

LA TRANSIZIONE TECNOLOGICA DALLA TRAZIONE DIESEL AI NUOVI TRENI A BATTERIA E IDROGENO

*Mercoledì 29 settembre 2021
Convegno Webinar
in occasione di Expo Ferroviaria*



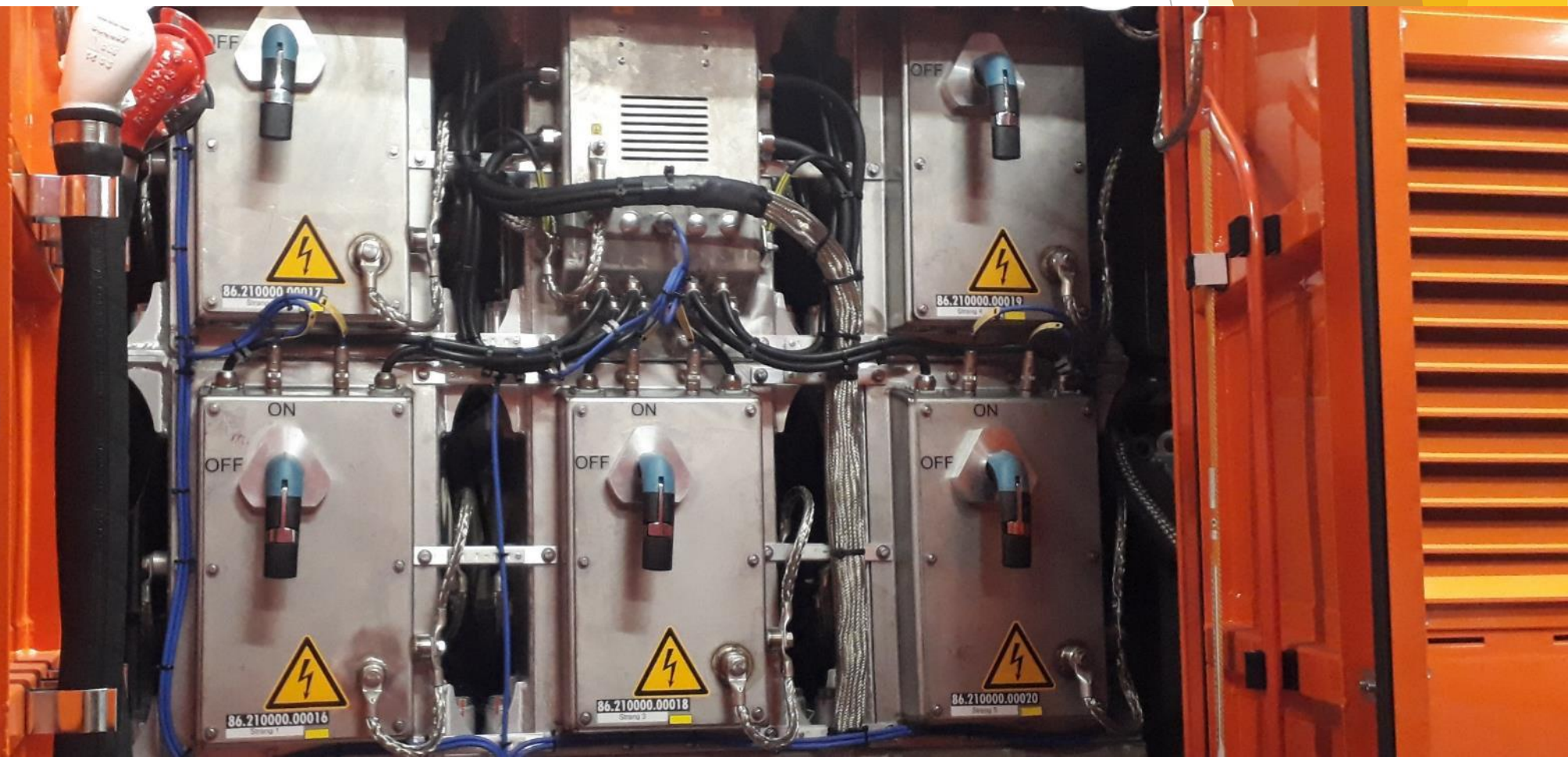
Paolo Ronchi
STADLER RAIL AG

*Una ferrovia verde: le proposte
STADLER nel panorama delle
tecnologie eco-sostenibili*

STADLER

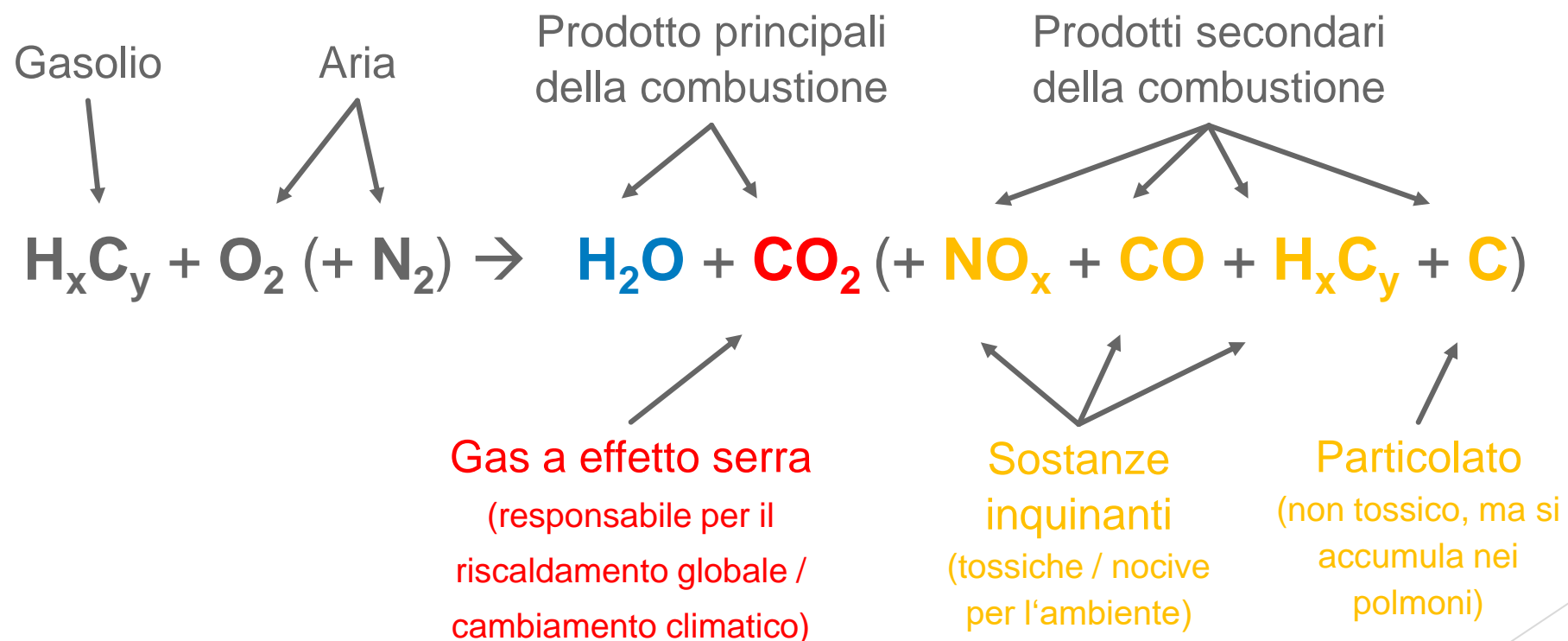
Sostituire il Diesel?

Un po' di fatti



Sostituire il Diesel?

Perché è necessario



Sostituire il Diesel?

La via svizzera

La rete ferroviaria svizzera è completamente elettrificata.

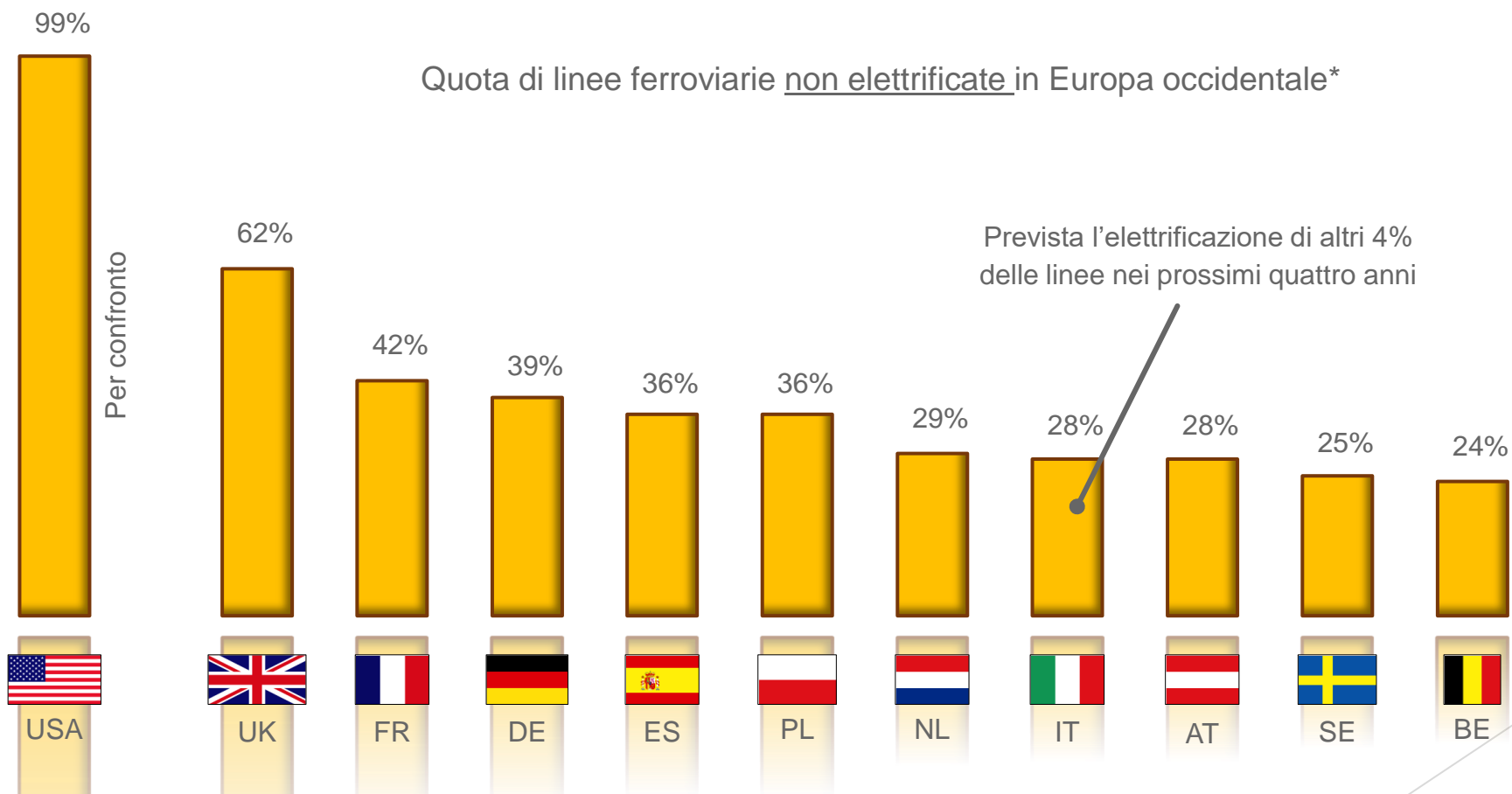
- Tutti i treni sono a trazione elettrica
- Alcune locomotive da manovra o da cantiere e treni di soccorso hanno un piccolo motore diesel ausiliario o, i modelli più recenti, una batteria di trazione

La nuova locomotiva da manovra Geaf 2/2 della Ferrovia Retica è alimentata a 11 kV 16.7 Hz e può funzionare a batteria negli scali industriali, nei cantieri o con linea di contatto spenta



Sostituire il Diesel?

Linee non elettrificate in Europa



Azionamenti alternativi

Fattori di influenza per il dimensionamento



Tecnologie disponibili

Alcune configurazioni possibili



Elettrificazione parziale - tratta non elettrificata intermedia corta o di media lunghezza



Elettrificazione parziale - tratta non elettrificata di media lunghezza



Elettrificazione parziale - tratta non elettrificata (intermedia) lunga



Tratta non elettrificata corta o di media lunghezza



Energia da catenaria



Energia da batterie



Ricarica dalle celle a combustibile



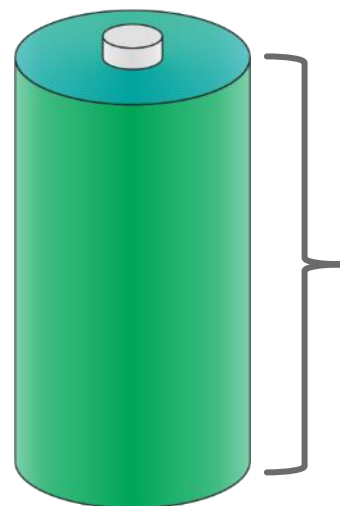
Stazione di ricarica /
stazione di rifornimento

Lo sapevate che ...

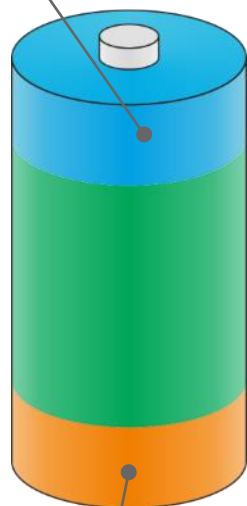
Energia utilizzabile nelle batterie

Non utilizzabile a causa del rischio di
surriscaldamento e di incendio /
invecchiamento rapido

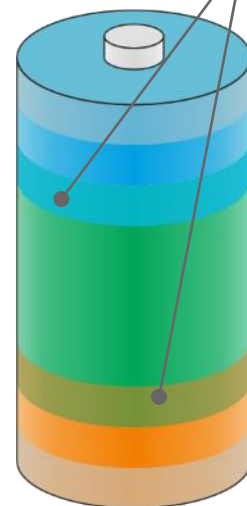
Perdite dovute
all'invecchiamento



Capacità
nominale



Energia
utilizzabile a
batteria nuova



Energia
utilizzabile
a fine vita



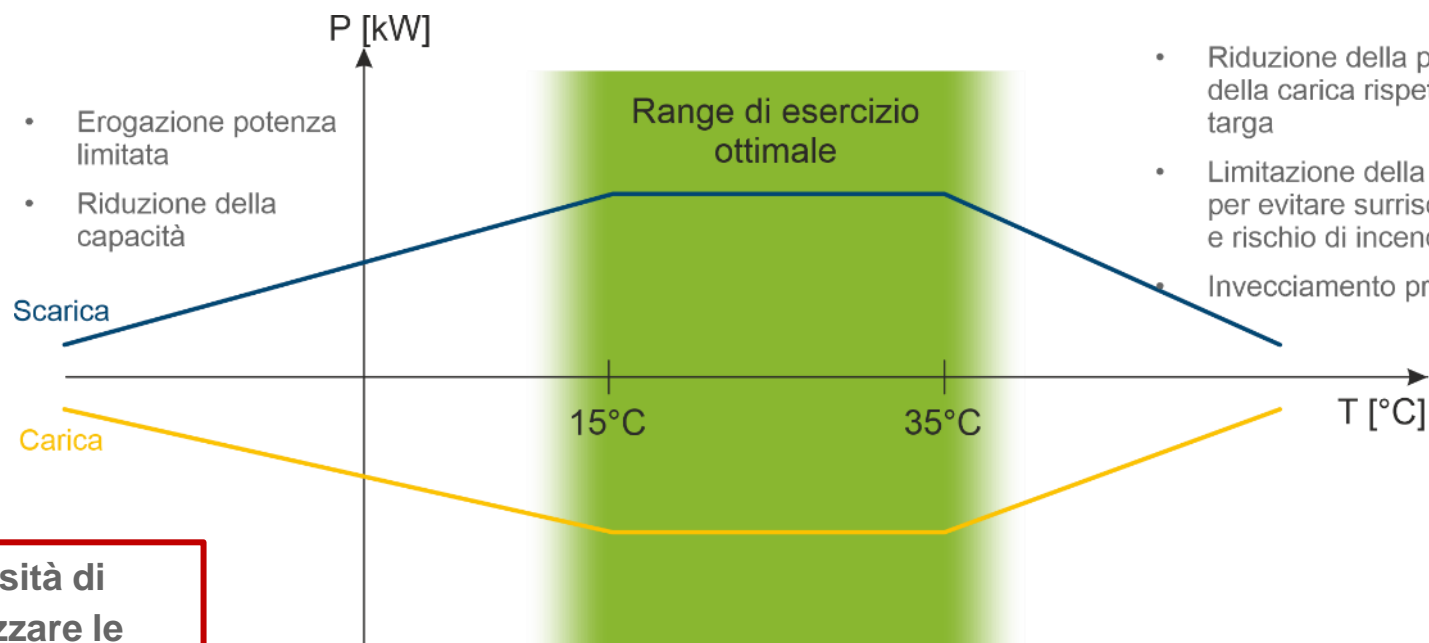
Determinante per il
dimensionamento

Non utilizzabile a causa della potenza erogata
troppo bassa / invecchiamento rapido



Lo sapevate che ...

Temperatura di funzionamento delle batterie



- Riduzione della potenza e della carica rispetto ai dati di targa
- Limitazione della corrente per evitare surriscaldamento e rischio di incendio
- Invecchiamento precoce

Necessità di climatizzare le batterie



Degrado delle proprietà elettrochimiche

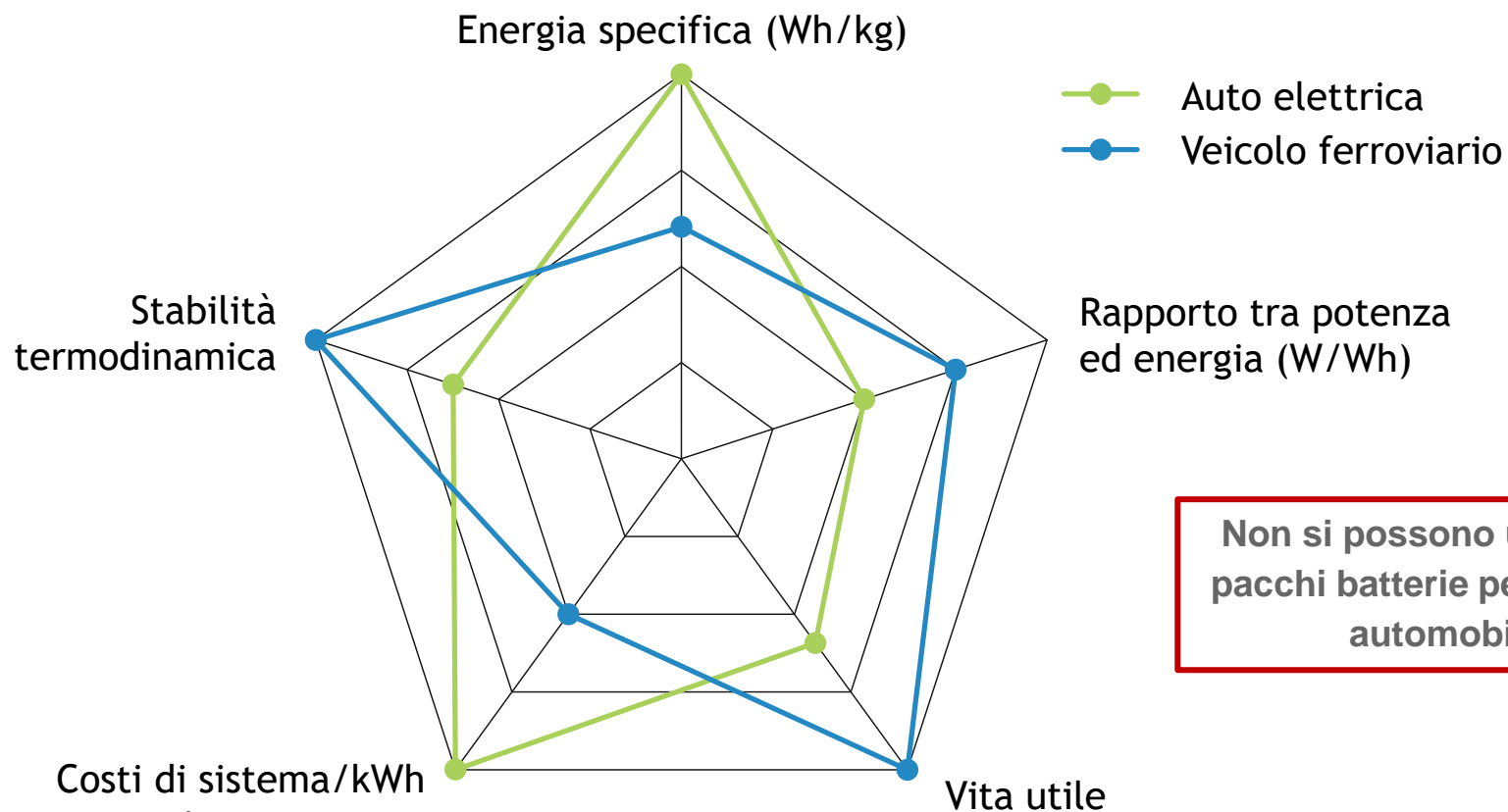


Riduzione della capacità



Lo sapevate che ...

Requisiti per batterie di trazione



Non si possono utilizzare pacchi batterie pensati per automobili



Lo sapevate che ...

Produzione dell'idrogeno

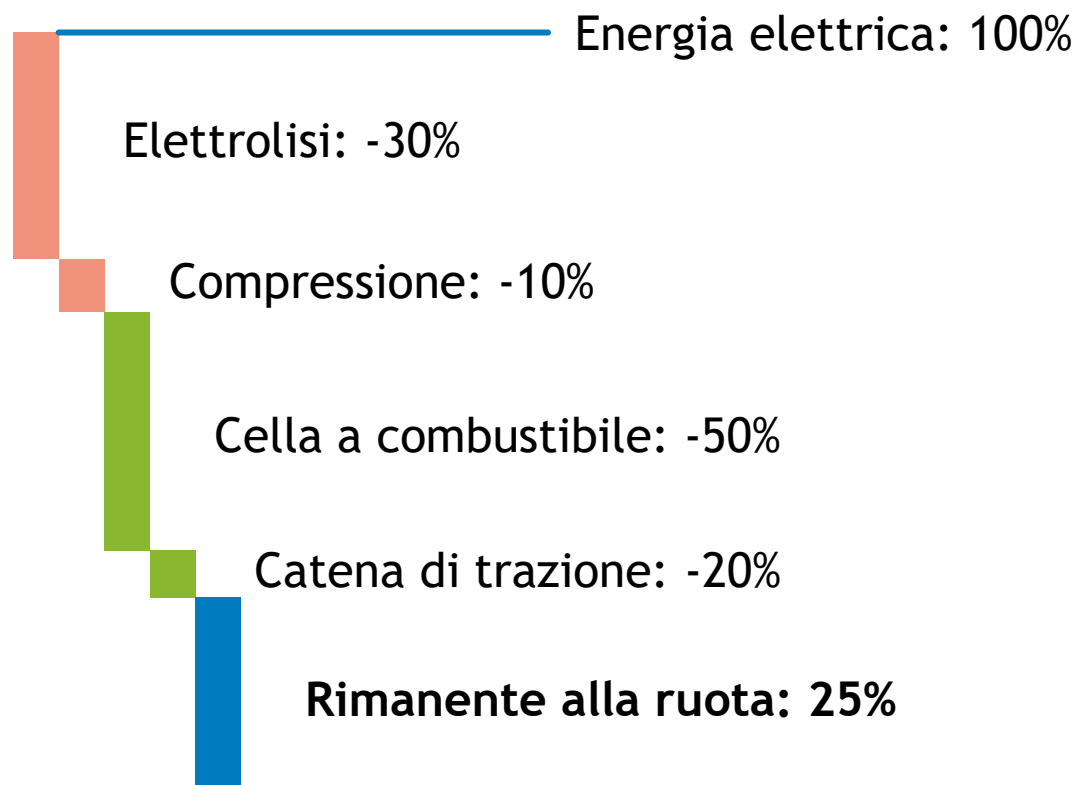
Metodo di estrazione	Prodotti	Energia necessaria	Energia dalla combustione di H ₂
Idrogeno verde Scissione dell'acqua (elettrolisi)	H ₂ + O ₂	286 kJ/mol H ₂	286 kJ/mol H ₂
Idrogeno grigio Steam reforming di combustibili fossili (Metano)	H ₂ + CO ₂	63 kJ/mol H ₂	
Idrogeno blu Steam reforming di combustibili fossili + stoccaggio della CO ₂	H ₂ + (CO ₂)		
Idrogeno turchese Scissione termica del metano (pirolisi del metano)	H ₂ + C	38 kJ/mol H ₂	

L'Idrogeno è «verde» solo quando viene prodotto da elettrolisi utilizzando surplus di energia elettrica da fonti rinnovabili



Lo sapevate che ...

Efficienza delle celle a combustibile



Da uno studio ÖBB sulle emissioni di CO₂:

Treno Diesel-elettrico:	3,08 kgCO ₂ /km
Treno a Idrogeno AT*:	3,41 kgCO ₂ /km
Treno a Idrogeno DE**:	6,52 kgCO ₂ /km

* Corrente el. AT: 248 gCO₂/kWh

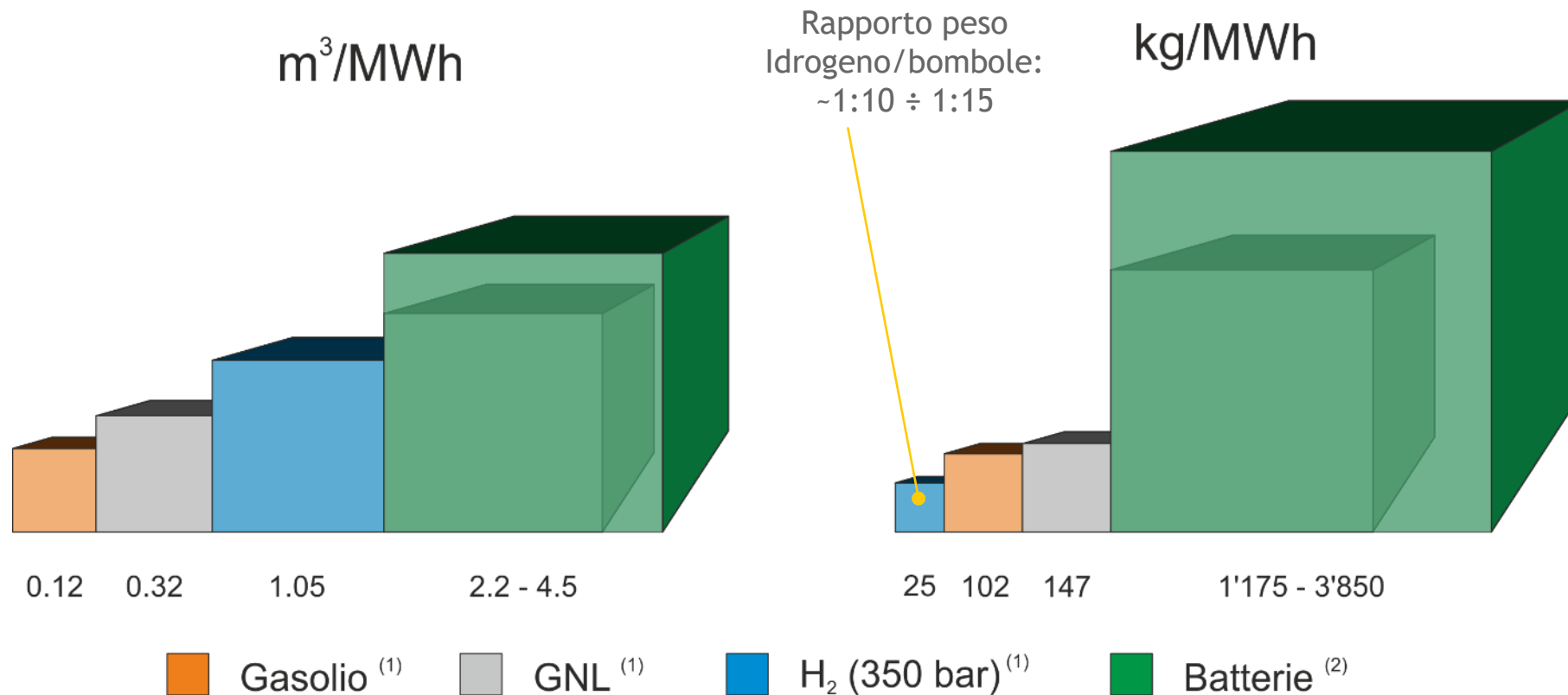
** Corrente el. DE: 474 gCO₂/kWh

Corrente el. IT (per paragone): -280 gCO₂/kWh



Lo sapevate che ...

Densità di energia



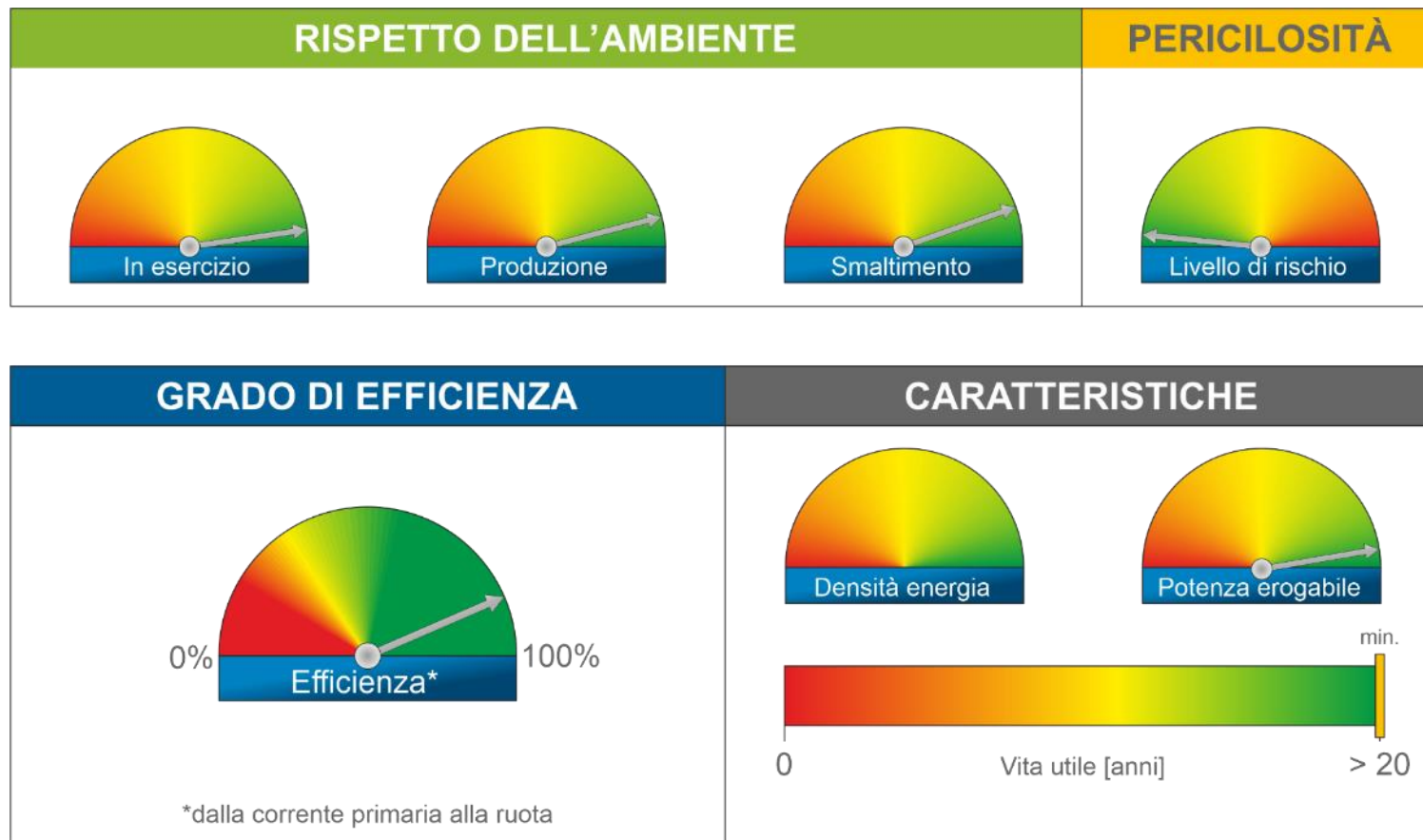
(1) Solocombustibile, senza serbatoio / bombole

(2) Solo celle, senza contenitore e raffreddamento



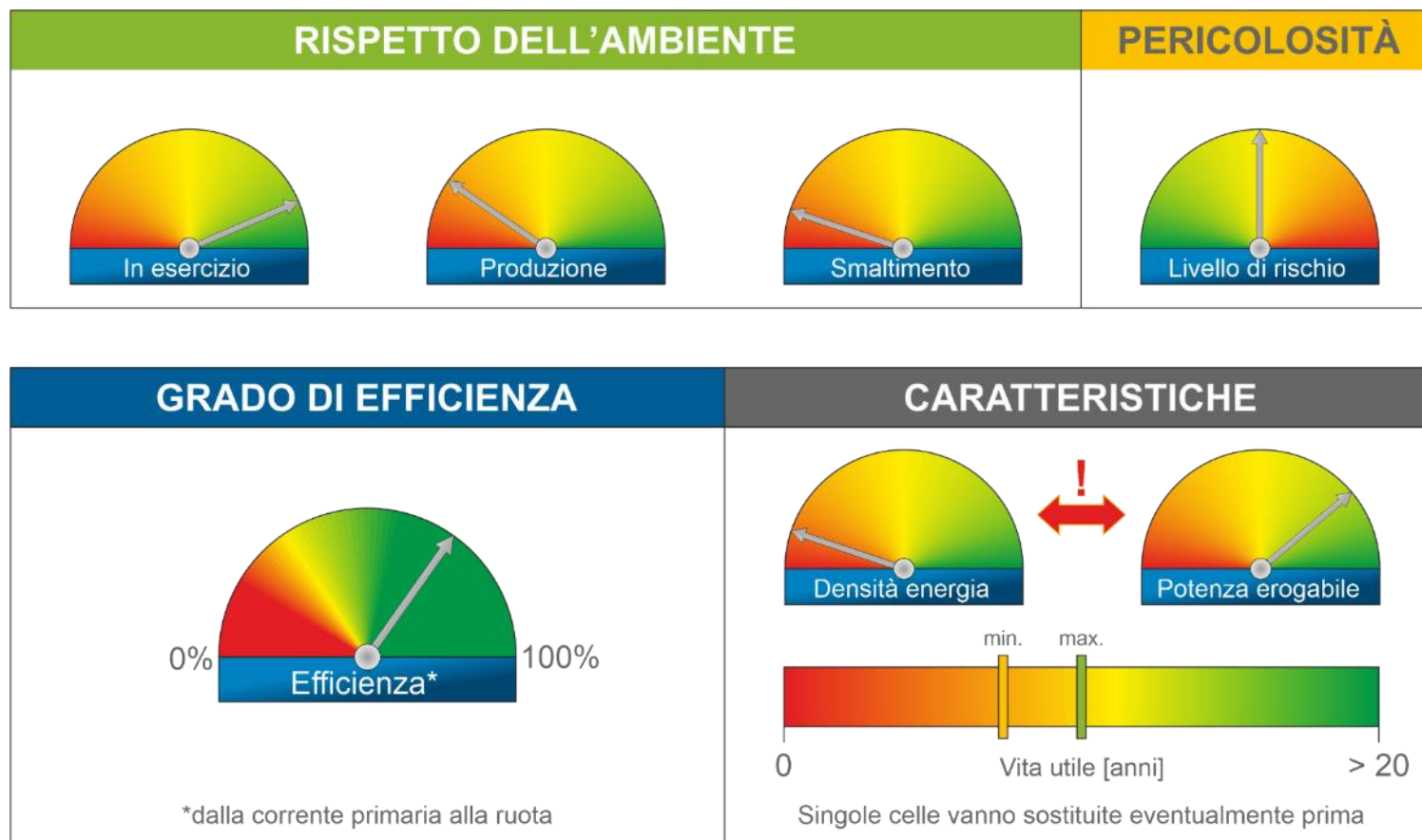
Dati di fatto

Elettificazione



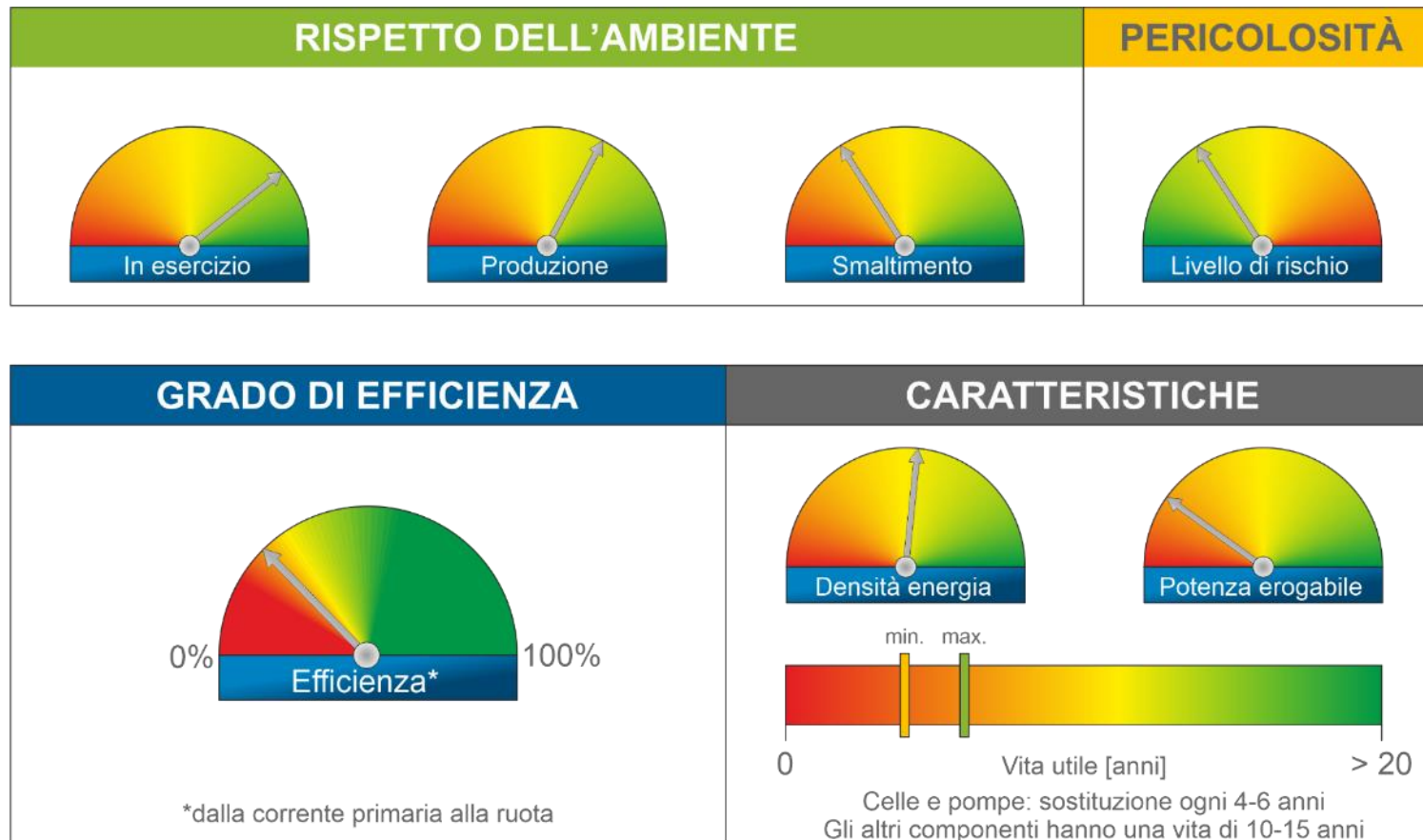
Dati di fatto

Batterie



Dati di fatto

Celle a combustibile



Treni a batteria Stadler

1943: l'inizio di una lunga esperienza



Cliente: Schumacher & Co (CH)
Q.tà/Tipo: 1 locomotiva da miniera
Messa in servizio: 1943
Tipo di Esercizio: miniera a cielo aperto

Accumulatori:
Tipo: Batterie al piombo
Funzione: trazione

Proposte Stadler

FLIRT³ ibrido, FLIRT^{AKKU} e FLIRT^{H2}

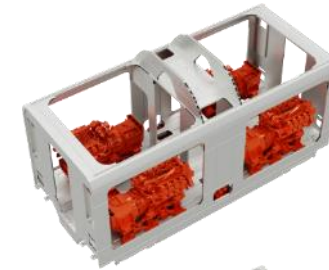


Soluzioni Stadler

Modularità del FLIRT³

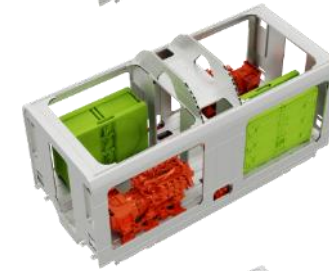


STADLER



TRENITALIA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

BTR.813



TRENORD

ATR.803



TRAFNIDIAETH CYMRU
TRANSPORT FOR WALES

KEOLIS



NAH.SH

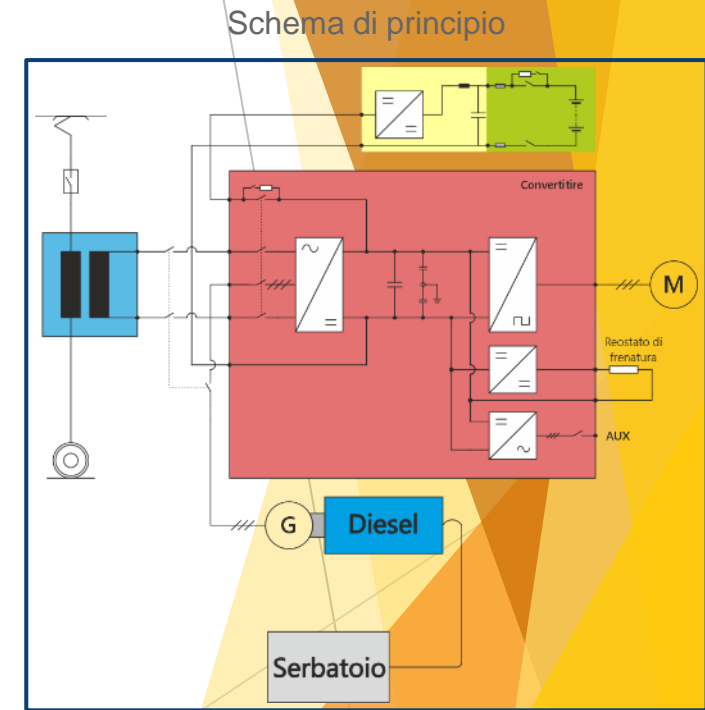
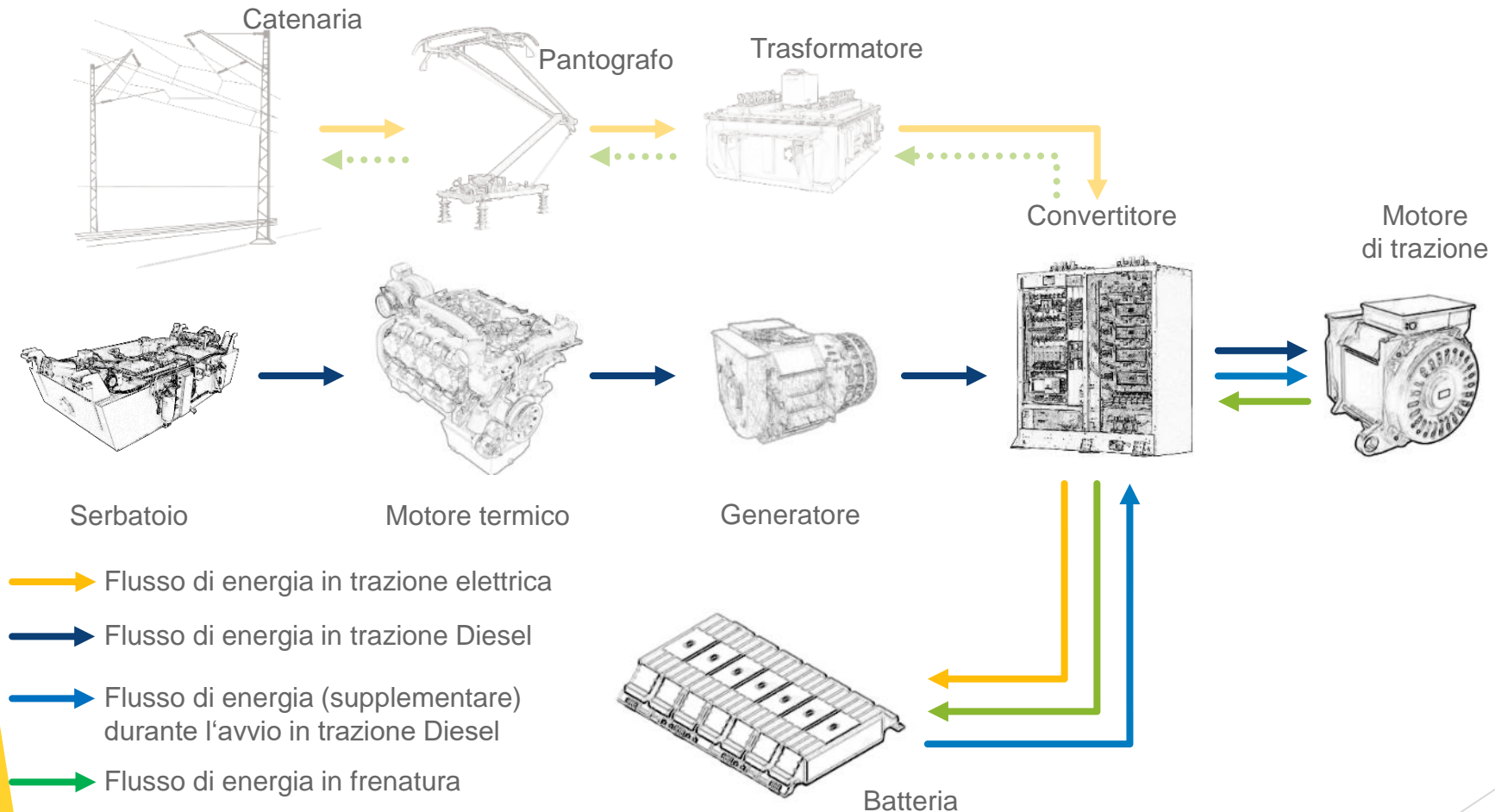


cta

San Bernardino County
Transportation Authority

FLIRT³ DMU / BMU ibrida

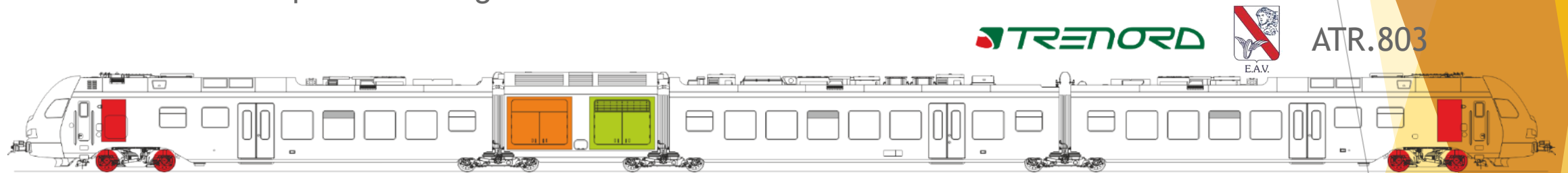
Schema di principio



FLIRT³ DMU/BMU ibrida

Layout

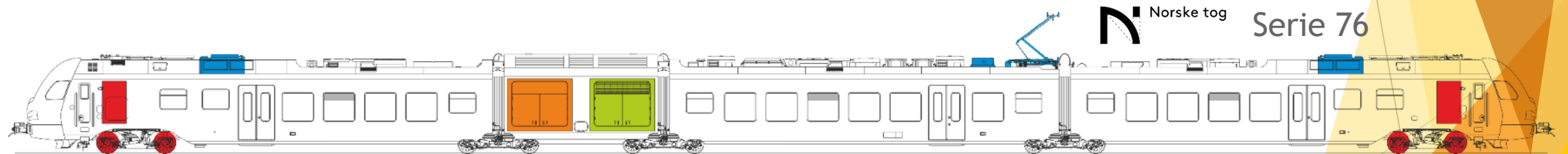
Equipaggiato con uno o due motori Diesel EU Stage V / EPA Tier 4f e batterie, il FLIRT DMU/BMU ibrido consente di recuperare l'energia in frattura anche in assenza di linea aerea.



TRENORD





ATR.803



Norske tog

Serie 76

 Azionamenti (convertitore di potenza + motore a trazione)

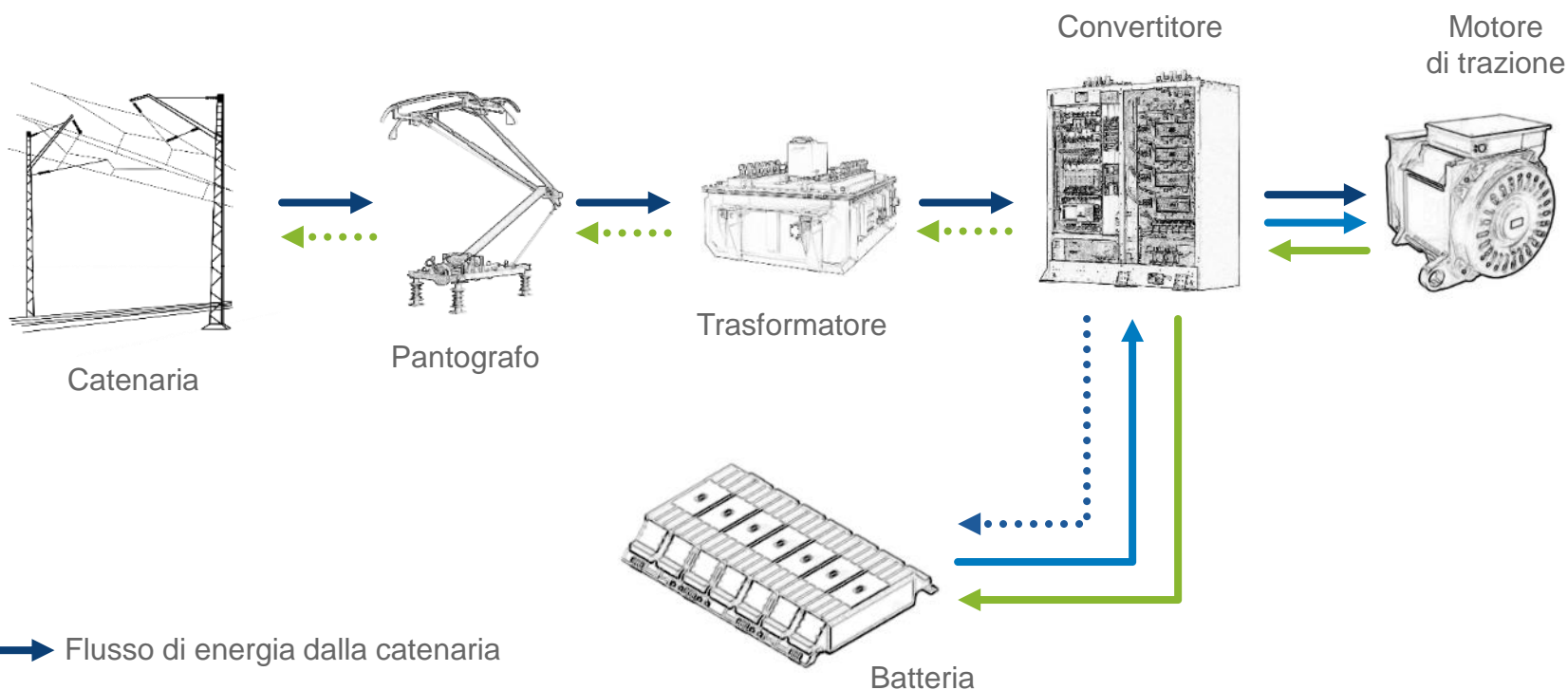
 Equipaggiamento alta tensione (pantografo, sezionatore e trasformatore/filtro rete)

 Batterie

 Motori Diesel EU Stage V

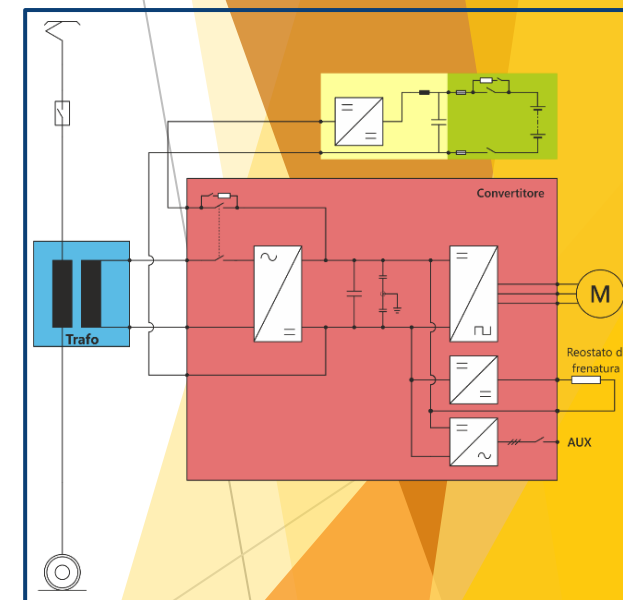
FLIRT^{AKKU}

Schema di principio



- Flusso di energia dalla catenaria
- Flusso di energia dalla batteria
- Flusso di energia dalla frenatura

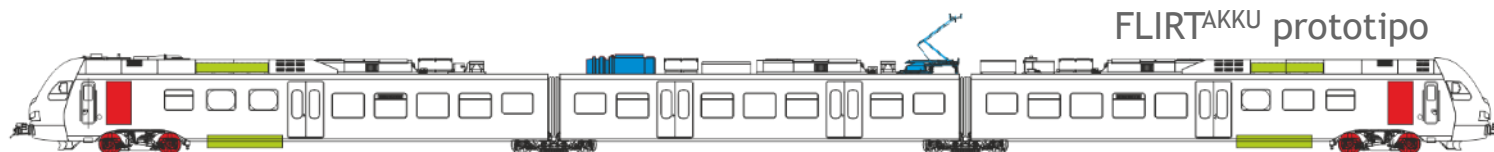
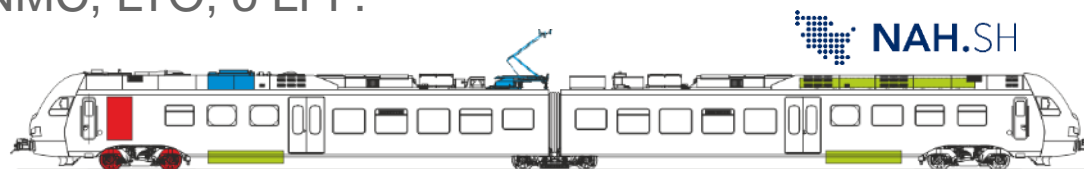
Schema di principio





FLIRT^{AKKU}

Layout

Il FLIRT^{AKKU} ha un'autonomia in modalità batteria fino a 100 km. A seconda del profilo operativo, vengono utilizzate batterie NMC, LTO, o LFP.



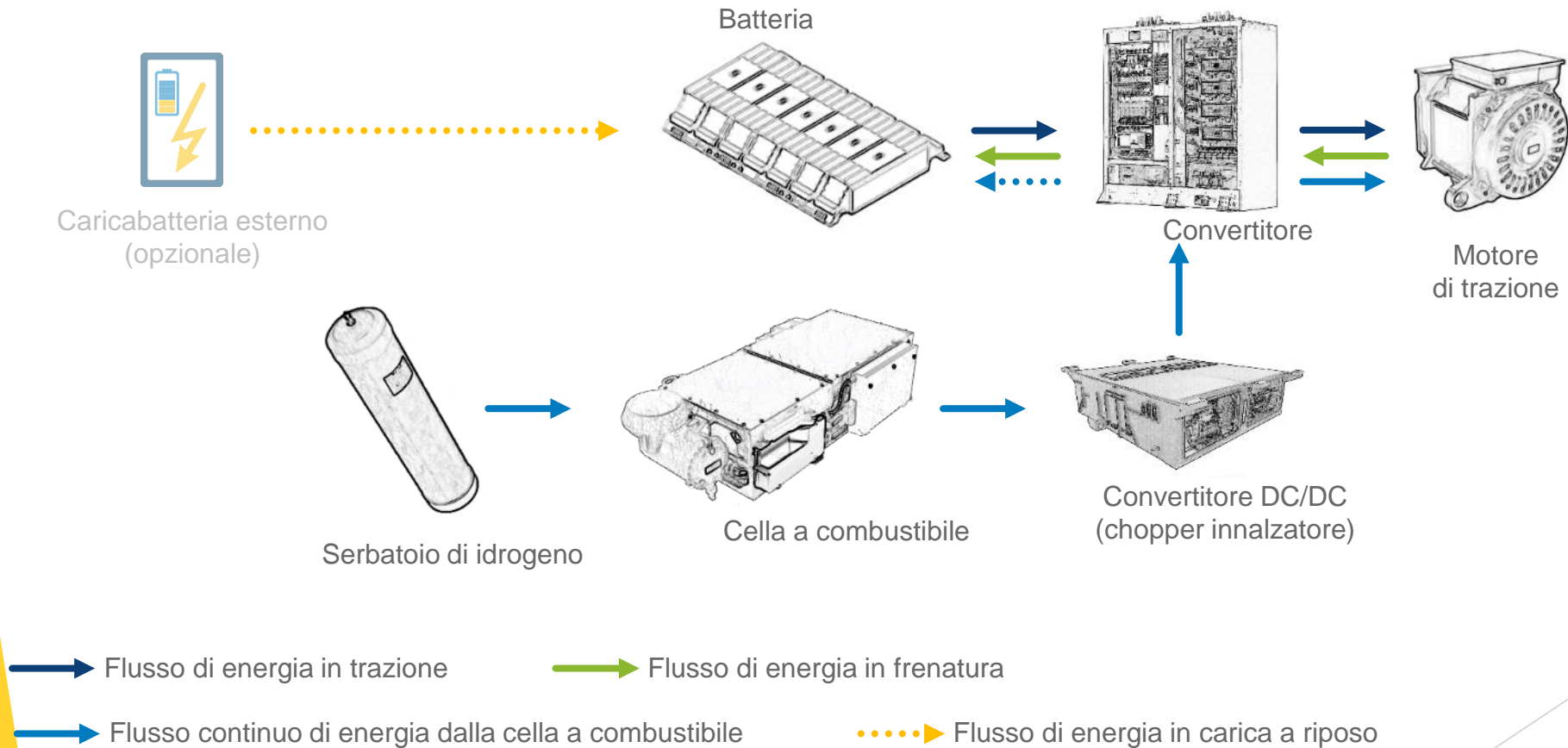
 Azionamenti (convertitore di potenza + motore a trazione)

 Equipaggiamento alta tensione (pantografo, sezionatore e trasformatore/filtro rete)

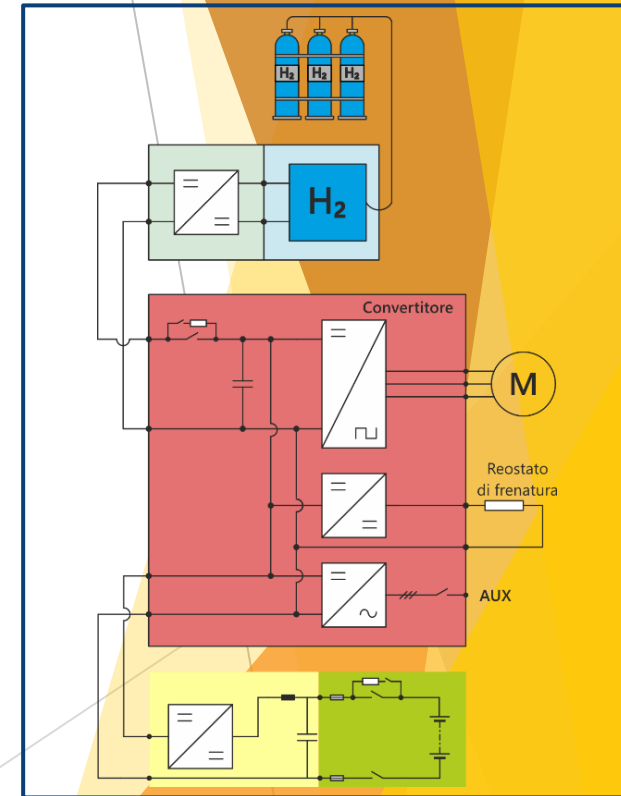
 Batterie

FLIRT^{H2}

Schema di principio



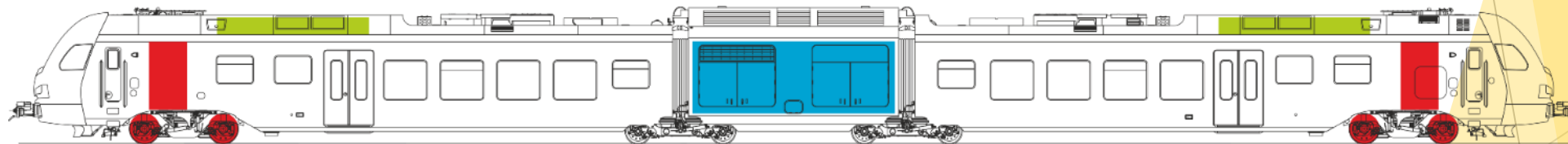
Schema di principio




FLIRT^{H2}

Layout

Un primo treno di preserie per SBCTA inizierà il servizio passeggeri in California nel 2024. Contestualmente inizierà la produzione di una piccola serie. Il FLIRT^{H2} sarà il primo veicolo ferroviario alimentato da celle a combustibile negli Stati Uniti. Il FLIRT^{H2} risponde pienamente sia alla normativa americana, che a quella europea.



 Azionamenti (convertitore + motore di trazione)

 Celle a combustibile e serbatoi H₂

 Batterie

Proposte Stadler Tram

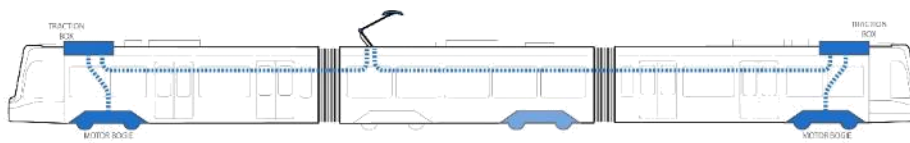


Tram con batterie di trazione

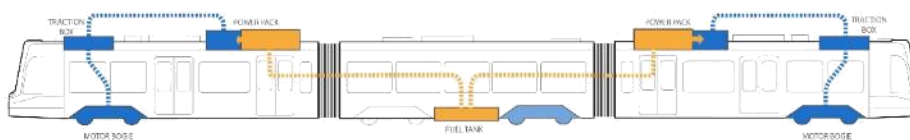
Soluzione modulare

Esempio: Tramlink

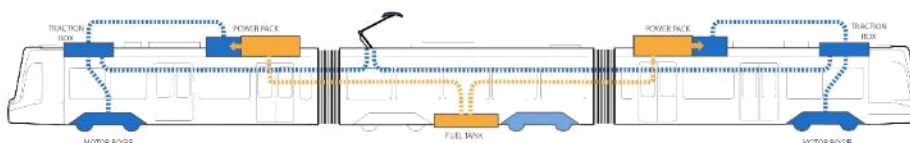
750Vdc o 1500Vdc



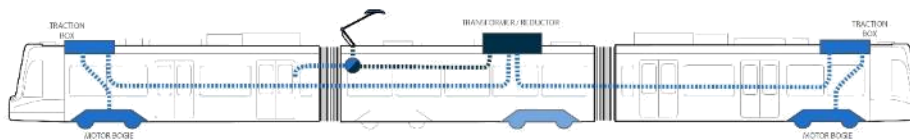
Diesel pulito



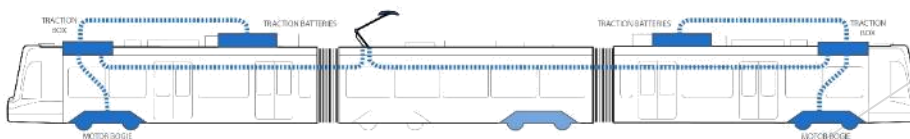
Diesel / 750Vdc (Bimodale)



750Vdc / 25KVa (Bitensione)



750Vdc / batterie (Bimodale)



Tram con batterie di trazione

Variobahn Monaco



Cliente: MVG (D)
Q.tà/Tipo: 1 Tram Variobahn
Esercizio: Urbano - 2009

Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: Trazione su tratte non elettrificate
Ricarica: Catenaria

Autonomia:
16 km

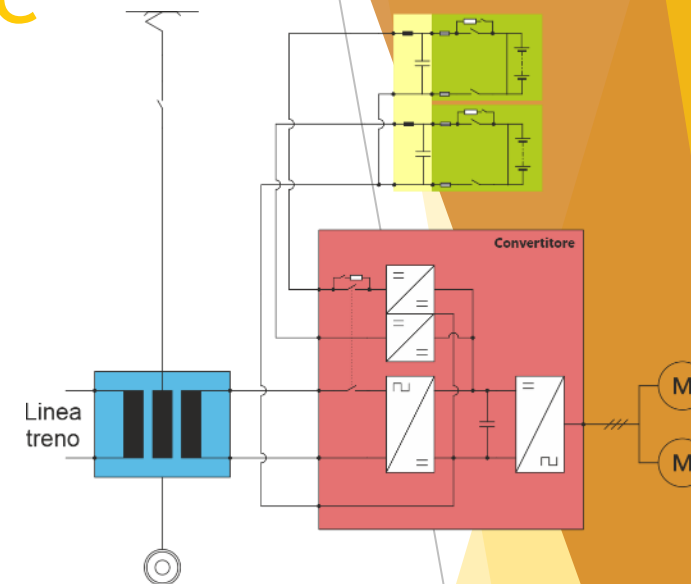
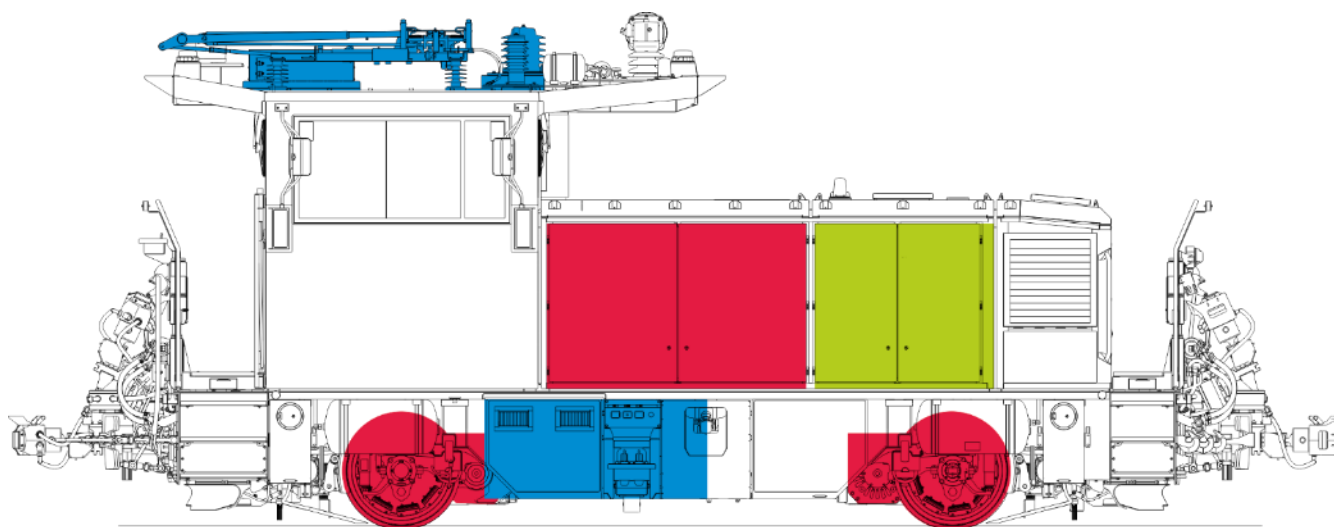
Record mondiale omologato
per un tram a batterie

Proposte Stadler Locomotive



Locomotive con batterie di trazione

Locomotive da manovra



■ Azionamenti (convertitore di potenza + motore a trazione)

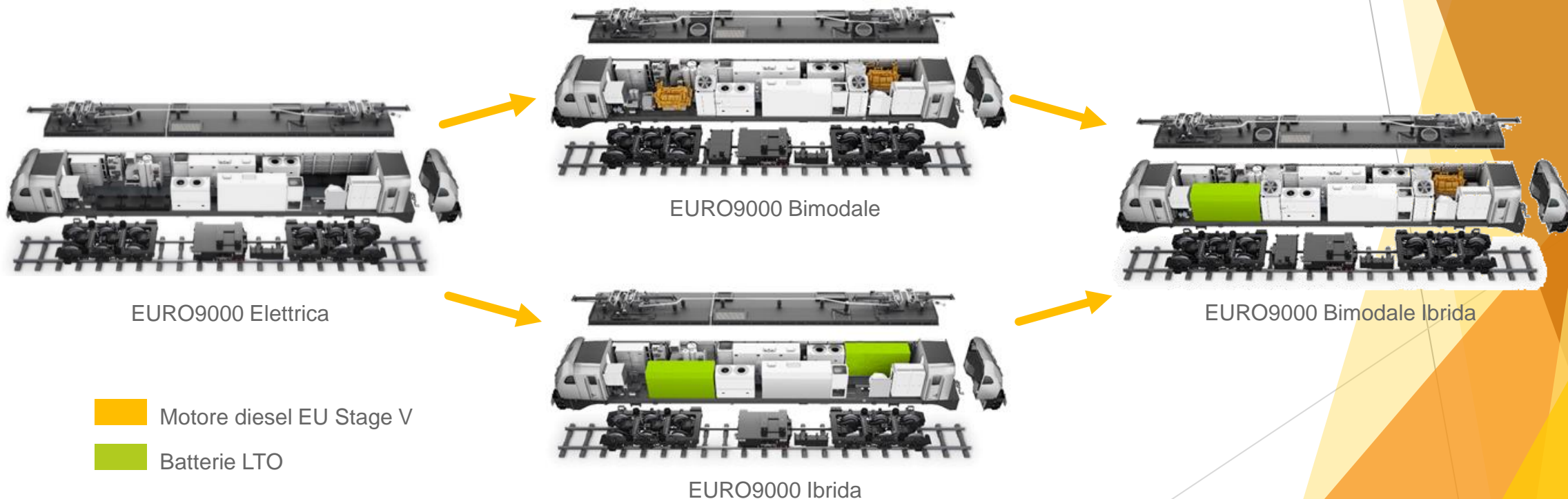
■ Equipaggiamento alta tensione (pantografo, sezionatore e trasformatore)

■ Batterie

Locomotive con batterie di trazione

Locomotive di linea

Le locomotive di linea a 4 e 6 assi di Stadler possono essere equipaggiate con batterie per consentire il funzionamento su linee non elettrificate di breve e media distanza.



Treni a batteria Stadler

Recupero energia / booster



Cliente: ELRON (EE)
Q.tà/Tipo: 20 FLIRT DMU
Esercizio: Regionale - 2014
Accumulatori:
Tipo: Supercondensatori
Funzione: booster/ recupero
Ricarica: Recupero



Cliente: Norske tog (NO)
Q.tà/Tipo: 14 FLIRT BMU 15 kV
Esercizio: Intercity - 2021
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: booster / recupero
Ricarica: Catenaria / Recupero / Diesel



Cliente: Arriva (NL)
Q.tà/Tipo: 18 WINK DMU
Esercizio: Regionale - 2021
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: booster/ recupero
Ricarica: Recupero / Diesel



Cliente: FNM / EAV (IT)
Q.tà/Tipo: 35 FLIRT DMU
Esercizio: Regionale - 2022
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: booster/ recupero
Ricarica: Recupero / Diesel

Treni a batteria Stadler

Trazione - con o senza range extender



Cliente: SBCTA (CA, USA)
Q.tà/Tipo: 1+6 FLIRT ZEMU
Esercizio: Suburbano - 2024
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: Recupero / supporto per picchi di potenza
Ricarica: continua mediante celle a combustibile

Autonomia:
Una giornata di esercizio



Cliente: Keolis / Transport for Wales (UK)
Q.tà/Tipo: 24 FLIRT^{UK} BMU 25 kV ibrida
Esercizio: Regionale - 2023
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione
Ricarica: Catenaria (o Diesel in casi eccezionali)

Autonomia:
>30 km
(a batterie senza range extender)



Cliente: Nah.SH (DE)
Q.tà/Tipo: 55 FLIRT^{AKKU} BEMU 15 kV
Esercizio: Regionale - 2022
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione
Ricarica: Catenaria

Autonomia:
> 80 km
(in modalità a batteria)

Treni a batteria Stadler

Last mile / manovra



Cliente: RhB (CH)
Q.tà/Tipo: 7 Loc. manovra 11 kVca
Esercizio: Manovra – 2020
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: manovra / cantiere



Cliente: Mersey Rail (UK)
Q.tà/Tipo: 18 Metro EMU
Esercizio: Suburbano - 2021
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione last mile



Cliente: Keolis (UK)
Q.tà/Tipo: 36 Tram-Treno 25kV
Esercizio: Urbano - 2022
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione last mile



Cliente: Nexus (UK)
Q.tà/Tipo: 42 Metro EMU
Esercizio: Suburbano - 2023
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: Trazione last mile



Cliente: Rail Operations (UK)
Q.tà/Tipo: 30 loc. trimodali
Esercizio: Merci - 2024
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: recupero / last mile



Cliente: EMTU (Santos, BR)
Q.tà/Tipo: 22 Tram
Esercizio: Urbano - 2015
Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione last mile

Treni a batteria Stadler

Treni speciali



Cliente: ÖBB (AT)
Q.tà/Tipo: 5 +15 treni di soccorso trimodali 15/25 kVca
Esercizio: Soccorso in galleria - 2024

Accumulatori:
Tipo: Batterie al Litio
Funzione: trazione / recupero / alimentazione pompe estinzione incendi e ventilazione galleria
Ricarica: Catenaria, recupero o Diesel

**LA TRANSIZIONE
TECNOLOGICA
DALLA TRAZIONE
DIESEL
AI NUOVI TRENI A
BATTERIA E
IDROGENO**

*Mercoledì 29 settembre 2021
Convegno Webinar
in occasione di Expo Ferroviaria*



Paolo Ronchi
STADLER RAIL MANAGEMENT AG

*Contatti:
Ernst-Stadler-Strasse 1 - CH-9565 Bussnang TG*

*Tel.: +41 71 626 31 13
Cell.: +41 79 126 11 67
paolo.ronchi@stadlerrail.com*

STADLER