

Trazione elettrica nel TPL

L'esperienza di GTT

Marco ZANINI
Ingegneria di Manutenzione
Gruppo Torinese Trasporti



14 aprile 2021



II GRUPPO TORINESE TRASPORTI

TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

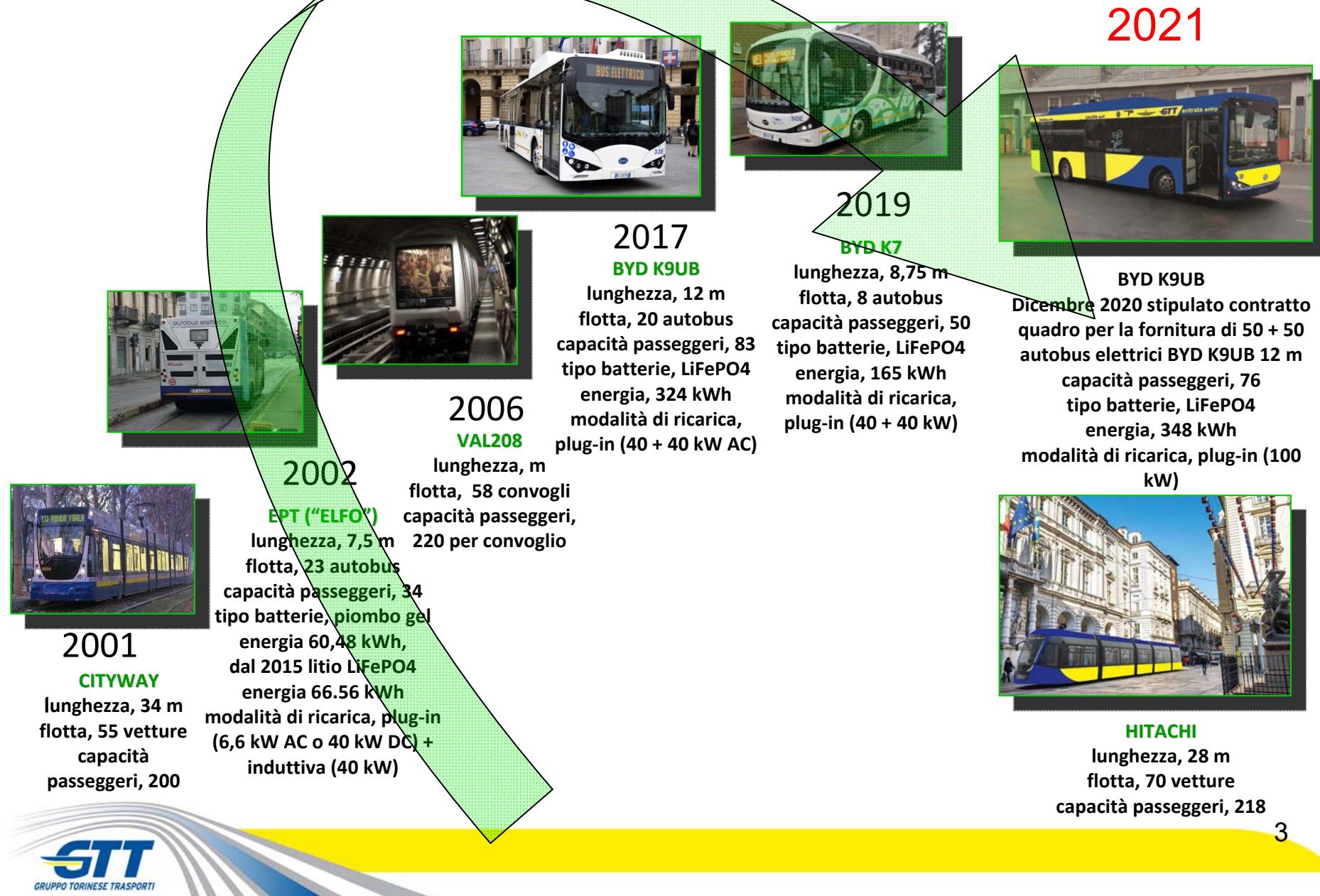
URBANO e SUBURBANO: 460,000 persone trasportate ogni giorno a Torino e in altri 26 Comuni della cintura.

- 8 linee tramviarie per 200 km di linee
- 92 linee di autobus per una lunghezza totale di 1.100 km e circa 1.000 veicoli di cui:
 - **289 autobus gas naturale**
 - **51 autobus elettrici**
- 25 linee speciali e turistiche + 11 linee notturne
- 1 linea di metropolitana di lunghezza pari a 13.2 km (in corso di ampliamento)

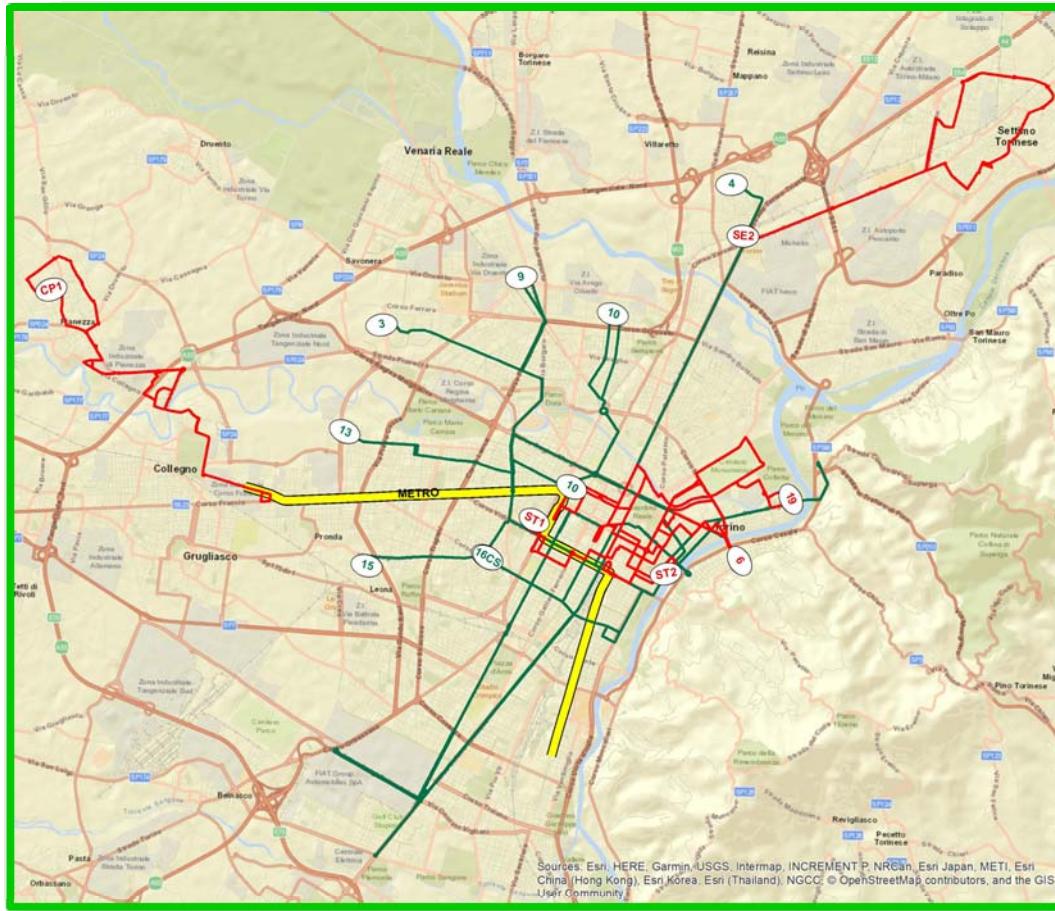
EXTRAURBANO: GTT collega **274 Comuni** in diverse province del Piemonte.

- 76 linee di autobus, 320 veicoli con più di 1.900 corse al giorno

LA TRAZIONE ELETTRICA IN GTT



Rete a zero emissioni - Area Metropolitana di Torino – linee a trazione elettrica



METRO
LINEA 1



TRAM
7 LINEE TRANVIARIE:
3,4,9,10,13,15,16



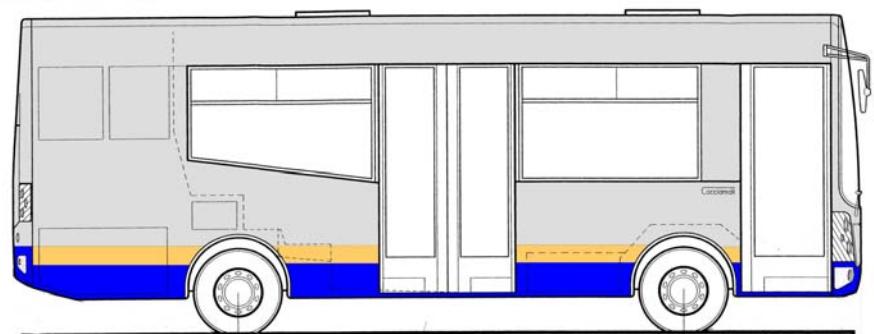
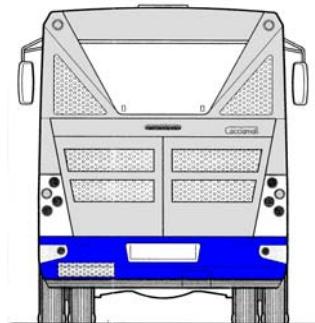
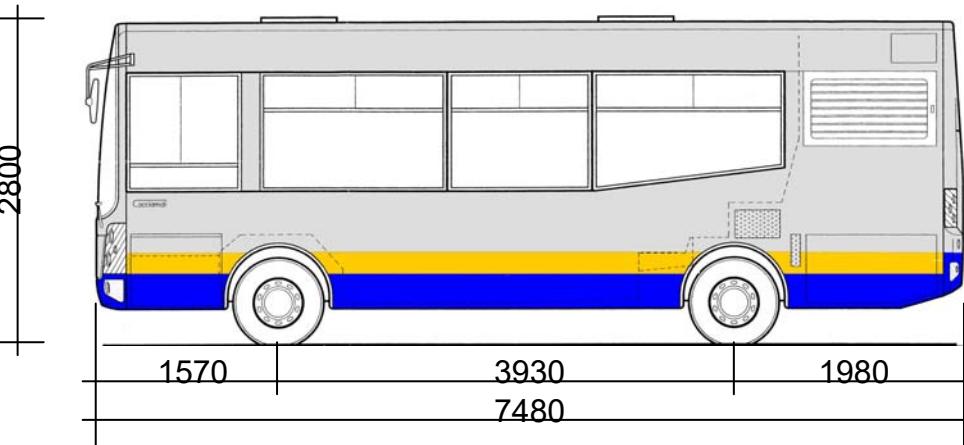
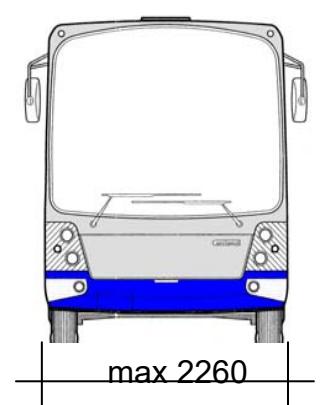
BUS ELETTRICO
7 LINEE:
ST1, ST2, 6, 19, SE1, SE2, CP1
**5 linee ulteriori con i primi
50 nuovi bus elettrici**

2002

L'AUTOBUS ELETTRICO: UNA RISPOSTA EFFICACE PER I CENTRI STORICI



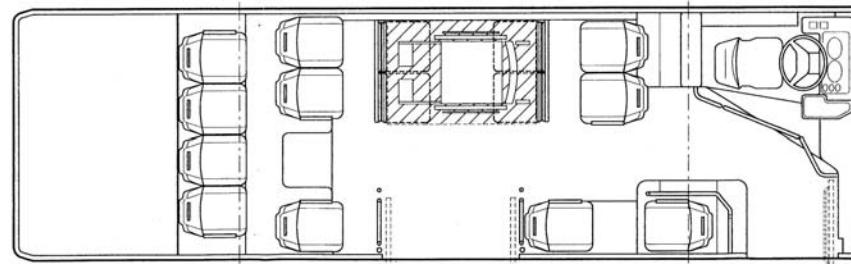
ELFO by EPT / CACCIAMALI



23 autobus

130 km al giorno

(con opportunity charging)



- Gli autobus elettrici vengono utilizzati sulla linea STAR1 a partire dal 16 giugno 2003.
- La linea STAR1, nacque per collegare 5 aree di parcheggio cittadine con il centro di Torino, al fine di aumentare l'utilizzo del trasporto pubblico nelle aree caratterizzate da alta concentrazione di traffico
- L'autonomia resa disponibile dalle batterie al piombo (nel 2015 sostituite da batterie litio) consentiva percorrenze limitate e servizi concentrati in aeree ristrette.
- Al fine di ampliare l'autonomia giornaliera furono installate stazioni di ricarica al capolinea

LA RICARICA CONDUTTIVA



22 AC 6.6 kW

O

20 AC 6.6 kW + 2 DC 40kW



RICARICA INDUTTIVA



Retrofit autobus ELFO → da Piombo Gel a Litio

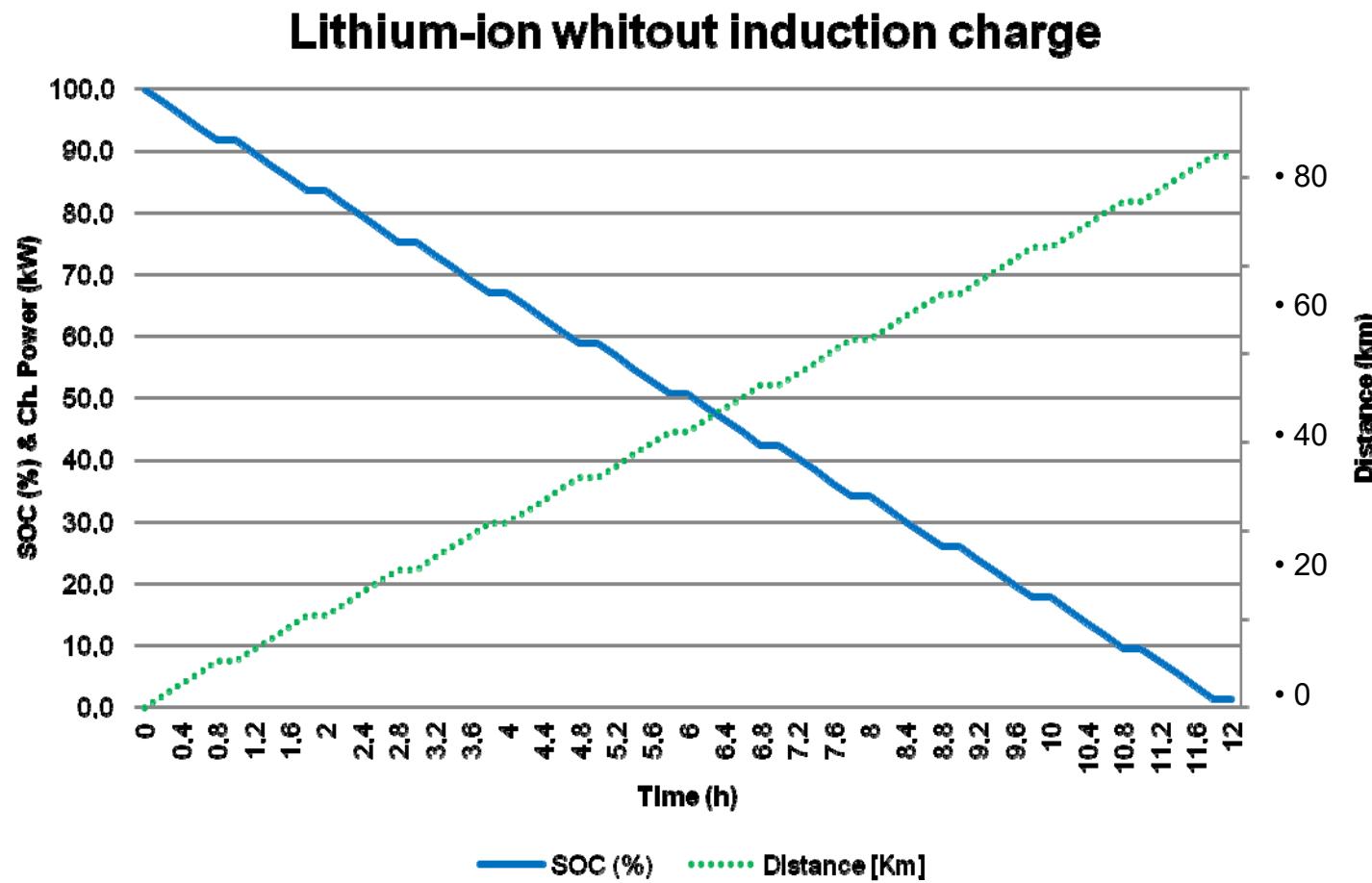
- aumento autonomia veicolo _ 80 km
- riduzione dei consumi _ -30%
- incremento recupero energia da frenatura elettrica

Flotta completamente ricondizionata:

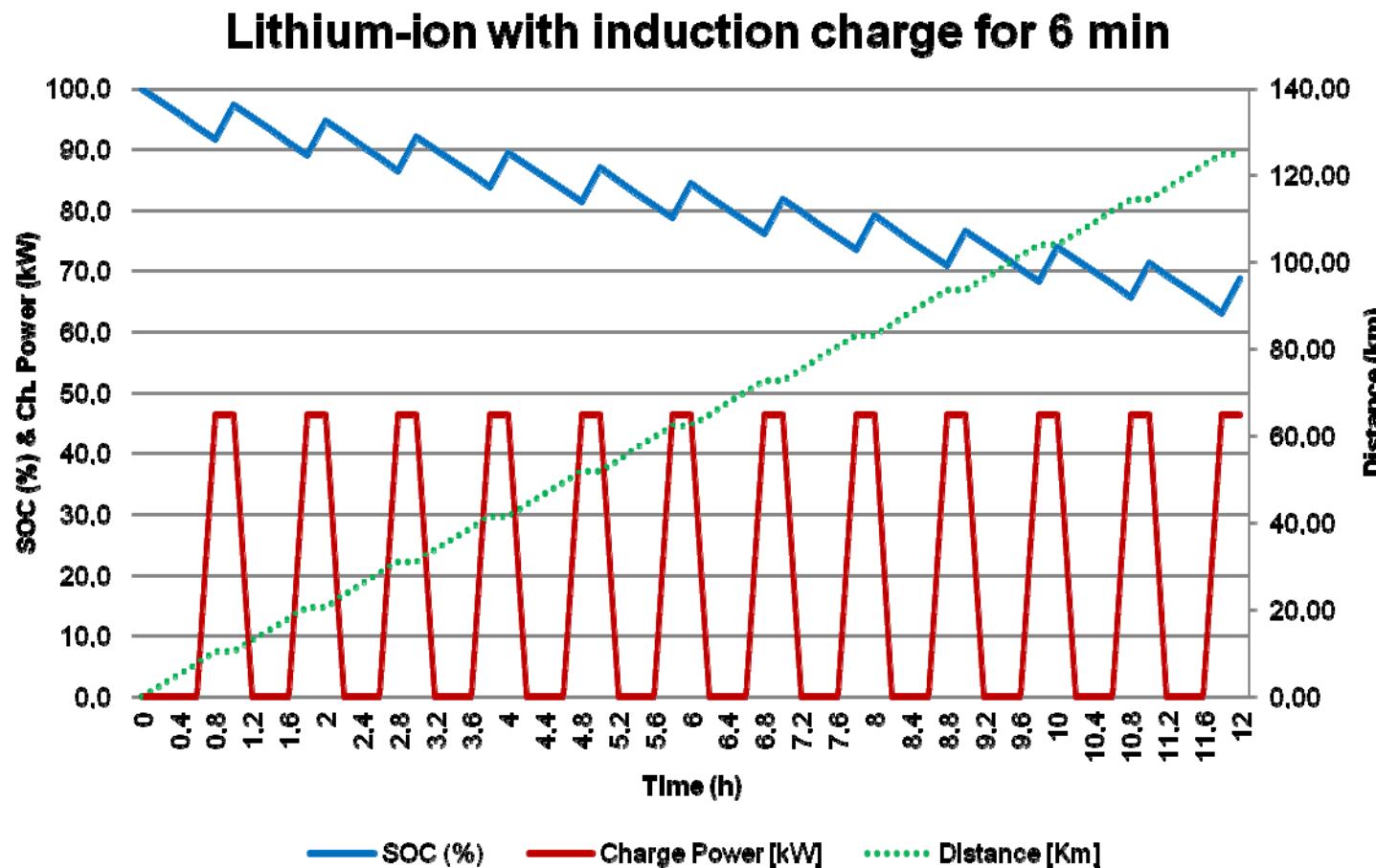
- Riduzione impegno totale veicoli
- Possibilità di utilizzo della stazione di ricarica per partenza nuove linee
- Utilizzo dei veicoli per servizi speciali, navette, ecc.

L'attività, finanziata con fondi GTT , Città di Torino e Ministero dell'Ambiente, è stata sviluppata nel corso del 2015.

Autonomia con singola carica



Autonomia con Biberonaggio



2016 : L'avvio della campagna di elettrificazione

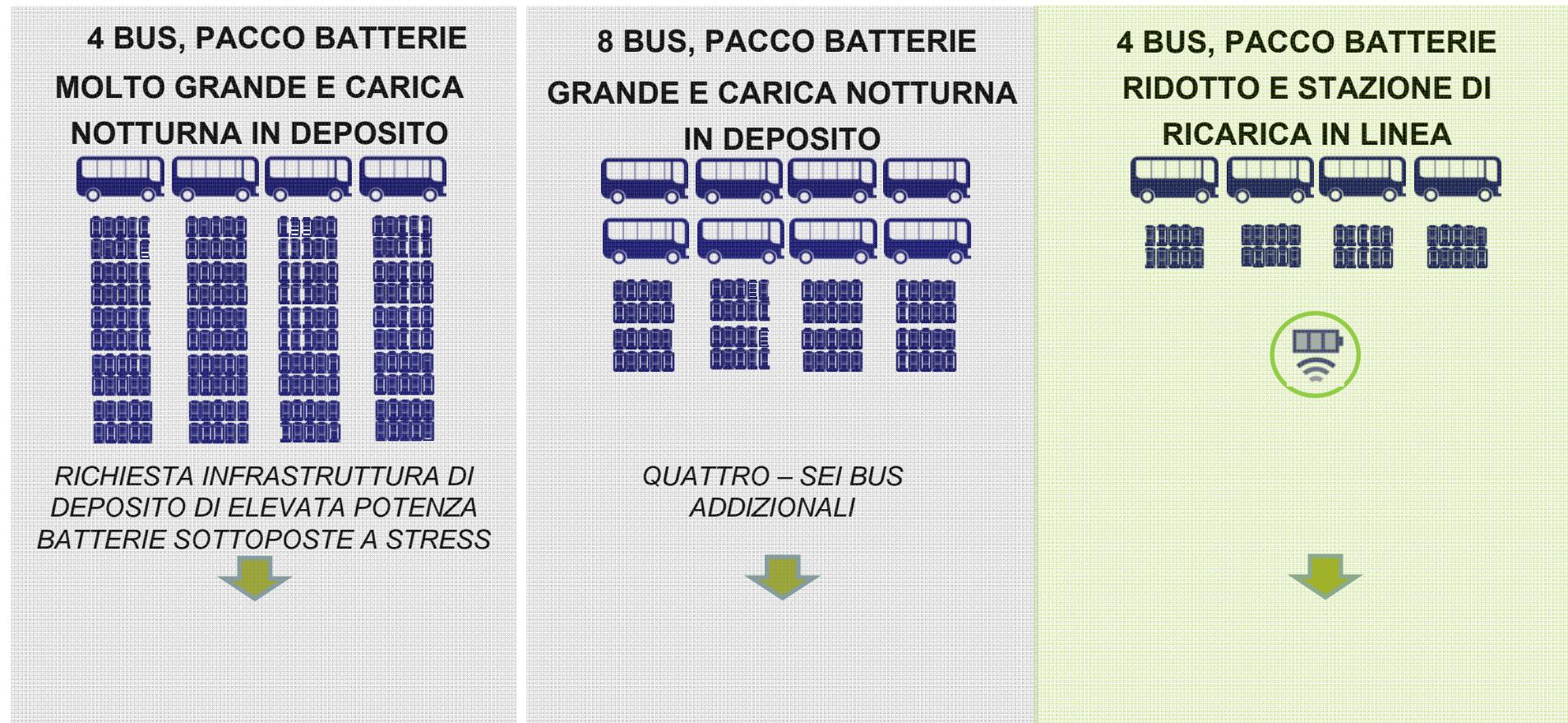
più che un veicolo... si acquista un **sistema**



IOCHESCO.it



Diverse soluzioni tecnologiche per lo stesso sistema



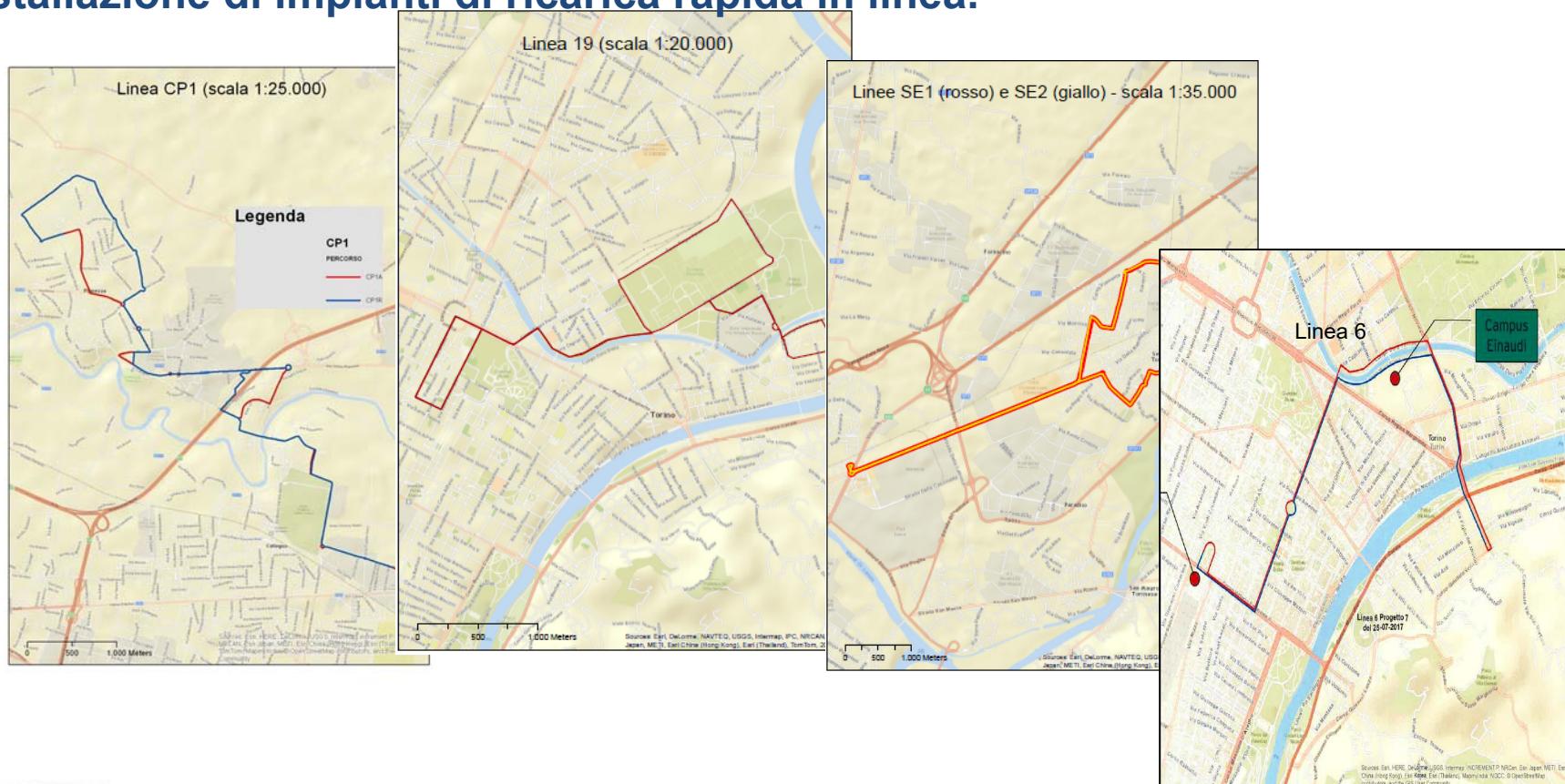
ALTA FLESSIBILITÀ
PACCO BATTERIE COSTOSO
PESO ELEVATO
MINORE CAPACITÀ PASSEGGERI

MEDIA FLESSIBILITÀ
MOLTO COSTOSO
PESO RIDOTTO

BASSISSIMA FLESSIBILITÀ
COSTI BUS INFERIORI
ELEVATI COSTI INFRASTRUTTURA
MAGGIORE CAPACITÀ PASSEGGERI

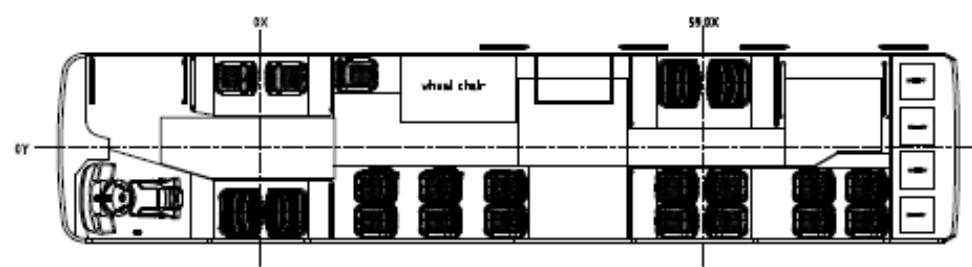
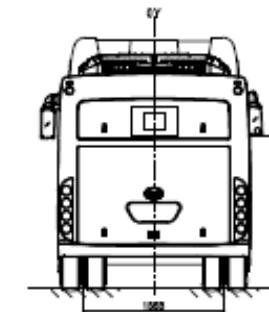
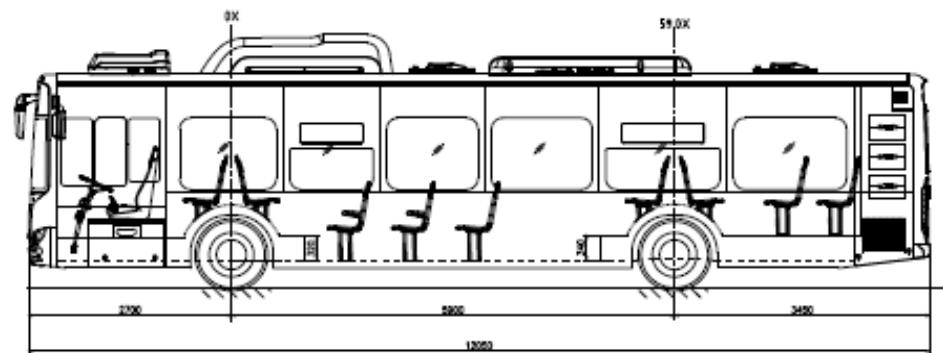
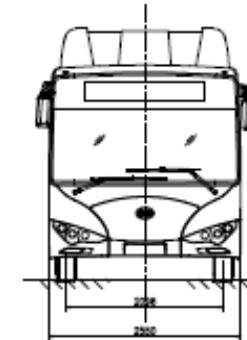
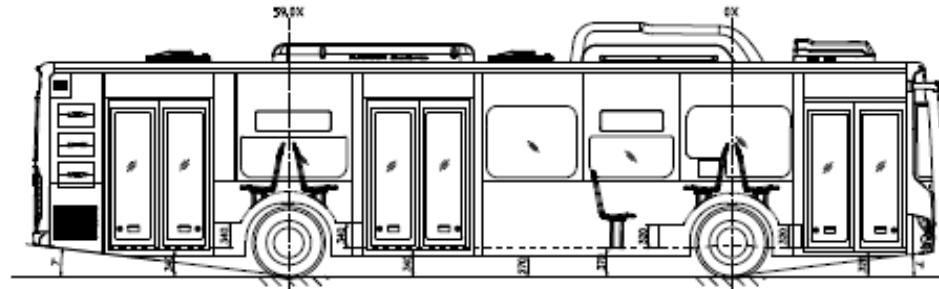
La prima flotta elettrica GTT di nuova generazione

La fornitura è costituita da 20 autobus BYD a trazione completamente elettrica. BYD ha offerto un veicolo con autonomia senza ricarica superiore a quella minima richiesta in gara e prestazioni sufficienti, in base ai profili di missione e alle caratteristiche di esercizio, a garantire il servizio giornaliero previsto senza l'installazione di impianti di ricarica rapida in linea.



2017 viene acquistata la prima flotta di autobus elettrici 12 m





NUMERO DI PASSEGGERI

	seduti	21	21
	in piedi	55	62
	carrozzella	1	-
	totali	77	83

BYD K9 - CARATTERISTICHE TECNICHE

- Lunghezza 12 metri – Larghezza 2,55 metri – Altezza 3,36 metri
- Pianale integralmente ribassato
- Postazione per carrozzeria con accesso tramite rampa manuale a ribalta
- Capienza: 77 passeggeri di cui 21 seduti più un posto per le carrozze oppure 83 passeggeri di cui 21 seduti
- Consumo ciclo SORT1 (ciclo standard UITP per il rilievo dei consumi): 104 kWh ogni 100 chilometri
- Batterie: litio ferro fosfato installate sul tetto e nel vano posteriore
- Energia totale batterie: 324 kWh (190s2p)
- Caricabatterie di bordo: 40 / 80 kW 400 Vac (alimentazione da rete in corrente alternata)
- Ponte motorizzato con motori inseriti sulle ruote posteriori
- Motore di tipo brushless sincrono a magneti permanenti: potenza totale 180 kW (2X90 kW), coppia 350 Nm per ciascun motore
- Velocità max: 70 km/h
- Porte passeggeri: di tipo pneumatico, porta anteriore rototraslante, porta centrale e posteriore sliding



Impianto Tortona e Gerbido

- Impianto Tortona: realizzate n°16 stazioni di ricarica con capacità 80 kWh (ad integrazione delle 22 postazioni già esistenti da 6,6 kWh dedicate al veicolo tipo "ELFO");
- Impianto Gerbido: n° 12 stazioni di ricarica con capacità di 80 kWh (destinate ai veicoli tipo BYD K9UB e KR107).

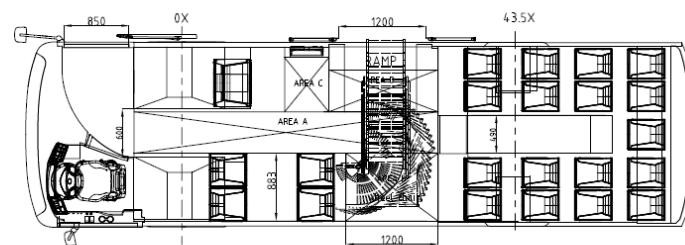
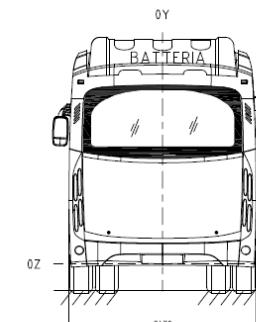
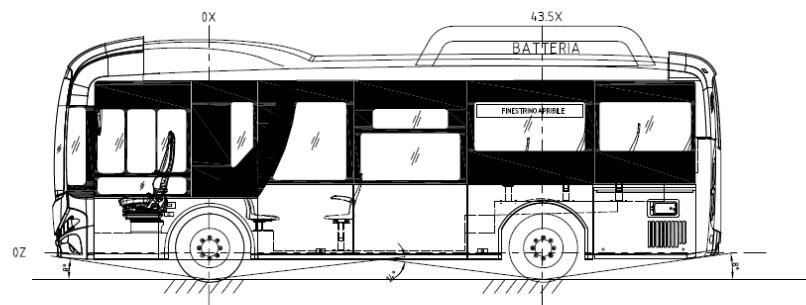
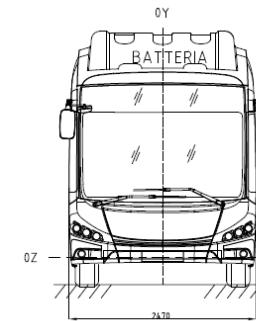
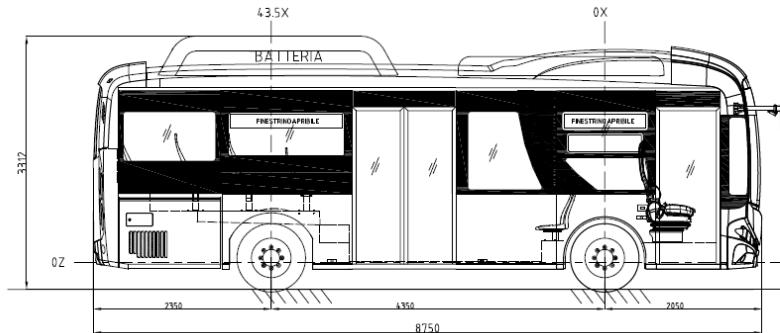


BYD K7

BYD K7



BYD K7



NUMERO DI PASSEGGERI

	21	21
seduti	21	21
in piedi	28	36
carrozzella	1	-
totali	50	57

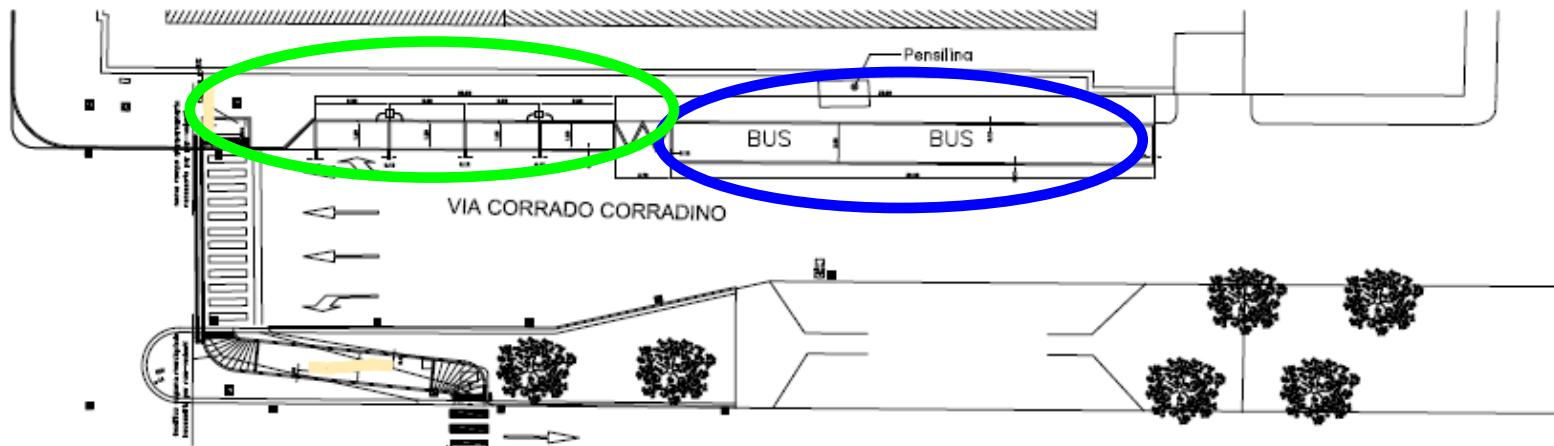
BYD K7 - CARATTERISTICHE TECNICHE

- Lunghezza 8,70 metri – Larghezza 2,47 metri – Altezza 3,40 metri
- Pianale ribassato nelle zone di accesso
- Postazione per carrozzeria con accesso tramite rampa manuale a ribalta
- Capienza: 50 passeggeri di cui 22 seduti più un posto per le carrozze oppure 58 passeggeri di cui 22 seduti
- Consumo ciclo SORT1 (ciclo standard UITP per il rilievo dei consumi): 67 kWh ogni 100 chilometri
- Batterie: litio ferro fosfato installate sul tetto
- Energia totale batterie: 165 kWh (192s1p con climatizzazione per regolazione temperatura)
- Caricabatterie di bordo: 40 / 80 kW 400 Vac (alimentazione da rete in corrente alternata)
- Ponte motorizzato con motori inseriti sulle ruote posteriori
- Motore di tipo brushless sincrono a magneti permanenti: potenza totale 180 kW (2X90 kW), coppia 350 Nm per ciascun motore
- Velocità max: 70 km/h
- Porte passeggeri: di tipo elettrico, porte anteriore e centrale sliding

Il contributo alla diffusione della tecnologia elettrica

Ricarica auto private

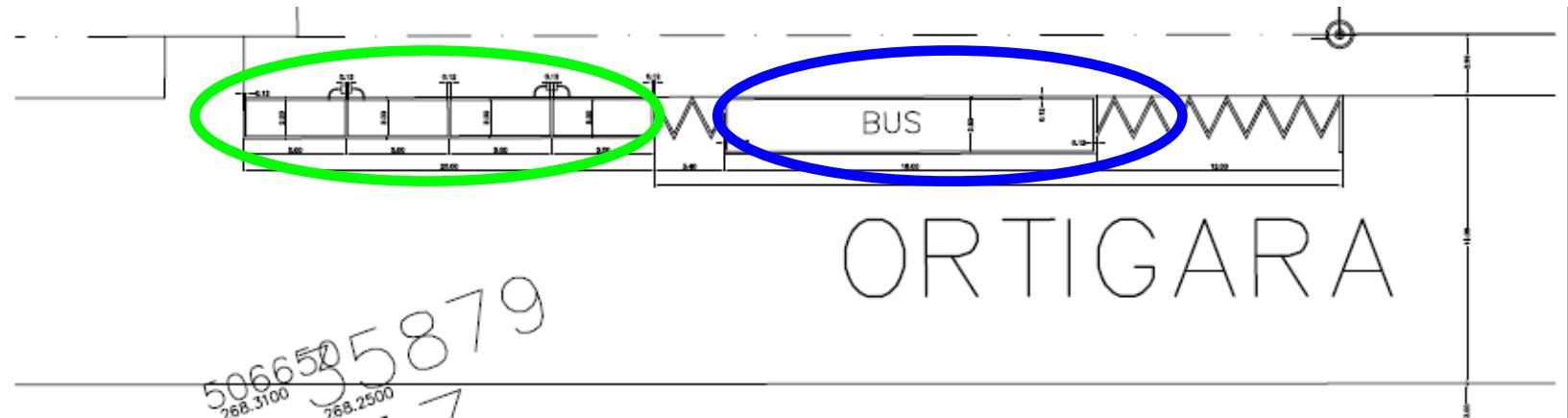
Ricarica autobus BYD



Il contributo alla diffusione della tecnologia elettrica

Ricarica auto private

Ricarica autobus BYD





**23 autobus elettrici EPT Cacciamali
“ELFO”**

8 autobus elettrici BYD K7



20 autobus elettrici BYD K9





Impianto Gerbido Fotovoltaico

- 1 MWh in funzione dal 2013
- 25% dell'energia è autoprodotta
- 100% dell'energia utilizzata è proveniente da fonti rinnovabili



I CONSUMI E LE PRESTAZIONI

Autobus ELFO

Consumo a ciclo urbano

70 KWh/100km

Autobus BYD K9

Consumo ciclo SORT1

104 kWh/100km

Autobus BYD K7

Consumo ciclo SORT1

64 kWh/100km.

Il confronto

Consumo di un autobus a gasolio

0.49 l/km = 490 KWh/ 100 km.

(potere calorifico gasolio : 10 KWh/l)

I benefici ambientali

BUS ELETTRICI - BYD K7 8,7M		
PERIODO CONSIDERATO:	DALL'IMMISSIONE IN SERVIZIO AL 31/03/2021	
	BUS IN SERVIZIO	8
	KM PERCORSI DALL'IMMISSIONE IN SERVIZIO	1.009.728
	IMPATTO SULL'AMBIENTE (RISPETTO BUS EEV)	RISPARMIO CO2 (*) [t]
		PM10 [kg] 83
		NOx [kg] 8.467
	RIDUZIONE EMISSIONE ACUSTICA [dBA] rispetto bus 12m gasolio	9
	CONSUMO [KWh/km]	0,9
	RISPARMIO GASOLIO [l] rispetto bus 12m gasolio	504.864

(*) fattori tenuti in considerazione per il calcolo del risparmio di CO2:
 - quantità di CO2 prodotta da un mezzo gasolio tipo EEV a parità di percorrenza chilometrica;

I benefici ambientali

PERIODO CONSIDERATO:	DALL'IMMISSIONE IN SERVIZIO AL 31/03/2021	
	BUS IN SERVIZIO	20
	KM PERCORSI DALL'IMMISSIONE IN SERVIZIO	3.497.661
	RISPARMIO CO2 (*) [t]	4.419
	PM10 [kg]	289
	NOx [kg]	29.328
	RIDUZIONE EMISSIONE ACUSTICA [dBA] rispetto bus 12m gasolio	9
	CONSUMO [KWh/km]	1,16
	RISPARMIO GASOLIO [l] rispetto bus 12m gasolio	1.748.831

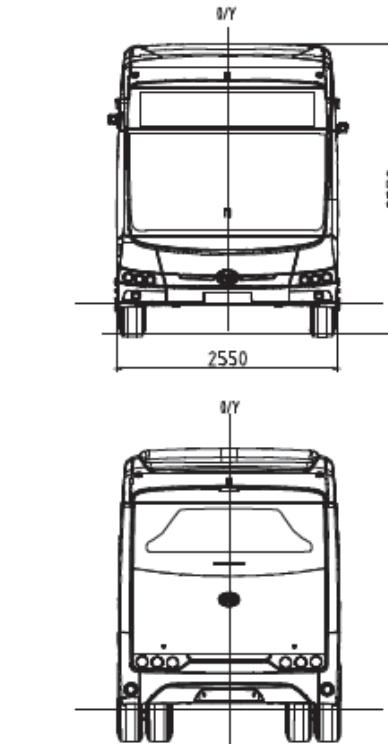
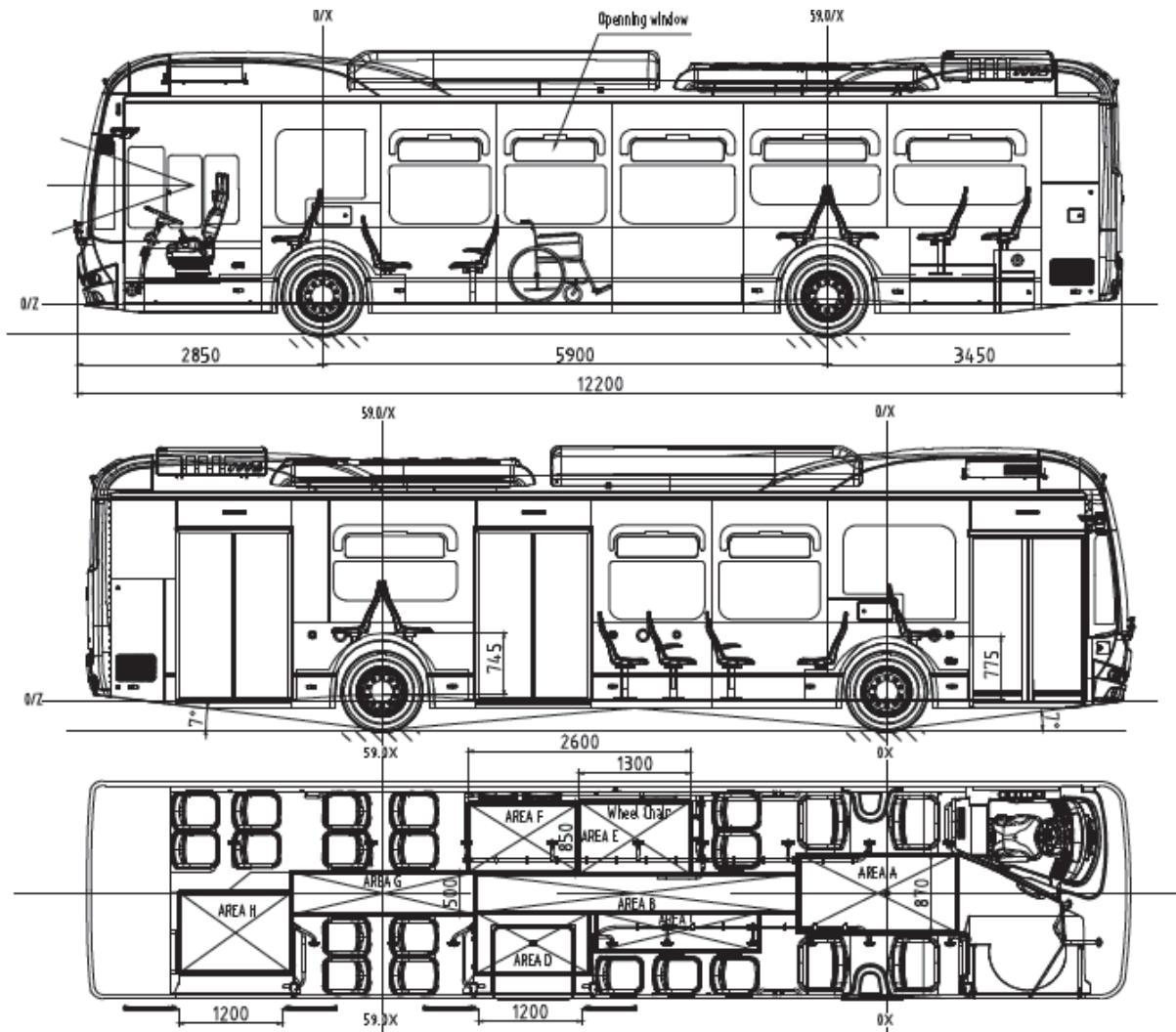
(*) fattori tenuti in considerazione per il calcolo del risparmio di CO2:
 - quantità di CO2 prodotta da un mezzo gasolio tipo EEV a parità di percorrenza chilometrica;
 - quantità di CO2 generata per la produzione dell'energia impiegata dai bus elettrici

Il prossimo futuro



BYD K9 UB

BYD K9 UB



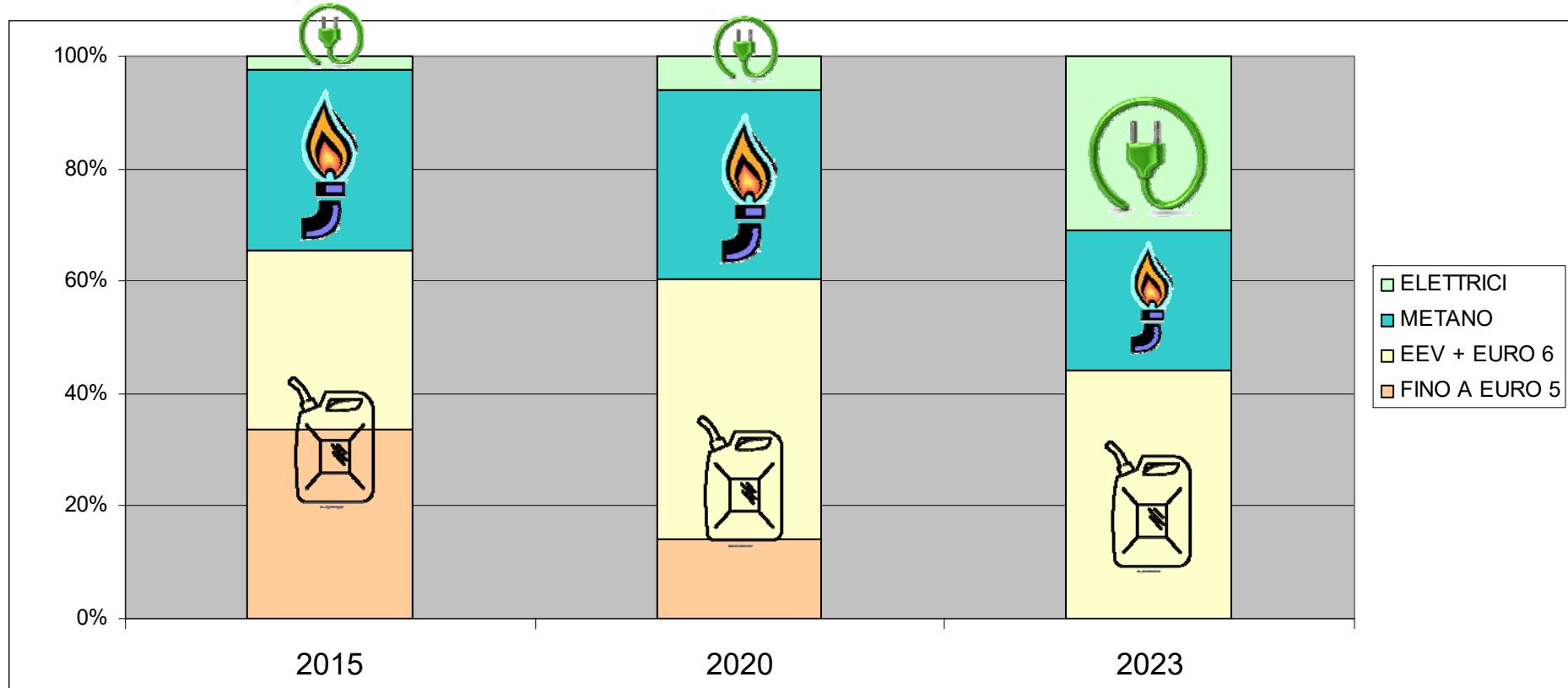
NUMERO DI PASSEGGERI

	21	21
seduti	21	21
in piedi	54	55
carrozzella	1	-
totali	76	76

BYD K9 UB - CARATTERISTICHE TECNICHE

- Lunghezza 12,2 metri – Larghezza 2,55 metri – Altezza 3,37 metri
- Pianale integralmente ribassato
- Postazione per carrozzeria con accesso tramite rampa manuale a ribalta
- Capienza: 76 passeggeri di cui 21 seduti più un posto per le carrozze
- Consumo ciclo SORT1 (ciclo standard UITP per il rilievo dei consumi): 91 kWh ogni 100 chilometri
- Batterie: litio ferro fosfato installate sul tetto e nel vano posteriore
- Energia totale batterie: 348 kWh (160s2p con climatizzazione per regolazione temperatura)
- Caricabatterie (colonnina a terra): 120 kW 300-1000 Vdc (alimentazione da rete in corrente alternata 400 Vac) con due prese CCS COMBO2.
- Ponte motorizzato con motori inseriti sulle ruote posteriori
- Motore di tipo brushless sincrono a magneti permanenti: potenza totale 250 kW (2x125 kW), coppia 550 Nm per ciascun motore
- Velocità max: 70 km/h
- Porte passeggeri: di tipo elettrico, porta anteriore rototraslante, porta centrale e posteriore sliding

Evoluzione flotta autobus



ELETTRICO

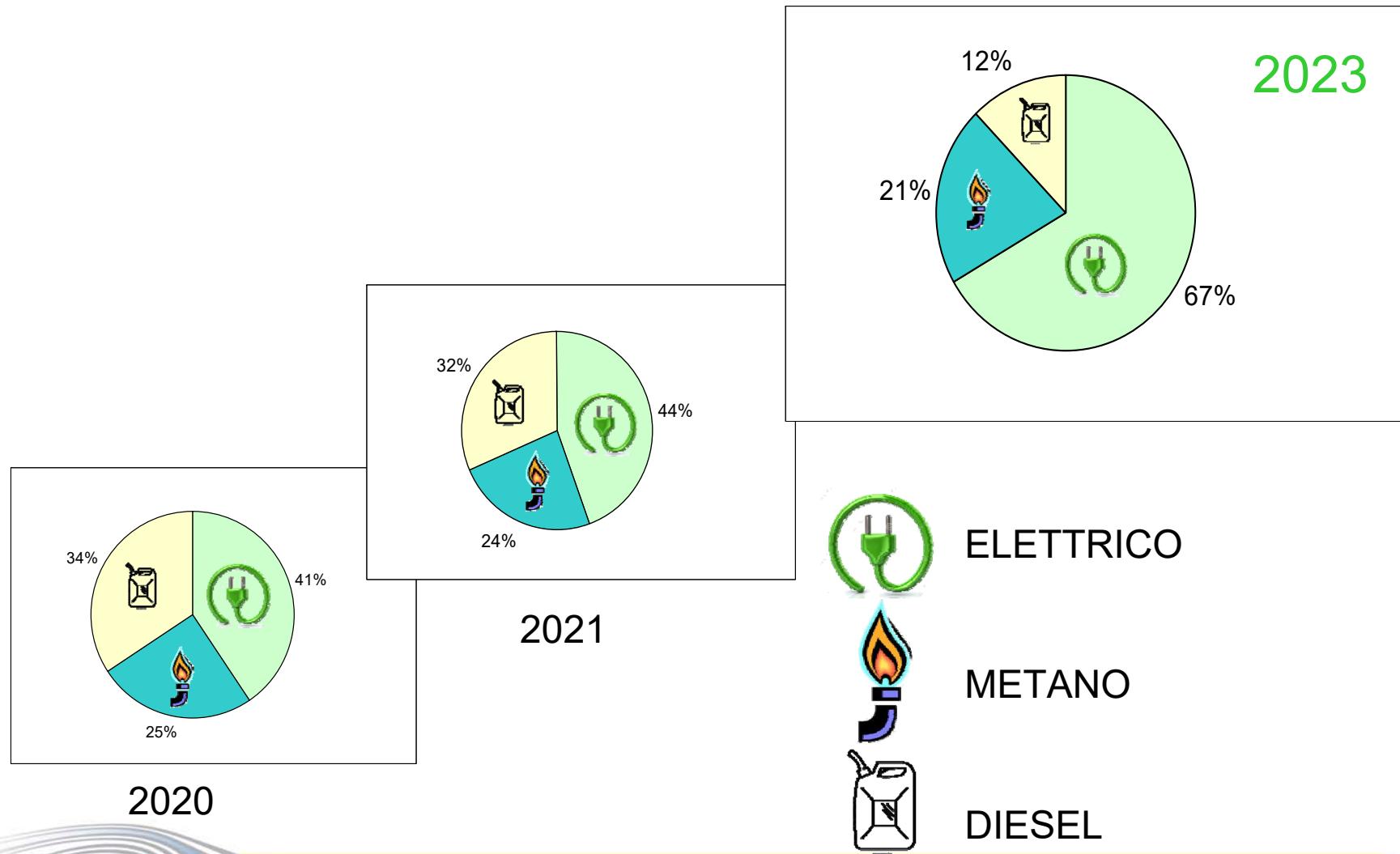


METANO

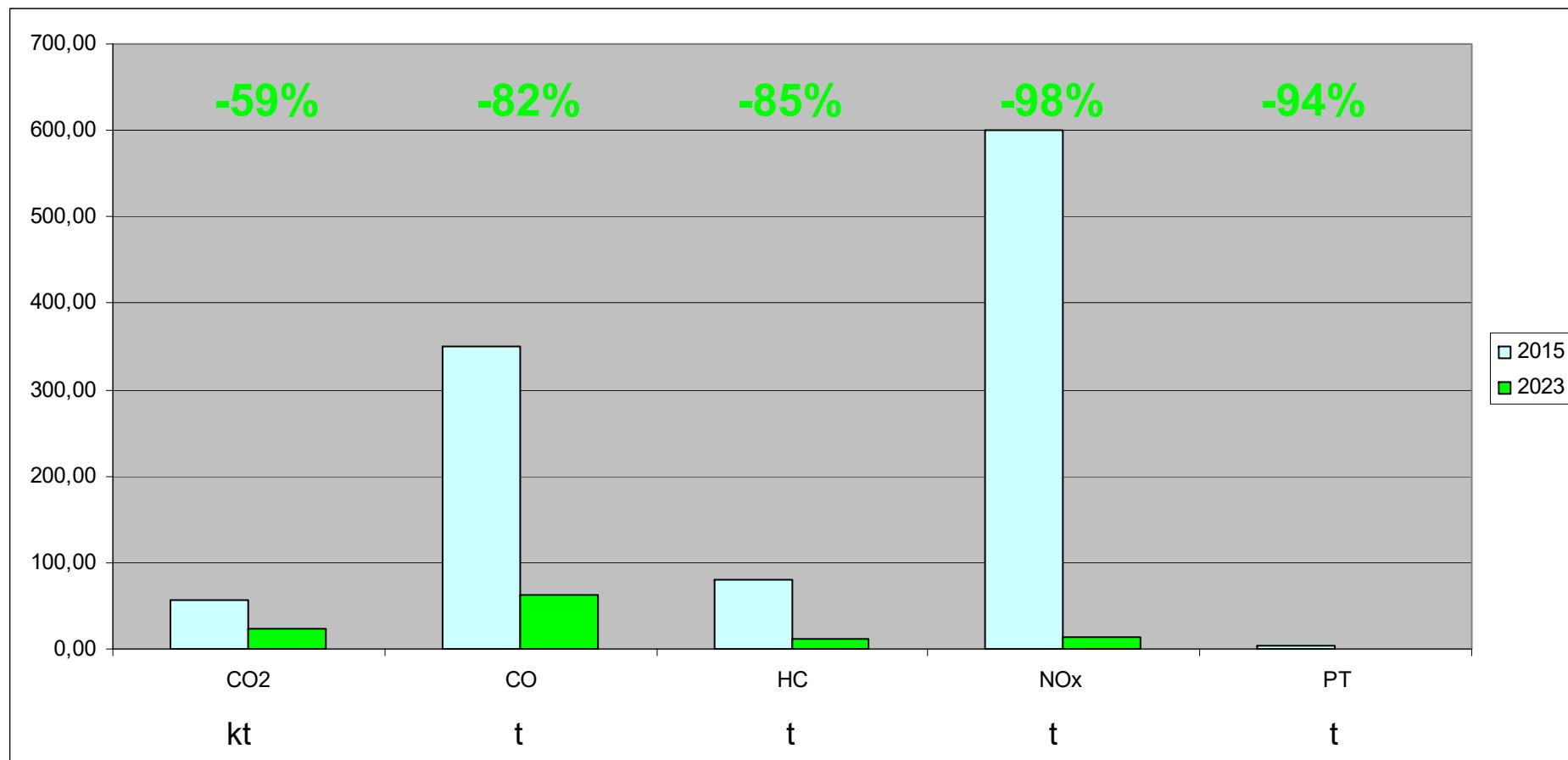


DIESEL

PRODUZIONE KM PER TIPOLOGIA DI ALIMENTAZIONE



I benefici ambientali





*Grazie per la cortese
attenzione*

Marco ZANINI
Ingegneria di Manutenzione
Gruppo Torinese Trasporti

