milioni di litri all'anno e un abbattimento delle emissioni di CO2 pari a 75.000 tonnellate annue.

Investimenti bus ATM Full Electric



Azione Programmata	Investimenti ATM (Mln€)	Di cui ad oggi finanziamenti
1.200 autobus elettrici	800	293
Nuovi depositi	400	
Rinnovo depositi	100	47
infrastrutture di ricarica		
TOT	1.300	340

Gare, prospettive, città

ATM Milano

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Piano ATM Full Electric

Il piano ATM Full Electric implica anche la **riconversione dei depositi** e l'infrastrutturazione della rete.

- **SAN DONATO**
90 colonnine (100 kW) + 2 charger (200 kW)
- **SARCA**
75 colonnine (100 kW) + 2 charger (200 kW)
- **GIAMBELLINO**
75 colonnine (100 kW) + 2 charger (200 kW)
- **IN CITTÀ**
14 charger (200 kW)

Costruzione 2 depositi

ex-novo (Viale Toscana & Viale Triboniano)

- 20.000 mq superficie
- Spazio Verde come tetto
- 100 e-bus ospitabili
- Alta tecnologia & Sostenibilità

Azione Programmata	Investimenti ATM (Mln€)	Di cui ad oggi finanziamenti
1.200 autobus elettrici	800	293
Nuovi depositi	400	
Rinnovo depositi	100	47
infrastrutture di ricarica		
TOT	1.300	340

Esempio - Torino



Gare, prospettive, città

Torino

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Vengono riportate in tabella le informazioni principali relative al **PUMS di Torino, approvato il 20 luglio 2022** ed in grado di fornire una prima roadmap delle azioni e degli obiettivi annunciati.

ORIZZONTE TEMPORALE	INVESTIMENTI dedicati unicamente al TPL	AZIONI	OBIETTIVI PREVISTI
2019-2033	72,9 milioni € complessivi (8.6 milioni nel periodo 2019-2023 + 64,2 milioni nel periodo 2021-2033)	Rinnovo del parco bus in servizio di trasporto pubblico urbano con veicoli elettrici alimentati a batterie od a idrogeno (fuel cell).	Sostituzione di oltre 100 autobus in servizio urbano, pari ad almeno il 10% del parco utilizzato sulla rete urbana/ suburbana del capoluogo.

Gare, prospettive, città

GTT Torino

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Ad oggi GTT ha **148 E-bus in esercizio**, oltre a **248 mezzi in consegna**. A questi si aggiungono **62 e-bus previsti dagli Accordi Quadro** finora aggiudicati ma non ancora oggetto di ordine.

Status	Acquisto	Entrata in servizio	Quantità	Tipologia
In esercizio	2015	2017	20	E-bus 12 metri
	2017	2019	8	E-bus 8 metri
	2020	2021	50	E-bus 12 metri
	2021	2022	10	E-bus 12 metri
	2022	2023	60	E-bus 12 metri
In consegna	2023	Previsto 2024	136	E-bus 12 metri
	2023	Previsto 2024	90	E-bus 18 metri
	2023	Previsto 2024	22	E-bus 6 metri
Previsti in accordo quadro	2023	?	44	E-bus 12 metri
	2023	?	10	E-bus 18 metri
	2023	?	8	E-bus 6 metri

Gare, prospettive, città

GTT Torino

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Per quanto riguarda l'infrastrutturazione dei depositi, attualmente tre depositi sono allestiti con i seguenti punti di ricarica:

- **66 al deposito Gerbido** (12 AC da 80 kW ciascuno, 4 DC da 60 kW ciascuno, inoltre 50 punti di ricarica DC per un **totale di 800 kW**)
- **50 al deposito Venaria** (tecnologia DC per **800 kW totali** di capacità installata)
- **22 al deposito Tortona** (tecnologia AC).

A queste **si aggiungono 10 stazioni di ricarica ai capolinea**: otto equipaggiati con tecnologia di ricarica wireless a induzione e 2 con potenza di ricarica 80 kW ciascuno sulle linee 84 e VE1.

Note: per il deposito Gerbido e Venaria, il valore di 800 kW rappresenta il massimo erogabile dall'intero deposito, la Potenza è poi distribuita in maniera "smart" a seconda del numero di veicoli collegati contemporaneamente.

Gare, prospettive, città

GTT Torino

PUMS

FLOTTA VEICOLI

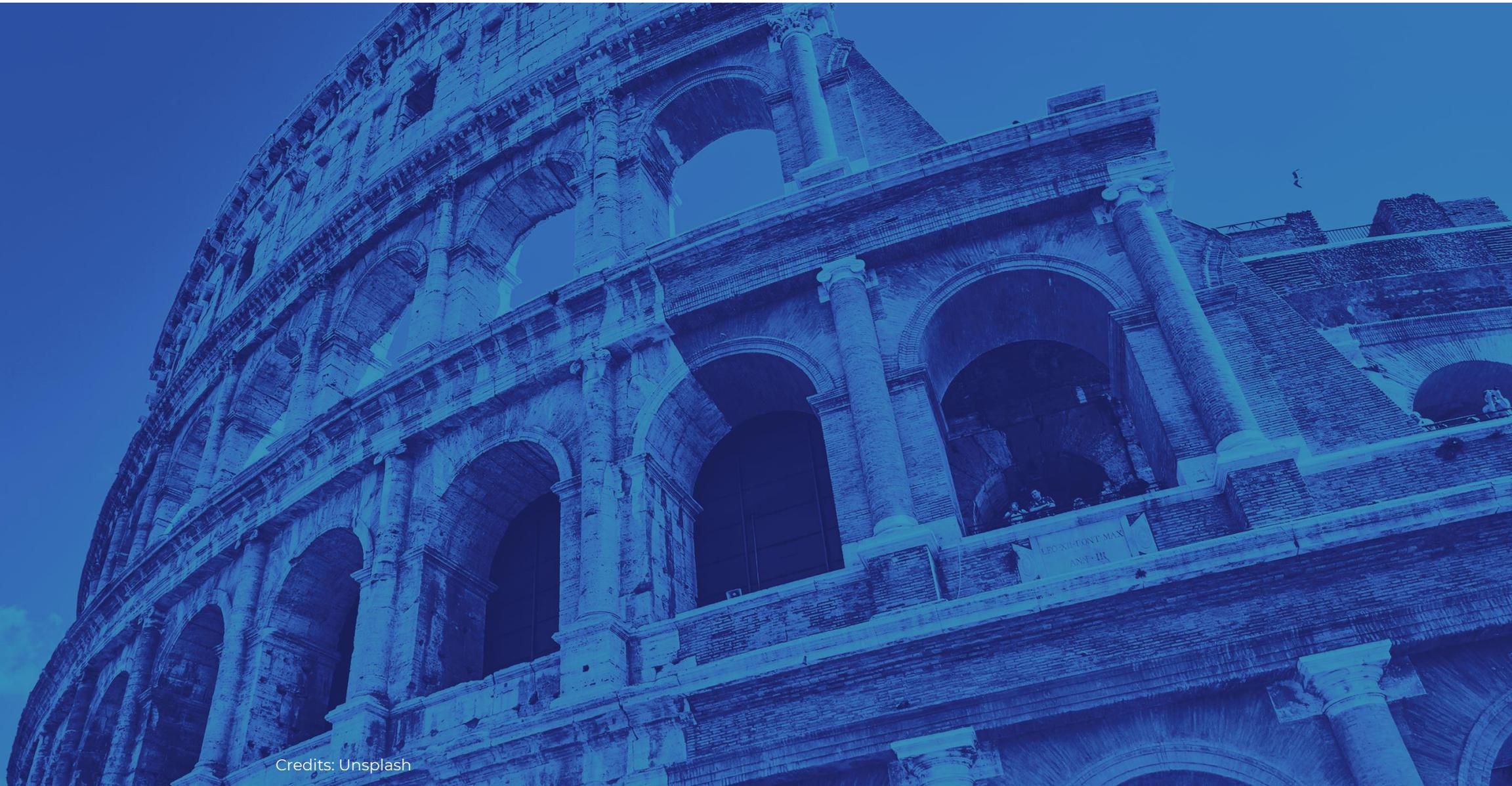
INFRASTRUTTURA DI RICARICA

I progetti futuri, per i quali sono state bandite e chiuse gare attingendo a fondi PNRR, prevedono l'installazione di ulteriori infrastrutture di ricarica nei depositi Venaria, Nizza, San Paolo, Tortona con installazione **sistema batterie di accumulo** (presso San Paolo, Gerbido, Nizza e Venaria) **per poter gestire la ricarica di 226 autobus da 12 e 18 metri, oltre ai 22 mini da sei metri.**

GTT ha previsto di raggiungere una potenza installata di 1,75 MW per Venaria e 2 MW per San Paolo e Nizza.

Saranno inoltre predisposte **stazioni di ricarica a pantografo in sette capolinea, ognuno dei quali sarà provvisto di due pantografi** (500 kW di potenza installata). È anche in progetto la realizzazione di sistemi di autoproduzione da fotovoltaico da abbinare a infrastrutture di ricarica e batterie di accumulo.

Esempio - Roma



Gare, prospettive, città

Roma

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Vengono riportate in tabella le informazioni principali relativa al PUMS di Roma, **approvato il 28 dicembre 2022** ed in grado di fornire una prima roadmap delle azioni e degli obiettivi annunciati.

ORIZZONTE TEMPORALE	INVESTIMENTI dedicati unicamente al TPL	AZIONI	OBIETTIVI PREVISTI
2020-2033	Non Definito	Rinnovo del parco autobus per il trasporto pubblico con veicoli a combustibili puliti	Riduzione delle emissioni e favorire una riduzione della anzianità della flotta circolante

Gare, prospettive, città

ATAC Roma

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Roma Capitale è stata beneficiaria di 292 milioni di euro di fondi PNRR per l'acquisto di 411 e-bus, 109 dei quali destinati ad essere immatricolati entro fine 2024. I mezzi sono stati aggiudicati a novembre 2023, per un prezzo unitario di 529.900€ per i 12 metri, 729.000 € per i 18 metri. Si tratta di autobus per ricarica plug-in in deposito.

Beneficiario	Provenienza fondi	Entità finanziamento	Tipologia	Entrata in esercizio		Quantità totale
				2024	Entro giugno 2026	
			E-bus 12m	109	93	202
Roma Capitale	DM 530/2021 PNRR	292.571.037 €	E-bus 12m		194	194
			E-bus 18m		15	15
TOT				109	302	411

Gare, prospettive, città

ATAC Roma

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Per quanto concerne **l'infrastrutturazione dei depositi**, **ATAC** ha elaborato la **progettazione preliminare avvalendosi della collaborazione con il Consorzio Full Green** (composto da ATAC, ATM Milano, ANM Napoli). L'azienda ha scelto di selezionare, tramite gara, un **unico operatore con cui stipulare un Accordo Quadro** per la progettazione esecutiva e l'esecuzione delle opere presso le **rimesse di Portonaccio** (dove troveranno posto i primi 109 e-bus), **Grottarossa, Tor Sapienza e Trastevere**. Lavori che dovranno completarsi entro il 30 giugno 2026, come da deadline PNRR.

Esempio - Napoli



Gare, prospettive, città

Napoli

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Vengono riportate in tabella le informazioni principali relative al **PUMS di Napoli, approvato il 27 dicembre 2023** ed in grado di fornire una prima roadmap delle azioni e degli obiettivi annunciati.

ORIZZONTE TEMPORALE	INVESTIMENTI dedicati unicamente al TPL	AZIONI	OBIETTIVI PREVISTI
Non Precisato	Circa 99,4 milioni € complessivi	Rinnovo della flotta di trasporto pubblico su gomma, principalmente composta da veicoli a diesel e metano.	Efficientamento del settore del trasporto pubblico locale , per garantirne la migliore efficienza sotto il profilo della qualità, della sicurezza e della sostenibilità ambientale.

Gare, prospettive, città

ANM Napoli

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

ANM Napoli ha **bandito a settembre 2023** una gara su sei lotti per la **fornitura di un totale di 253 bus elettrici con ricarica plug-in** nell'ambito dei fondi PNRR, contrattualizzati, come da scadenza prevista dal DM 530/2021, entro il 31 dicembre 2023. Una prima tranche di 78 veicoli è attesa in consegna nell'arco del 2024, a cui seguirà una successiva fornitura entro fine 2025. La parte più corposa della commessa, ben 111 e-bus, entrerà in esercizio, secondo i piani di ANM, nell'arco del primo semestre del 2026.

Tipologia	Entrata in servizio		
	2024	2025	entro 30/06/2026
E-bus 5,8 - 7 m	20	10	
E-bus 7,1 - 8,6 m	30	5	
E-bus 8,7 - 9,7 m	15	10	21
E-bus 9,8 - 11 m		23	55
E-bus 11,1 - 12,3 m	13	16	21
E-bus 17,6 - 18,75 m			14
TOT	78	64	111

Gare, prospettive, città

ANM Napoli

PUMS

FLOTTA VEICOLI

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

Parallelamente, l'azienda ha aggiudicato, sempre prima della fine del 2023, un appalto integrato per la realizzazione delle infrastrutture di ricarica, la cui installazione interesserà **tre depositi** (Cavalleggeri Aosta, Carlo III e via Puglie).

Verranno predisposti oltre **253 punti di ricarica** (112, 96 e 45 per ciascuna rimessa), **con potenze tra 50 e 150 kW per ogni punto di ricarica** (più precisamente: minimo 50 kW per gli e-bus mini e corti, fino a un massimo di 150 kW per gli snodati).

Per quest'ultima gara **ANM ha sviluppato internamente il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica**, mentre il **progetto definitivo è stato realizzato** nell'ambito del **consorzio Full Green** di cui ANM è parte insieme ad ATAC Roma e ATM Milano.

Contenuti

**#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA
E ITALIA**

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione del prodotto e-bus dal punto di vista della **DRIVELINE (1/2)**.

Suddivisione del mercato tra due opzioni prevalenti:

Assale elettrificato con motori ai mozzi

In questo caso, le ruote motrici del veicolo presentano **motori elettrici integrati direttamente nei mozzi ruota**. Questo permette alle ruote di essere alimentate elettricamente ed **elimina la necessità di un motore posizionato centralmente** o di una trasmissione tradizionale.

Vantaggi: ingombro interno contenuto, installabile anche su assale centrale di un 18m

Motore elettrico centrale

Nel caso di motore centrale, **il motore elettrico trasmette la potenza alle ruote attraverso un albero motore o un sistema di trasmissione**, simile a quello utilizzato nei veicoli con motori a combustione interna. Il **motore** è pertanto **collocato separatamente dall'assale motore**, a ridosso dello stesso.

Vantaggi: facilità di manutenzione, efficienza in fase di recupero di energia

In base ad analisi condotta su **32 modelli di E-bus da 12 metri** disponibili sul mercato europeo, il **motore centrale** è adottato dal **71% dei modelli**, l'**assale elettrificato** dal restante **29%**.

Da segnalare che un unico costruttore offre entrambe le opzioni sul medesimo modello.

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione del prodotto e-bus dal punto di vista della **DRIVELINE** (2/2).

La **maggiore flessibilità progettuale** offerta dai **motori elettrici**, che presentano **ingombri ridotti** rispetto ai motori termici, consente agli OEM di effettuare modifiche al layout dei veicoli.

In particolare, si segnalano:

- **la progressiva eliminazione della torre motore posteriore**, vale a dire l'ingombro, generalmente sul lato sinistro del retro autobus, destinato ad alloggiare il motore a combustione, in favore di una **piena occupazione del retro da parte delle sedute**
- **spostamento dei moduli batteria dal retro** (soluzione prediletta nelle prime generazioni di e-bus) **in favore di collocazione al tetto.**

I **prossimi step**, già abbracciati da alcuni costruttori, sono:

- l'integrazione dei **moduli batteria direttamente nel telaio (sotto pavimento)** dell'autobus)
- adozione sempre più diffusa di **piano di calpestio dell'abitacolo interamente ribassato**, privo di scalini per tutta la lunghezza dell'autobus

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione del prodotto e-bus dal punto di vista delle **BATTERIE**:

Aumento delle autonomie:
la capacità massima disponibile su e-bus da 12 metri è aumentata del 34% in 4 anni (dato 2024 vs dato 2020). L'offerta di e-bus con capacità superiore a 400 kWh è passata da 3 a 27 (+800%)

Chimica batterie:
in crescita formula LFP. Motivazioni: maggiore economicità rispetto ad NMC, importanti sviluppi in termini di densità energetica

Progressivo **aumento densità energetica** (benchmark 2024: +170 Wh/kg)

Disponibilità di prodotti **cell-to-pack** con possibilità di integrazione al telaio

	2020		2024	
	N. bus	% sul totale	N. bus	% sul totale
Modelli E-bus 12m	19		32	
Capacità batteria max +400 kWh	3	16%	27	84%
Capacità batteria max +500 kWh	1	5%	8	25%
Media capacità max	329 kWh		441 kWh	
Aumento media capacità max in 4 anni	34%			

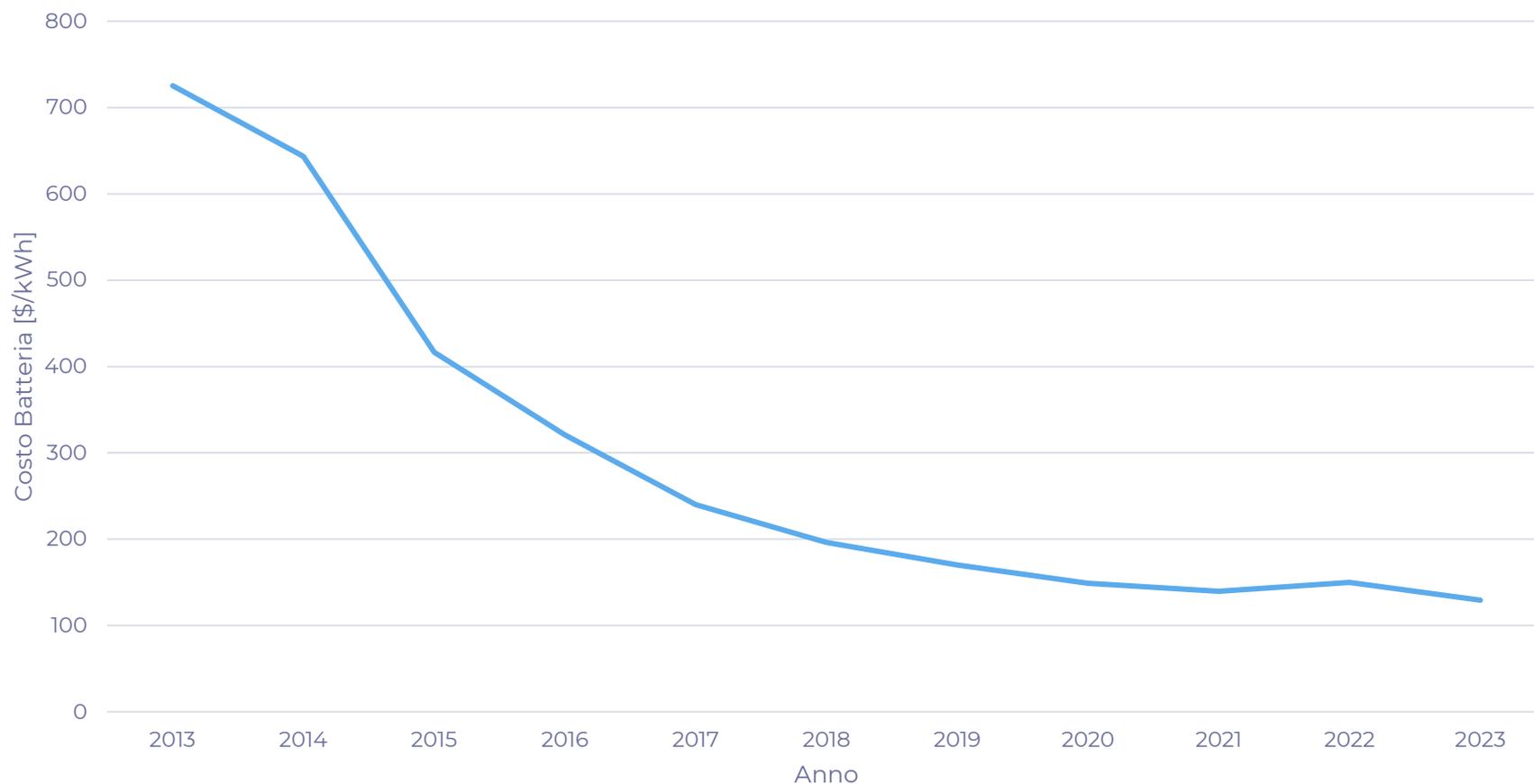
Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Trend tecnologia **BATTERIE**

Negli ultimi anni si è visto un forte e continuo trend di abbattimento di costi. Questo si basa su **sviluppi tecnologici** ed **economia di scala** in tutti settori della catena di valore.

Nel 2023 continua il trend di aumento delle **batteria** più economiche **LFP** che raggiungono un prezzo per **pacco batteria** e **celle** di rispettivamente **130 \$/kWh** e **95 \$/kWh**

Trend costo batteria



Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Fine Vita Batterie 1/3 - Utilizzi

Alla fine della loro vita utile, le batterie degli autobus elettrici possono fornire notevoli vantaggi sia in caso di «seconda vita» (riuso o ricondizionamento) che in caso di riciclo dei componenti

Seconda Vita

Accumulo per utilizzo privato

Stoccaggio di energia da fonti rinnovabili in edifici privati per massimizzare l'autoconsumo

Accumulo per utilizzo pubblico

Creazione di impianti di accumulo di energia rinnovabile per disaccoppiare produzione e consumo

Bilanciamento della rete

Stabilizzazione della rete elettrica per garantire flessibilità di servizio

Prevenzione di black-out

Contrasto dei picchi energetici per prevenire black-out in edifici ad alta intensità energetica

Ricarica per veicoli elettrici

Stoccaggio di energia nei punti di ricarica nei periodi di minore richiesta

Altre applicazioni per veicoli

Applicazione in veicoli con requisiti di prestazione energetica inferiore (es. traghetti / carrelli elevatori)

Riciclo

Resilienza della catena di fornitura

Riduzione del rischio di shock di mercato attraverso la creazione di una nuova filiera

Indipendenza nazionale

Approvvigionamento di materie prime da una filiera locale a discapito delle importazioni

Copertura della domanda

Supporto alla copertura della domanda di materie prime, anche in caso di ridotta disponibilità di materie vergini

Costo delle materie prime

Disponibilità di materie prime a prezzi potenzialmente inferiori rispetto alle materie vergini

Impatto ambientale

Riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni di gas serra associati alle operazioni di estrazione e raffinazione

Impatto sociale

Creazione di nuovi posti di lavoro nell'industria di trattamento a livello nazionale ed europeo

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Fine Vita Batterie 2/3 – Opportunità di mercato

Le **batterie** presenti all'interno degli autobus destinati al trasporto pubblico locale non perdono completamente il loro valore **alla fine della propria vita utile** (intorno agli 8 anni), rappresenta un **potenziale asset** per le compagnie del trasporto pubblico, potendo in questo modo ridurre il costo di cambio batteria.

Opportunità di mercato

- **La capacità delle batterie** per applicazioni di «seconda vita» è in crescita e raggiungerà **77 GWh al 2050**
- I **ricavi generati** dalla vendita di nichel, cobalto e litio riciclati saranno **pari a 400 – 600 Mln€ in Italia**, con una marginalità di 100 – 300 Mln€

(I valori si riferiscono al totale potenziale riciclato, comprese le batterie impiegate per il TPL)

Soluzioni intermedie

- Già in fase di gara le compagnie di TPL possono **accordarsi con i produttori per la gestione del «second-life»** delle batterie, come svolto nei recenti bandi di ATM Milano (20 Gennaio 2023).

Step Futuri Tecnici e Normativi

- Dal punto di vista **tecnico**, è prevista la **costruzione di punti di raccolta e trattamento delle batterie** (comprese quelle usate per i veicoli elettrici) in modo da recuperarne le materie prime o trattare le batterie destinate a seconda vita, come nel caso **della Ecofactory di Cobat in Abruzzo**, la cui inaugurazione è prevista nel 2024.
- Dal punto di vista **normativo**, le **recenti direttive europee** puntano a **semplificare e velocizzare la gestione del fine vita** delle batterie (focus nella prossima slide)

CASE STUDY

L'azienda Connected Energy, ha commissionato nel Febbraio 2020 uno storage stazionario di 720 kWh, usando unicamente batterie precedentemente appartenenti a Renault Kangoo Z.E.

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Fine Vita Batterie 3/3 – Nuovo regolamento europeo

Il nuovo regolamento europeo 2023/154 sulle batterie ed i relativi rifiuti ha come data di applicazione il 18 febbraio 2024, da tale data vanno considerati vigenti il campo di applicazione e le nuove definizioni mentre le disposizioni relative alla gestione dei rifiuti da batterie (Capo VIII) si applicheranno a decorrere dal 18 agosto 2025, data di abrogazione della Direttiva 2006/66/CE.

Applicazioni Regolamento

- Batterie **portatili**
- Batterie **destinate agli autoveicoli** (semplice illuminazione o accensione)
- Batterie per **mezzi di trasporto leggeri**
- **Veicoli elettrici**
- Batterie **industriali**

Principali Novità

- Requisiti circa il **contenuto minimo di materiale riciclato** in talune batterie;
- **Nuova etichettatura** delle batterie con obbligo, tra le altre informazioni, di indicare la **presenza di sostanze pericolose** (diverse da cadmio, piombo e mercurio) e di CRM (critical raw materials);
- **Obbligo di “due diligence”** per gli operatori economici circa la strategia di impresa per le materie prime delle batterie e le categorie di rischio sociale ed ambientale associate;
- Potenziamento della **responsabilità estesa del produttore**;
- **Nuove disposizioni nella gestione** dei rifiuti di batterie;
- Introduzione del **passaporto digitale della batteria**.

Obiettivi Fissati

- Gli **obiettivi di raccolta dei rifiuti di batterie portatili**:
 - a) 45 % entro il 31 dicembre 2023;
 - b) 63 % entro il 31 dicembre 2027;
 - c) 73 % entro il 31 dicembre 2030;
- L'**obiettivo di raccolta** specifico per i **rifiuti di batterie per mezzi di trasporto leggeri**:
 - a) 51 % entro il 31 dicembre 2028;
 - b) 61 % entro il 31 dicembre 2031.
- I **livelli di materiali recuperati dai rifiuti di batterie**, nello specifico: per il litio 50% entro il 2027 e 80% entro il 2031; per il cobalto, rame, piombo e nichel 90% entro il 2027 e 95% entro il 2031.

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Sviluppi in termini di **STRATEGIE INDUSTRIALI**

L'**industria dell'autobus** europea sta affrontando una fase di significativi mutamenti legati alla **necessità di investimenti per la predisposizione di un'offerta di veicoli a trazione alternativa**. Investimenti che rischiano di intaccare la tenuta economica delle aziende in un **settore** come quello dell'autobus che presenta **scarsa marginalità e un contesto di crescente competizione**.

In particolare, **diversi costruttori europei** hanno deciso di abbandonare la fornitura di autobus completi per **concentrarsi sulla fabbricazione di telai** e affidare la **realizzazione della carrozzeria a partner esterni** (un modello molto in voga fino a un paio di decenni fa).

Se è vero che la prima generazione di bus elettrici era costituita sostanzialmente da veicoli derivati dai modelli a combustione, con poche modifiche in termini di layout, **i principali costruttori** hanno predisposto o **stanno predisponendo piattaforme e telai sviluppati** fin dall'inizio con l'obiettivo **di sfruttare i benefit offerti dalla trazione elettrica** (elencati in slide 62-63: pavimento ribassato, minori ingombri, ecc.)

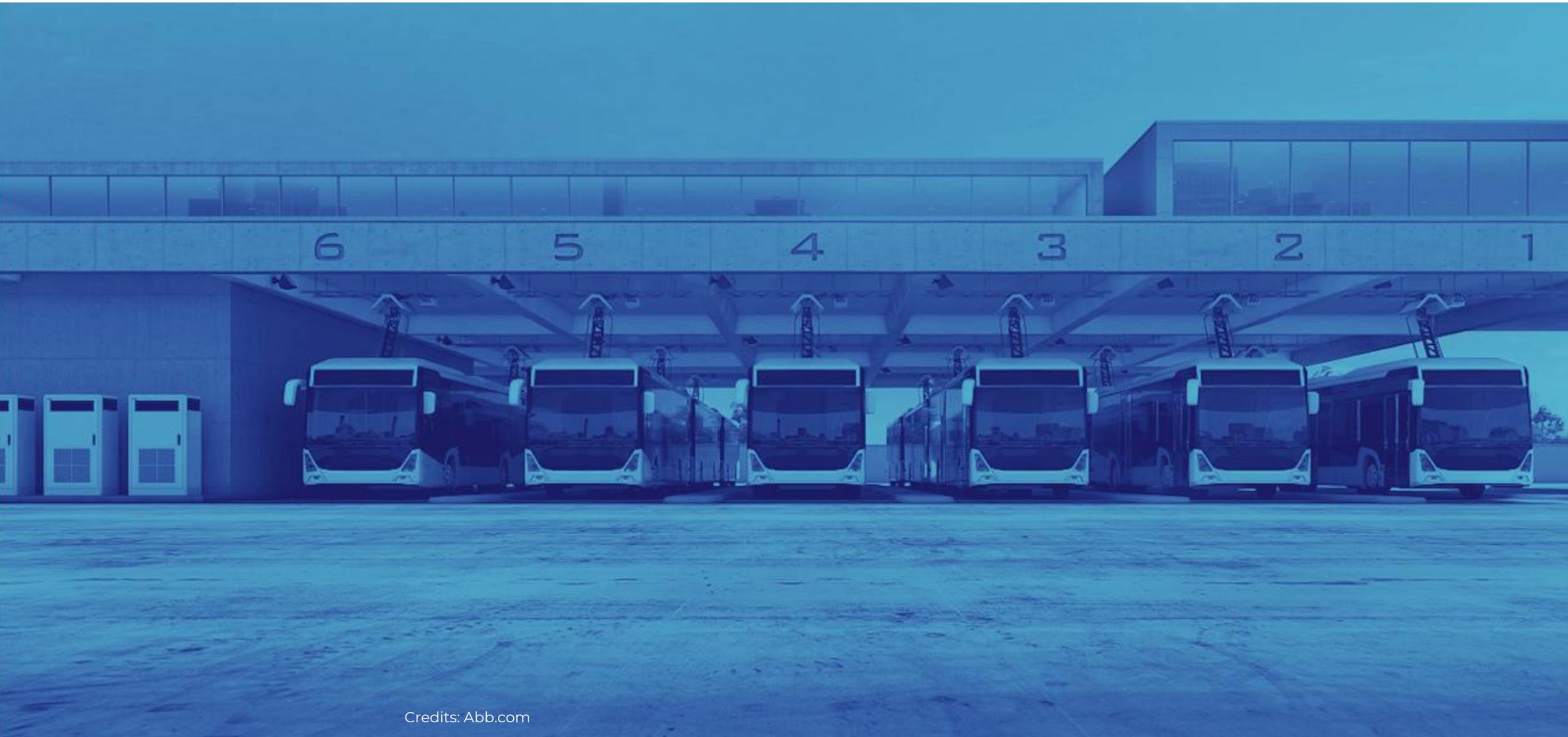
Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Sviluppi in termini di **STRATEGIE INDUSTRIALI**

I **target di decarbonizzazione stabiliti dall'Unione Europea**, in particolare la quota di 90% per cento dell'immatricolato bus urbani a zero emissioni entro il 2030 (e 100% nel 2035) **richiedono ai costruttori un aumento della capacità produttiva** relativa ai veicoli a trazione elettrica, che vengono generalmente realizzati su linee produttive dedicate e in molti casi in impianti specializzati. **Stando agli obiettivi appena menzionati, si stima un immatricolato di 12.500 autobus urbani a zero emissioni in Europa nel 2030** (+100% rispetto ai 6.000 immatricolati nel 2023).

La **rapida diffusione delle trazioni elettriche** ha generato negli operatori la necessità improvvisa di **adeguare** la propria **organizzazione e competenze aziendali**. Questo ha generato una **domanda per soluzioni 'chiavi in mano' che comprendono**, oltre alla **fornitura dei veicoli**, una serie di servizi accessori quali la **consulenza** relativa **all'elettificazione delle linee, la pianificazione delle infrastrutture di ricarica, l'organizzazione delle potenze**, e via dicendo. I principali costruttori hanno creato dipartimenti specializzati nei servizi di consulenza mirati all'adozione di flotte elettriche.

Evoluzione infrastruttura di ricarica



Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione delle INFRASTRUTTURE DI RICARICA (1/3)

Propensione per **ricarica in deposito via CCS2** (minore investimento, facilità di utilizzo e gestione)

Ricorso a ricarica **via pantografo** non motivato da insufficienza autonomie. È scelta in contesti metropolitani (per distribuire la domanda energetica o come soluzione di backup per far fronte a condizioni straordinarie di servizio, vedi il caso di ATM Milano) e per progetti **Bus Rapid Transit** (in aumento)

Sviluppo alte potenze di ricarica tramite uso di **cavi liquid-cooled (con raffreddamento a liquido)**

Prime sperimentazioni di **Megawatt Charging**, per aumentare ulteriormente le potenze di ricarica raggiungibili

Focus su **partnership** con OEM per offerta congiunta in capitolati unici e-bus + infrastruttura

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione delle INFRASTRUTTURE DI RICARICA (2/3)

Il **numero** sempre **crescente di veicoli elettrici** da ricaricare **in deposito** implica lo sviluppo di una **strategia «ad-hoc» di ricarica**. A differenza degli autobus «tradizionali» a diesel, i veicoli elettrici necessitano di soluzioni innovative per **combinare i maggiori tempi di ricarica** richiesti **senza** causare **eccessive richieste alla rete**, gravando anche economicamente sulle imprese a causa degli elevati picchi di potenze.

SINGOLO VEICOLO

In questa ottica, molte compagnie utilizzano sistemi di **«ricarica smart»**, in cui vengono utilizzati software per **ottimizzare la ricarica del singolo veicolo**, riducendo la potenza di ricarica **sfruttando tutto il tempo** in cui il veicolo è in **stallo in deposito**

INTERA FLOTTA

L'**ottimizzazione** può inoltre essere **ulteriormente sviluppata**, considerando **l'intera flotta di veicoli** in deposito. In questo caso (come mostrato anche nell'esempio di GTT Torino), si può **limitare la potenza complessivamente** richiedibile alla rete, **distribuendola** a seconda della quantità di **veicoli connessi contemporaneamente, contenendo così anche i costi** di ricarica dei veicoli. Un ulteriore possibile step (ove applicabile) consiste nel favorire la ricarica nei momenti di minore costo dell'energia, per ridurre ulteriormente i costi delle compagnie di TPL.

Evoluzione di prodotto e strategie industriali

Evoluzione delle INFRASTRUTTURE DI RICARICA (3/3)

Considerando le gare mostrate nello studio, è prevista **l'installazione di punti di ricarica** per autobus elettrici per una **capacità complessiva pari a circa 72 MW** (sommando colonnine AC e DC e usando unicamente i valori esplicitamente definiti all'interno delle gare).

Considerando inoltre per tali gare anche il numero di E-bus acquistati (pari circa a 1.060 veicoli), si può calcolare il rapporto fra capacità installata ed autobus acquistati, ottenendo una **media di circa 68 kW di potenza installata per ogni autobus** che compone la flotta.

Tale valore può essere utile per fornire un **indicativo termine di riferimento** per gli operatori del settore del trasporto pubblico locale, a seconda della loro attuale flotta.

Evoluzione sistema elettrico Italiano

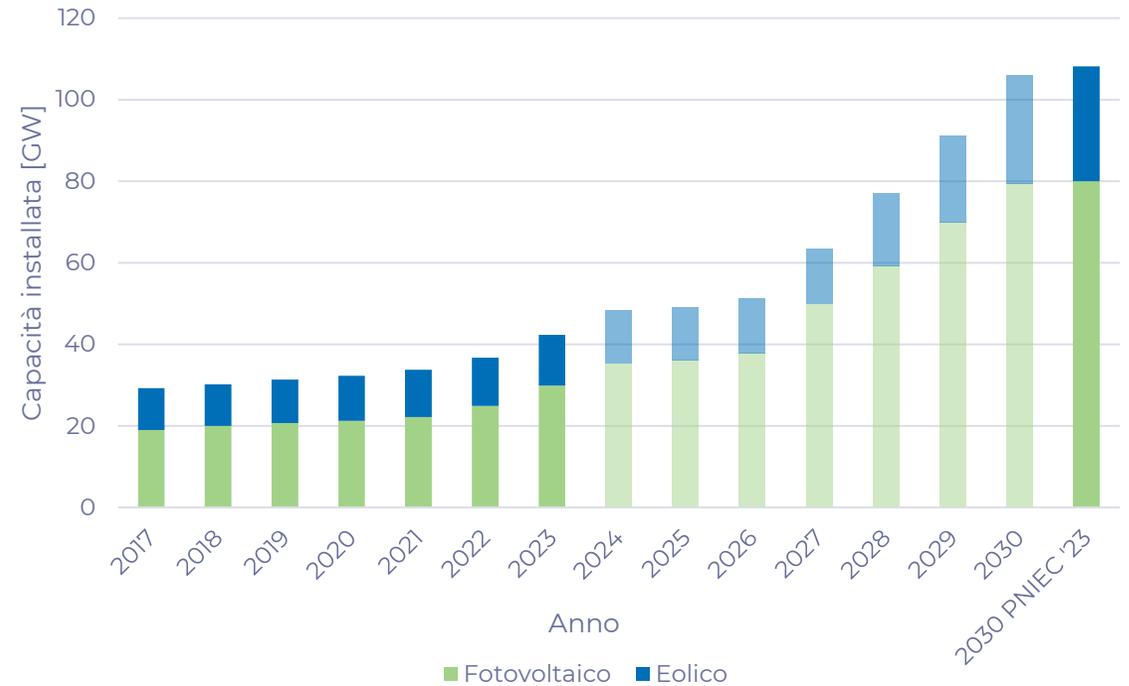


Obiettivi & Aspettative: PNIEC & TERNA

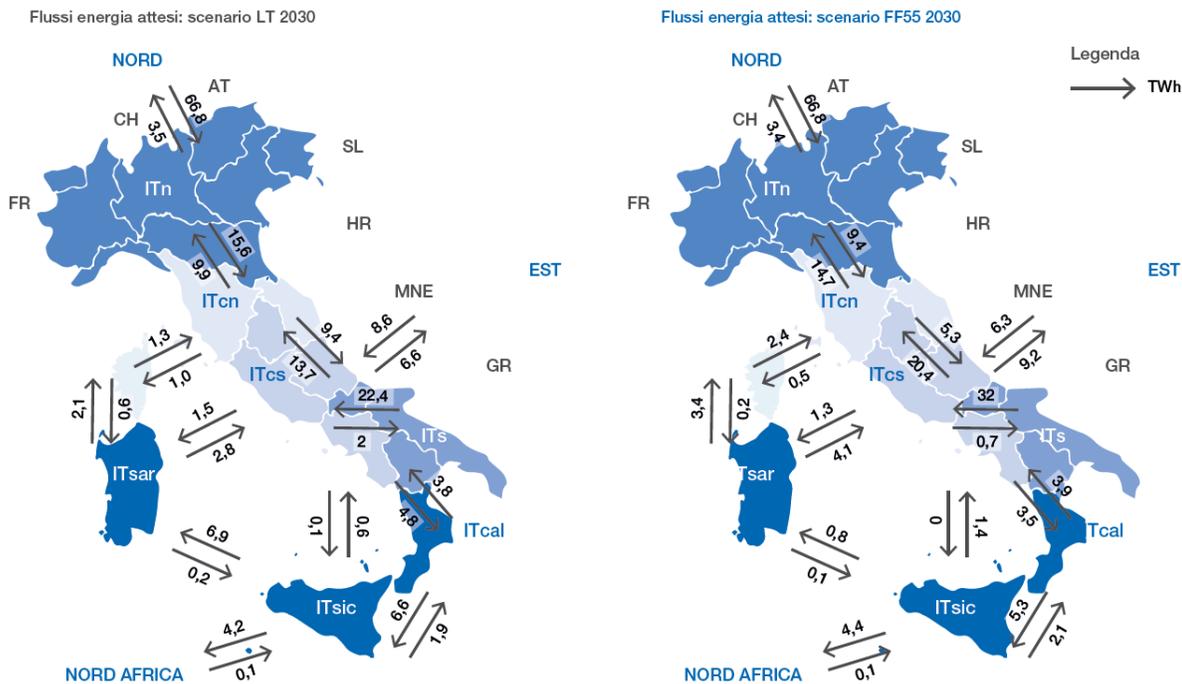
Il **Piano Nazionale Integrato per l’Energia ed il Clima (PNIEC)** pone particolare **interesse** nella **riduzione dei consumi e delle emissioni di CO2**, anche attraverso uno **shift modale verso il trasporto pubblico, che sarà via via sempre più elettrificato**.

Per supportare i cambiamenti del sistema energetico Italiano, è previsto un **aumento della capacità installata sul territorio Italiano**, prevedendo che al 2030 siano installati complessivamente circa **131 GW di impianti a fonti rinnovabili** (di cui circa 80 GW fotovoltaici e circa 28 GW eolici). Per supportare questo aumento della capacità installata, **TERNA prevede** inoltre un **aumento della capacità di scambio** complessivo della rete del **+60% nel 2030 e del +125% nel 2040**

Capacità Fotovoltaico & Eolico Installata Italia



Confronto investimenti: TERNA



Flussi di energia in italia attesi per due scenari nel 2030:
 Late Transition (sinistra): Mantenuti gli obiettivi del PNIEC di dicembre 2019
 Fit For 55 (destra): Raggiunti gli obiettivi europei di riduzione delle emissioni di CO2 del 55%

OBIETTIVI PRINCIPALI

- Integrare le Fonti di Energia Rinnovabili
- Incrementare la capacità di trasporto
- Sviluppare Interconnessioni con l'estero
- Migliorare i livelli di sicurezza, qualità e resilienza del sistema elettrico
- Garantire robustezza della rete

BENEFICI ATTESI

- Incremento capacità di scambio fra zone: aumento della capacità di scambio dai circa 16 GW attuali ad oltre 30 GW
- Riduzione delle ore di congestione (in particolare nel meridione)
- Riduzione totale delle emissioni di CO2 fino a quasi 12.000 kt/anno
- Miglioramento della robustezza della rete

INVESTIMENTI

Previsto un investimento economico di 2.3 miliardi di euro nel 2023 (+30,4% rispetto al 2022) [7]

Obiettivi & Aspettative: E-Distribuzione



INTERVENTI STRUTTURALI

388 interventi strutturali per potenziare la rete Alta Tensione (AT) e Media Tensione (MT) nel biennio 2021-2022
333 mila nuovi impianti di produttori di energia rinnovabile connessi alla rete nel 2023 (a fronte dei 204 mila del 2022)



CAPACITÀ DI RETE

Obiettivo di **incrementare la capacità di rete** di ospitare ed integrare ulteriore Generazione Distribuita **da fonti rinnovabili** per almeno **1.000 MW** entro il 31 dicembre **2024** e per almeno **4.000 MW** entro il 30 giugno **2026**

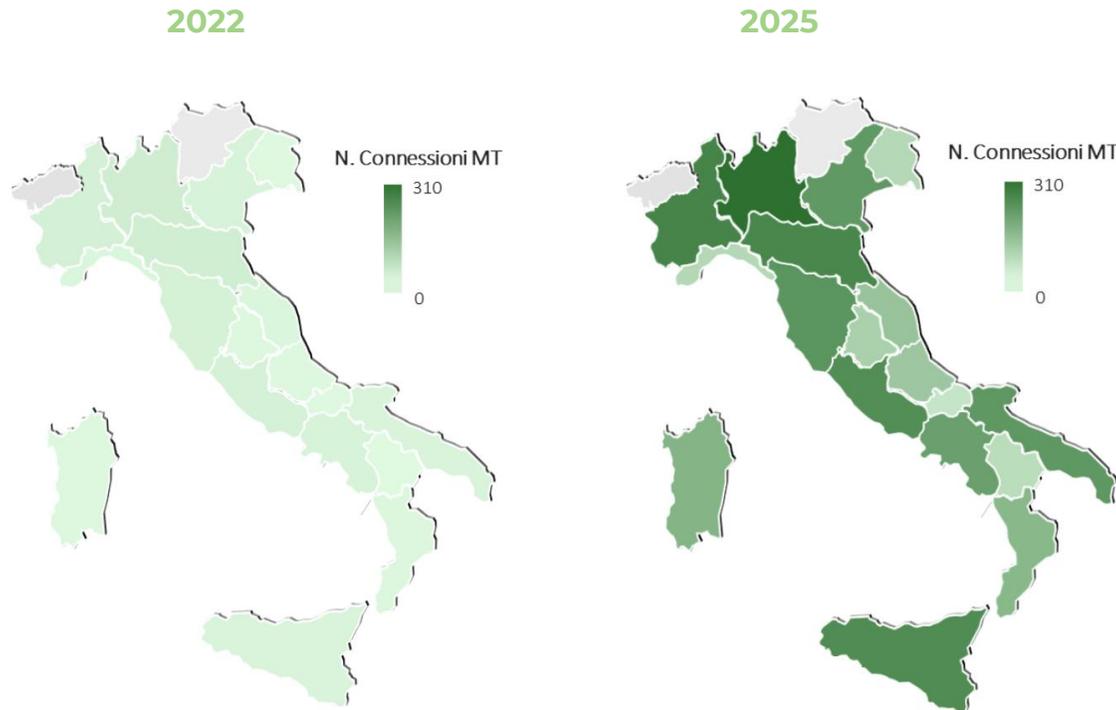


INVESTIMENTO ECONOMICO

Previsto un investimento pari a **3,5 miliardi di euro** nel periodo **2023 -2026**

Confronto investimenti: E-distribuzione

NUMERO CONNESSIONI



Distribuzione delle connessioni Media Tensione gestite da E-Distribuzione nel 2022 con previsione dei valori 2025

POTENZA RICHIESTA

MOTIVAZIONI

- Sviluppo complessivo dell'economia nazionale
- Penetrazione Elettrica: passaggio dei fabbisogni energetici associati a processi industriali, attività umane e servizi da non elettrici ad elettrici.

INTERVENTI

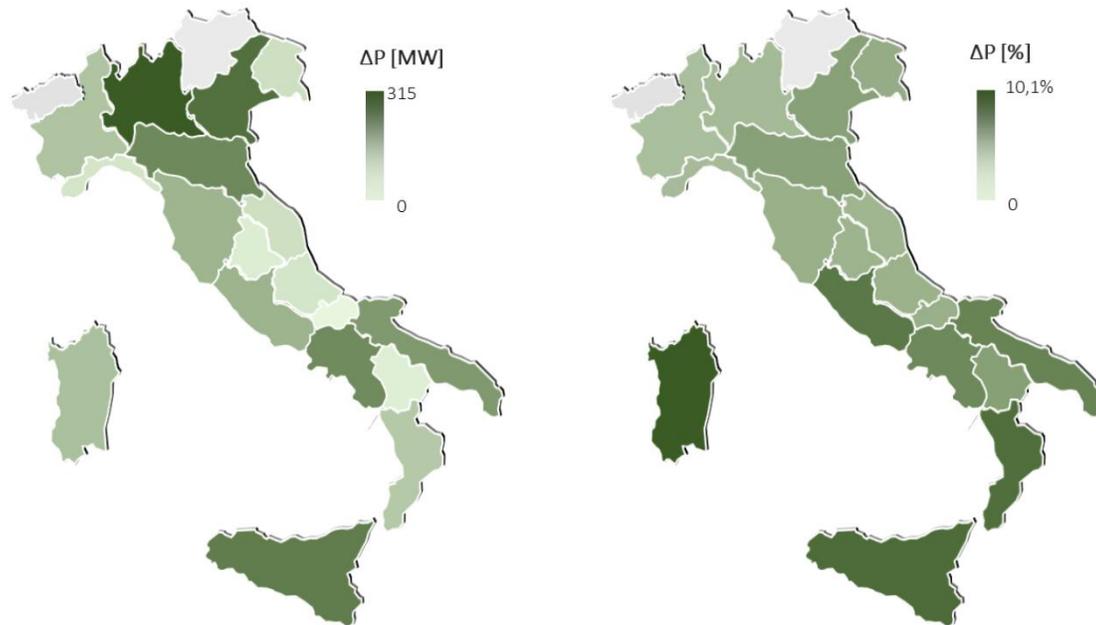
Aumento complessivo del numero di connessioni presenti sul territorio italiano (BT e MT) dalle 3.500 del 2023, fino a raggiungere 5.600 connessioni nel 2025

Confronto investimenti: E-distribuzione

NUMERO CONNESSIONI

POTENZA RICHIESTA

2025



Stima incremento percentuale e in valore assoluto della potenza massima su base regionale all'anno 2025 rispetto al 2022

MOTIVAZIONI

- Elettificazione dei processi industriali
- Aumento dei consumi dell'utenza civile
- Diffusione della mobilità elettrica ed aumento dell'energia richiesta per la ricarica dei veicoli

INTERVENTI

Aumento della potenza connessa alla rete dai 337 MW del 2023 fino a raggiungere quota 670 MW nel 2025

Contenuti

**#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA
E ITALIA**

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

Simulazione scenari di evoluzione mercato Italia

DEFINIZIONE PARCO CIRCOLANTE FUTURO

IMPATTO AMBIENTALE & ENERGETICO

Dati Input 2023

- Analisi parco autobus TPL nel 2023
- Immatricolato 2023 e previsioni vendita future

Ipotesi & Assunzioni

- Numero veicoli circolanti costante negli anni (Dati MIMS)
- Sostituzione 1:1 della flotta

Output (2023-2050)



Distribuzione flotta circolante per il range temporale considerato (2023-2050)



Definizione tempo necessario per riconversione flotta

Dati Input 2023

- Chilometri percorsi annualmente
- Coefficiente di emissione veicoli
- Consumo energia elettrica e combustibile
- Coefficiente emissione mix energetico Italiano

Output (2023-2050)



Riduzione Emissioni Co2 veicoli circolanti
Riduzione consumo combustibile

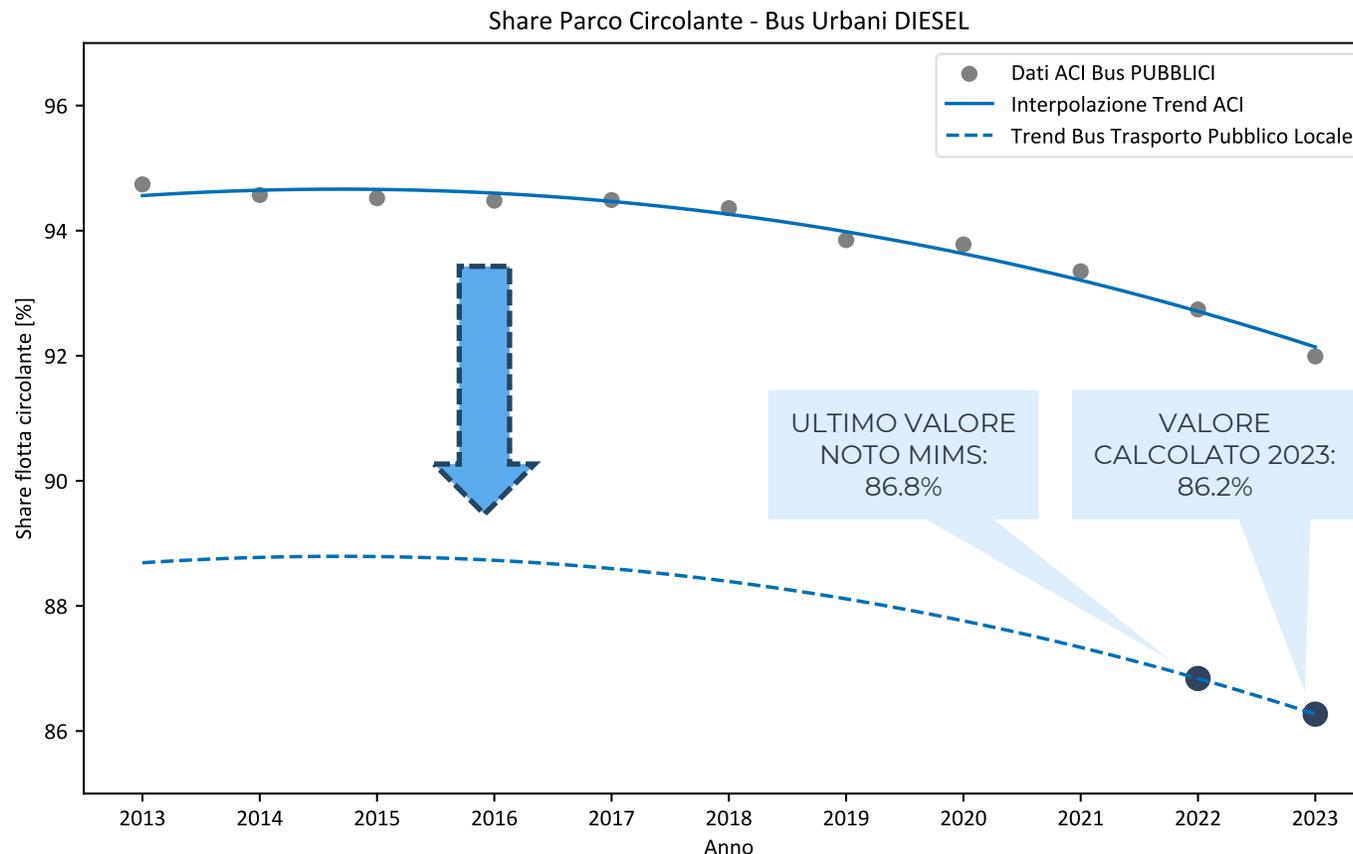


Aumento richiesta energia elettrica (alimentazione E-bus e produzione idrogeno F-bus)

Definizione bus urbani diesel circolanti 2023

La più recente descrizione della flotta di bus urbani circolanti risale al settembre 2022, in uno studio sviluppato dal MIMS. Per poter «**aggiornare il punto di partenza**» delle simulazioni future, ponendolo **in data 2023**, sono stati presi in considerazione il trend degli **autobus pubblici (urbani ed extraurbani) forniti da ACI**, in quanto basati su un orizzonte temporale più ampio.

Tale trend è stato **poi applicato al valore fornito dal MIMS in data settembre 2022**, per poter quindi calcolare la flotta bus circolante a dicembre 2023.



Parco circolante 2023

Il **processo** mostrato per il caso degli autobus Diesel è stato quindi **ripetuto per le altre alimentazioni**, valutando per ognuna il trend nell'ultimo decennio. Il parco circolante così ottenuto, relativo all'anno 2023, è riportato in tabella.

Alimentazione	Share [%]
Diesel	86,2
Benzina	0,9
LPG	0,4
Metano	8,7
Ibrido Diesel	2,0
Ibrido Benzina	0,0
Ibrido Plug-in	0,0
F-bus	0,0 *
E-bus	1,8

*Il documento redatto dal MIMS indica la presenza di 12 bus a idrogeno in data settembre 2022

Assunzioni vendite 2023

La **quota di immatricolazione del 2023** si basa su dati ANFIA relativi all'immatricolato urbano, la **quota di vendite dal 2024 in poi è basata invece sulla roadmap descritta dall'Unione Europea**, in termini di riduzione delle emissioni del settore del trasporto pubblico locale, mantenendo poi i valori costanti dal 2035 in poi.

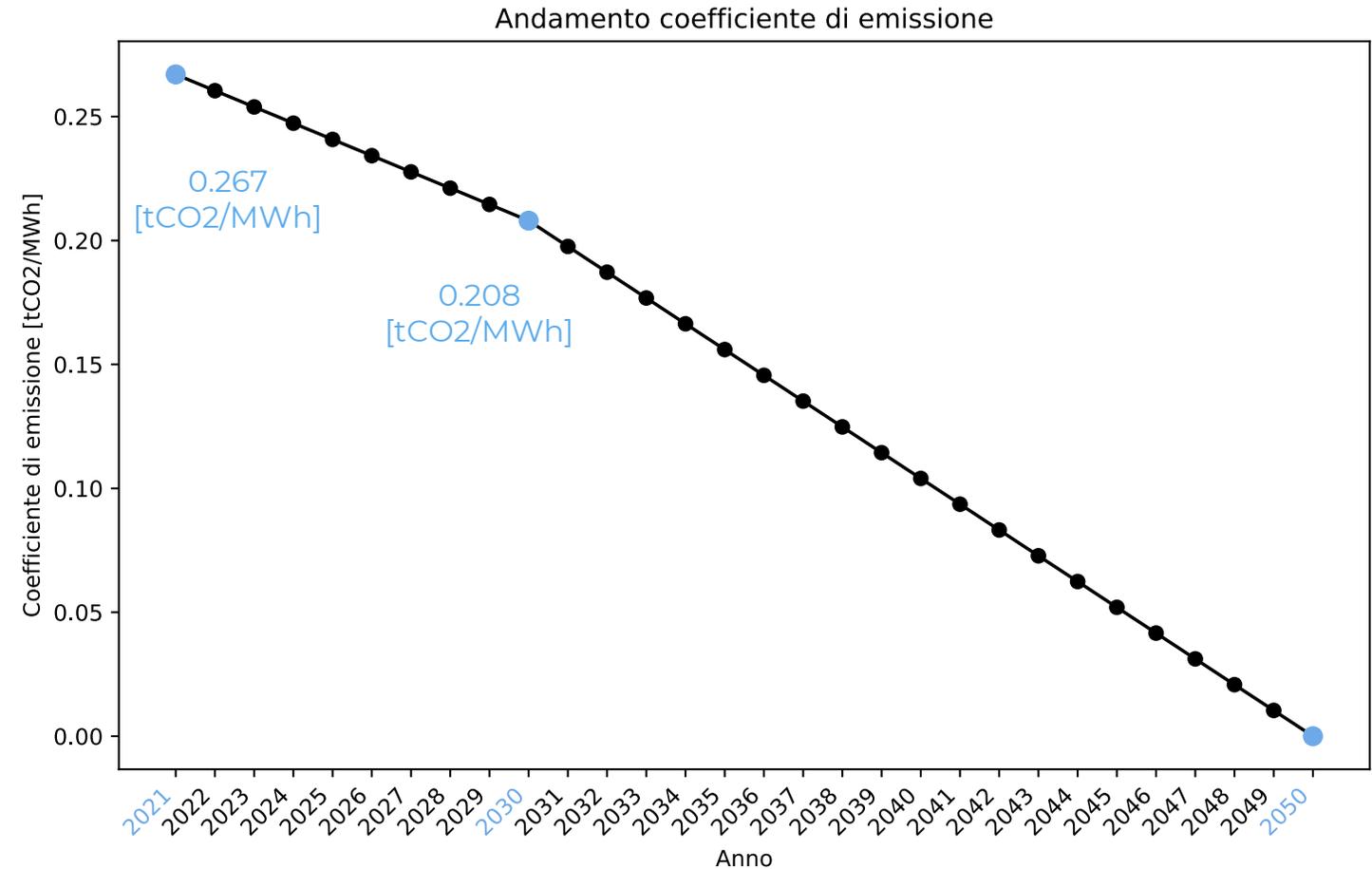
IPOTESI & CONSIDERAZIONI

È stato considerato un graduale sviluppo degli autobus a idrogeno Fuel Cell, come parte (seppur con percentuali inferiori) degli autobus a zero emissioni richiesti dall'unione europea dal 2035 in poi. Il valore delle vendite è in linea con la quota degli F-bus rispetto al totale delle gare aggiudicate nel 2023 (pari al 7% circa)

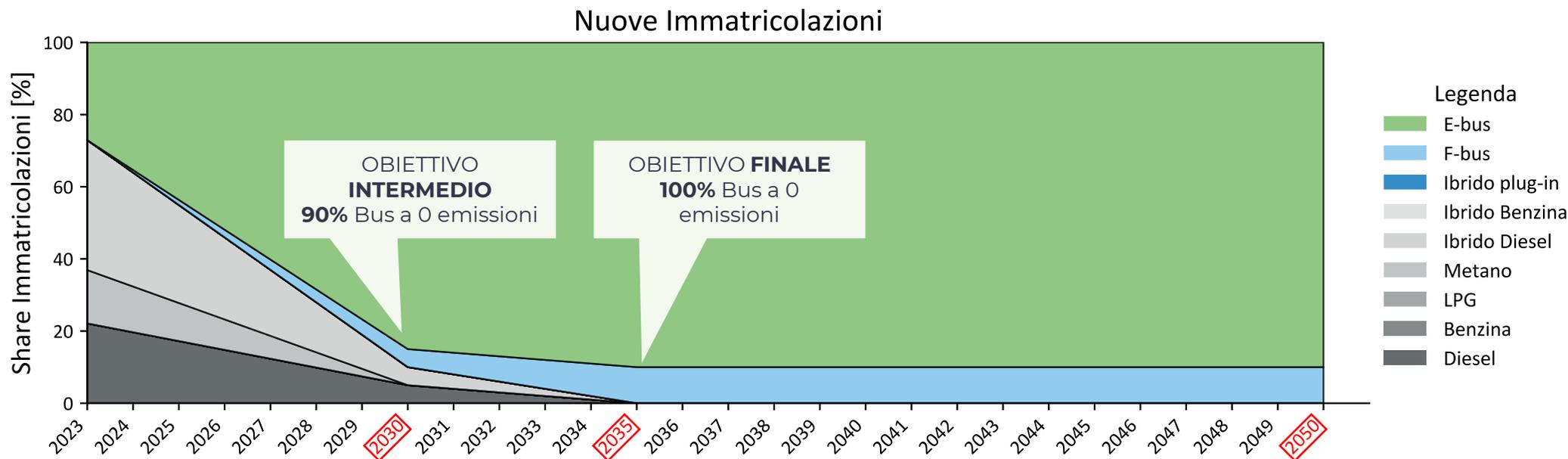
ALIMENTAZIONE	2023	2030	2035	2040	2050
Diesel [%]	22.1	5	0	0	0
Benzina [%]	0	0	0	0	0
LPG [%]	0	0	0	0	0
Metano [%]	14.8	0	0	0	0
Ibrido Diesel [%]	36	10	0	0	0
Ibrido Benzina [%]	0	0	0	0	0
Ibrido Plug-in [%]	0	0	0	0	0
F-Bus [%]	0	5	10	10	10
E-Bus [%]	27.1	80	90	90	90

Coefficiente emissione CO2 eq. energia elettrica

Nelle analisi mostrate in questo studio è stato considerato un **fattore di emissione ottenuto partendo dai valori del 2021 forniti dal JRC e dagli obiettivi posti dal PNIEC** riguardanti una iniziale riduzione per il **2030** ed un valore di zero emissioni nel **2050**. I **valori intermedi** sono stati ricavati attraverso una **interpolazione lineare** partendo dagli obiettivi noti.



Valutazione trend futuro – Nuove immatricolazioni

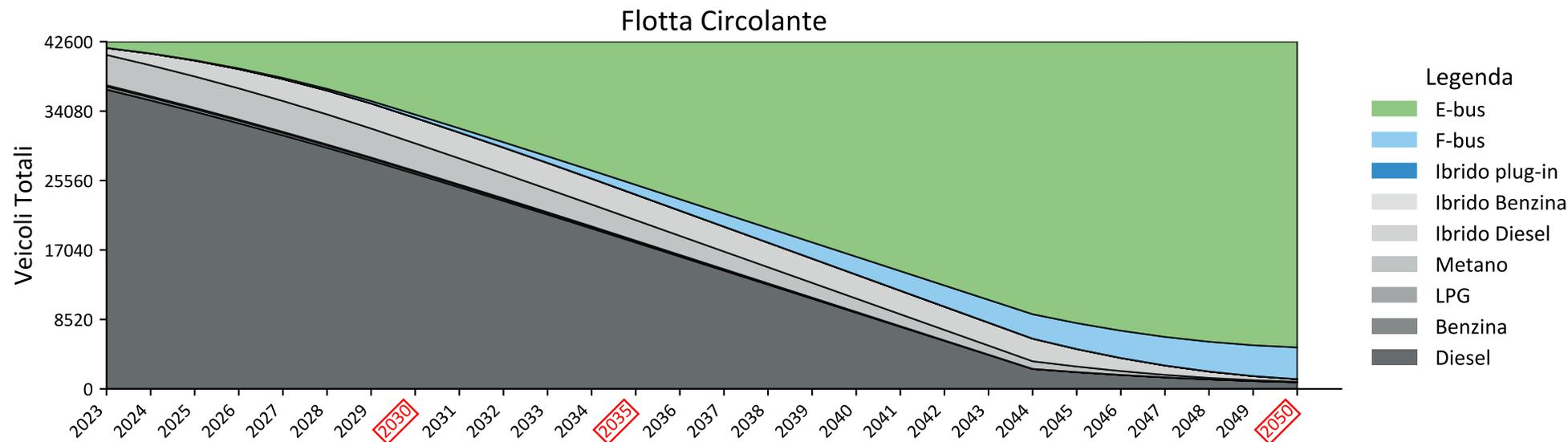


Seguendo gli **obiettivi attuali europei di riduzione delle emissioni** nel settore dei trasporti, **dal 2035 in poi possono essere venduti solo autobus urbani a zero emissioni** (elettrico e a idrogeno). Per raggiungere tali obiettivi, è stata ipotizzata una **riduzione lineare della quota** di nuove immatricolazioni per quanto riguarda le altre tipologie di alimentazione (principalmente **motori endotermici**).

Fonte: COUNCIL OF THE EU (2024): [Heavy-duty vehicles: Council signs off on stricter CO2 emission standards - Consilium \(europa.eu\)](https://www.consilium.europa.eu/en/press/communications/2024/PC240010/)

Note: Considerando che i dati forniti dal MIMS non definiscono il numero di bus urbani ed extraurbani, sono stati applicati gli obiettivi più "stringenti" degli autobus urbani per tutti i veicoli considerati

Valutazione trend futuro – Flotta circolante



IOTESI & ASSUNZIONI

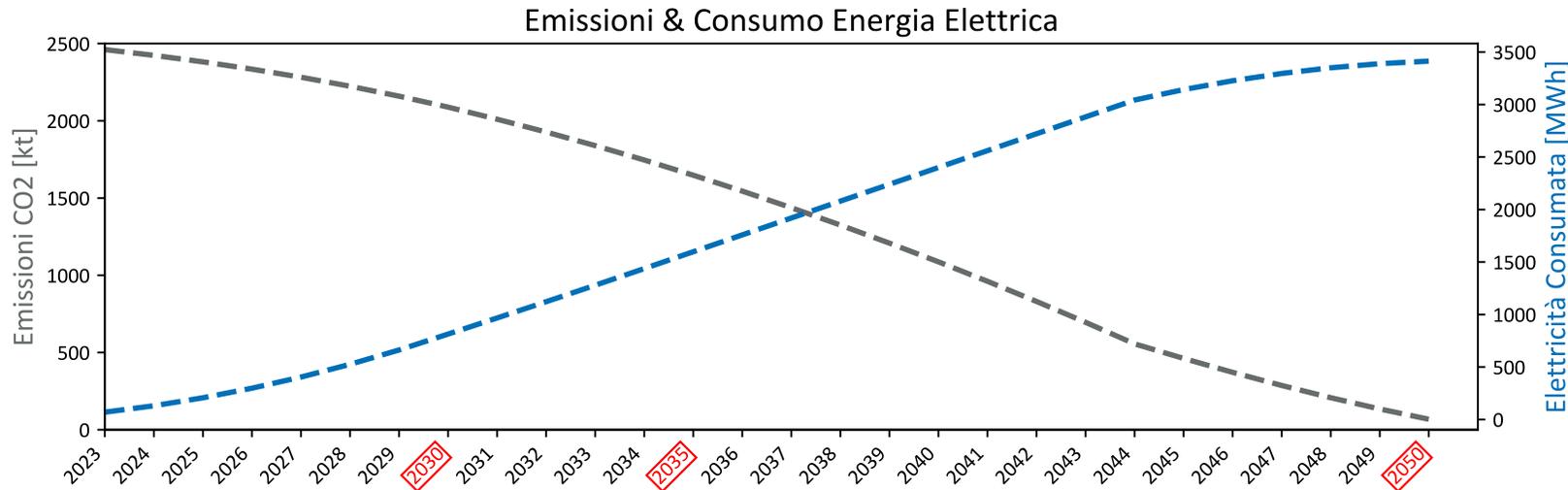
Il **numero totale di veicoli circolanti** è considerato **costante** nel corso degli anni, partendo da una media dei valori forniti dal MIMS.

Vita utile veicoli = 21 anni
Da cui si ottiene un valore di circa 2000
immatricolazioni annue

CONSIDERAZIONI

Ipotizzando una vita utile dei veicoli in linea con i valori forniti dal MIMS, **la quota di veicoli a zero emissioni circolanti nel 2050 è pari al 97% (88% E-bus + 9% Fuel Cell)**. Nonostante la flotta non raggiunga un completo ricambio da veicoli endotermici a veicoli a zero emissioni entro il 2050, la riduzione dei veicoli a motore endotermico è netta.

Valutazione trend futuro – Emissioni & Consumi



Nel calcolo sono **incluse le emissioni** legate alla produzione di **energia elettrica per il funzionamento dei veicoli** elettrici mentre sono **escluse dal conteggio le emissioni per la produzione delle batterie** che, tuttavia, grazie al nuovo regolamento europeo sulle batterie saranno sempre più ottimizzate grazie alle percentuali sempre più alte di contenuto riciclato da utilizzare.

La **riduzione delle emissioni** é ottenuta tramite una **riduzione** della quantità di **veicoli a motore endotermico** (con la rispettiva diminuzione dell'utilizzo di combustibili fossili) e la contemporanea **riduzione del fattore di emissioni** del mix energetico elettrico Italiano.

Il valore di **emissioni nulle non viene raggiunto nel 2050**, nonostante sia stato raggiunto un mix energetico Italiano "a zero emissioni", a causa dei veicoli diesel e mild hybrid ancora circolanti.

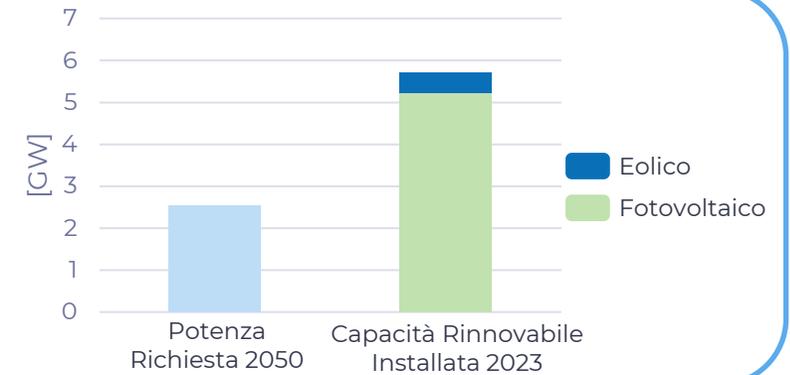
Valutazione trend futuro – Impatto rete elettrica

Considerando il processo di **rinnovamento della flotta** raggiunto nell'anno **2050** (fine del periodo temporale simulato), **l'aumento di potenza ed energia elettrica richiesto** alla rete è stato **confrontato con l'aumento della capacità di rinnovabili installato negli ultimi anni**, per verificarne la fattibilità.

POTENZA RICHIESTA

Considerando un valore di circa **37.500 bus elettrici circolanti nel 2050** ed una capacità richiesta di 78 kW per bus, si ottiene una **capacità necessaria complessiva di circa 2,55 GW**.

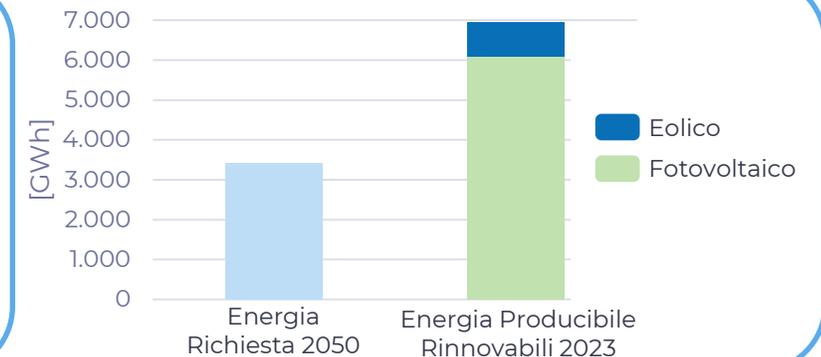
Installati in Italia nel 2023:
5,23 GW Fotovoltaico + 488 MW Eolico



ELETTRICITÀ RICHIESTA

L'**energia elettrica** richiesta per la ricarica degli E-bus e per la produzione dell'idrogeno necessario ai F-bus raggiunge un valori pari a **circa 3.412 GWh nel 2050**

Considerando un valore di ore equivalenti di funzionamento in linea con il trend degli scorsi anni, gli impianti installati nel **2023** permetterebbero di generare **6.094 GWh da fotovoltaico e 861 GWh tramite eolico**



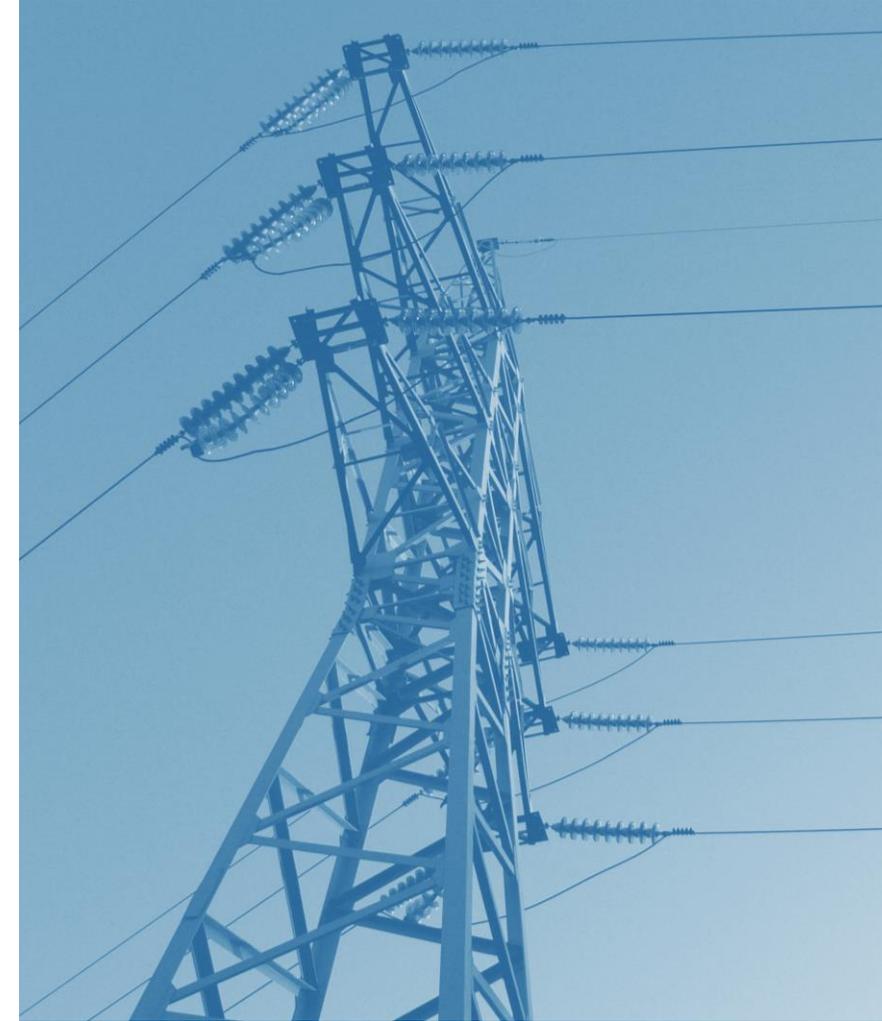
Valutazione trend futuro – Sistema elettrico

Considerando le recenti analisi di TERNA e gli obiettivi posti dal PNIEC, ci si attende un **forte aumento della capacità installata** di impianti basati su **fonti di energia rinnovabili**, con un progressivo aumento anno per anno per raggiungere gli obiettivi posti per il 2030.

Per quanto riguarda gli **operatori di rete**, sono previsti **investimenti** altrettanto decisi **per poter gestire la nuova potenza installata** da fonti di energia rinnovabile, garantendo sia lo scambio di energia elettrica a livello nazionale che con l'estero.

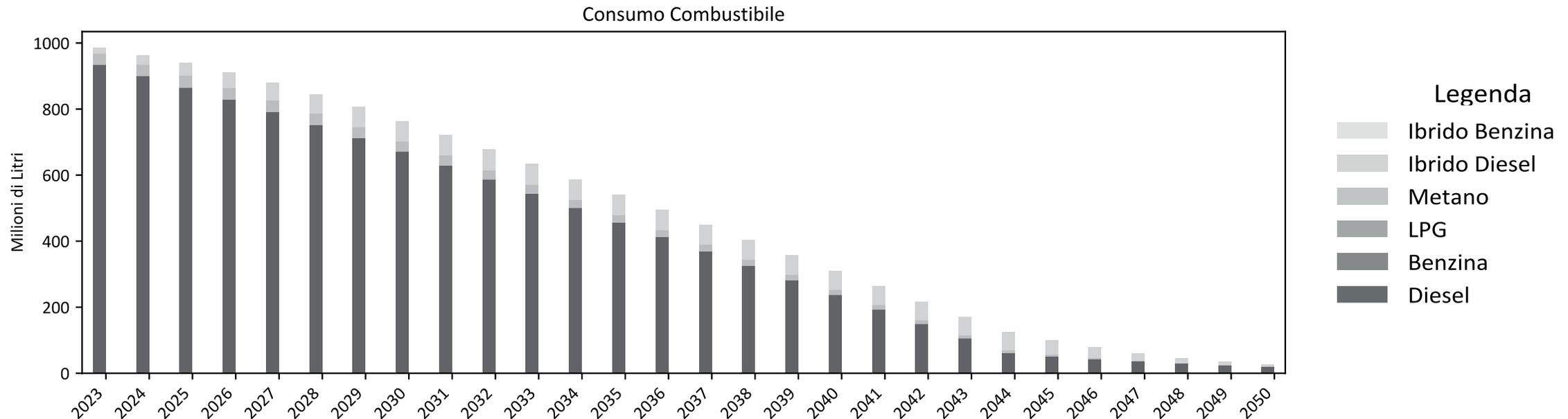
Nonostante ci si attenda un **aumento della potenza richiesta dagli autobus a zero emissioni** nei prossimi anni, tale incremento **rimane comunque al di sotto della crescita delle rinnovabili**: considerando i valori nel 2050 in cui si ha una quasi completa riconversione della flotta, i valori sono inferiori a quanto già installato negli anni recenti.

La elettrificazione della flotta di bus urbani non rappresenta quindi un problema dal punto di vista dei consumi elettrici complessivi. È altresì vero che verrà **richiesto un adattamento** della rete a livello **locale**, per quanto concerne le ricariche all'interno del **singolo deposito**.



Valutazione trend futuro – Riduzione combustibili fossili

A seguito del progressivo rinnovamento della flotta e la graduale dismissione di veicoli a motore endotermico, negli anni futuri si assisterà ad una **riduzione** progressiva della quantità di **combustibili fossili consumati** annualmente dalla **flotta di bus circolanti**.



Valutazione trend futuro – Impatto ambientale

All'interno di una **valutazione di «impatto ambientale»**, è riportato la **riduzione di combustibile consumato e di tonnellate di CO2 emesse, confrontando i valori ottenuti per il 2050 con i valori di partenza del 2023.**

IMPATTO AMBIENTALE

- Diminuzione consumo litri di combustibile
- Diminuzione tonnellate di CO2 emesse

Rispetto ai valori del 2023



- 957 milioni di litri
di combustibile
(principalmente diesel)

Equivalenti al contenuto di:
circa 10 petroliere SUEZMAX
di 175.000 tonnellate di
capacità



- 2.393 kt CO2
emesse dai veicoli



Credits: Pexels

Contenuti

#1 EVOLUZIONE DEL MERCATO BUS TRA EUROPA E ITALIA

**#2 QUADRO NORMATIVO E FINANZIAMENTI:
LA SPINTA ALL'ELETTRICO NEL TPL**

#3 ESEMPI CONCRETI (E BEST PRACTICE)

**#4 EVOLUZIONE AUTOBUS, INFRASTRUTTURE
& SISTEMA ELETTRICO**

**#5 SCENARI DI EVOLUZIONE PARCO CIRCOLANTE
& IMPATTO ENERGETICO**

#6 APPENDICE TECNICO-NORMATIVA

Assunzioni – Caratteristiche flotta

Assunzione	Valore	Fonte
Numero Veicoli	42.600	Studio MIMS «Parco Autobus per il TPL» (settembre 2022)
Vita utile	21 anni	
Km medi/anno	65.000	Valore standard LCA per bus trasporto pubblico locale (Directive 2009/33/EC)

Assunzioni - Consumi Veicoli

Alimentazione	Consumi [kWh/100km]	Fonte
Diesel	183.38 (20L / 100km)	http://dx.doi.org/10.1109/ICASET.2018.8376784
Petrol	202.78	
LPG	44.31	
Methane	184.61	Assunzione basata su elaborazione dati Eurac Research
Hybrid diesel	150.20	
Hybrid petrol	119.56	
Hybrid plug-in	170	
Electric Vehicles	140	https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108411
Hydrogen	316	https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108411

Assunzioni – Coefficienti emissioni

Alimentazione	Emissioni [tCO ₂ /MWh]	Fonte
Diesel	0.26972	
Petrol	0.25017	
LPG	0.22700	
Methane	0.20200	https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/technical_annex_en.pdf
Hybrid diesel	0.26972	
Hybrid petrol	0.25017	
Hybrid plug-in	0.02001	
Electric Vehicles	Dipendente dal mix energetico italiano	Interpolazione lineare fra obiettivi PNIEC
Hydrogen		

Il quadro normativo e i finanziamenti

1. Il Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile

La spinta al rinnovo del parco autobus con tecnologie a zero emissioni è stata impressa nel **2019** dal lancio del **Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile** (PSNMS), del valore di oltre **3,7 miliardi di euro in quindici anni** (fino al 2033).

Il PSNMS sancisce una scelta tecnologica ben precisa, direzionando tutti i finanziamenti **su elettrico e gas**.

Il PSNMS va a finanziare anche le **infrastrutture** di ricarica nella misura dell'80 per cento.

Il quadro normativo e i finanziamenti

2. Nuove regole per i cofinanziamenti

DPCM **30.04.2019** stabilisce lo **stop al cofinanziamento per l'acquisto di autobus diesel**. Queste le quote di cofinanziamento previste:

Classe I: 60 per cento in caso di bus a gas e dell'80 per cento in caso di E-bus ed F-bus

Classe II: 80 per cento per veicoli a gas ed E-bus, 50 per cento per diesel e ibridi "nei casi previsti dal piano".

Il quadro normativo e i finanziamenti

3. Il Covid fa slittare la roadmap

D.L. n. 34/20 “Rilancio” (art. 200), alla luce della crisi del TPL derivata dal **Covid**, interviene sul PSNMS stabilendo che “Non trovano applicazione fino al 30 giugno 2021 le disposizioni relative all'obbligo di utilizzo di mezzi ad alimentazione alternativa, qualora non sia presente idonea infrastruttura per l'utilizzo di tali mezzi”. E la **sospensione dell'obbligo di cofinanziamento fino al 31 dicembre 2024**.

L'obbligo di rinnovare le flotte con autobus a trazione alternativa slittava quindi alla metà del 2021, fatta salva la possibilità di introdurre autobus diesel in assenza di infrastrutture per bus ‘alternativi’ fino al 2024.

Il quadro normativo e i finanziamenti

4. Il PNRR

Ai 3,7 miliardi del PSNMS (fino al 2033), si somma il **DM 530/2021** del MIMS sui bus verdi, che ha assegnato **1,92 miliardi di euro** di provenienza **PNRR** ai comuni capoluogo di regione/provincia autonoma, città metropolitane e ai comuni ad alto inquinamento di PM10 e Biossido di azoto (Missione 2, Componente 2, Investimento 4.4.1). Prevede che vengano acquistati **solamente autobus urbani a zero emissioni**.

Il provvedimento prevede "pena la revoca del finanziamento":

- almeno 717 autobus elettrici (o completamente elettrici a batteria o con range extender a idrogeno) in consegna entro il 31 dicembre 2023,
- almeno ulteriori 2.690 autobus a zero emissioni in consegna entro il 30 giugno 2026, "pena la revoca del finanziamento".

Si accompagna al **complementare PNRR** regolato dal **DM 315/21**, per 600 milioni di euro destinati ad E-bus, F-bus, CNG (o LNG) per il segmento interurbano e suburbano (principalmente identificabile con i veicoli di Classe II)

Il PNRR prevede anche un investimento di **300 milioni di euro per progetti R&D filiera bus nazionale** tramite utilizzo di contratti di sviluppo (gestione Invitalia), come da DM n. 478/21.

Risorse destinate a "sostenere la realizzazione di circa 45 progetti di trasformazione industriale finalizzati allo sviluppo della filiera produttiva degli autobus al fine di produrre veicoli elettrici e connessi mediante Contratti di sviluppo".

Gli interventi devono essere completati in maniera da "garantire l'attivazione della produzione di autobus e/o relative componenti entro il 30 giugno 2026".

Il quadro normativo e i finanziamenti

5. La Clean Vehicle Directive

Nel 2021, a dicembre, veniva recepita a livello nazionale l'europea **Clean Vehicle Directive**, che prevede una quota di bus a zero emissioni tra quelli messi a gara per servizio pubblico:

- 22,5% fino a fine 2025
- 32,5% dal 2026

6. Risorse PNSMS anche per il Classe II

DPCM 11.12.2023 stabilisce che le risorse del PNSMS possono essere utilizzate anche per "acquistare autobus ad alimentazione a metano e ad idrogeno e, a partire dal 2024, anche ad alimentazione elettrica, destinati al trasporto pubblico extraurbano".

Gare, prospettive, città

AUTOLINEE TOSCANE #1

Autolinee Toscane (gruppo RATP) gestisce dal novembre 2021 il trasporto pubblico locale su gomma della Regione Toscana. Un servizio che 'abbraccia' oltre 950 linee, 24 mila km di rete, 2.600 autobus, 37 mila fermate.

Beneficiario	Provenienza fondi	Entità finanziamento	Tipologia	Entrata in esercizio				Note
				2023	2024	2025	2026	
Regione Toscana	DM 81 - PSNMS	10.688.933 €	BEV 8m	2				ordine Consip gara AT
	DM 81 - PSNMS		BEV 12m		16			
Comune di Firenze	DM 530 - PNRR	35.000.000 €	BEV 12m		25	27	18	ordine Consip
Città metropolitana di Firenze	PON METRO	6.000.000 €	BEV 6m		12			
	DM 71 - PSNMS	2.440.000 €	BEV 12m			2		gara AT
	DM 71 - PSNMS		BEV 10,5m			2		gara AT
Comune di Prato	DM 234 - PSNMS	4.411.615 €	BEV 10,5m			9		ordine Consip
	DM 530 - PNRR	6.510.000 €	BEV 10,5m		4		9	ordine Consip
Comune di Lucca	DM 234 - PSNMS	5.169.774 €	BEV 8m			11		ordine Consip
	DM 530 - PNRR	4.690.000 €	BEV 6m		6			ordine Consip
			BEV 8m				8	ordine Consip
TOT		74.910.322 €		2	63	51	35	

Gare, prospettive, città

AUTOLINEE TOSCANE #2

Parallelamente all'acquisto dei mezzi elettrici, Autolinee Toscane ha contrattualizzato, fino ad aprile 2024, 153 colonnine di ricarica per un investimento di 27,8 milioni di euro.

Beneficiario	Provenienza fondi	Entità finanziamento	N. colonnine	Deposito	Note
Regione Toscana	DM 81 - PSNMS	1.952.507 €	2	Arezzo Setteponti	Ordine Consip
			16	Pisa Ospedaletto	Gara AT
Comune di Firenze	DM 530 - PNRR	13.411.560 €	72	n° 20 Firenze Peretola	Gara AT
				n° 52 Firenze Olmatello	
Città Metropolitana di Firenze	PON METRO	6.000.000 €	12	n° 12 Firenze Cure	Gara CM Firenze
	DM 71 - PSNMS	130.000 €	2	n° 2 Firenze Peretola	
Comune di Prato	DM 234 - PSNMS	882.323 €	10	n° 23 Prato Lazzaretto	Gara AT
	DM 530 - PNRR	1.604.071 €	13		
Comune di Lucca	DM 234 - PSNMS	1.058.376 €	12	n° 26 Lucca Luporini	
	DM 530 - PNRR	2.781.861 €	14		
TOT		27.82.698 €	153		

Gare, prospettive, città

TARANTO

Il Comune di Taranto ha in progetto la realizzazione di una **rete BRT di 71 km**, composta da due linee parzialmente sovrapposte per circa 9 chilometri. L'intervento ha l'obiettivo di fornire un servizio di trasporto pubblico ad alta frequenza e alta capacità su due corridoi urbani su corsia dedicata. **Il servizio sarà svolto tramite autobus elettrici articolati da 18 metri**: un bando da 45 veicoli (+ 9 opzionali) è stato aggiudicato a fine 2023 **per circa 46 milioni di euro**, comprensivo di **16 punti di ricarica via pantografo e 67 stazioni di ricarica plug-in destinate al deposito**.

I nuovi veicoli si integreranno nel parco mezzi di Kyma Mobilità, che al 31 dicembre 2023 era composto da 165 autobus, con un'età media di 5 anni e 11 mesi (tutti Euro 4 o superiori fatta eccezione per 6 bus Euro 3).

Gli appalti per i servizi di progettazione esecutiva e i lavori di infrastrutturazione sono stati assegnati nel corso del 2023 per un totale di oltre 157 milioni di euro finanziati con i fondi PNRR.

Gare, prospettive, città

AMTS CATANIA

AMTS Catania ha inserito una serie di investimenti, comprensivi dell'acquisto di bus elettrici e relative infrastrutture di ricarica, all'interno del piano industriale 2023 – 2025.

In particolare, **3,5 milioni di euro da fondi PON Metro 2014-2020** sono stati allocati nel dicembre 2021 per l'acquisto di **11 bus elettrici da 8 metri di lunghezza**, consegnati a inizio 2023. **Ulteriori 7 bus elettrici, questa volta in dimensione standard da 12 metri**, sono stati ordinati a gennaio 2022 sempre grazie a fondi PON Metro (3,8 milioni).

Dallo stesso filone di finanziamento provengono i **10 milioni investiti nella realizzazione dell'infrastruttura per la ricarica dei bus**, per una **potenza installata di 5 MW e 45 punti di ricarica**, inaugurata nel marzo 2024. Nella rimessa sono state realizzate 45 postazioni di ricarica per i nuovi bus elettrici, più altre 20 colonnine per la ricarica delle auto elettriche. **Entro il 2026 saranno installati 145 punti di ricarica per una potenza installata di 15 MW, triplicando l'attuale**

A fine 2023, inoltre, l'azienda ha ordinato 42 bus elettrici tramite la centrale d'acquisto Consip. Fanno parte di un totale di 112 e-bus ordinati con fondi PNRR.

pubblicato a giugno 2024

eurac
research

MOTUS 

Sustainable
BUS