



**DITEN**

Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni  
Scuola Politecnica, Università degli Studi di Genova

CAGLIARI – 17 SETTEMBRE 2019

---

---

# GESTIONE INTEGRATA DI IMPIANTI E FLOTTE DI VEICOLI FULL ELECTRIC PER IL TPL

*Riccardo Genova*

# Piattaforme unificate per il TPL?

---

L'insieme condiviso di iniziative per la diffusione di sistemi elettrici per il TPL, anche ad impianto fisso, rientra nei migliori paradigmi di "smart grid urbana" e conduce allo sviluppo di piattaforme unificate come ha dimostrato CTM Cagliari con progetto ZeEUS, precursore in Europa nell'implementazione di sistemi all electric. Il modello Cagliari riassume in un unico contesto operativo,



oltre alla tradizionale ricarica notturna in deposito, le diverse declinazioni applicabili nel settore: reti filoviarie IMC (In Motion Charging) e ricarica rapida in linea per autobus elettrici.

# Il TPL in Italia

I servizi di TPL su gomma in ambito urbano ed extraurbano rappresenta oltre il 90% dell'intero settore (escluso ferroviario).

Tipologia trasporto	Percorrenze	%
Autolinee urbane	691.570.000	35,99%
Autolinee extraurbane	1.052.450.000	54,78%
Metropolitane	137.781.000	7,17%
Funicolari	1.008.710	0,05%
Tranvie	38.518.000	2,00%
Totale	1.921.327.710	100,00%
Ferrovie locali (treno-km)	43.324.077	
Ferrovie regionali Trenitalia (treno-km)	176.100.000	

[Fonte: "LE AZIENDE DI TPL: IERI, OGGI, DOMANI" - ASSTRA, IFEL e BANCA INTESA – 2018 ]

# Il parco rotabili su gomma in Italia ed in Europa

L'anzianità del parco mezzi in Italia risulta avanzato e pari a 11,4 anni: di conseguenza esso è caratterizzato da prevalenti categorie ad alto tasso di emissione (classe Euro).

- Italia 11,4 anni
- Spagna 8 anni
- Francia 7,8 anni
- Regno Unito 7,6 anni
- Germania 6,9 anni

## Tipologie in Italia:

Diesel	70 %
Metano	25%
Ibrido	1%
Elettrico	1%
Filobus	3%

## Classi di emissione in Italia:

Euro 0 e 1	4%
Euro 2 e 3	43%
Euro 4 e 5	18%
Euro 6	8%
EEV	27%

# Bus elettrici?



# Autobus elettrici - Prestazioni

Poiché le attuali autonomie dichiarate per autobus elettrici a batteria si attestano tra i 120 km ed i 180 km in condizioni ideali, ovvero su linee urbane ancora non particolarmente gravose per profilo altimetrico e per velocità.



Aria condizionata o riscaldamento possono ridurre l'autonomia anche del 25% e oltre ... I consumi dichiarati per vetture da 12 metri si attestano tra gli **1,2 kWh/km e 1,8 kWh/km** (senza considerare riscaldamento o aria condizionata).

# Standard battery charging

---

---

La scelta della “standard battery charging” prevede la **ricarica notturna in deposito** dei mezzi, in tempi compresi tra le 4 ore e le 8 ore a seconda delle necessità con la conseguente definizione delle potenze installate: proprio questo tema, insieme agli spazi necessari per collocare le colonnine dedicate (una per ciascun veicolo), richiedono particolare attenzione progettuale e logistica. A causa del peso dalle batterie necessarie per garantire le autonomie dichiarate, vi è una diminuzione del numero di passeggeri trasportati onde non superare i limiti omologativi (non per motivi di spazio): una vettura da 12 metri si attesta tra i 70 ed i 78 passeggeri (da -15% a -20% rispetto ad un autobus standard).

# Veicoli con struttura modulare

---



*Budapest - Linea Széll Kálmán tér - Castello di Buda*

Il governo ungherese ha stanziato 3,9 miliardi di HUF (fiorini ungheresi), pari a circa 12 milioni di Euro, per l'acquisto di autobus elettrici.

Il progetto prevede una struttura di **veicoli modulari** («Modulo») per vetture di lunghezza da 7 metri a 12 metri.

# Opportunity Battery Charging

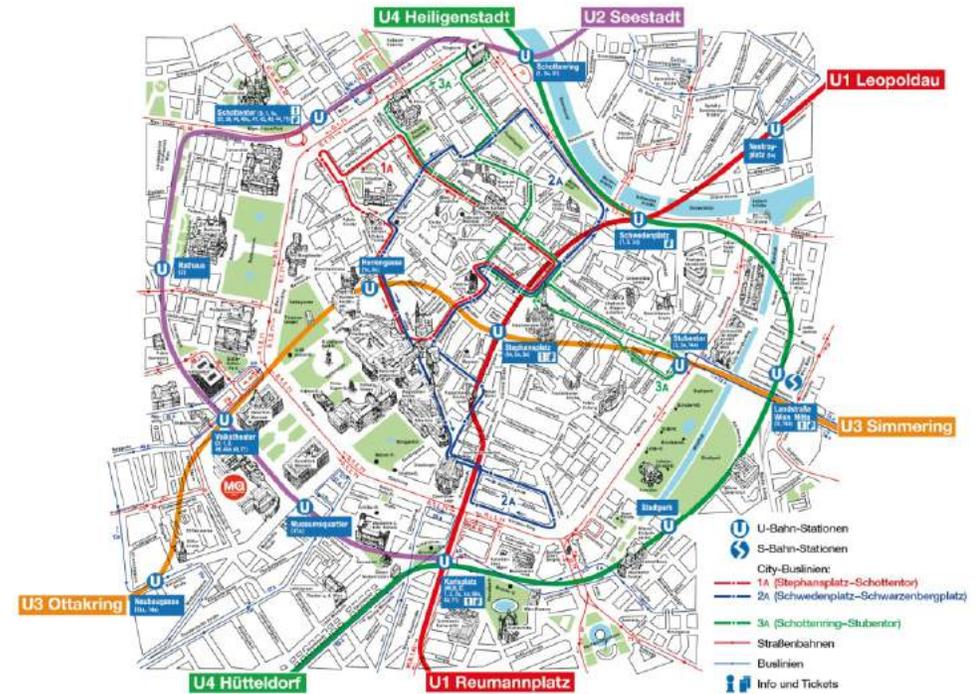
---

---

L'utilizzo di un dispositivo per la **ricarica al capolinea o alle fermate** per riportare il SOC (State of Charge) al 100% prevede due configurazioni: l'utilizzo del pantografo (o dispositivo similare) fisso sull'autobus, con il **pantografo "diretto"** che si alza per collegarsi alla linea aerea, o fisso alla stazione di ricarica, con il **pantografo "inverso"** che dunque scende verso i contatti posti sull'imperiale dell'autobus.

Nella prima configurazione è necessario installare un pantografo per ogni autobus mentre nella seconda è sufficiente collocare un pantografo per ogni stazione di ricarica prevista. Con questo sistema il numero ridotto di batterie a bordo consente di non diminuire il numero dei passeggeri.

# Il caso di Vienna e l'impianto fisso



La Wiener Linien ha acquistato 12 mezzi in grado di trasportare ciascuno fino a 40 persone i quali, tramite pantografo, sono in grado di ricaricare le batterie agli ioni di litio durante le soste ai capolinea. Essi sono impiegati sulle linee urbane 2A e 3A interne al Ring; **l'energia necessaria viene prelevata dall'adiacente linea tranviaria a 600 V, nel tempo di sosta di circa 10 minuti.**

# La Spezia – Il veicolo ... e l'impianto fisso

Vetture da 12 metri, 92 passeggeri, **range modulabile** da 20 km a 50 km, carica in 5 minuti, consumo medio di energia dichiarato 0,9 kWh/km, recupero medio dichiarato del 35% - 40% (maggiore dato l'uso dei supercaps rispetto a batterie).



# Smart grid - Verso piattaforme unificate nel TPL?

---

---

La logica delle “smart grid” è in un **insieme condiviso di iniziative per la diffusione di sistemi elettrici ad impianto fisso e non**, come il progetto ZeEUS (Cagliari) e tecnologie IMC (In Motion Charge) e le sperimentazioni in corso (ad esempio Vienna, La Spezia e Ginevra) con la possibilità, in **logica di interoperabilità**, di alimentare le stazioni di ricarica da SSE (o linea aerea) filoviaria e tranviaria. In modalità “opportunity” la potenza installata presso la stazione di ricarica deve essere correttamente dimensionata, ordine di grandezza 200 kW – 400 kW, valori che vengono raggiunti anche per l’eventuale SSE da realizzarsi in deposito per la ricarica della moltitudine dei veicoli in modalità “standard” lenta e contemporanea durante la notte.

# Alta capacità (anche in Italia?)

Per meglio rispondere alle crescenti esigenze di mobilità si stanno diffondendo sistemi BRT (**Bus Rapid Transit**), anche ad impianto fisso (filoviari) e tecnologia IMC (**In Motion Charging**), con vetture da 18 e 24 metri.



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

*České Budějovice (Repubblica Ceca)  
(9 agosto 2019)*

*11 veicoli elettrici da 8,9 metri Skoda (parte elettrica) su base Solaris Urbino con batterie ricaricabili alle fermate tramite captatore dalla linea filoviaria esistente. I veicoli trasportano 45 passeggeri di cui 21 seduti.*



---

---

# **Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni (DITEN)**

Scuola Politecnica - Università degli Studi di Genova

Via all'Opera Pia 11 – 16145 Genova

Tel. +39 010 33 52171 - Fax +39 010 33 52700

**Riccardo Genova**

+39 329 2106152

[riccardo.genova@unige.it](mailto:riccardo.genova@unige.it)