



## Dalla pianificazione all'esercizio: sfide, opportunità e processi per l'elettificazione 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**

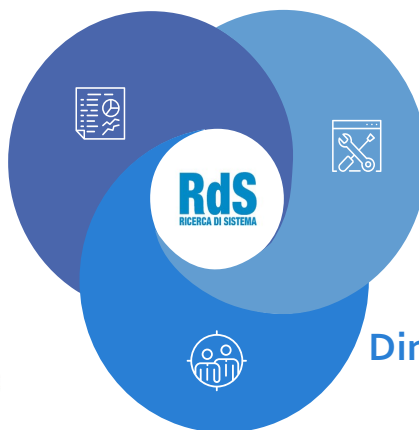
2/3 laureati, 80% ricercatori, sede  
Milano – età media <47



Supporto alle istituzioni  
nazionali e locali



**MIT**  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Collaborazione con industria e  
operatori di settore

Dimensione europea e  
internazionale



**Tavolo  
decarbonizzazione –  
Presidenza del  
Consiglio dei Ministri**

**2016**



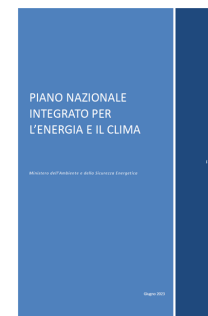
**2017**

**2019**



**Strategia Nazionale  
Idrogeno**

**2021-2022**

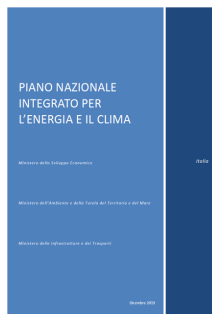


**2025**



**2017**

**Strategia  
Energetica  
Nazionale**



**2020**

**Long  
Term  
Strategy (LTS)**



**2024**

**Piano Nazionale  
Integrato  
Energia e Clima  
(PNIEC)**



- **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.

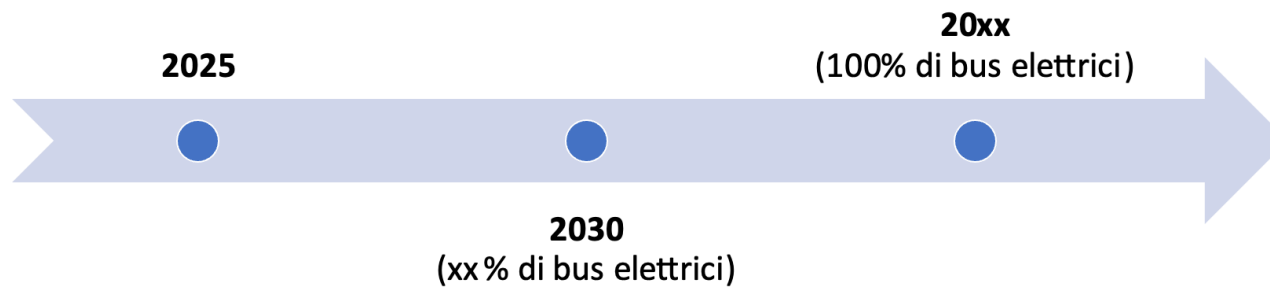
	2022	2030		
	storico	Base 2024	REF 2024	POL 2024
<b>Passenger transport activity (Gpkm)</b>		975.2	974.0	<b>950.5</b>
Public road transport	<b>88.8</b>	92.6	106.3	<b>109.4</b>

- 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

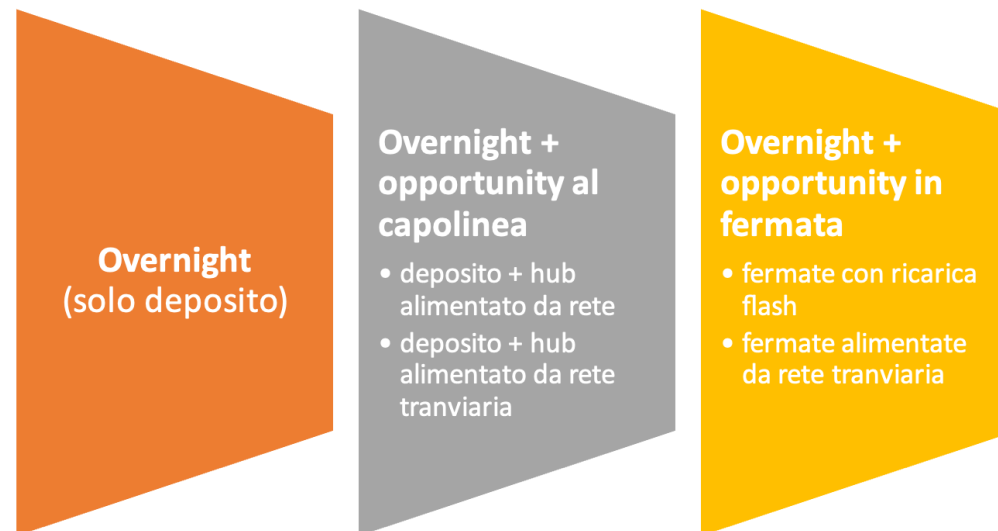


## Scenari di elettrificazione TPL su gomma

### 1. Orizzonte temporale / % penetrazione e-bus

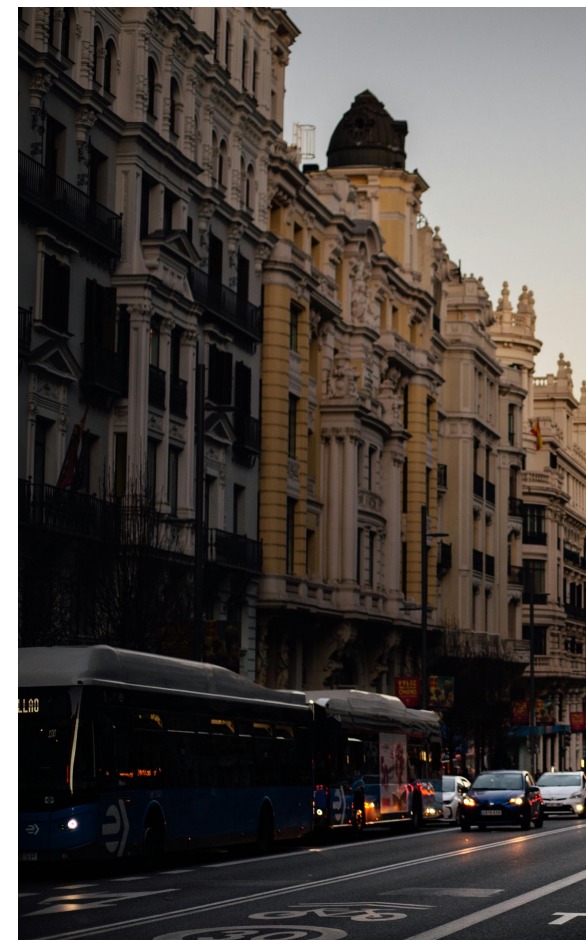


### 2. Modalità di ricarica



## Caso studio - Torino

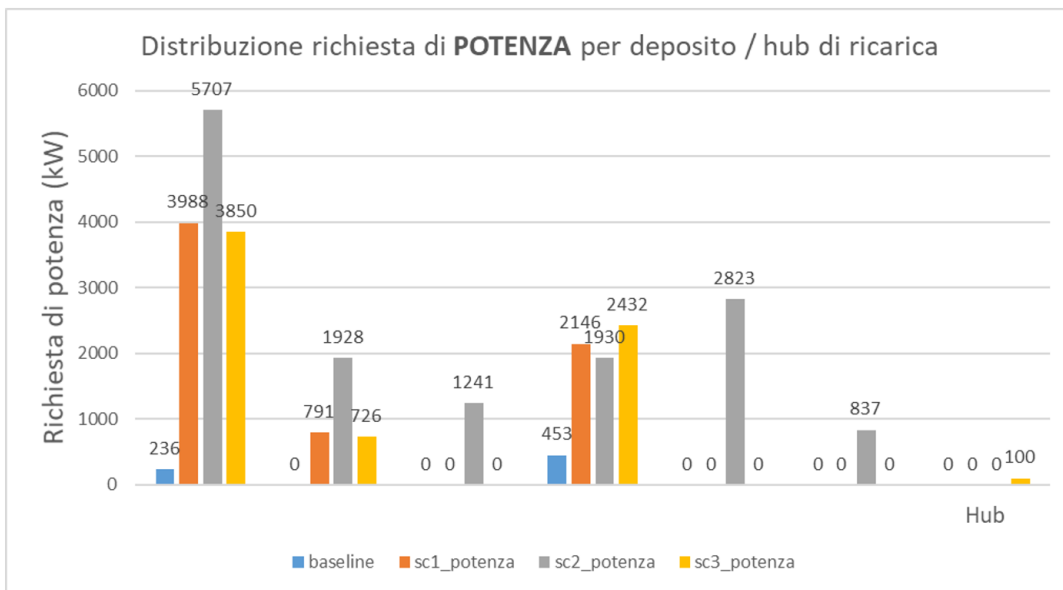
- **Metropoli italiana con servizio TPL sviluppato**
- Flotta bus considerata: **635 veicoli di cui 36 già elettrici (4,72% del totale)**
- **Nessun impatto su modello di esercizio attuale**, nessuna modifica al numero di mezzi attuali
- In assenza di dati GTFS-RT, è simulato l'esercizio e stimata l'associazione 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



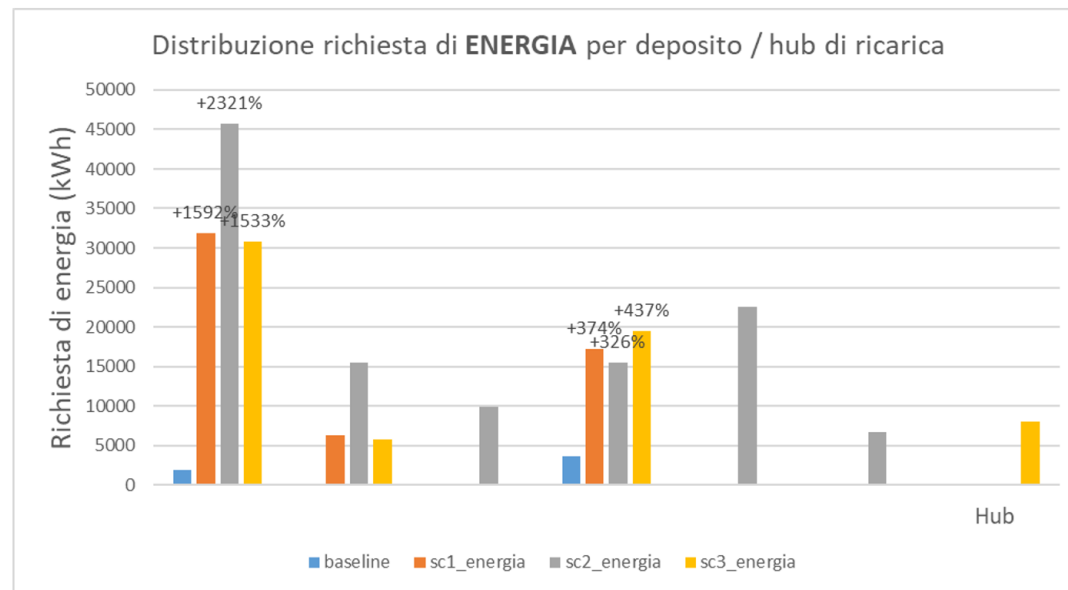
da una collaborazione



- **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	-



- **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**

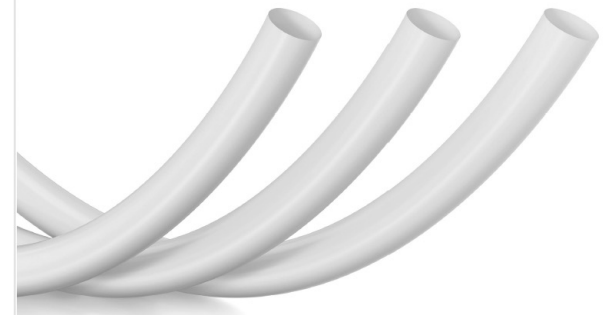


### **Mobilità sostenibile e infrastrutture energetiche nelle nuove forme del trasporto**

*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-transportistico 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»*

Rimani sempre aggiornato con RSE perché

# #wemoversearch

**Ing. Claudio Carlini**



[claudio.carlini@rse-web.it](mailto:claudio.carlini@rse-web.it)



[www.rse-web.it](http://www.rse-web.it)



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



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

