



Dalla pianificazione all'esercizio: sfide, opportunità e processi per l'elettrificazione del trasporto pubblico urbano

Mobility Innovation Tour - Napoli, 24 giugno 2025

Ing. Claudio Carlini





Identità

PROPRIETA'

GSE

Società pubblica controllata dal Ministero dell'Economia

GOVERNANCE

Supervisione di MASE,
Proprietà di GSE

MISSION

Ricerca dedicata al sistema energetico integrato finanziata con fondi pubblici



ATTIVITA'

Ricerca di interesse pubblico nei settori elettro-energetico e ambientale

APPROCCIO

Applicazioni sperimentali che migliorano le competenze multidisciplinari

RISORSE

Circa 400 persone

2/3 laureati, 80% ricercatori, sede Milano – età media <47



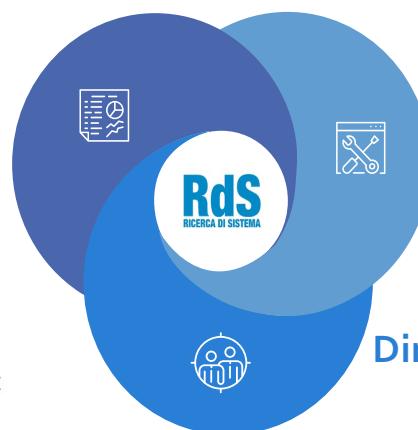
Supporto alle istituzioni nazionali e locali



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



MIT
MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI



Collaborazione con industria e operatori di settore



Dimensione europea e internazionale



Identità

Tavolo
decarbonizzazione –
Presidenza del
Consiglio dei Ministri

2016



2017

2019



Strategia Nazionale
Idrogeno

2021-2022



2025



2017
Strategia
Energetica
Nazionale



2020
Long
Term
Strategy (LTS)



2024

Piano Nazionale
Integrato
Energia e Clima
(PNIEC)



PNIEC & LTS

- Shift modale passeggeri:** riduzione del **3%**, rispetto allo scenario di riferimento, della domanda di mobilità per auto e moto a favore del trasporto pubblico su rotaia e gomma, sostenuta da politiche di promozione del **TPL** (bus, metro e treni) e restrizioni sulla mobilità privata (auto) nelle città.

	2022 storico	2030		
		Base 2024	REF 2024	POL 2024
Passenger transport activity (Gpkm)		975.2	974.0	950.5
Public road transport	88.8	92.6	106.3	109.4

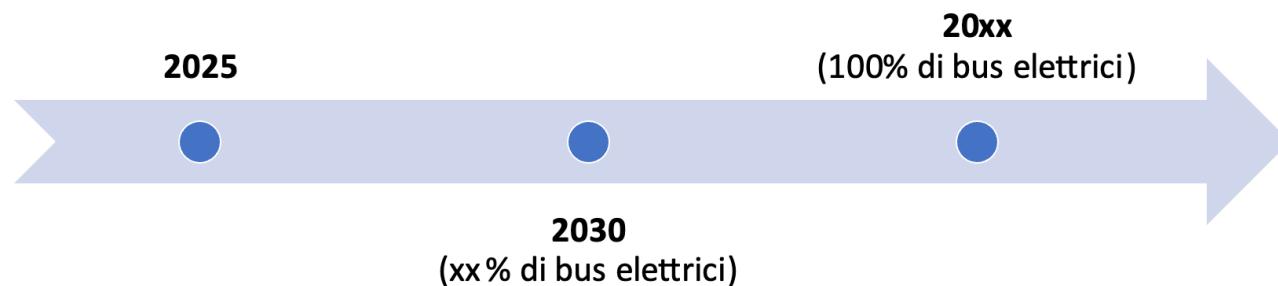
- Nel trasporto passeggeri, **elettricità e idrogeno** (da fonti rinnovabili) sono destinati a diventare dominanti
- Investimenti nella rete elettrica:** Si stimano investimenti significativi sulle reti di distribuzione nazionali (circa 30 miliardi di euro tra il 2020 e il 2030 di cui **circa 6 miliardi specificamente per i veicoli elettrici**) per supportare la crescita dei veicoli elettrici, inclusi quelli del TPL



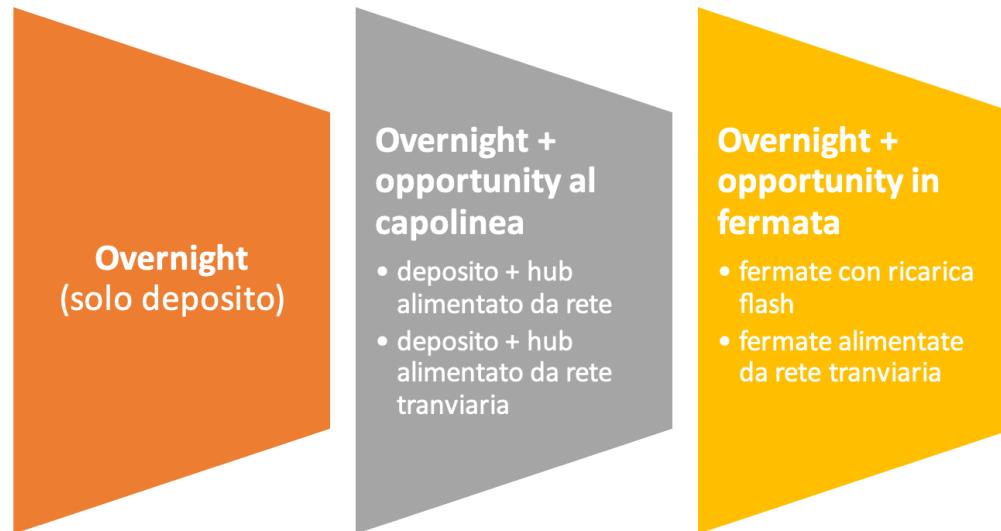


Scenari di elettrificazione TPL su gomma

1. Orizzonte temporale / % penetrazione e-bus



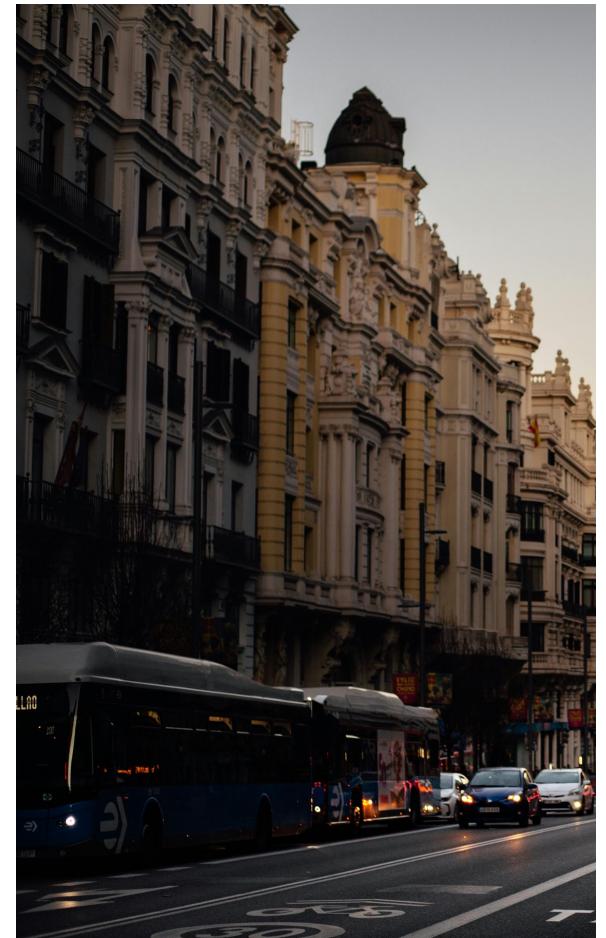
2. Modalità di ricarica





Caso studio - Torino

- **Metropoli italiana con servizio TPL sviluppato**
- Flotta bus considerata: **635 veicoli di cui 36 già elettrici (4,72% del totale)**
- **Nessun impatto su modello di esercizio attuale**, nessuna modifica al numero di mezzi attuali
- In assenza di dati GTFS-RT, è simulato l'esercizio e stimata l'associazione mezzo/corsa
- **Ogni autobus è associato sempre ad una sola linea**
- Si assume che il percorso del bus associato sia: deposito -> 1° corsa -> 2° corsa -> ... -> ultima corsa -> deposito
- **Una linea ad un solo deposito** (in generale a distanza minima da uno dei due capolinea)
- **«Overnight» non solo ricarica notturna, ma anche durante la giornata**
- **Autobus elettrico «tipo» con autonomia di circa 300 km e accumulo da oltre 320 kWh**
- Per semplicità di calcolo, in assenza di indicazioni precise da parte degli operatori, si assume che l'autonomia dei bus elettrici al 2030 e al 20xx sia equivalente

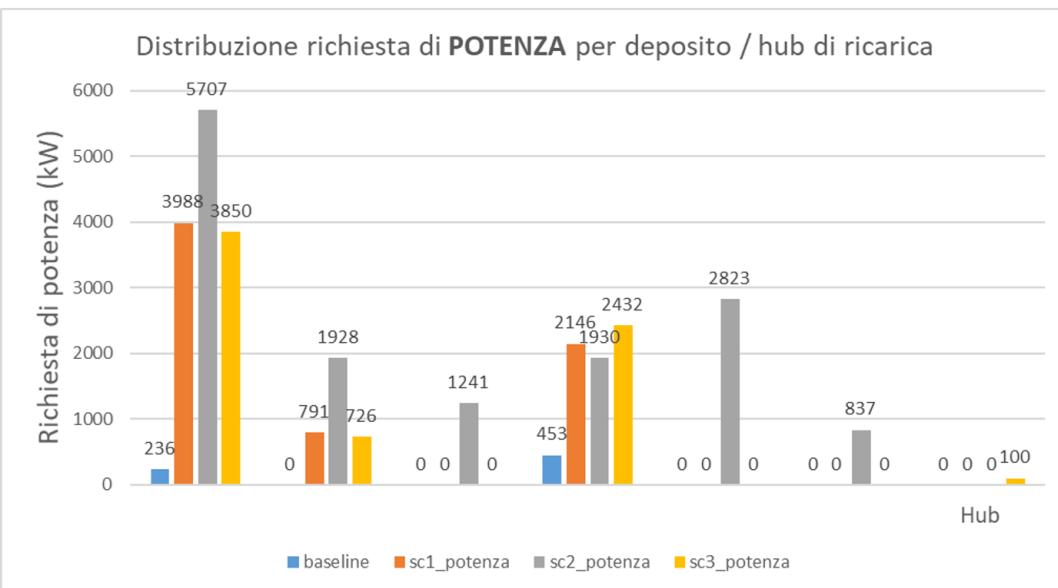


da una collaborazione

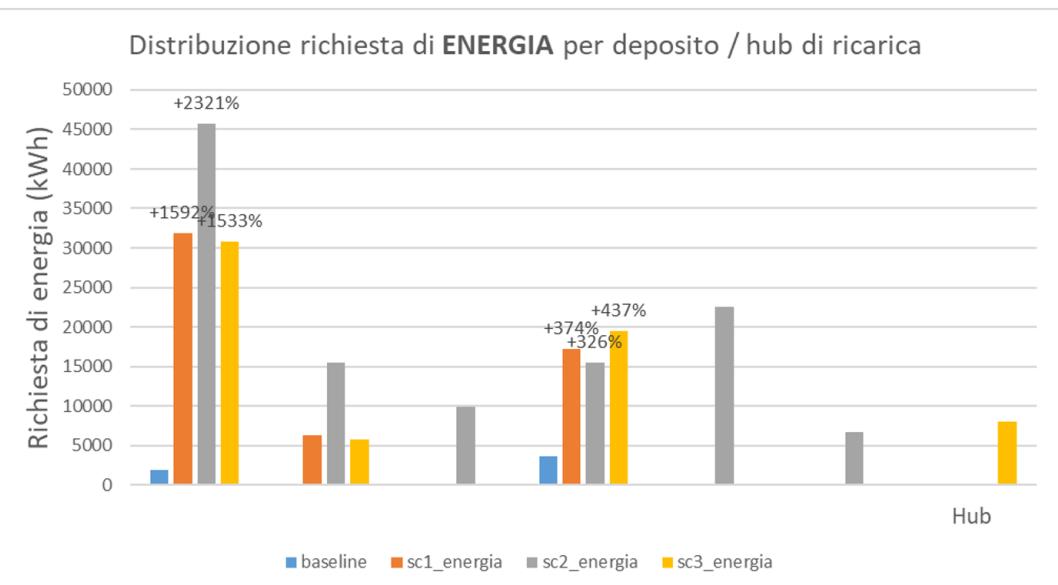


Simulazioni

- Scenario # 1: Overnight charging (30% della flotta elettrificata al 2030)
- Scenario # 2: Overnight charging (100% della flotta elettrificata al 2030)
- Scenario # 3: Overnight + hub al capolinea (da 100 kW per 5 min)



Deposito	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	Hub
Capienza (bus)	300	100	75	150	230	70	-



Deposito	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	Hub
Capienza (bus)	300	100	75	150	230	70	-

da una collaborazione



Evidenze

- **Collegamenti tra depositi e cabine AT/MT** (anche a km di distanza) presentano **difficoltà tecniche, economiche e autorizzative**
- Per depositi e *opportunity charger* è necessaria la connessione alla rete **media tensione (MT)**
- **Rete MT**
 - **Nessuna criticità generale rilevata**
 - Possibili problemi localizzati, da analizzare caso per caso
 - Criticità solo in condizioni eccezionali (guasti, manutenzioni, ondate di calore), ma entro i limiti operativi
 - **Gestione dei sovraccarichi possibile tramite modifiche all'assetto della rete**
 - **A priori non è necessaria la sostituzione dei trasformatori**

Mobilità sostenibile e infrastrutture energetiche nelle nuove forme del trasporto

Claudio Carlini, Danilo Bertini, Daniele Clerici, Chiara Michelangeli, Diana Moneta, Giacomo Viganò

Progetto 2.6 Scenari e strumenti per la mobilità elettrica e relativa integrazione e interazione con il sistema elettrico

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale





Conclusioni

- Il settore del trasporto pubblico su gomma si sta evolvendo sempre più verso **la transizione all'elettrico**, guidato da provvedimenti legislativi e normativi
- Si prospettano **molteplici scenari e scelte sfidanti** per gli operatori del trasporto
- Un **mix ottimale** tra esigenze di esercizio del trasporto e di tipo infrastrutturale (elettrificazione dei depositi, predisposizione di hub di ricarica alle fermate), può essere decisivo per ottenere un **sistema integrato energetico-trasportistico efficiente e maggiormente sostenibile economicamente**
- L'elettrificazione del TPL su gomma **non è particolarmente critica** per le reti elettriche esistenti e le infrastrutture già presenti (trasformatori in primis), in generale, possono gestire il carico aggiuntivo. Tuttavia, è fondamentale analizzare **ogni progetto nel dettaglio**, soprattutto per i depositi, per individuare eventuali criticità in condizioni non standard
- È decisiva la **collaborazione** tra operatori del trasporto, del sistema energetico, enti locali e esperti del settore attraverso anche l'impiego di strumenti di pianificazione territoriale

Questo lavoro è stato finanziato dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico in ottemperanza al Decreto Ministro dello Sviluppo Economico 16 aprile 2018 e nell'ambito del Piano Triennale 2025-2027 (DM MASE n.388, 06-11-2024), in ottemperanza al DM 12 2024»



Contatti

Rimani sempre aggiornato con RSE perché
#wemoversearch

Ing. Claudio Carlini



claudio.carlini@rse-web.it



www.rse-web.it



[@Ricerca sul Sistema Energetico - RSE SpA](#)



RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico

