

**Deliverable 1.1.2**  
**Report on new fuelled buses realization and testing**

**Realizzazione e messa in servizio autobus ibridi innovativi**

**Giugno 2012**

# 1 Premessa

---

L'azienda di trasporto di Bologna, prima ATC spa ora TPER spa, già da anni opera per ridurre l'impatto sull'ambiente del trasporto pubblico introducendo nella sua flotta solo autobus a basso impatto ambientale e con caratteristiche innovative.

A partire dal 2002 sono stati acquistati autobus a metano che ora sono 206 (oltre il 15% della flotta TPER), sono state filoviarizzate le linee 13, 32 e 33, sono stati messi in servizio bus elettrici ed ibridi, sono stati dotati di filtri antiparticolato i veicoli diesel.

In questo contesto si inserisce l'attività del progetto Mimosa per lo studio la realizzazione di bus innovativi a basso impatto ambientale.

Lo studio effettuato ha analizzato tutte le principali tecnologie al momento disponibili sia dal punto di vista tecnico che economico.

La tecnologia migliore dal punto di vista delle caratteristiche tecniche e dei costi di realizzazione ed operativi è risultata essere la tecnologia dei veicoli ibridi.

Questo documento descrive gli autobus ibridi sviluppati e messi in servizio nell'area urbana di Bologna a partire dal mese di aprile 2012.

## 2 Caratteristiche generali del veicolo

---

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche salienti dei due nuovi veicoli Ibridi:

**Marca Veicolo :** VAN HOOL

**Tipo:** A330 Hyb

**Lunghezza:** 11,995 metri

**Larghezza:** 2,55 metri

**Numero porte:** 3 di tipo elettriche roto traslanti interne ( marca Van Hool)

**N°1 pedana TH** di tipo Manuale a ribaltamento (sulla porta centrale)

**Posti a sedere:** 24

**Posti carrozzella:** 1

**Posti in piedi:** 56

**Posti di servizio:** 1

**Totale posti** 82

- Sono presenti n. 4 posti per passeggeri a ridotta capacità motoria, deambulanti.
- E' presente un posto TH.
- Nella zona di alloggiamento della carrozzella TH è stata ricavata una zona di alloggiamento per un passeggino.
- Il veicolo è equipaggiato di un impianto di condizionamento/ riscaldamento SUTRAK suddiviso in due zone, passeggeri e conducente.
- Il veicolo è munito di un impianto di telecamere per le due porte, centrale e posteriore.
- Retromarcia video assistita
- Sospensioni pneumatiche a controllo elettronico
- Impianto elettrico di tipo CAN BUS con possibilità di diagnosi a bordo direttamente dal display del cruscotto autista
- Sistema estinguente di bordo di tipo Amerex
- Sistema di Telecontrollo di nuova generazione



Fig. 1 – il bus ibrido VAN HOOL A330 Hyb

### 3 Caratteristiche innovative

---

La soluzione tecnologica per il sistema di trazione ibrida con il quale è stato equipaggiato questo modello, new A330 Hyb, è altamente innovativa.

Questo veicolo, a differenza degli altri veicoli ibridi in precedenza disponibili sul mercato, è sprovvisto di batterie per l'accumulo di energia elettrica.

Questa caratteristica oltre a garantire una permanenza in servizio non dipendente dall'autonomia dello stato di carica delle batterie, contribuisce anche ad un contenimento dei costi di manutenzione. Ciò inoltre rende anche più versatile l'eventuale scelta di impiego anche presso quegli impianti di manutenzione dell'azienda che ad oggi sono ancora sprovvisti di una rete elettrica di ricarica dedicata.

Il veicolo è equipaggiato con un generatore elettrico SIEMENS (1FV5168) azionato dal motore Diesel.

L'energia generata viene accumulata dai **supercapacitori** e restituita nelle fasi di accelerazione attraverso il motore elettrico di trazione (SIEMENS 1PV5138 – 4WS24) in aiuto al motore endotermico con lo scopo di ridurre i consumi e migliorare le performance.

Nella fase di frenatura o decelerazione l'energia prodotta dal generatore viene indirizzata ai supercapacitori per essere accumulata.

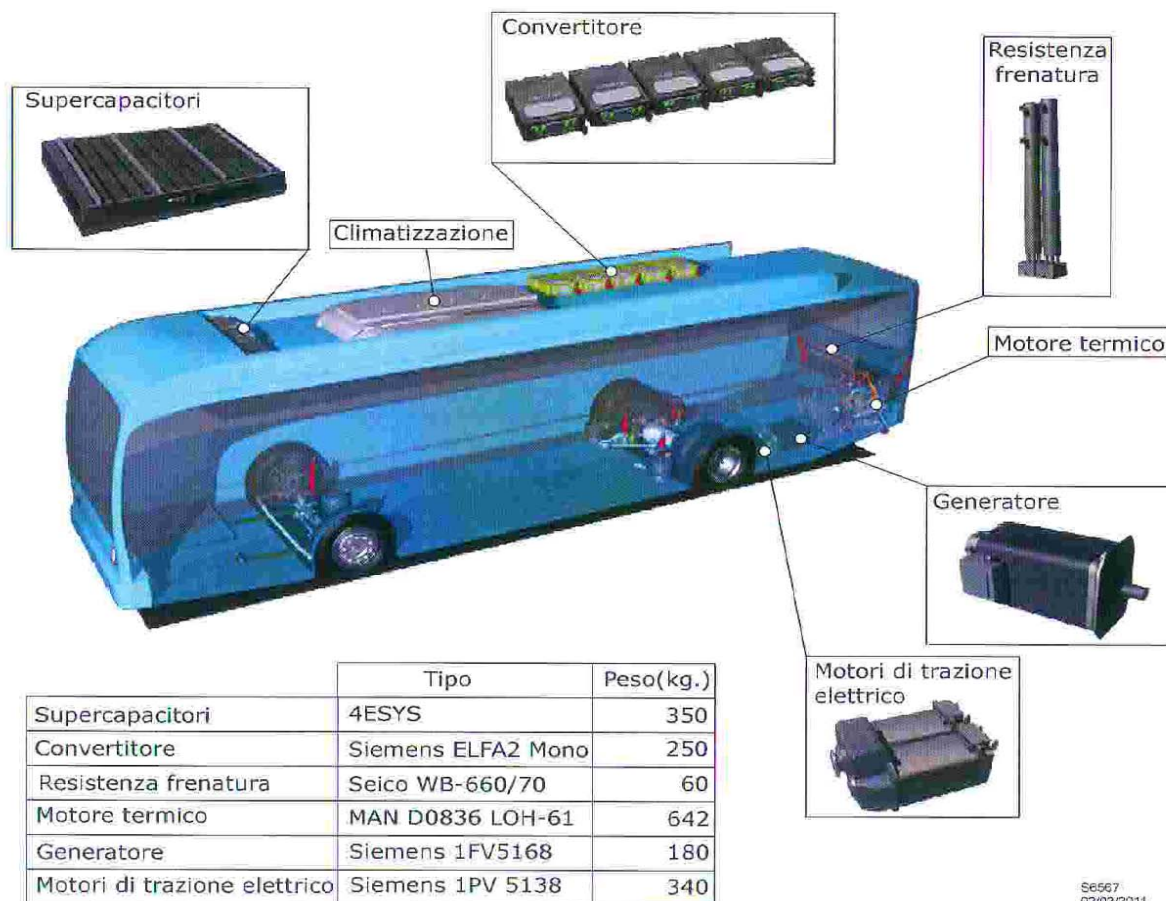
Il supercapacitore è una specie di grande condensatore il quale ha la caratteristica di accumulare e restituire grandi quantità di energia elettrica in tempi molto brevi.

La frenatura del veicolo viene gestita a due livelli attraverso un controllo elettronico.

In una prima fase entra in funzione una frenatura elettrica per mezzo di un rallentatore elettrico. L'energia impiegata in questa fase viene prodotta dal motore elettrico di trazione, il quale durante la fase di frenatura si trasforma da motore di trazione a generatore.

Nella seconda fase invece interviene la frenatura pneumatica tradizionale.

L'elettronica del sistema di trazione viene gestita dal convertitore tipo: SIEMENS ELFA2 M

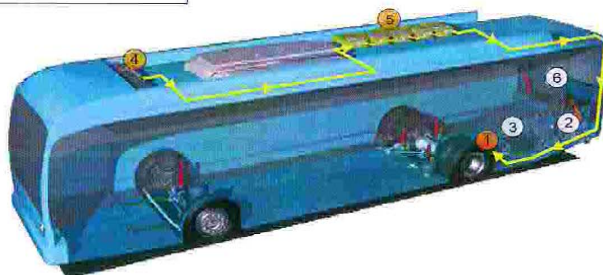


**Fig. 2 - disposizione dei componenti di trazione sul veicolo**

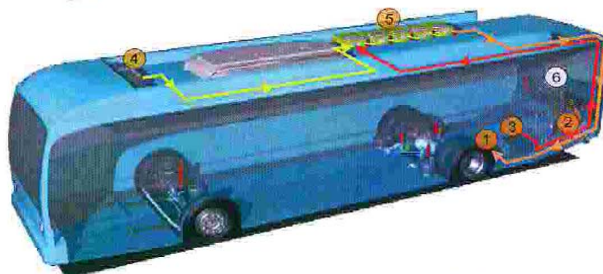
**Flusso dell'energia nelle varie fasi del ciclo di servizio**

- ① Motori di trazione elettrico ② Motore termico ③ Generatore  
④ Supercapacitori ⑤ Convertitore ⑥ Resistenza frenatura

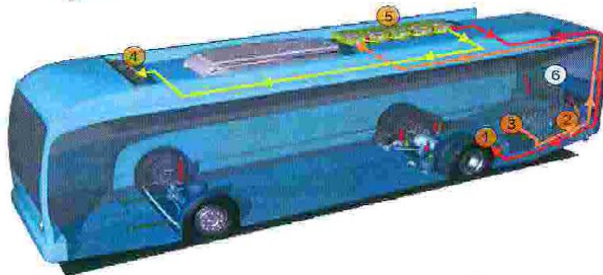
Il veicolo ibrido accelera alla potenza dell'energia delle batterie (supercapacitori)



Il veicolo ibrido accelera alla potenza del motore termico e dell'energia delle batterie (supercapacitori)



Il veicolo ibrido va con l'energia del motore diesel - generatore in funzione dell'energia accumulata nei supercapacitori il motore termico- generatore ricarica i supercapacitori



Il veicolo ibrido frena. Tutta l'energia cinetica viene recuperata e immagazzinata nei supercapacitori. Raramente l'energia verrà dissipata nelle resistenze.



90668  
05/02/2011

ATC Bologna - fornitura di Autobus Urbani 12 metri - febbraio 2011

VAN HOOL N.V./S.A.  
Bernard Verbekestraat 56  
B - 2500 LEEUWENINGSHOIKT  
RPR MECHELEN BTW BE 0404.060.032

**Fig. 3 – flussi dell'energia nelle varie fasi del ciclo di servizio**

L'omologazione colloca questo veicolo nella fascia degli ecocompatibili con una classe di emissione EEV, quindi superiore all'ero 4, rispettando la Direttiva 2005/55/CE

**Valori allo scarico in gr/kWh:**

**CO**=0,022

**HC**=0,0105

**NOx**=1,6695

**PT**=0,055

**Specifiche del motore:**

Motore endotermico: 4 tempi diesel ad installazione verticale, sovralimentato.

Tipo: MAN D0836 LOH – 61

Cilindrata: 6,871 lt

Potenze: 184 kW (250 CV)

Coppia 1000Nm a 1200-1750 giri

Serbatoio da 200 litri

Autonomia 650 km circa

**Scarico:** Trattamento delle emissioni con sistema CRT. Il veicolo è equipaggiato con sistema di abbattimento emissioni CRT-SMF (filtro di metallo sintetizzato)

- Costruttore: HJS-DES
- Modello: CRT 61 CSMF

**Impianto frenante:** Il veicolo è dotato di freni a disco auto ventilati su tutti gli assi.

**Consumi:** Le prime misurazioni effettuate in servizio hanno evidenziato che i nuovi autobus ibridi percorrono una media di 2,5 km/l con aria condizionata integrale in funzione.



# 4 Panoramica del veicolo

## Esterni



## Interni



## Posto TH



## Cruscotto



## Accesso box Autista



## 5 Test degli autobus in servizio

A partire da Aprile 2012 i due veicoli ibridi sono in servizio sull'area urbana di Bologna.

Dal lunedì a venerdì i veicoli coprono diverse linee urbane anche per testare le prestazioni su differenti percorsi che interessano sia il centro storico che la prima periferia.

Il sabato e la domenica i due bus circolano sulla linea "T", una nuova linea di collegamento tra il parcheggio Sant'Orsola e le Due Torri, in servizio sul percorso circolare Piazza di porta Ravegnana - Strada Maggiore - via Mazzini - via Pelagio Palagi - via Massarenti - via S.Vitale - piazza di porta Ravegnana.

Questa linea è nata con i "T-days": a partire dal 12 maggio 2012, ogni week end dalle 8 di sabato alle 22 di domenica e tutti i giorni festivi nella zona T cioè le vie Rizzoli, Indipendenza ed Ugo Bassi la circolazione è consentita solo a pedoni e biciclette.



Percorso della linea T

S27A SABATO LUGLIO 2012	
<b>Tab. N° 2523<sup>38</sup></b>	<b>FERR</b>
Dep.aaort.: FERR	Tipo Bus: LUIB
<b>Presenza: 06:38</b>	<b>Conseona: 21:40</b>
Totale Ore: 14:52	Km: 156,536 In linea: 148,536
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
16:36 P. DI PT. RAVEGNANA	19:00 P. DI PT. RAVEGNANA
16:42 PORTA MAZZINI	19:06 PORTA MAZZINI
16:47 OSP.MALPIGHI	19:11 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
16:49 OSP.MALPIGHI	19:13 OSP.MALPIGHI
16:56 PORTA S.VITALE	19:20 PORTA S.VITALE
17:00 P. DI PT. RAVEGNANA	19:24 P. DI PT. RAVEGNANA
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
17:00 P. DI PT. RAVEGNANA	19:24 P. DI PT. RAVEGNANA
17:06 PORTA MAZZINI	19:30 PORTA MAZZINI
17:11 OSP.MALPIGHI	19:35 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
17:13 OSP.MALPIGHI	19:37 OSP.MALPIGHI
17:20 PORTA S.VITALE	19:44 PORTA S.VITALE
17:24 P. DI PT. RAVEGNANA	19:48 P. DI PT. RAVEGNANA
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
17:24 P. DI PT. RAVEGNANA	19:48 P. DI PT. RAVEGNANA
17:30 PORTA MAZZINI	19:54 PORTA MAZZINI
17:35 OSP.MALPIGHI	19:59 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
17:37 OSP.MALPIGHI	20:01 OSP.MALPIGHI
17:44 PORTA S.VITALE	20:08 PORTA S.VITALE
17:48 P. DI PT. RAVEGNANA	20:12 P. DI PT. RAVEGNANA
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
17:48 P. DI PT. RAVEGNANA	20:12 P. DI PT. RAVEGNANA
17:54 PORTA MAZZINI	20:18 PORTA MAZZINI
17:59 OSP.MALPIGHI	20:23 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
18:01 OSP.MALPIGHI	20:25 OSP.MALPIGHI
18:08 PORTA S.VITALE	20:32 PORTA S.VITALE
18:12 P. DI PT. RAVEGNANA	20:36 P. DI PT. RAVEGNANA
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
18:12 P. DI PT. RAVEGNANA	20:36 P. DI PT. RAVEGNANA
18:18 PORTA MAZZINI	20:42 PORTA MAZZINI
18:23 OSP.MALPIGHI	20:47 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
18:25 OSP.MALPIGHI	20:49 OSP.MALPIGHI
18:32 PORTA S.VITALE	20:56 PORTA S.VITALE
18:36 P. DI PT. RAVEGNANA	21:00 P. DI PT. RAVEGNANA
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
18:36 P. DI PT. RAVEGNANA	21:00 P. DI PT. RAVEGNANA
18:42 PORTA MAZZINI	21:06 PORTA MAZZINI
18:47 OSP.MALPIGHI	21:10 OSP.MALPIGHI
<b>T</b> Cod.destin.: 994	<b>T</b> Cod.destin.: 994
18:49 OSP.MALPIGHI	21:11 OSP.MALPIGHI
18:56 PORTA S.VITALE	21:18 PORTA S.VITALE
19:00 P. DI PT. RAVEGNANA	21:22 P. DI PT. RAVEGNANA
	Rientro per: (cod. 75) Strada Maggiore, Mazzini, Palagi, Libia.

03/07/2012 15:09 791 S27A SABATO LUGLIO 2012	
<b>Tab. N° 2523<sup>38</sup></b>	<b>FERR</b>
Dep.aaort.: FERR	Tipo Bus: LUIB
<b>Presenza: 06:38</b>	<b>Conseona: 21:40</b>
Totale Ore: 14:52	Km: 156,536 In linea: 148,536
Effettuare eventuale carico di utenti fino a via Pelagi	
21:37 DEP. FERRARESE	

### Turni macchina linea T

S27A SABATO LUGLIO 2012	
Tab. N° <b>2523</b> 38	FERR
Dep. appart.: FERR	Tipo Bus: LUIB
Presenza: <b>06:38</b>	Conseana: 21:40
Totale Ore: 14:52	Km: 156,536 In linea: 148,536
06:45 DEP. FERRARESE Uscita per: (cod. 196) Ferrarese, Matteotti, Circonvallazione	09:24 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
07:00 P. DI PT. RAVEGNANA 07:06 PORTA MAZZINI 07:11 OSP.MALPIGHI	09:24 P. DI PT. RAVEGNANA 09:30 PORTA MAZZINI 09:35 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
07:13 OSP.MALPIGHI 07:20 PORTA S.VITALE 07:24 P. DI PT. RAVEGNANA	09:37 OSP.MALPIGHI - 09:44 PORTA S.VITALE 09:48 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
07:24 P. DI PT. RAVEGNANA 07:30 PORTA MAZZINI 07:35 OSP.MALPIGHI	09:48 P. DI PT. RAVEGNANA 09:54 PORTA MAZZINI 09:59 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
07:37 OSP.MALPIGHI 07:44 PORTA S.VITALE 07:48 P. DI PT. RAVEGNANA	09:54 P. DI PT. RAVEGNANA 09:59 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
07:48 P. DI PT. RAVEGNANA 07:54 PORTA MAZZINI 07:59 OSP.MALPIGHI	10:01 OSP.MALPIGHI 10:08 PORTA S.VITALE 10:12 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
08:01 OSP.MALPIGHI 08:08 PORTA S.VITALE 08:12 P. DI PT. RAVEGNANA	10:12 P. DI PT. RAVEGNANA 10:18 PORTA MAZZINI 10:23 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
08:12 P. DI PT. RAVEGNANA 08:18 PORTA MAZZINI 08:23 OSP.MALPIGHI	10:25 OSP.MALPIGHI 10:32 PORTA S.VITALE 10:36 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
08:25 OSP.MALPIGHI 08:32 PORTA S.VITALE 08:36 P. DI PT. RAVEGNANA	10:36 P. DI PT. RAVEGNANA 10:42 PORTA MAZZINI 10:47 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
08:36 P. DI PT. RAVEGNANA 08:42 PORTA MAZZINI 08:47 OSP.MALPIGHI	10:49 OSP.MALPIGHI 10:56 PORTA S.VITALE 11:00 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
08:49 OSP.MALPIGHI 08:56 PORTA S.VITALE 09:00 P. DI PT. RAVEGNANA	11:00 P. DI PT. RAVEGNANA 11:06 PORTA MAZZINI 11:11 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
09:00 P. DI PT. RAVEGNANA 09:06 PORTA MAZZINI 09:11 OSP.MALPIGHI	11:13 OSP.MALPIGHI 11:20 PORTA S.VITALE 11:24 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
09:13 OSP.MALPIGHI 09:20 PORTA S.VITALE	11:24 P. DI PT. RAVEGNANA 11:30 PORTA MAZZINI 11:35 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
	11:37 OSP.MALPIGHI 11:44 PORTA S.VITALE 11:48 P. DI PT. RAVEGNANA
	T Cod.destin.: 994

03/07/2012 15:09 791 S27A SABATO LUGLIO 2012	
Tab. N° <b>2523</b> 38	FERR
Dep. appart.: FERR	Tipo Bus: LUIB
Presenza: <b>06:38</b>	Conseana: 21:40
Totale Ore: 14:52	Km: 156,536 In linea: 148,536
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
11:48 P. DI PT. RAVEGNANA 11:54 PORTA MAZZINI 11:59 OSP.MALPIGHI	14:12 P. DI PT. RAVEGNANA 14:18 PORTA MAZZINI 14:23 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
12:01 OSP.MALPIGHI 12:08 PORTA S.VITALE 12:12 P. DI PT. RAVEGNANA	14:25 OSP.MALPIGHI 14:32 PORTA S.VITALE 14:36 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
12:12 P. DI PT. RAVEGNANA 12:18 PORTA MAZZINI 12:23 OSP.MALPIGHI	14:36 P. DI PT. RAVEGNANA 14:42 PORTA MAZZINI 14:47 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
12:25 OSP.MALPIGHI 12:32 PORTA S.VITALE 12:36 P. DI PT. RAVEGNANA	14:49 OSP.MALPIGHI 14:56 PORTA S.VITALE 15:00 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
12:36 P. DI PT. RAVEGNANA 12:42 PORTA MAZZINI 12:47 OSP.MALPIGHI	15:00 P. DI PT. RAVEGNANA 15:06 PORTA MAZZINI 15:11 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
12:49 OSP.MALPIGHI 12:56 PORTA S.VITALE 13:00 P. DI PT. RAVEGNANA	15:13 OSP.MALPIGHI 15:20 PORTA S.VITALE 15:24 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
13:00 P. DI PT. RAVEGNANA 13:06 PORTA MAZZINI 13:11 OSP.MALPIGHI	15:24 P. DI PT. RAVEGNANA 15:30 PORTA MAZZINI 15:35 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
13:13 OSP.MALPIGHI 13:20 PORTA S.VITALE 13:24 P. DI PT. RAVEGNANA	15:37 OSP.MALPIGHI 15:44 PORTA S.VITALE 15:48 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
13:24 P. DI PT. RAVEGNANA 13:30 PORTA MAZZINI 13:35 OSP.MALPIGHI	15:48 P. DI PT. RAVEGNANA 15:54 PORTA MAZZINI 15:59 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
13:37 OSP.MALPIGHI 13:44 PORTA S.VITALE 13:48 P. DI PT. RAVEGNANA	16:01 OSP.MALPIGHI 16:08 PORTA S.VITALE 16:12 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
13:48 P. DI PT. RAVEGNANA 13:54 PORTA MAZZINI 13:59 OSP.MALPIGHI	16:12 P. DI PT. RAVEGNANA 16:18 PORTA MAZZINI 16:23 OSP.MALPIGHI
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994
14:01 OSP.MALPIGHI 14:08 PORTA S.VITALE 14:12 P. DI PT. RAVEGNANA	16:25 OSP.MALPIGHI 16:32 PORTA S.VITALE 16:36 P. DI PT. RAVEGNANA
T Cod.destin.: 994	T Cod.destin.: 994

### Turni macchina linea T

## 6 Conclusioni

---

I dati di servizio ed i feedback avuti dagli autisti sui due nuovi Ibridi sono molto positivi sia per quanto riguarda l'affidabilità che per i consumi, la silenziosità dei veicoli, la climatizzazione sia per l'autista che per i passeggeri.

La scelta di questa tecnologia innovativa si sta dimostrando adeguata e rispondente alle necessità di una azienda di trasporto pubblico.

E' necessario infatti per l'azienda di trasporto introdurre in servizio autobus equipaggiati con sistemi di alimentazione innovativi per creare una flotta sempre a più basso impatto sull'ambiente; altrettanto importante è però utilizzare tecnologie innovative mature che cioè consentano l'utilizzo quotidiano dei veicoli in servizio e non come spesso succede nel caso di tecnologie ancora sperimentali di realizzare solo prototipi non circolanti.