

# Ruolo e impatto delle auto elettriche sul sistema energetico Italiano

Maurizio Delfanti,  
Dipartimento di Energia  
Milano, 18 09 2023

Questa presentazione è tratta dallo studio per Motus-e condotto da Politecnico di Milano, CESI, RSE

1

## INTRODUZIONE

Quantificare le opportunità derivanti dal *vehicle-grid integration* nello scenario di sistema Italia al 2030



2

## INTRODUZIONE

Le possibili soluzioni VGI contemplan pratiche di *smart charging* e opportuno sincronismo tra generazione, accumulo e ricarica

## RICARICA NON CONTROLLATA [MW]



## PROPOSTA

- Potenza di ricarica costante per tutta la durata della sosta
- Stessa energia ricaricata

## RISULTATI

- -40% picco massimo
- Profilo smussato

## RICARICA INTELLIGENTE [MW]



Le soluzioni VGI rendono la ricarica più intelligente, smussando i picchi di prelievo e rendendola più coerente con le FER-NP. Questo risultato è ottenibile anche solo grazie a pratiche V1G, quindi di semplice controllo della ricarica. Inoltre, è poi anche possibile considerare l'utilizzo di accumuli o soluzioni V2G più complesse, ma che permettono di ottenere profili di ricarica intelligenti anche nelle situazioni (minoritarie) non esauribili con il V1G.

3

Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

3

## AGENDA

Il contesto di sistema e gli scenari di ricarica al 2030

L'impatto della ricarica sul sistema elettrico

Stima dei potenziali benefici da soluzioni VGI

4

Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

4

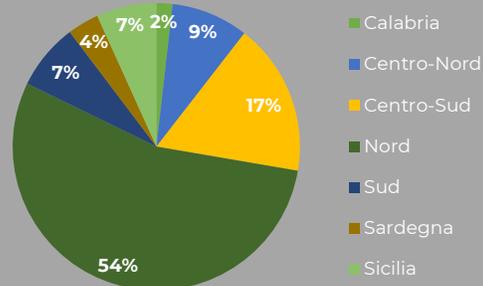
## LO SCENARIO DI SISTEMA ITALIA AL 2030

Lo scenario per il sistema elettrico Italiano per il 2030 è coerente con i target Fit For 55, con il 65% del fabbisogno coperto da FER

RES Italia	Installato [GW]	Produzione [TWh]
Solare	75.4	101.4
Eolico on-shore	18.4	43.0
Eolico off-shore	8.5	25.2
Idroelettrico	24.1	51.3
Altre FER	3.8	22.6
<b>Totale</b>	<b>130.2</b>	<b>243.5</b>

Accumuli	Installato [GW]	Capacità [GWh]
SdA distribuiti	4.0	16.0
Utility E/P 8h	8.9	70.9
Utility Aste CM	2.1	8.1
<b>Totale</b>	<b>15.0</b>	<b>95.0</b>

## DOMANDA ELETTRICA ZONALE



fabbisogno Italia compreso tra 362-366 TWh in base allo scenario di penetrazione EV

5

Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

5

## SEGMENTAZIONE E DIFFUSIONE VEICOLI ELETTRICI - AUTOVEICOLI AL 2030

Definiti due scenari di riferimento per la diffusione degli EV nel parco circolante italiano al 2030

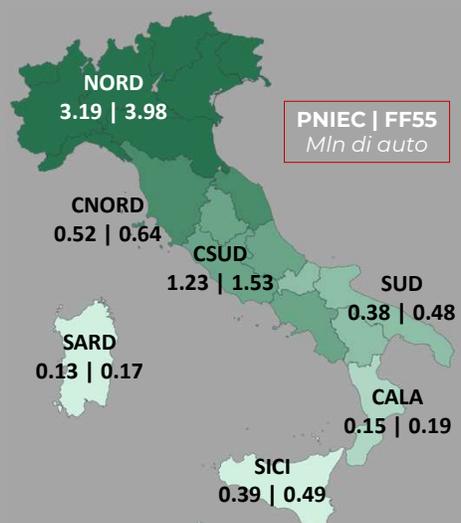
## DEFINIZIONE DEL PARCO AUTO CIRCOLANTE:

- definizione di 2 scenari di penetrazione degli EV sul parco circolante totale al 2030
- distribuzione EV per comune, provincia e regione sulla base di diversi fattori, tra cui: penetrazione EV attuale, reddito pro capite, qualità dell'aria e disponibilità di box
- suddivisione degli autoveicoli per segmento commerciale e definizione delle principali caratteristiche sulla base dei dati commerciali attuali e prospettici

SCENARIO BASE		Coerente con le politiche PNIEC	
[Mln]	AMBITO URBANO	AMBITO RURALE	TOTALE
BEV	0.85	3.15	4
PHEV	0.43	1.57	2

SCENARIO ACCELERATO		Coerente con le politiche Fit For 55	
[Mln]	AMBITO URBANO	AMBITO RURALE	TOTALE
BEV	1.34	4.96	6.3
PHEV	0.25	0.95	1.2



6

Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

6

### CASI D'USO

## Modalità di ricarica

Sono state suddivise le operazioni di ricarica in:

- 6 modalità tipiche degli autoveicoli,
- 3 modalità tipiche degli automezzi (LCV, HCV, TPL).

Per ognuna, è stato costruito un profilo orario:

- di prelievo per la ricarica, utile a costruire il programma MGP del corrispondente aggregato,
- di flessibilità dalla ricarica, utile a definire le possibili offerte per servizi a salire e a scendere.

I profili di ricarica sono frutto di rielaborazioni e analisi dei dati provenienti da fonti di letteratura e da un'interlocuzione con gli stakeholder del settore.

La flessibilità disponibile dipende dalle potenze in gioco e dalla durata della sosta: una sosta più lunga e/o una potenza più elevata consentono una maggiore flessibilità della risorsa EV durante la carica.

La penetrazione V2G è stimata sulla base di interazioni con stakeholder e addetti ai lavori.

	DENOMINAZIONE CASO D'USO	DURATA MEDIA DELLA SOSTA	RANGE DI POTENZA IdR
	RICARICA IN AMBITO RESIDENZIALE	Lunga (> 10 ore)	3 – 6 kW
	RICARICA AL LAVORO	Dipendenti: 8 ore Flotta: > 10 ore	7 – 22 kW
	RICARICA PUBBLICA URBANA	Media (3 ore)	22 – 50 kW
	RICARICA PUBBLICA AD ALTO SCORRIMENTO	Breve (<< 1 ora)	50 – 300 kW
	RICARICA B2C – COMMERCIO E GDO	Breve (1 ora)	22 – 50 kW
	RICARICA B2C – SITI DI INTERSCAMBIO	Lunga (6 ore)	7 – 22 kW

AUTOVEICOLI

*I profili orari presentati di seguito per ogni modalità di ricarica si riferiscono a un giorno ferialo, in stagione calda, zona di mercato NORD e contesto extra-metropolitano. Successivamente verrà dettagliato il numero e la tipologia di sotto-casi elaborati per ogni modalità di ricarica*

7 Maurizio Delfanti POLITECNICO MILANO 1863

7

### DEFINIZIONE DEI PROFILI DI RICARICA E CALCOLO DELLA FLESSIBILITÀ DISPONIBILE

## Data la diffusione e la segmentazione dei veicoli, i profili di ricarica e di flessibilità sono stati calcolati con un approccio probabilistico

**LE IPOTESI** su diffusione dei veicoli, segmentazione e modalità di ricarica permettono di definire un set di parametri di input, a ciascuno dei quali possiamo associare delle distribuzioni di probabilità: orario di arrivo/partenza, stato di carico in ingresso e target, capacità della batteria, potenza di ricarica AC e DC, ...

**PER OGNI EVENTO DI RICARICA** il valore di ciascun parametro di input viene campionato dalla rispettiva distribuzione di probabilità, definendo quindi il profilo di ricarica specifico dell'evento simulato.

**PROFILO DI RICARICA E DURATA DELLA SOSTA** permettono quindi di definire la flessibilità disponibile per l'evento di ricarica specifico.

→ **POTENZA FLESSIBILE:** pari alla potenza di ricarica

→ **DURATA DEL SERVIZIO:** calcolata in modo da garantire nessun tipo di disservizio all'utente

SIMULAZIONE RIPETUTA PER OGNI EVENTO DI RICARICA APPLICANDO IL METODO MONTE CARLO

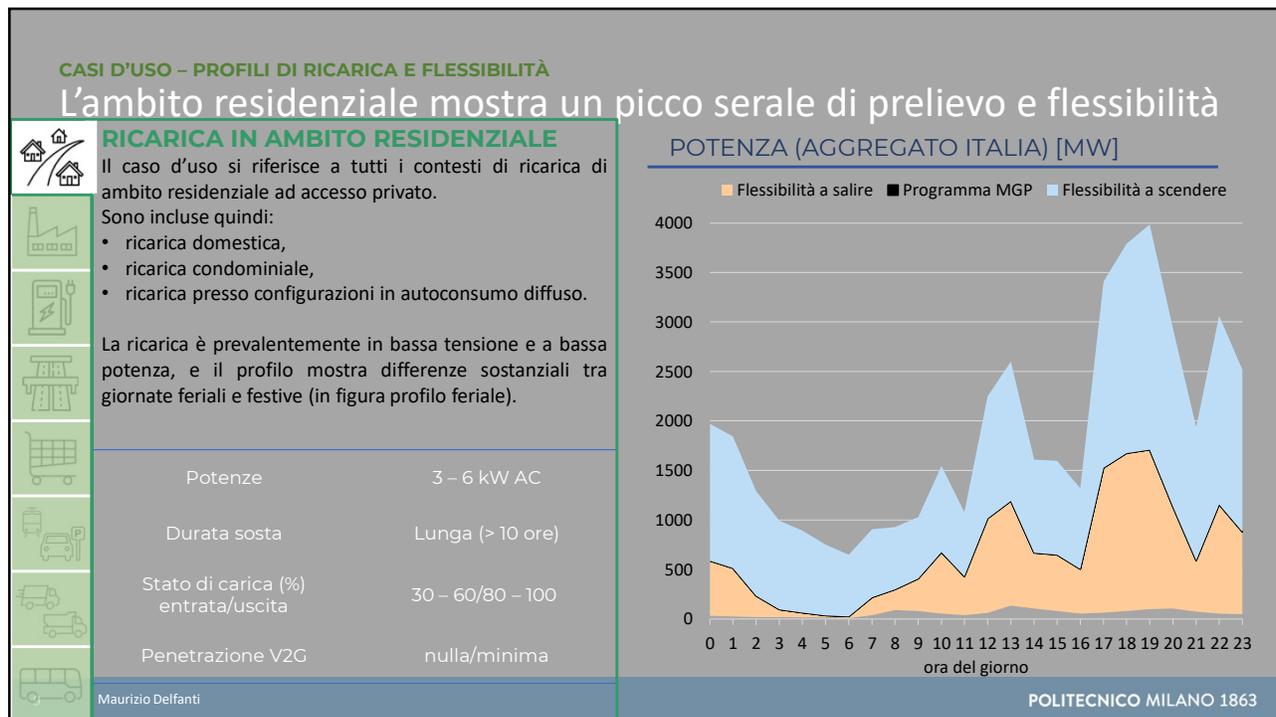
**ESEMPIO**  
Il veicolo permane in sosta per 5 ore, caricandosi però solo nelle prime 3, passando da SoC<sub>iniz</sub> di 20% a SoC<sub>target</sub> di 80%. Può quindi offrire 7 kW a salire nelle prime 3 ore, con una durata massima del servizio di 2 ore. Se non viene chiamato a salire, nelle ultime 2 ore di sosta può offrire 7 kW a scendere.

**Flessibilità disponibile a salire:** l'interruzione della ricarica permette di diminuire il prelievo dalla rete, equivalente ad un aumento di una ipotetica immissione in rete di potenza.

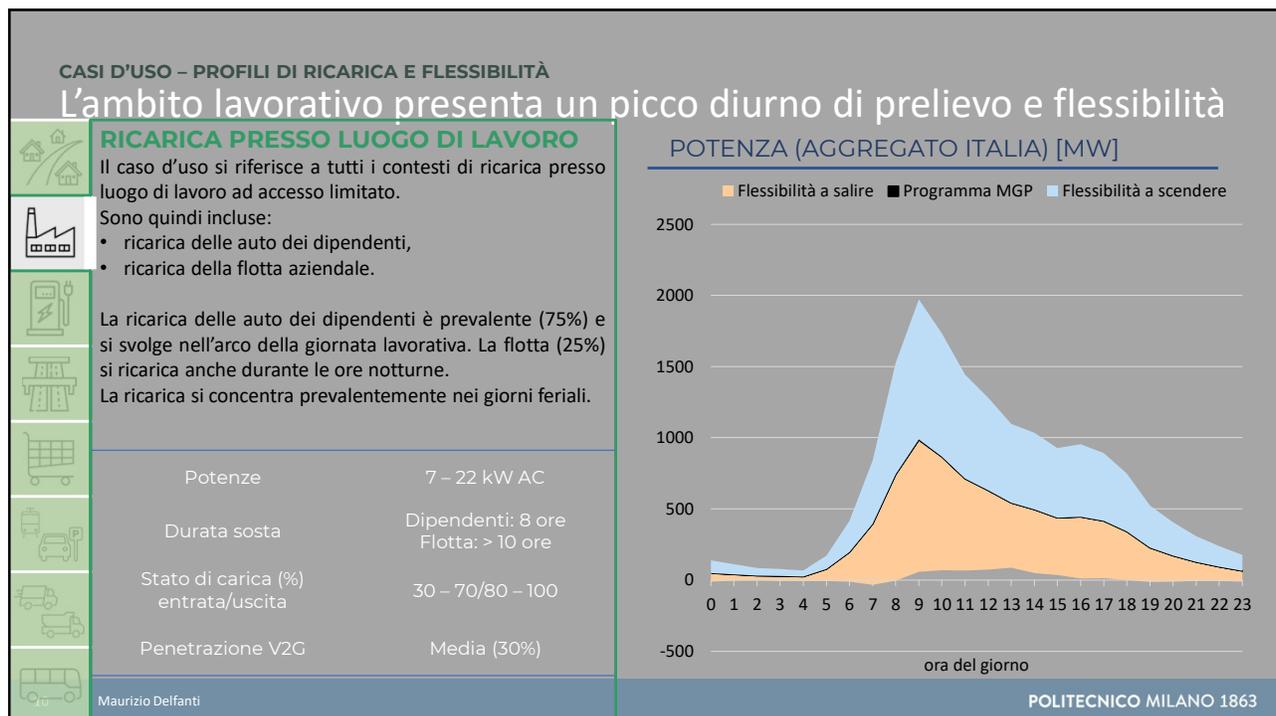
**Flessibilità disponibile a scendere:** nel caso in cui venga attivata la ricarica a partire da uno stato di stand-by, il servizio consiste in un aumento del prelievo.

8 Maurizio Delfanti POLITECNICO MILANO 1863

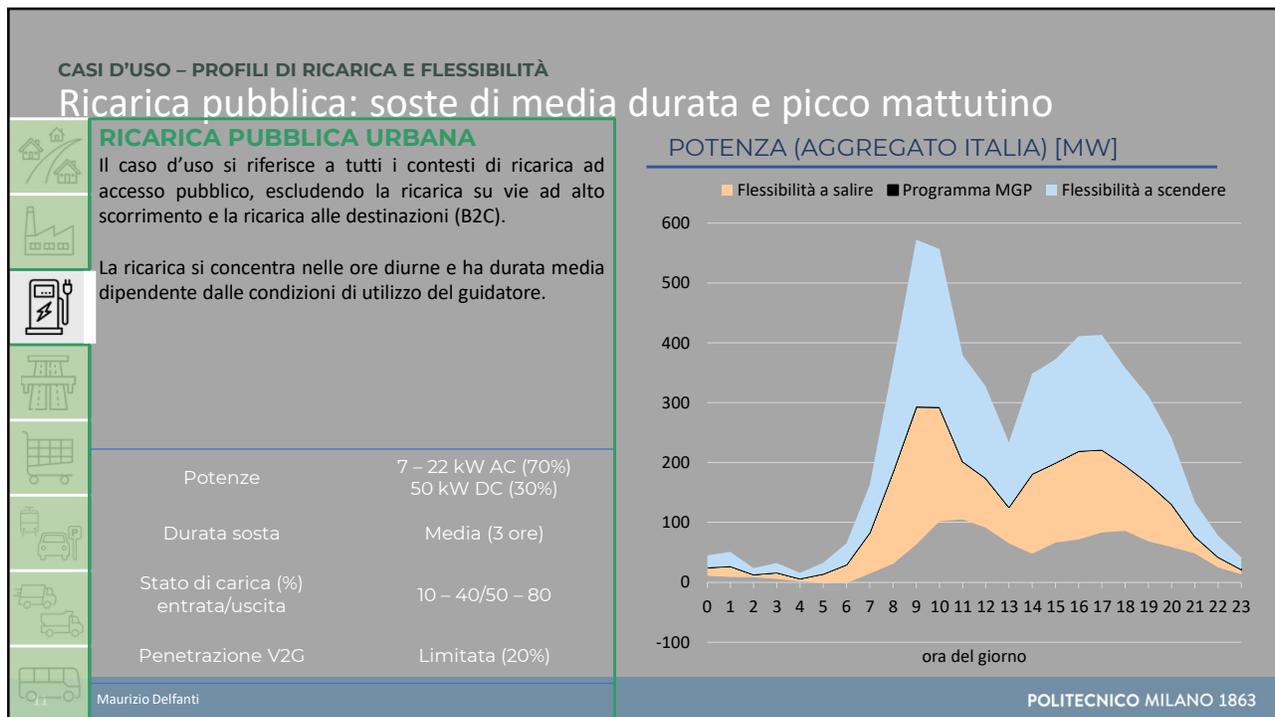
8



9



10



11



12

## AGENDA

Il contesto di sistema e gli scenari di ricarica al 2030

L'impatto della ricarica sul sistema elettrico:

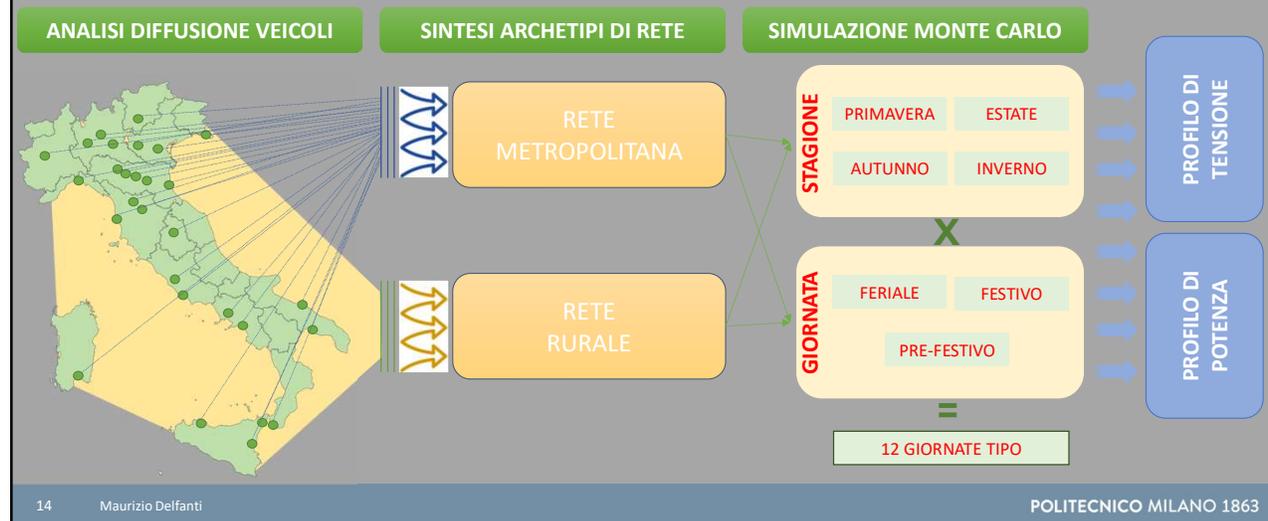
- potenziamento delle reti di distribuzione
- analisi dei costi legati al dispacciamento elettrico

Stima dei potenziali benefici da soluzioni VGI

13

### SVILUPPO RETI MT/BT - PROCEDURA DI SIMULAZIONE

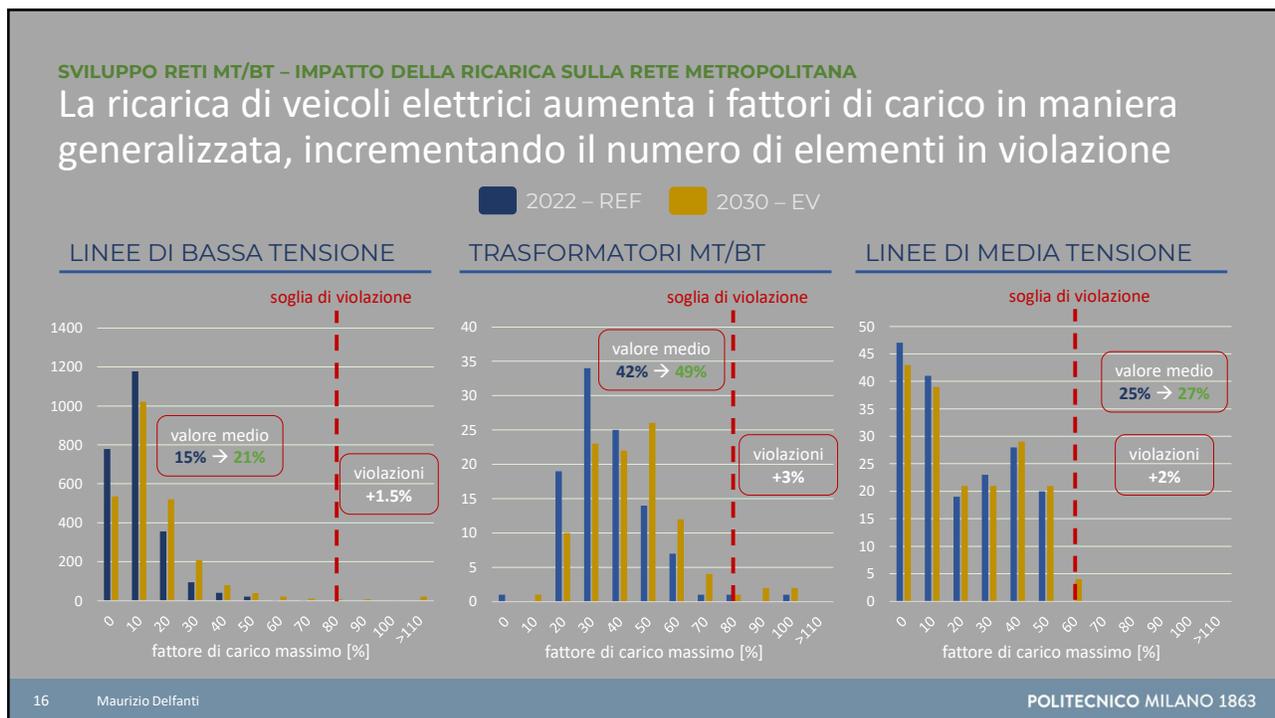
Sono stati sintetizzati due archetipi di reti, inserendo casualmente i punti di ricarica in base alla tipologia e al volume di utenti da servire



14



15



16

### SVILUPPO RETI MT/BT – EVOLUZIONE DELLE RETI RURALI

La rete rurale è caratterizzata da linee lunghe con bassa densità di carico ed alta penetrazione di generazione distribuita da FER-NP

#### RETE RURALE ODIERNA

2022 – REF

MT/BT ≤ 250 kVA  
AT/MT = 25 MVA

#### PROLIFERAZIONE DEI PUNTI DI RICARICA PER VE

2030 – EV

**IMPATTO VE SU RETE RURALE**

- 1,500 veicoli elettrici
- 13 MWh/gg assorbiti
- 1.6 MW di picco

800 PdR:  
SLOW → 87%  
QUICK → 10%  
FAST → 3%

17 Maurizio Delfanti POLITECNICO MILANO 1863

17

### SVILUPPO RETI MT/BT – IMPATTO DELLA RICARICA SULLA RETE RURALE

Le reti rurali mostrano problemi legati al profilo della tensione che possono essere risolti sincronizzando produzione FER-NP e consumi

PROFILO ORARIO DI TENSIONE [p.u. di  $V_n$ ]

sovratensioni per eccessiva produzione da FV

limiti di tensione

sotto-tensioni causate da picchi di prelievo sulla rete periferica

**! Necessità di sviluppo rete !**

- installazione di banchi di compensazione in CP/CS

18 Maurizio Delfanti POLITECNICO MILANO 1863

18

## AGENDA

Il contesto di sistema e gli scenari di ricarica al 2030

L'impatto della ricarica sul sistema elettrico:

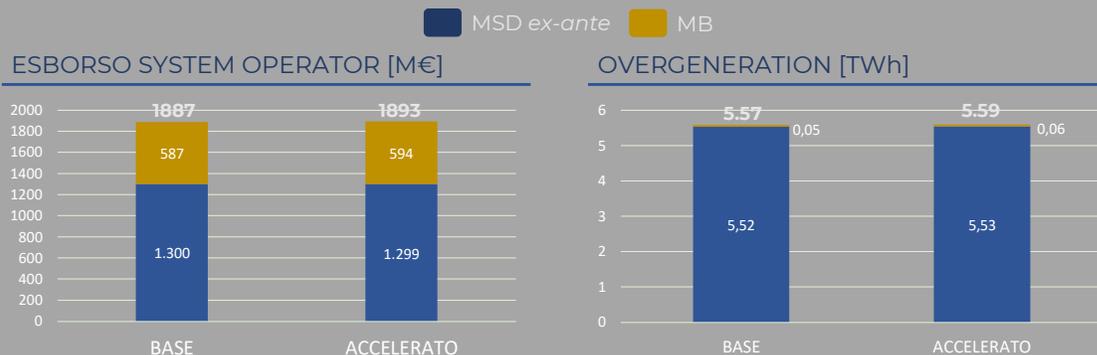
- potenziamento delle reti di distribuzione
- analisi dei costi legati al dispacciamento elettrico

Stima dei potenziali benefici da soluzioni VGI

19

### COSTI DI DISPACCIAMENTO – COSTO TOTALE E OVERGENERATION INDOTTA

La stima dei costi MSD è 1.9 MLD€, con *overgeneration* a 5.5 TWh  
I risultati non variano tra scenario base e accelerato



**MSD *ex-ante*** Nella fase di *scheduling* è necessario predisporre il sistema per l'esercizio secondo i criteri di sicurezza stabiliti nel codice di rete Italiano e in quelli Europei

**MB** Nella fase di esercizio è necessario garantire la sicurezza e il bilanciamento del sistema in tempo reale

Le movimentazioni necessarie durante la fase di *scheduling* per garantire la sicurezza del sistema (margini di riserva e VRI) possono comportare l'accensione dei gruppi termoelettrici in sostituzione di una quota di generazione da FER-NP (*overgeneration*), che non verrebbe così utilizzata

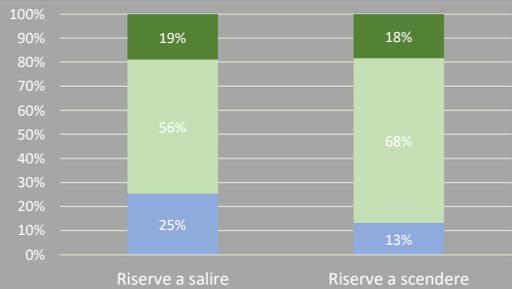
20

### COSTI DI DISPACCIAMENTO – ALLOCAZIONE DELLE RISERVE E MOVIMENTAZIONI EX-ANTE

Per procurare i margini di riserva necessari al sistema è necessario movimentare molto i termoelettrici nella fase *ex-ante* di MSD

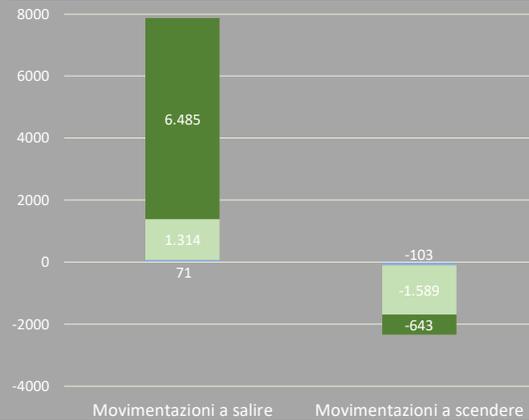
Domanda Flessibile (salire) e FER (scendere) Accumuli Termoelettrici SCENARIO ACCELERATO risultati analoghi per base

#### ALLOCAZIONE DELLE RISERVE



Durante la fase di *scheduling* di MSD è necessario procurare gli opportuni margini di riserva anche attraverso la movimentazione di alcuni impianti, cambiando il loro programma vincolante. Accumuli, domanda flessibile e FER sono più flessibili e quindi forniscono riserva senza dover essere movimentate in *ex-ante*.

#### MOVIMENTAZIONI IN MSD *ex-ante* [GWh]



21 Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

21

## AGENDA

Il contesto di sistema e gli scenari di ricarica al 2030

L'impatto della ricarica sul sistema elettrico

Stima dei potenziali benefici da soluzioni VGI:

- soluzioni VGI per ridurre l'impatto della ricarica sulle reti di distribuzione
- i benefici del VGI sui costi del dispacciamento elettrico

22 Maurizio Delfanti

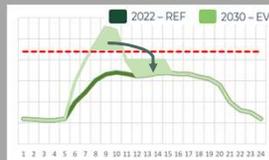
POLITECNICO MILANO 1863

22

SOLUZIONI VGI PER LE RETI MT/BT – SUMMARY SMART CHARGING

La ricarica smart permette di ridurre mediamente il profilo di potenza sugli elementi di rete

RETE METROPOLITANA  
risultati analoghi per rurale



La ricarica smart permette di ridurre il picco serale in prossimità delle utenze domestiche e quello mattutino/pomeridiano in prossimità delle utenze commerciali e industriali.

L'appiattimento del profilo di assorbimento porta benefici generalizzati al sistema soprattutto in termini di fattori di carico ed energie in violazione.



	FATTORE DI CARICO	ENERGIA IN VIOLAZIONE [MWh]
LINEE BT	20.6% → 19%	205 → 107
TRAFO MT/BT	49.4% → 47%	169 → 95
LINEE MT	26.8% → 26.5%	16 → 16

23

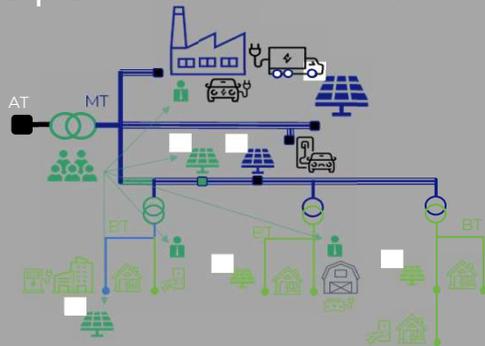
POLITECNICO MILANO 1863

23

SOLUZIONI VGI PER LE RETI MT/BT – CONDIVISIONE LOCALE DELL'ENERGIA

La condivisione di energia prodotta localmente da FER riduce la frequenza e l'intensità delle violazioni

RETE METROPOLITANA



	FATTORE DI CARICO	ENERGIA IN VIOLAZIONE [MWh]
LINEE BT	20.6% → 20.1%	205 → 132
TRAFO MT/BT	49.4% → 48.9%	169 → 48
LINEE MT	26.8% → 26.7%	16 → 5

L'utilizzo locale di energia prodotta da FER contemporaneamente alla sua immissione sulla rete di distribuzione riduce fino al 70% l'energia scambiata durante eventi di violazione delle soglie di sicurezza, grazie ad una minore frequenza ed intensità degli stessi. I vantaggi sono particolarmente importanti sulle reti metropolitane, mentre sono minori per le reti rurali.

24

Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

24

## AGENDA

Il contesto di sistema e gli scenari di ricarica al 2030

L'impatto della ricarica sul sistema elettrico

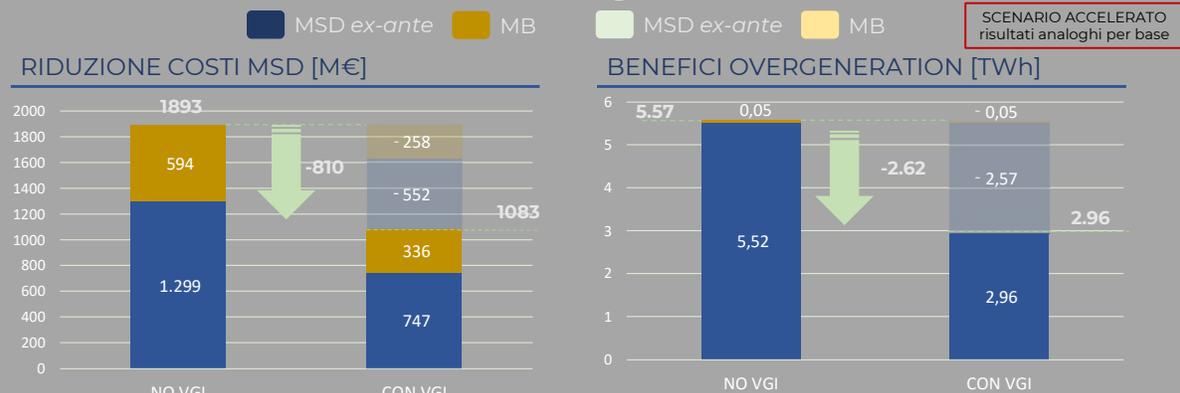
Stima dei potenziali benefici da soluzioni VGI:

- soluzioni VGI per ridurre l'impatto della ricarica sulle reti di distribuzione
- i benefici del VGI sui costi del dispacciamento elettrico

25

### SOLUZIONI VGI PER IL DISPACCIAMENTO – BENEFICI COMPLESSIVI SUL DISPACCIAMENTO

L'abilitazione dei veicoli elettrici nello scenario accelerato riduce del 40% i costi di MSD e dimezza l'overgeneration



I risparmi complessivi sul dispacciamento del sistema elettrico dall'abilitazione dei veicoli elettrici ammontano a 800 Mln€. Essi sono la somma di mancate movimentazioni *ex-ante* (riserva gratuita) e minori costi di bilanciamento.

Grazie all'abilitazione dei veicoli elettrici a MSD è possibile utilizzare i margini di riserva messi a disposizione da questi ultimi, evitando di tagliare la produzione FER accendendo unità termoelettriche, con conseguenti benefici economici e ambientali.

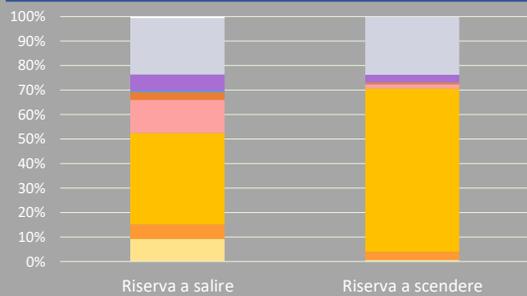
26

**SOLUZIONI VGI PER IL DISPACCIAMENTO – CONTRIBUTO DELLE DIVERSE MODALITÀ DI RICARICA**

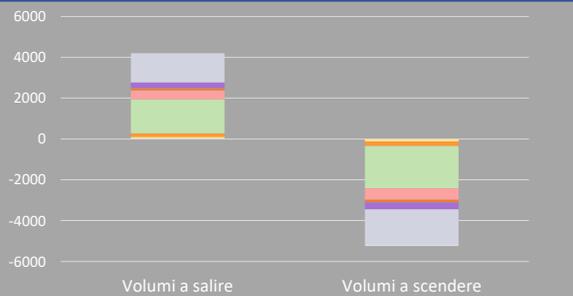
Il contributo maggiore al dispacciamento arriva dalle ricariche di lunga durata e prevalenti rispetto all'energia ricaricata in totale

■ B2C-GDO ■ B2C-Inter ■ residenziale ■ lavoro ■ pubblica urbana ■ pubblica AS ■ LCV ■ HCV ■ TPL

SCENARIO ACCELERATO  
risultati analoghi per base

**RISERVE PROCURATE**


Risulta prevalente nella fornitura di riserva il contributo delle modalità dove viene caricata la maggior parte dell'energia (residenziale e LCV), caratterizzate anche da soste di lunga durata (lavoro, B2C-Inter, HCV).

**MOVIMENTAZIONI IN MB [GWh]**


Nella fornitura di regolazione per il bilanciamento è importante il contributo della ricarica residenziale e dei *Light Commercial Vehicles*.

27 Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

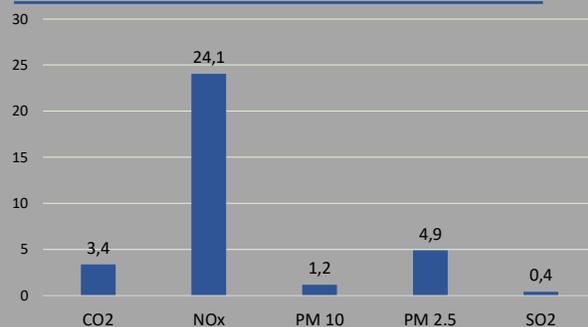
27

**SOLUZIONI VGI PER IL DISPACCIAMENTO – BENEFICI AMBIENTALI PER IL SISTEMA**

L'abilitazione dei veicoli elettrici riduce del 41% le emissioni di CO<sub>2</sub> e altri gas inquinanti, grazie alla produzione fossile evitata

**EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> E ALTRI GHG**

Emissioni	NO VGI	CON VGI
CO <sub>2</sub> [kton]	1633	958
NO <sub>x</sub> [ton]	1473	864
SO <sub>2</sub> [ton]	75	44
PM 2.5 [ton]	118	69
PM 10 [ton]	41	24

**COSTI SOCIALI EVITATI IN MSD [M€]**


Le emissioni evitate grazie ai veicoli elettrici sono monetizzate valutando la riduzione dei costi sociali delle esternalità per il sistema. Il costo sociale, espresso in €/tonnellata, rappresenta il danno totale netto sulla società di un extra tonnellata di emissioni del gas in questione. Al costo sociale così definito viene sottratto il costo della CO<sub>2</sub> esplicitamente pagato dagli impianti di generazione all'interno del meccanismo ETS (no double counting)

28 Maurizio Delfanti

POLITECNICO MILANO 1863

28