

**CFI Servizi**

**CORSI ON-DEMAND**

1

**ESPERTO TECNICO GARE D'APPALTO DI FERROVIE**

Durata del corso: 35 ore



2

**ESPERTO COLLAUDO TECNICO AMMINISTRATIVO DI FERROVIE, STRADE E IMPIANTI FISSI**

Durata del corso: 24 ore



3

**CODICE APPALTI 2023 GESTIONE PROGETTI E LAVORI FERROVIE, STRADE E AEROPORTI**

Durata del corso: 38 ore



4

**RISERVE DELL'APPALTATORE**

Durata del corso: 26 ore

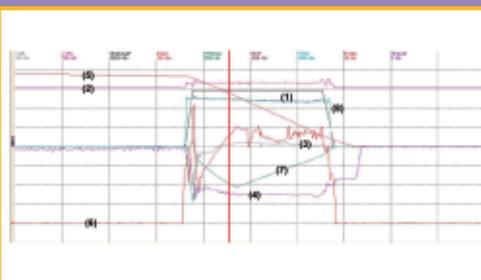


TUTTE LE INFORMAZIONI SU

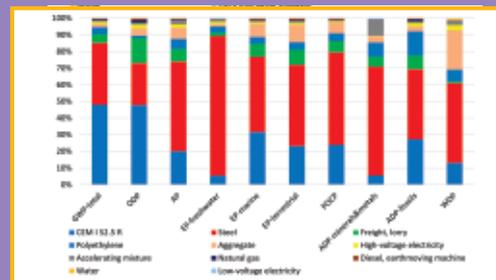
[www.ferrovie.academy.it](http://www.ferrovie.academy.it)  
[www.cifi.it](http://www.cifi.it)



In questo numero  
In this issue



Consumo energetico nelle ferrovie metropolitane  
*Energy consumption in metropolitan railways*



Analisi su traverse ferroviarie in calcestruzzo  
*Analyses on railway concrete sleepers*



# Costruzioni Linee Ferroviarie



Promofer  
Safety Services



## il futuro corre su binari sicuri dal 1945

CLF con le società controllate, Sifel, Tes e Sitec ha raggiunto, in oltre mezzo secolo di storia, un elevato grado di specializzazione nella progettazione, manutenzione e realizzazione di nuove linee ferroviarie, tranviarie e metropolitane in Italia e all'estero.

La forza che spinge CLF verso lo sviluppo è la conoscenza di tutto il processo sia nel campo delle infrastrutture che nel settore del materiale rotabile.



## I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. – GENOVA  
 A.T.M. S.p.A. – MILANO  
 AI2 S.r.l. – APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. – BARI  
 AIAS – ASS. NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA – SESTO SAN GIOVANNI (MI)  
 AKKA ITALIA S.r.l. – BOLOGNA  
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)  
 ANCEFERR – ROMA  
 ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA  
 ANSFISA – FIRENZE  
 ANTEFERR – ASS. NE NAZIONALE TECNOLOG. DEL SETTORE FERROVIARIO – ROMA  
 ARMAFER S.r.l. – LECCE  
 ARST S.p.A. – TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA – CAGLIARI  
 ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA  
 ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO  
 ATAC S.p.A. – ROMA  
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE  
 B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)  
 BITECNO S.r.l. – BOLOGNA  
 BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)  
 BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – MILANO  
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA  
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO  
 C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA  
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA  
 CAPTRAIN ITALIA S.r.l. – PIOSSASC (TO)  
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO  
 CAVUOTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.A. – NAPOLI  
 CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI  
 CEMBRE S.p.A. – BRESCIA  
 CEPAV DUE – MILANO  
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)  
 CIRCET ITALIA S.p.A. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)  
 COET S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)  
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)  
 COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)  
 COMMEL S.r.l. – ROMA  
 CONSORZIO SATURNO – ROMA  
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)  
 COSTR. MECC. FERR. CO.ME.F. S.r.l. – ROMA  
 CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV)  
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)  
 D&T S.r.l. – MILANO  
 D'ADDETTA S.p.A. – BERCETO (PR)  
 D'ADIUTORIO COSTRUZIONI S.p.A. – MONTORIO AL VOMANO (TE)  
 DINAZZANO PO – REGGIO NELLEMLIA  
 DITECFER – PISTOIA  
 DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA  
 DYNASTES S.r.l. – ROMA  
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI  
 ELEN MACHINES S.r.l. – ALBANO LAZIALE (RM)  
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI  
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA  
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA  
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO)  
 FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA  
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI  
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI  
 FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.A. – NAPOLI  
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL SUD EST – BARI  
 FERROVIE DELLA CALABRIA S.r.l. – CATANZARO  
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA  
 FERROVIENORD S.p.A. – MILANO  
 FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA  
 FOR.FER S.r.l. – ROMA  
 G.C.F. GEN.LE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – ROMA  
 G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO  
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO  
 GECO S.r.l. – GALLIATE (NO)  
 GEISMAR ITALIA S.p.A. – POGGIORE (RE)  
 GEOSINTESI S.p.A. – GOZZANO (NO)  
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA – ROMA  
 GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC)  
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA  
 GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS ITALIA S.r.l. – SESTO FIORENTINO (FI)  
 HARPACEAS S.r.l. – MILANO  
 HILTI ITALIA S.r.l. – SESTO SAN GIOVANNI (MI)  
 HIMA ITALIA – MILANO  
 HITACHI RAIL STS S.p.A. – NAPOLI  
 HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA)  
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. – MILANO  
 IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)  
 IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. – MILANO  
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO  
 INFRARAIL FIRENZE S.r.l. – FIRENZE  
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD)  
 INTECS S.p.A. – ROMA  
 ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE  
 ITALFERR S.p.A. – ROMA  
 ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO  
 IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV)  
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI)  
 KONUX GmbH – MONACO DI BAVIERA  
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA)  
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO  
 LATERLITE S.p.A. – MILANO  
 LEF S.r.l. – FIRENZE  
 LOTRAS S.r.l. – FOGGIA  
 LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)  
 M2 RAILTECH S.r.l. – LA VALLE – BOLZANO  
 M. PAVANI SEGNALAMENTO FERROVIARIO S.r.l. – CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)  
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG)  
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT)  
 MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM)  
 MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)  
 MICOS S.p.A. – LATINA  
 MM METROPOLITANA MILANESE S.p.A. – MILANO  
 MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)  
 MOSDORFER RAIL S.r.l. – RHO (MI)  
 NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO  
 NIER INGEGNERIA S.p.A. SOCIETÀ BENEFIT – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 NORD-ING S.r.l. – MILANO  
 OPTOTEC S.p.A. – GARBAGNATE MILANESE (MI)  
 PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB)  
 PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM)  
 POLISTUDIO S.p.A. – MOSCHETTO (VE)  
 PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI)  
 PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (BG)  
 PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)  
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)  
 PTF S.r.l. – CARINI (PA)  
 RADIOLAN S.r.l. – ROMA  
 RAIL TRACTION COMPANY – VERONA  
 RAVA – REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA – POLLEIN (AO)  
 R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA  
 RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA  
 S.I.C.E. – CHIUSI (PI)  
 S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO  
 SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 SAFECERTIFIEDSTRUCTURE INGEGNERIA S.r.l. – ROMA  
 SAGA S.r.l. – RAVENNA (RA)  
 SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA  
 SATFERR S.r.l. – FIDENZA (PR)  
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)  
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – NOVARA  
 SENAF S.r.l. – SAIE – GLE – MECSPE – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA)  
 SIELTE S.p.A. – ROMA  
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI – MILANO  
 SILSUD S.r.l. – FERENTINO (FR)  
 SIMPRO S.p.A. – TORINO  
 SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG)  
 SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY – VIMERCATE (MB)  
 SPII S.p.A. – SARONNO (MI)  
 SPITEK S.r.l. – PRATO  
 SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)  
 T&T S.r.l. – NAPOLI  
 T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA)  
 TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE  
 TEAM ENGINEERING S.p.A. – ROMA  
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM)  
 TECNOSISTEM S.p.A. – NAPOLI  
 TECNOTEAM ITALIA S.r.l.s. – MERCATALE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO)  
 TEKFER S.r.l. – BEINASCIO (TO)  
 TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. – AVERSA (CE)  
 TELEFIN S.p.A. – VERONA  
 TEORES S.p.A. – TORINO  
 TERMINALI ITALIA – VERONA  
 TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)  
 THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)  
 TITAGARH FIREMA S.p.A. – CASERTA  
 TPER S.p.A. – TRASP. PASS. RI EMILIA ROMAGNA – BOLOGNA  
 TRAINING S.r.l. – VERONA  
 TRASPORTO PASSEGGERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA  
 TRENITALIA S.p.A. – ROMA  
 TRENITALIA TPER – BOLOGNA  
 TRENORD S.r.l. – MILANO  
 TRENTO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO  
 TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. – CHIETI  
 TX LOGISTIK TRANSALPINE GMBH – BOLZANO  
 ULIXES S.r.l. UNIPERSONALE – FROSINONE  
 URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR)  
 VALTELLINA S.p.A. – GORLE (BE)  
 VERICERT S.r.l. – FORNACE ZARATTINI (RA)  
 VERTIV S.r.l. – ROMA  
 V.I.D.R. S.r.l. – CATENANUOVA (EN)  
 VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA  
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA  
 VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA)  
 WEGH GROUP S.p.A. – FORNOVO DI TARO (PR)  
 Z LAB S.r.l. – VERONA

## INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CIFI Servizi S.r.l. – Roma	I copertina
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	II copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 308
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 337
Orologio CIFI-Perseo “Infrangibile”	III copertina
“Una Stagione Straordinaria” – Atti del convegno del 20 aprile 2021	IV copertina

### CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2024

- Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)	€/anno	85,00
- Soci <b>Ordinari e Aggregati under 35</b> con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online). I nuovi soci under 35 (neolaureati oppure neoassunti nell'anno in corso di soci collettivi) beneficeranno per 3 anni o fino al compimento del 35° anno di età della quota dei Soci Juniores	€/anno	60,00
- Soci <b>Juniores</b> con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (solo online)	€/anno	25,00

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni (convegni, conferenze, corsi) organizzati dal Collegio.

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet [www.cifi.it](http://www.cifi.it) alla voce “COME ASSOCIARSI” e l’iscrizione decorre dopo il versamento tramite le seguenti modalità:

- Conto corrente postale n. **31569007** intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti Giovanni, 46 – 00185 Roma.

- Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT29 U 02008 05203 000101180047** – Codice BIC/SWIFT: UNCRITM 1704, intestato a Collegio Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA – Ag. 704 – ROMA ORLANDO.

- Carta di credito/prepagata sul sito [www.cifi/shop/](http://www.cifi/shop/).

Per il personale FS, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR è possibile versare la quota annuale, con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito.

Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell’anno precedente.

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 26825 – E mail: [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it)

**Contatti - Contacts**

Tel. 06.4742987

E-mail: redazioneif@cifi.it - notiziari.if@cifi.it - direttore.if@cifi.it  
Indirizzo skype: REDAZIONE I.F. C.I.F.I.**Servizio Pubblicità - Advertising Service**

Roma: 06.47307819 - areasoci@cifi.it

Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

**Direttore - Editor in Chief**

Stefano RICCI

**Vice Direttore - Deputy Editor in Chief**

Valerio GIOVINE

**Comitato di Redazione - Editorial Board**

Benedetto BARABINO  
Massimiliano BRUNER  
Maurizio CAVAGNARO  
Giuseppe CAVALLERI  
Federico CHELI  
Maria Vittoria CORAZZA  
Biagio COSTA  
Bruno DALLA CHIARA  
Massimo DEL PRETE  
Salvatore DI TRAPANI  
Anders EKBERG  
Alessandro ELIA  
Luigi EVANGELISTA  
Carmen FORCINITI  
Attilio GAETA  
Federico GHERARDI  
Ingo HANSEN  
Marino LUPI  
Adoardo LUZI  
Gabriele MALAVASI  
Giampaolo MANCINI  
Vito MASTRODONATO  
Enrico MINGOZZI  
Elena MOLINARO  
Francesco NATONI  
Umberto PETRUCCELLI  
Luca RIZZETTO  
Stefano ROSSI  
Francesco VITRANO  
Dario ZANINELLI

**Consulenti - Consultants**

Giovannino CAPRIO  
Paolo Enrico DEBARBIERI  
Giorgio DIANA  
Antonio LAGANÀ  
Emilio MAESTRINI  
Mauro MORETTI  
Silvio RIZZOTTI  
Giuseppe SCIUTTO

**Redazione - Editorial Staff**

Massimiliano BRUNER  
Ivan CUFARI  
Francesca PISANO



Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)  
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione  
(ROC) n. 33553 - Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento  
postale - d.l. 353/2003

(conv. In l. 27/02/2004 n. 46) art. 1 - DBC Roma  
Via Giovanni Giolitti, 46 - 00185 Roma  
E-mail: info@cifi.it - u.r.l.: www.cifi.it  
Tel. 06.4742986

Partita IVA 00929941003

Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00  
Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

# Indice

Anno LXXIX | **Aprile 2024** | 4**Condizioni di Associazione al CIFI 270****CONSUMO ENERGETICO  
NELLE FERROVIE METROPOLITANE  
ENERGY CONSUMPTION  
IN METROPOLITAN RAILWAYS**

Valter Di MARIO

Gabriele MALAVASI

**273****ANALISI "DALLA CULLA AL CANCELLO CON OPZIONI"  
DI TRAVERSE FERROVIARIE IN CALCESTRUZZO  
"CRADLE TO GATE WITH OPTIONS" ANALYSIS  
OF RAILWAY CONCRETE SLEEPERS**

Giulia DEL SERRONE

Giuseppe LOPRENCEPE

Gennaro RICCI

Laura MORETTI

**293****Notizie dall'interno 309****Notizie dall'estero***News from foreign countries***319****IF Biblio 335****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria  
Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria****336****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI 338****Fornitori di prodotti e servizi 342**

La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.  
*The total or partial reproduction of articles or figures is allowed providing the source citation.*

## LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

*(Istruzioni su come presentare un articolo per la pubblicazione su "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **La collaborazione è aperta a tutti.**

Gli articoli possono essere proposti per la pubblicazione in lingua italiana e/o inglese. La pubblicazione è comunque bilingue.

L'ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall'Autore.

La Direzione della rivista si riserva il diritto di utilizzare gli articoli ricevuti anche per la loro pubblicazione su altre riviste del settore edite da soggetti terzi, sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

Al fine di favorire la presentazione degli articoli, la loro revisione da parte del Comitato di Redazione e di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione, si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

- 1) L'articolo dovrà essere necessariamente fornito in formato WORD per Windows, via e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive.
- 2) Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere fornite complete di didascalia, numerate progressivamente e richiamate nel testo. Queste devono essere fornite in formato elettronico (e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive) e salvate in formato TIFF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). E' inoltre richiesto l'invio delle stesse immagini in formato compresso JPG (max. 50 KB/immagine). E' inoltre possibile includere, a titolo di bozza d'impaginazione, una copia cartacea che comprenda l'inserimento delle figure nel testo.
- 3) Nei testi presentati dovranno essere utilizzate rigorosamente le unità di misura del Sistema Internazionale (SI) e le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre.
- 4) Tutti i riferimenti bibliografici dovranno essere richiamati nel testo con numerazione progressiva riportata in [ ].

All'Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione e, a tutti gli autori, di sottoscrivere una dichiarazione liberatoria riguardo al possesso dei diritti di pubblicazione.

**Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista. – Tel: +39.06.4742986 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## GUIDELINES FOR THE AUTHORS

*(Instructions on how to present a paper for the publications on "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **The collaboration is open to everyone.**

*The articles can be presented both in English and/or Italian language. The publication is anyway bilingual.*

*The admission of a paper does not imply acknowledgment or approval by the journal of theories and opinions presented by the Authors.*

*The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.*

*In order to simplify the papers' presentation, their review by the Editorial Board and their typographic handling for the publication, the Authors are required to comply with the standards below.*

- 1) *The paper must be presented in WORD for Windows, by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive.*
- 2) *All figures (pictures, drawings, schemes, etc.) must include a caption, must be progressively numbered and recalled in the text. They must be presented in a high resolution (min. 300 dpi) electronic format (TIFF or EPS) by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive). Moreover, it is required to send them in a compressed JPG format (max. 50 kB/figure). It is additionally possible to include a printed draft copy as an editorial example.*
- 3) *In the texts must be rigorously used the SI units only.*
- 4) *All the bibliographic references must be recalled in the text with progressive numbering in [ ].*

*It is required to the corresponding Author to provide with a reference e-mail address for the communications with the Editorial Board and, to all Authors, to sign a discharge declaration concerning the rights of publication.*

**For any further information about the paper presentation, you can contact the editorial staff. – Phone: +39.06.4742986 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**



# Consumo energetico nelle ferrovie metropolitane

## *Energy consumption in metropolitan railways*

Valter DI MARIO <sup>(\*)</sup>  
Gabriele MALAVASI <sup>(\*\*)</sup>

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.04.2024.ART.1>)

**Sommario** - Il presente lavoro analizza i consumi di energia di un sistema elettrico ferroviario, riferito soprattutto alle linee metropolitane ed indica quali sono i parametri che li caratterizzano.

Vengono considerati sia i consumi delle utenze civili sia quelli della trazione in modo da evidenziare le potenze richieste e le possibilità di risparmio energetico.

Per le utenze civili di stazione e di deposito non emergono particolari indicazioni, tuttavia la loro quantificazione fornisce elementi per valutare il loro contributo al consumo totale e le possibilità di risparmio energetico utili per la progettazione e la gestione di nuove linee.

L'energia prodotta dalla frenatura elettrodinamica costituisce una concreta possibilità di risparmio energetico, ma il suo sfruttamento dipende, sia da parametri strutturali e impiantistici della linea, sia dal programma di esercizio e dal suo andamento reale.

I rilievi sperimentali forniscono elementi utili per la calibrazione dei modelli teorici ed evidenziano l'effetto della distanza tra le fermate e del cadenzamento dei treni sulla possibilità di risparmio energetico.

### 1. Introduzione

La necessità di ridurre i consumi energetici dovuta alle esigenze ambientali investe anche il sistema ferroviario in cui l'energia utilizzata di tipo elettrico, rispetto ad altri tipi di energia, meglio si presta a rendere disponibile la potenza effettivamente richiesta per le esigenze del trasporto con un alto rendimento energetico.

Le utenze civili di stazione come l'illuminazione, la ventilazione, gli impianti di traslazione, contribuiscono al consumo totale di energia elettrica e potrebbero usufruire di sistemi di regolazione finalizzati ad adeguare la poten-

**Summary** - The present work analyzes the energy consumption of the electric railway system, referring mainly to the metropolitan lines and indicating the parameters that characterize them.

Both the consumption of civil users and that of traction are considered in order to highlight the possibilities for energy saving.

For civil users of stations and depots, no particular indications emerge, however their quantification provides useful elements for evaluating their contribution to total consumption and the possibilities of energy saving for the design and management of new lines.

The energy produced by electrodynamic braking constitutes a concrete possibility, but its exploitation depends both on the structural parameters of the line and on the operation program and its actual performance.

The experimental findings provide useful elements for the calibration of the theoretical models and highlight the effect of the distance between stops and the timing of the trains on energy saving.

### 1. Introduction

The need to reduce energy consumption due to environmental needs also affects the railway system in which the electrical energy used, compared to other types of energy, is better suited to making the power actually required for transport needs available with a high energy efficiency.

Civil station utilities such as lighting, ventilation, translocation systems, contribute to the total consumption of electricity and could benefit from regulation systems aimed at adapting the power according to the users actually present.

The analysis of required powers and their quantification provide useful elements for defining the design and man-

<sup>(\*)</sup> Phd - Roma Metropolitane S.r.l. a r.

<sup>(\*\*)</sup> Sapienza Università di Roma a r.

<sup>(\*)</sup> Phd - Roma Metropolitane S.r.l. Retired.

<sup>(\*\*)</sup> Sapienza Università di Roma Retired.

za in funzione degli utenti effettivamente presenti.

L'analisi delle potenze richieste e la loro quantificazione forniscono elementi utili per definire i criteri progettuali e gestionali da utilizzare nei modelli teorici finalizzati a massimizzare l'efficienza tecnica ed economica.

Il consumo di energia per trazione, l'uso della frenatura elettrodinamica sono stati argomenti di interesse e costantemente studiati dai ricercatori a partire dalle applicazioni dei motori elettrici nella trazione ferroviaria [9][12].

Le emissioni derivanti da combustibili fossili utilizzati direttamente o indirettamente per i trasporti ha riportato all'attenzione dei ricercatori lo studio dell'efficienza energetica. Specifici lavori si sono concentrati sull'analisi dei metodi e dei sistemi di misura per valutare l'effetto di parametri strutturali, gestionali sui consumi energetici dei vari modi di trasporto.

Una metodologia di analisi dei consumi energetici di treni merci e passeggeri a media e lunga distanza, caratterizzata da pochi parametri significativi, è stata proposta in [22]. I risultati ottenuti hanno dimostrato come lo stile di condotta del macchinista in relazione alla velocità ed al momento di applicazione della forza frenante hanno sensibili effetti sui consumi energetici.

L'analisi quantitativa dei consumi energetici del trasporto ferroviario e del trasporto aereo è stata affrontata in [23] finalizzata a determinare i campi di utilizzo delle due modalità di trasporto più convenienti rispetto al consumo energetico.

Nel campo dei trasporti urbani di massa la frequenza dell'esercizio e la densità territoriale dell'offerta di trasporto costituiscono elementi che possono favorire il recupero di energia rispetto ad altri sistemi ferroviari di media e lunga distanza [13].

I limiti alla utilizzazione dell'energia elettrica prodotta dalla frenatura elettrodinamica derivano dal fatto che essa deve essere utilizzata nel momento in cui viene prodotta. Una soluzione è l'accumulo per un uso differito.

Vari studi si sono concentrati sull'accumulo a bordo mediante batterie e supercapacitori [6][7][8][14]. Altri studi si sono concentrati sulla possibilità di utilizzare l'energia recuperata attraverso sottostazioni reversibili evidenziando l'effetto del livello della tensione di alimentazione e del sistema di controllo della frenatura [18] ed il confronto tra sottostazioni reversibili e tradizionali [21].

Nel caso della presente ricerca sono state considerate sottostazioni tradizionali senza possibilità di reversibilità.

Altri lavori hanno analizzato le problematiche di misura dell'energia recuperabile a bordo, e proposto sistemi di misura basati su informazioni disponibili a bordo, facili da implementare di cui sono riportati anche analisi delle incertezze [19][20].

La presente ricerca è stata impostata basandosi sulla

*agement criteria to be used in theoretical models aimed at maximizing technical and economic efficiency.*

*Energy consumption for traction and the use of electrodynamic braking have been topics of interest and constantly studied by researchers starting from the applications of electric motors in railway traction [9][12].*

*Emissions deriving from fossil fuels used directly or indirectly for transport have brought the study of energy efficiency back to the attention of researchers. Specific works focused on the analysis of measurement methods and systems to evaluate the effect of structural and management parameters on the energy consumption of the various modes of transport.*

*A methodology for analyzing the energy consumption of medium and long-distance freight and passenger trains, characterized by a few significant parameters, was proposed in [22]. The results obtained demonstrated how the driver's style of conduct in relation to the speed and the moment of application of the braking force have significant effects on energy consumption.*

*The quantitative analysis of the energy consumption of rail transport and air transport was addressed in [23] aimed at determining the fields of use of the two most convenient transport modes with respect to energy consumption.*

*In the field of mass urban transport, the frequency of operation and the territorial density of the transport offer constitute elements that can favor energy recovery compared to other medium and long-distance railway systems [13].*

*The limits to the use of the electrical energy produced by electrodynamic braking derive from the fact that it must be used at the moment in which it is produced. One solution is accumulation for deferred use.*

*Various studies have focused on on-board storage using batteries and supercapacitors [6][7][8][14]. Other studies have focused on the possibility of using the energy recovered through reversible substations, highlighting the effect of the level of the supply voltage and the braking control system [18] and the comparison between reversible and traditional substations [21].*

*In the case of this research, traditional substations without the possibility of reversibility were considered.*

*Other works have analyzed the problems of measuring recoverable energy on board, and proposed measurement systems based on information available on board, easy to implement, for which uncertainty analyzes are also reported [19][20].*

*This research was based on the measurement of the power and energy absorbed directly in the substations by overall measuring the energy used for traction and the losses along the line.*

*Many works are based on theoretical simulation models; rarer are the works that make experimental data*

misura della potenza e della energia assorbita direttamente nelle sottostazioni misurando complessivamente l'energia utilizzata per la trazione e le perdite lungo la linea.

Molti lavori si basano su modelli di simulazione teorici; più rari sono i lavori che rendono disponibili dati sperimentali che potrebbero fornire utili indicazioni per una progettazione finalizzata ad ottenere una elevata efficienza energetica.

Rilievi sperimentali sul trasferimento dell'energia prodotta da un treno ad altri treni [1][2][11] hanno fornito valori quantitativi sulla effettiva energia recuperata utili per la calibrazione dei modelli teorici

La guida automatica può contribuire alla riduzione dei consumi di energia [5]. Le aleatorietà proprie dell'esercizio, dipendenti soprattutto dai tempi di sosta, producono spostamenti temporali delle fasi di avviamento e frenatura rispetto al programma di esercizio impostato per massimizzare il recupero di energia. Con la marcia automatica gli istanti di partenza e le velocità potrebbero essere regolate sull'andamento dei treni che precedono e che seguono in modo da favorire la sovrapposizione temporale delle fasi di avviamento e frenatura.

L'utilizzazione del recupero di energia in frenatura è diventata una prestazione consolidata nelle moderne ferrovie metropolitane. Tuttavia si ritiene ancora oggetto di studio la possibilità di massimizzare il risparmio energetico analizzando l'influenza dei parametri strutturali della linea e le modalità di esercizio, che potrebbero essere considerati nelle valutazioni di efficienza tecnico-economica nei progetti di nuove linee.

Questi sono gli obiettivi della presente ricerca sviluppata nell'ambito del dottorato di ricerca [16] di cui si espongono considerazioni sui risultati ottenuti ad integrazione anche di quanto già pubblicato in precedenti lavori sui modelli teorici di esercizio [3] e [4] e sui consumi energetici [10][15][17] qui richiamati.

## 2. Consumo di energia per impianti civili

In una linea metropolitana, soprattutto in sotterraneo, gli impianti civili principali sono:

- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti di traslazione, scale mobili ed ascensori.

Attraverso l'analisi e rilievi sperimentali dei parametri che li caratterizzano viene valutata la possibilità e la relativa quantificazione di risparmio energetico.

### 2.1. Impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione debbono assicurare il normale livello di illuminamento (lux) richiesto sia dalla normativa sia dalle normali condizioni di sicurezza per gli utenti.

available which could provide useful indications for a design aimed at obtaining high energy efficiency.

*Experimental findings on the transfer of energy produced by a train to other trains [1][2][11] have provided quantitative values on the actual energy recovered useful for the calibration of theoretical models*

*Automatic driving can contribute to reducing energy consumption [5]. The uncertainties inherent in the operation, depending above all on stop times, produce temporal shifts in the starting and braking phases with respect to the operation program set to maximize energy saving. With automatic travel, departures and speeds could be adjusted to the progress of the trains preceding and following in order to favor the temporal overlap of the starting and braking phases.*

*The use of braking energy recovery has become a consolidated feature in modern metropolitan railways. However, the possibility of maximizing energy savings by analyzing the influence of the structural parameters of the line and the operating methods, which could be considered in the assessments of technical-economic efficiency in new line projects, is still considered a subject of study.*

*These are the objectives of the present research developed as part of the research doctorate [16] of which considerations on the results obtained are presented in addition to what has already been published in previous works on theoretical exercise models [3] and [4] and on energy consumption [10][15][17] referred to here.*

## 2. Energy consumption for civil systems

*In a metro line, especially underground, the main civil systems are:*

- lighting systems;
- ventilation systems;
- translation systems, escalators and elevators.

*Through the analysis and experimental measurements of the parameters that characterize them, the possibility and related quantification of energy savings is evaluated.*

### 2.1. Lighting systems

*The lighting systems must ensure the normal level of illumination (lux) required both by legislation and by normal safety conditions for users.*

*The value of the required illuminance level  $E$ , measured in lux (lumen/m<sup>2</sup>) is given by the ratio*

$$E = \Phi_u / S$$

where:

- $\Phi_u$ , luminous flux, the quantity of light emitted by a light source in the unit of time measured in lumens (lm);
- $S$ , the surface to be illuminated in m<sup>2</sup>.

Il valore del livello di illuminamento richiesto  $E$ , misurato in lux (lumen/m<sup>2</sup>) è dato dal rapporto

$$E = \Phi_u / S$$

dove:

- $\Phi_u$ , flusso luminoso, la quantità di luce emessa da una sorgente luminosa nell'unità di tempo misurata in lumen (lm);
- $S$ , superficie da illuminare in m<sup>2</sup>.

Il livello di illuminamento  $E$ , adottato nelle zone aperte al pubblico di una stazione di una linea metropolitana, è quello richiesto dalla Normativa UNI n°8097 – 2004, "Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie" che prevede un valore di  $E = 120$  lux.

Il valore di illuminamento  $E$  è, però, quasi sempre legato alle finiture architettoniche previste nelle stazioni che portano in genere ad ottenere un livello di illuminamento maggiore di quello previsto dalle Norme.

Il numero dei corpi illuminanti  $n$  necessari ad assicurare il livello di illuminamento previsto è dato da

$$n = \Phi_u / \Phi_i$$

dove  $\Phi_i$  è il flusso luminoso del corpo illuminante.

La potenza elettrica  $P$  è direttamente proporzionale al livello di illuminazione ed alla potenza dei singoli corpi illuminanti.

Per valutare l'effettiva potenza assorbita è stata condotta una campagna di misure che ha interessato l'impianto di illuminazione della banchina di una stazione di metropolitana [16], che presenta una superficie di circa 360 m<sup>2</sup>.

Le misure di illuminamento e di assorbimento della potenza elettrica si sono svolte durante il normale esercizio, mediamente un luxometro ed un analizzatore di rete elettrica, parzializzando l'impianto di illuminazione (Fig. 1).

In corrispondenza ai livelli di illuminamento medi si sono ottenuti i seguenti valori delle potenze assorbite:

- $E_m = 153$  lux       $P = 12,8$  kW
- $E_m = 87$  lux       $P = 11,3$  kW

Ad una riduzione dei livelli di illuminamento di circa il 47% corrisponde una riduzione degli assorbimenti di potenza di circa il 12%. Il livello di illuminamento medio, secondo le norme, non deve comunque mai risultare minore del 50% di quello nominale.

La potenza misurata per l'illuminamento più alto, corrisponde ad una potenza per unità di superficie

$$P_{m2} = 12,8 \text{ kW} / 360 \text{ m}^2 = 35,6 \text{ W/m}^2$$

La potenza assorbita per l'illuminazione di tutte le aree aperte al pub-

*The lighting level  $E$ , adopted in the areas open to the public of a station on a metropolitan line, is that required by the UNI Regulation No. 8097 - 2004, "Lighting of underground and surface metros" which provides a value of  $E = 120$  lux.*

*The illuminance value  $E$  is, however, almost always linked to the architectural finishes in the stations which generally lead to obtaining a higher illuminance level than that required by the standard.*

*The number of lighting fixtures  $n$  necessary to ensure the expected illumination level is given by*

$$n = \Phi_u / \Phi_i$$

*where  $\Phi_i$  is the luminous flux of the lighting fixtures.*

*The electrical power  $P$  is directly proportional to the lighting level and the power of the individual lighting fixtures.*

*To evaluate the actual power absorbed, a measurement campaign was carried out which involved the lighting system of the platform of a subway station [16], which has a surface area of approximately 360 m<sup>2</sup>.*

*The lighting and electrical power measurements were carried out during normal operation, with a lux meter and an electrical network analyzer, partializing the lighting system (Fig. 1).*

*In correspondence with the average illumination levels, the following values of absorbed power were obtained:*

- $E_m = 153$  lux       $P = 12.8$  kW
- $E_m = 87$  lux       $P = 11.3$  kW

*A reduction in lighting levels of approximately 47% corresponds to a reduction in power absorption of approximately 12%. The average illumination level, according to the standard, must never be less than 50% of the nominal standard.*

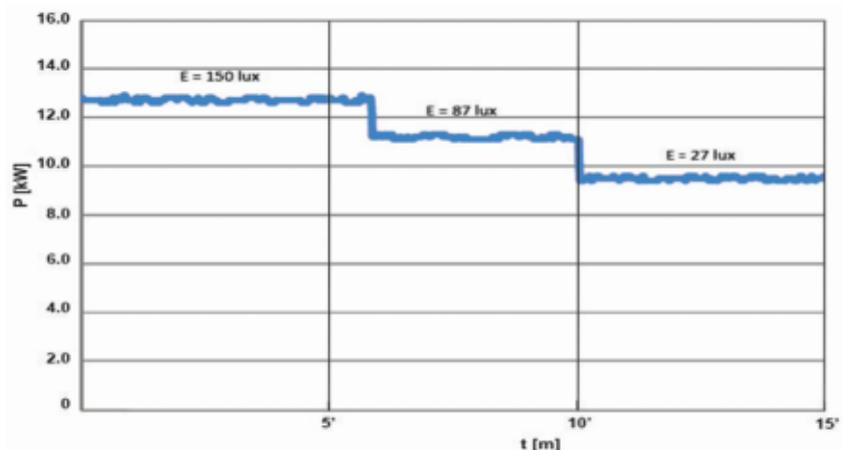


Figura 1 – Potenza elettrica assorbita in funzione del livello di illuminamento [16].

Figure 1 – Absorbed electrical power as a function of illumination level [16].

blico, quali atrio, discenderie, banchine, per una stazione con superficie complessiva  $A = 2.500 \text{ m}^2$  assume il valore

$$P = 35,6 \times 2500 = 89,0 \text{ kW}$$

I risultati ottenuti permettono di valutare il contributo dell'illuminazione alla potenza complessiva richiesta dall'impianto; tuttavia, la valutazione della possibilità di impostare sistemi di controllo richiede di considerare anche aspetti gestionali e manutentivi.

Ulteriori riduzioni di potenza si potrebbero ottenere dall'uso di tecnologie innovative di illuminazione (led) la cui convenienza va valutata nell'ambito di un'analisi tecnico economica specifica del ciclo di vita.

## 2.2. Impianti di ventilazione

Gli impianti di ventilazione devono assolvere alla duplice funzione di:

- fornire il ricambio d'aria necessario a mantenere le condizioni di confort ambientale, sia attraverso il mantenimento di condizioni ambientali salubri, sia attraverso l'asportazione del calore prodotto all'interno delle stazioni ed in galleria;
- prevedere in caso di incendio sia in banchina che in galleria, che le zone di uscita verso i luoghi sicuri siano sgombri dai fumi per assicurare l'evacuazione delle persone in massima sicurezza.

In esercizio normale gli impianti di ventilazione di stazione distribuiti nelle aree aperte al pubblico devono assicurare, per fornire benefiche condizioni di vivibilità ai passeggeri, un numero di ricambi/orari di circa 10 Vol/h.

Tali rinnovi dell'aria sono assicurati da impianti di ventilazione di immissione, costituiti da ventilatori che tramite un sistema di regolazione ad inverter per il comando e controllo del numero dei giri del ventilatore, provvedono a variarne la portata e la prevalenza in relazione alle condizioni richieste sia in stazione che in galleria durante l'esercizio nelle ore di morbida e di punta.

Considerando che il numero di giri  $n_i$  è legato al valore della potenza elettrica  $P_i$  assorbita, si può determinare, in relazione alle varie fasi di esercizio ed alla relativa portata d'aria  $V_i$  la relativa potenza elettrica  $P$  assorbita.

Gli impianti di ventilazione in emergenza, in stazione ed in galleria, utilizzano le stesse apparecchiature destinate all'esercizio normale e sono in grado, utilizzando la stessa regolazione ad inverter, di incrementare sia la portata sia la prevalenza, in modo da soddisfare i requisiti richiesti per le condizioni di emergenza (velocità dell'aria in galleria pari a 2 m/s).

Per analizzare quanto sopra è stata condotta una campagna di misure presso una stazione profonda di metropolitana [16] relativamente al funzionamento della centrale di ventilazione ed in particolare l'andamento de-

*The power measured for the highest illuminance corresponds to a power per unit of surface area*

$$P_{m2} = 12.8 \text{ kW}/360 \text{ m}^2 = 35.6 \text{ W/m}^2$$

*The power absorbed for the lighting of all areas open to the public, such as atriums, stairs, platforms, for a station with a total surface area of  $A = 2,500 \text{ m}^2$  takes on the value*

$$P = 35.6 \times 2500 = 89.0 \text{ kW}$$

*The results obtained allow us to evaluate the contribution of lighting to the overall power required by the system; however, the evaluation of the possibility of setting using control systems also requires consideration of management and maintenance aspects.*

*Further power reductions could be obtained from the use of innovative lighting technologies (LEDs) whose convenience must be assessed as part of a specific technical-economic analysis of the life cycle.*

## 2.2. Ventilation systems

*Ventilation systems must fulfill the dual function of:*

- *provide the air exchange necessary to maintain environmental comfort conditions, both through the maintenance of healthy environmental conditions and through the removal of the heat produced inside the stations and in the tunnels;*
- *in the event of a fire on both the platform and in the tunnel, ensure that the exit areas to safe places are free of fumes to ensure the evacuation of people in maximum safety.*

*In normal operation, the station ventilation systems distributed in areas open to the public must ensure, to provide beneficial living conditions for passengers, a number of changes/hours of approximately 10 Vol/h.*

*These air renewals are ensured by intake ventilation systems, made up of fans which, through an inverter regulation system for commanding and controlling the number of fan revolutions, vary the flow rate and prevalence in relation to the required conditions. both in the station and in the tunnel during operation during off-peak and peak hours.*

*Considering that the number of revolutions  $n_i$  is linked to the value of the absorbed electrical power  $P_i$  the relative absorbed electrical power  $P$  can be determined in relation to the various operating phases and the relative air flow  $V_i$ .*

*The emergency ventilation systems, in the station and in the tunnel, use the same equipment intended for normal operation and are able, using the same inverter regulation, to increase both the flow rate and the head, in order to satisfy the required requirements for emergency conditions (air speed in the tunnel equal to 2 m/s).*

*To analyze the above, a measurement campaign was conducted at a deep subway station [16] relating to the operation of the ventilation unit and in particular the trend of the electrical power absorption of the fan as the number of*

gli assorbimenti di potenza elettrica del ventilatore al variare del numero di giri del ventilatore stesso e quindi della portata in m<sup>3</sup>/h (Fig. 2).

Con riferimento al volume atrio e discenderie della stazione (circa 5.000m<sup>3</sup>), per assicurare 10 ricambi orari cioè 50.000m<sup>3</sup>/h (Fig. 2) viene richiesta una potenza di circa 20 kW. Nelle ore di morbida si potrebbe ridurre la portata di ventilazione in funzione della effettiva presenza di utenti e ridurre conseguentemente la potenza richiesta. Ciò dipende dalla valutazione della convenienza tecnica ed economica del sistema di comando e controllo.

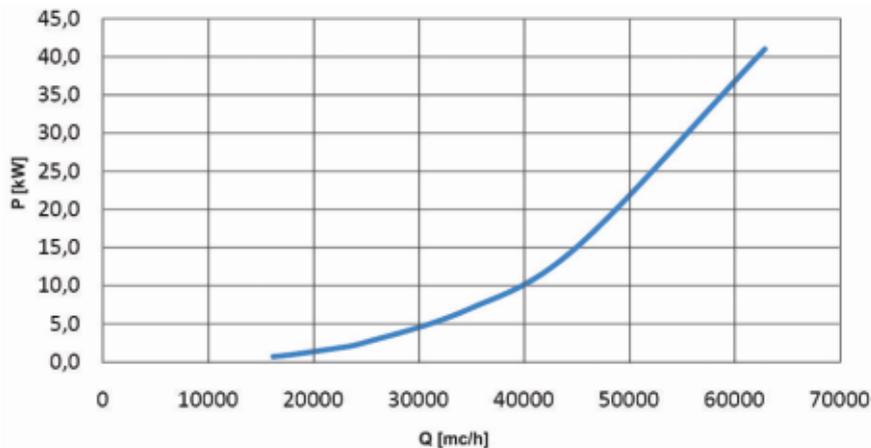


Figura 2 – Potenza elettrica in funzione della portata del ventilatore [16].  
 Figure 2 – Electrical power as a function of fan flow rate [16].

**2.3. Impianti di traslazione**

Le scale mobili e gli ascensori, sono utilizzati per la movimentazione dei passeggeri per il raggiungimento del piano banchina dalla zona atrio e viceversa.

In una linea metropolitana, data l'intensità del traffico delle persone che transitano nelle stazioni, funzione del cadenzamento dei treni, la scala mobile viene normalmente utilizzata, nelle ore di punta dell'esercizio alla velocità che permette il miglior deflusso dei passeggeri.

Le scale mobili sono dotate di opportuni sistemi di comando e controllo che permettono potenzialmente il variare della velocità in relazione alla presenza o meno di passeggeri.

La potenza richiesta da una scala mobile durante il normale esercizio è proporzionale al numero delle persone presenti sui gradini, tramite il fattore K, ed alla velocità v

$$P \propto Kv/\eta$$

con η rendimento globale.

Per ottenere una riduzione dei consumi, fermo restando il normale funzionamento alla presenza degli utenti, si adottano diverse modalità di esercizio, in assenza degli utenti, durante il periodo fra il passaggio di due treni successivi, funzione del cadenzamento dei treni.

Una prima modalità è quella di utilizzare la scala mobile a richiesta, cioè la scala mobile è ferma e si avvia automaticamente nella direzione dalla quale si avvicinano i primi passeggeri.

Una seconda modalità è quella di riposo, cioè la scala mobile in condizione di assenza passeggeri funziona a velocità ridotta salvo portarsi alla velocità normale con l'avvicinarsi dei primi passeggeri.

Per analizzare gli assorbimenti di potenza durante il normale esercizio è stata condotta una campagna di misure presso una stazione di metropolitana [16] durante il

revolutions of the fan itself varies and therefore the flow rate in m<sup>3</sup>/h (Fig. 2).

With reference to the volume of the station's atrium and descents (approximately 5,000m<sup>3</sup>), to ensure 10 changes per hour, i.e. 50,000m<sup>3</sup>/h (Fig. 2), a power of approximately 20 kW is required. In not rush hour, the ventilation flow rate could be reduced based on the actual presence of users and consequently reduce the power required. This depends on the evaluation of the technical and economic convenience of the command and control system.

**2.3. Translation systems**

The escalators and elevators are used to move passengers to reach the platform level from the atrium area and vice versa.

On a metropolitan line, given the intensity of the traffic of people passing through the stations, a function of the timing of the trains, the escalator is normally used, during peak operating hours, at the speed that allows the best flow of passengers.

The escalators are equipped with appropriate command and control systems that potentially allow the speed to vary in relation to the presence or absence of passengers.

The power required by an escalator during normal operation is proportional to the number of people present on the steps, via the K factor, and to the speed v.

$$P \propto Kv/\eta$$

with η overall efficiency.

To obtain a reduction in consumption, without prejudice to normal operation in the presence of users, different operating methods are adopted, in the absence of users, during the period between the passage of two successive trains, depending on the timing of the trains.

normale esercizio della linea su una scala in salita con potenza installata  $P = 2 \times 15 \text{ kW}$ .

Le misure sono state condotte sia vuoto sia a carico.

I valori della potenza assorbita sono (Fig. 3)

- $v = 0,20 \text{ m/s}$   $P = 1,1 \text{ kW}$
- $v = 0,50 \text{ m/s}$   $P = 1,7 \text{ kW}$
- $v = 0,65 \text{ m/s}$   $P = 1,9 \text{ kW}$

L'assorbimento durante il normale esercizio a diverse velocità e condizioni di carico è riportato nella Fig. 4: punti (1) del grafico,  $v=0,5 \text{ m/s}$ , a carico; punti (2)  $v=0,5 \text{ m/s}$ , a vuoto; punti (3),  $v=0,2 \text{ m/s}$ , a vuoto.

Per il periodo di misura pari a 46min si ottiene un valore medio della potenza assorbita pari a  $P = 2,6 \text{ kW}$ .

L'andamento della potenza assorbita adottando, a vuoto, velocità di  $0,2 \text{ m/s}$  e velocità nulla è riportato nelle Fig. 5 e Fig. 6. La potenza media in un periodo di tempo di 46 minuti, nei due casi, vale rispettivamente  $2,5 \text{ kW}$  e  $2,2 \text{ kW}$  corrispondente ad una differenza del 12%.

Il numero delle scale mobili in una stazione profonda può arrivare ad alcune decine di unità in funzione della profondità. Assumendo un valore medio di 10 scale mobile per stazione si avrebbe un assorbimento di potenza pari mediamente a  $25 \text{ kW}$  con  $v=0,2 \text{ m/s}$ .

La potenza richiesta dagli impianti civili raggiunge valori medi dell'ordine di  $134 \text{ kW}$  per stazione profonda, cioè  $1,34 \text{ MW}$  per una linea di 10 stazioni.

I risultati ottenuti forniscono valori della potenza assorbita relativi alla illuminazione, ventilazione e traslazione. Essi possono guidare l'adozione dei diversi tipi di regolazione per ottimizzare il consumo di energia sulla base delle analisi di efficienza tecnica ed economica.

### 3. Energia per la trazione

Il diagramma di marcia tipico di un veicolo fra due stazioni di una linea metropolitana comprende le seguenti fasi (Fig. 7) [16]:

- avviamento;
- coasting inerziale e velocità costante;

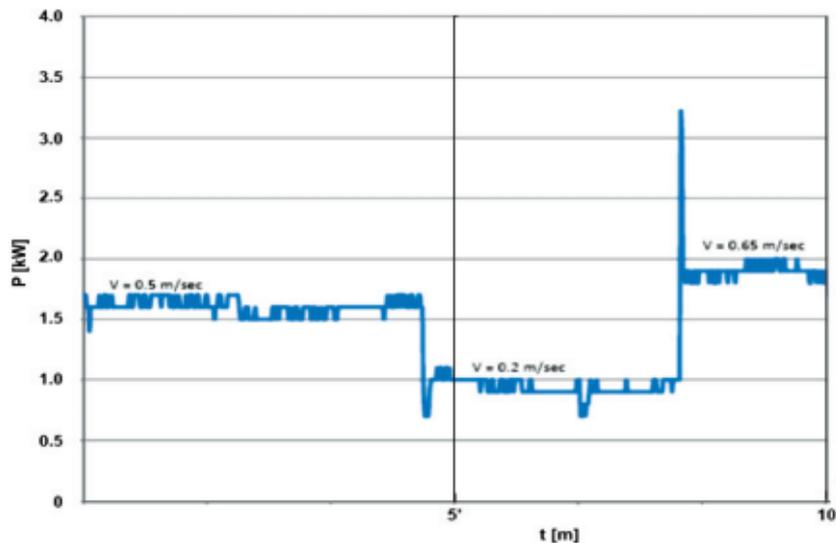


Figura 3 – Potenza elettrica assorbita a vuoto in funzione del tempo a diverse velocità [16].

Figure 3 – Electrical power absorbed at no load as a function of time at different speeds [16].

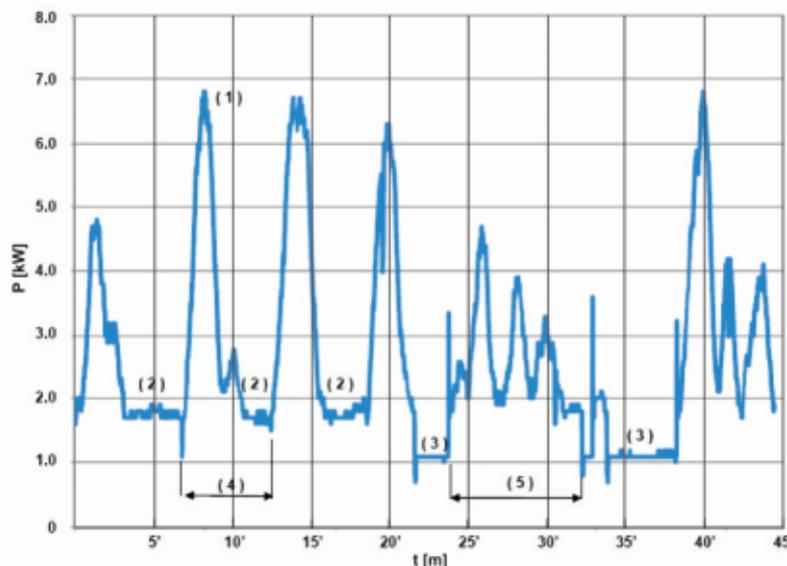


Figura 4 – Potenza elettrica assorbita in condizioni normali [16].

Figure 4 – Electrical power absorbed in normal conditions [16].

*A first method is to use the escalator on request, i.e. the escalator is stopped and starts automatically in the direction from which the first passenger approach.*

*A second mode is the rest mode, i.e. the escalator operates at a reduced speed when there are no passengers, only to reach normal speed as the first passenger approach.*

*To analyze power absorption during normal operation, a measurement campaign was conducted at an underground station [16] during normal operation of the line on*

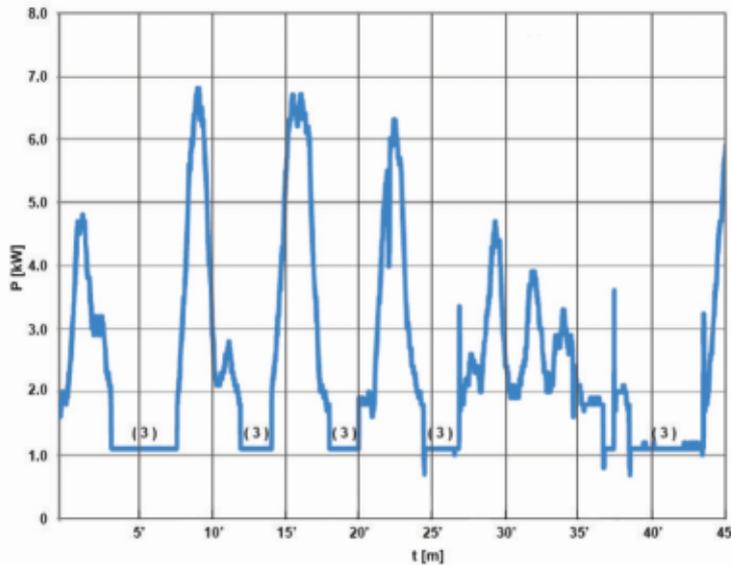


Figura 5 – Potenza elettrica assorbita con velocità  $v = 0,2$  m/s a vuoto [16].  
 Figure 5 – Electrical power absorbed with speed  $v = 0.2$  m/s at no load [16].

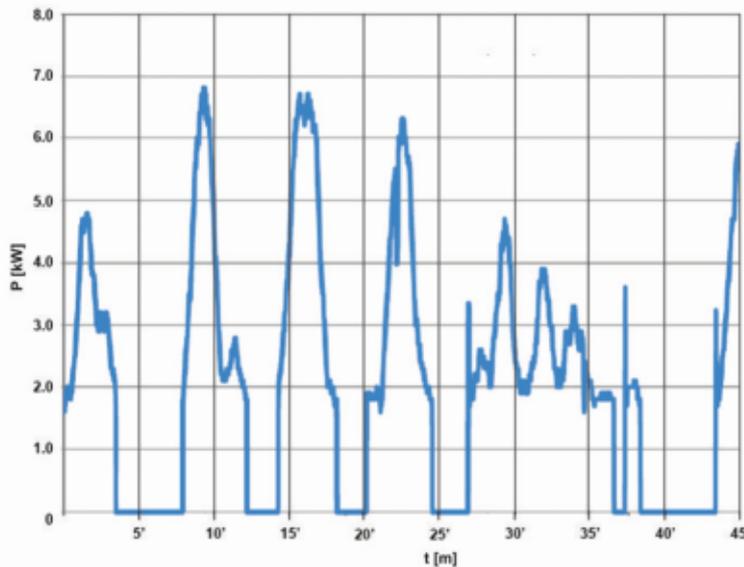


Figura 6 – Potenza elettrica assorbita con velocità nulla a vuoto [16].  
 Figure 6 – Electrical power absorbed with zero no-load speed [16].

- frenatura.

La fase di avviamento richiede la forza trazione necessaria per aumentare la velocità, raggiungere la massima velocità e vincere le resistenze al moto.

La fase di *coasting* non richiede forza di trazione, il veicolo avanza per inerzia.

La fase a velocità costante richiede una forza di trazione per bilanciare le resistenze al moto.

La fase di frenatura richiede una forza che si oppone al moto per arrestare il treno nello spazio previsto.

### 3. Energy for traction

The typical running diagram of a vehicle between two stations of a metro line includes the following phases (Fig. 7) [16]:

- starting;
- inertial coasting and constant velocity;
- braking.

The start-up phase requires the necessary traction force to increase speed, reach maximum speed and overcome resistance to motion.

an ascending escalator with installed power  $P = 2 \times 15$  kW.

The measurements were conducted both empty and loaded. The values of the absorbed power are (Fig. 3)

- $v = 0.20$  m/s  $P = 1.1$  kW
- $v = 0.50$  m/s  $P = 1.7$  kW
- $v = 0.65$  m/s  $P = 1.9$  kW

The absorption during normal operation at different speeds and load conditions is shown in Fig. 4: points (1) of the graph,  $v=0.5$  m/s, at load; points (2)  $v=0.5$  m/s, no load; points (3),  $v=0.2$  m/s, no load.

For the measurement period of 46 min, an average value of the absorbed power equal to  $P = 2.6$  kW is obtained.

The trend of the power absorbed by adopting, at no load, a speed of 0.2 m/s and zero speed is shown in Fig. 5 and Fig. 6. The average power in a period of time of 46 minutes, in the two cases, is respectively 2.5 kW and 2.2 kW corresponding to a difference of 12%.

The number of escalators in a deep station can reach a few dozen units depending on the depth. Assuming an average value of 10 escalators per station, there would be a power absorption equal to 25 kW on average with  $v=0.2$  m/s.

The power required by civil systems reaches average values of the order of 134 kW per deep station, i.e. 1.34 MW for a line of 10 stations.

The results obtained provide values of the absorbed power relating to lighting, ventilation and translation. They can guide the adoption of different types of regulation to optimize energy consumption based on technical and economic efficiency analyses.

Dal punto di vista cinematico le fasi di un diagramma di marcia tipico corrispondono a:

- moto uniformemente accelerato nella prima parte e ad accelerazione decrescente nella seconda fase di avviamento;
- moto a velocità costante o moto ritardato con piccole decelerazioni nella fase di *coasting*;
- moto uniformemente ritardato nella fase di frenatura.

Per comprendere come variano le grandezze elettriche e meccaniche che entrano in gioco durante le fasi di avviamento, *coasting* e frenatura, vengono analizzati gli andamenti in funzione del tempo rilevati durante le corse prove di un veicolo di metropolitana (Fig. 8) [16].

All'avviamento viene applicata la forza di trazione  $F_m$  (1), che produce con l'accelerazione  $a$  (4) un progressivo aumento della velocità  $v$  (5).

Nella seconda fase dell'avviamento la forza di trazione  $F_m$  (1) e l'accelerazione  $a$  (4) diminuiscono e la velocità  $v$  (5) continua ad aumentare più lentamente.

La corrente di motore  $I_m$  (6) è praticamente proporzionale alla forza di trazione  $F_m$ , mentre le grandezze di linea, corrente  $I$  (3) e tensione  $V$  (2) risultano funzioni del moto del treno.

All'aumentare della corrente di linea  $I$  assorbita dal treno si ha una caduta di tensione, dovuta alla resistenza elettrica della linea di contatto, che porta ad una diminuzione della tensione di linea  $V$ .

La potenza elettrica  $P$  (7) aumenta linearmente fino al valore massimo della prima fase di avviamento per poi mantenersi costante, nella seconda fase.

La potenza  $P$  comprende anche quella necessaria all'alimentazione dei servizi ausiliari del treno.

La figura si riferisce all'andamento delle grandezze elettriche per un treno isolato.

Durante la fase di *coasting* (Fig. 9) il veicolo avanza per inerzia. La velocità  $v$  (5) diminuisce molto lentamente, la forza motrice  $F_m$  (1) è praticamente nulla così come l'accelerazione  $a$  (4).

La tensione di linea  $V$  (2) è costante, la corrente di motore  $I_m$  (6) è nulla, mentre la corrente di linea  $I$  (3) e la potenza  $P$  (7) sono minime e dovute solo all'assorbimento degli impianti ausiliari del treno.

Dopo la fase di *coasting*, inizia la fase di frenatura, durante la quale viene sviluppata una azione frenante, attraverso la forza  $F_f$  (1) che si mantiene costante fino a poco prima dell'arresto del treno e viene sostituita dalla frenatura meccanica.

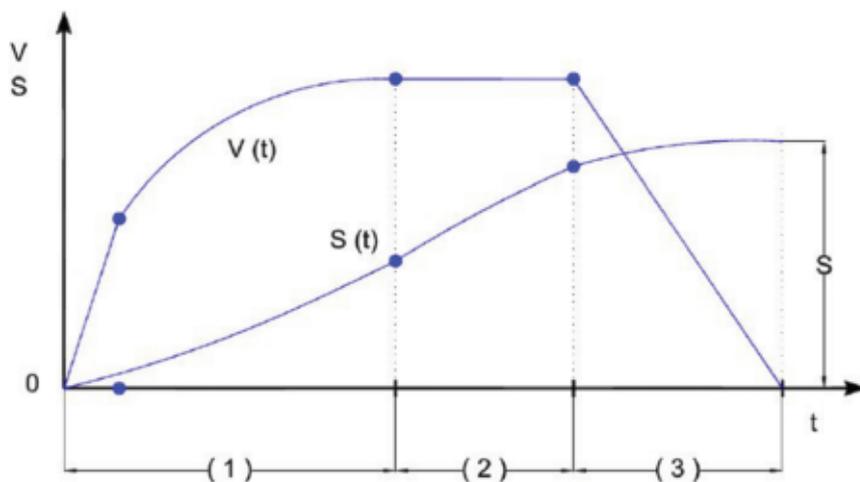


Figura 7 - Diagramma di marcia [16]. (1) avviamento; (2) *coasting*; (3) frenatura.

Figure 7 - Running diagram [16]. (1) starting; (2) *coasting*; (3) braking.

*The coasting phase does not require traction force, the vehicle advances by inertia;*

*The constant speed phase requires a traction force to balance the resistance to motion.*

*The braking phase requires a force that opposes the motion to stop the train in the intended space.*

*From a kinematic point of view, the phases of a typical running diagram correspond to:*

- *motion uniformly accelerated in the first part and with decreasing acceleration in the second starting phase;*
- *constant speed motion or delayed motion with small decelerations in the coasting phase;*
- *motion uniformly delayed in the braking phase.*

*To understand how the electrical and mechanical quantities that come into play during the starting, coasting and braking phases vary, the trends as a function of time detected during the test runs of a subway vehicle are analyzed (Fig. 8) [16].*

*When starting, the traction force  $F_m$  (1) is applied, which produces a progressive increase in speed  $v$  (5) with acceleration  $a$  (4).*

*In the second starting phase, the traction force  $F_m$  (1) and the acceleration  $a$  (4) decrease and the speed  $v$  (5) continues to increase more slowly.*

*The motor current  $I_m$  (6) is practically proportional to the traction force  $F_m$ , while the line quantities, current  $I$  (3) and voltage  $V$  (2) are functions of the motion of the train.*

*As the line current  $I$  absorbed by the train increases, there is a voltage drop, due to the electrical resistance of the contact line, which leads to a decrease in the line voltage  $V$ .*

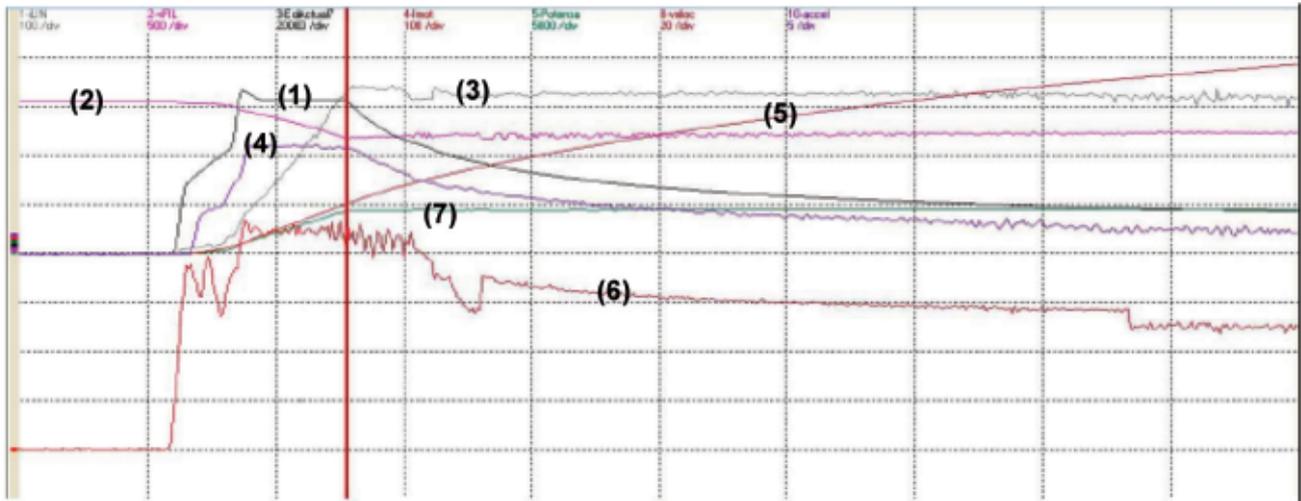


Figura 8 -Fase di avviamento: Forza di trazione (1); Tensione di linea (2); Corrente di linea (3); Accelerazione (4); Velocità (5); Corrente di motore (6); Potenza elettrica (7) [16].  
 Figure 8 - Starting phase: Traction force (1); Line voltage (2); Line current (3); Acceleration (4); Speed (5); Motor current (6); Electrical power (7) [16].

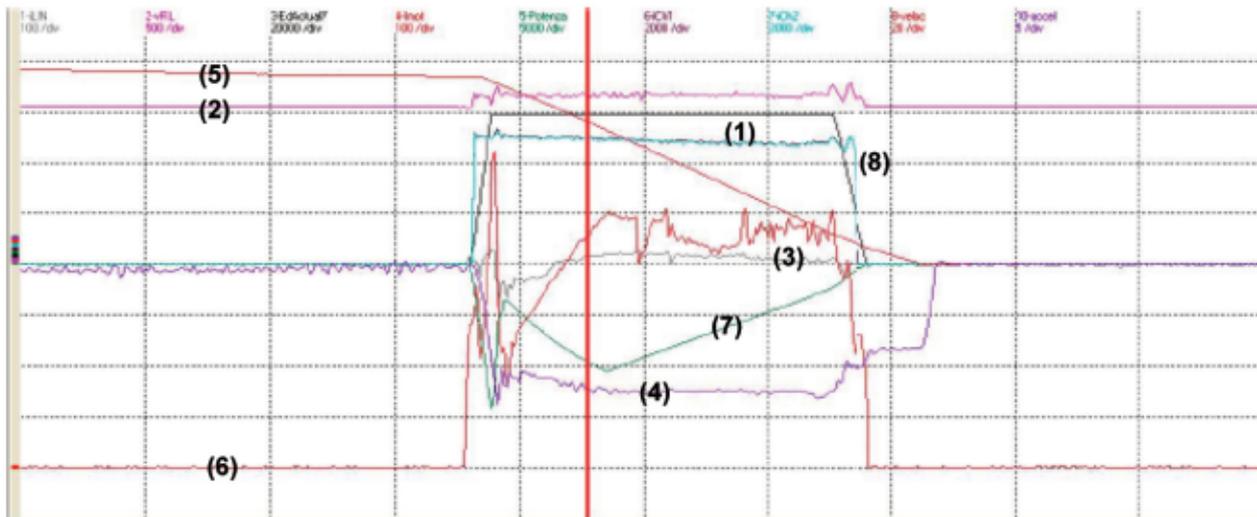


Figura 9 - Fase di *coasting* e frenatura. Forza di trazione, Forza di frenatura (1); Tensione di linea (2); Corrente di linea (3); Accelerazione (4); Velocità (5); Corrente di motore (6); Potenza elettrica (7); Corrente chopper (8) [16].  
 Figure 9 - Coasting and braking phase. Traction force, Braking force (1); Line voltage (2); Line current (3); Acceleration (4); Speed (5); Motor current (6); Electrical power (7); Chopper current (8) [16].

L'accelerazione negativa a (4) aumenta fino al valore massimo, si mantiene quindi costante per annullarsi all'arresto del treno; la velocità  $v$  (5) dal valore iniziale diminuisce costantemente fino a portarsi al valore zero a treno fermo.

Durante la frenatura elettrodinamica i motori di trazione vengono utilizzati come generatori di energia elettrica. L'energia resa disponibile dalla trasformazione della energia cinetica in energia elettrica può essere utilizzata

*The electric power  $P$  (7) increases linearly up to the maximum value of the first starting phase and then remains constant in the second phase.*

*The power  $P$  also includes that necessary to power the train's auxiliary services.*

*The figure refers to the trend of electrical quantities for an isolated train.*

se sono disponibili utilizzatori in grado di riceverla, nel momento in cui viene prodotta, altrimenti deve essere accumulata per usi successivi oppure dissipata in calore.

Quanto sopra si individua nella Fig. 9, dove si evidenzia l'aumento della potenza elettrica, (7), e quindi della corrente motore, (6), che non potendo fluire sulla linea viene immessa nel reostato per essere dissipata e da qui l'aumento delle correnti,(8), nei rami del chopper.

## 4. Recupero dell'energia con la frenatura elettrodinamica

L'architettura elettrica tipica di un azionamento elettrico ad Alta Tensione (AT 1500 Vcc), con riferimento ad una unità di trazione costituito da due motrici (M-S) ed una rimorchiata (R), comprende principalmente i seguenti elementi (Fig. 10) [16]:

- 1Q1 pantografo;
- 1Q2 interruttore extrarapidi;
- 1A1 IA2 convertitore di trazione;
- M motore di trazione;
- 1R4 - 8 reostato di frenatura;
- CA convertitore ausiliario.

Il convertitore di trazione è alimentato direttamente dalla linea di contatto, protetto da un interruttore extrarapido ed è costituito da:

- Inverter trifase.

During the coasting phase (Fig. 9) the vehicle advances by inertia. The speed  $v$  (5) decreases very slowly, the driving force  $F_m$  (1) is practically zero as is the acceleration  $a$  (4).

The line voltage  $V$  (2) is constant, the motor current  $I_m$  (6) is zero, while the line current  $I$  (3) and the power  $P$  (7) are minimal and due only to the absorption of the auxiliary systems of the train.

After the coasting phase, the braking phase begins, during which a braking action is developed through the force  $F_f$  (1) which remains constant until shortly before the train stops and is replaced by mechanical braking.

The negative acceleration  $a$  (4) increases up to the maximum value, then remains constant to vanish when the train stops; the speed  $v$  (5) decreases constantly from the initial value until it reaches zero with the train stopped.

During electrodynamic braking, traction motors are used as electrical energy generators. The energy made available by the transformation of kinetic energy into electrical energy can be used if users capable of receiving it are available at the moment it is produced, otherwise it must be accumulated for subsequent uses or dissipated as heat.

The above is identified in Fig. 9, where the increase in the electrical power, (7), and therefore in the motor current, (6), is highlighted, which, not being able to flow on the line, is introduced into the rheostat to be dissipated and from here the increase in currents, (8), in the chopper branches.

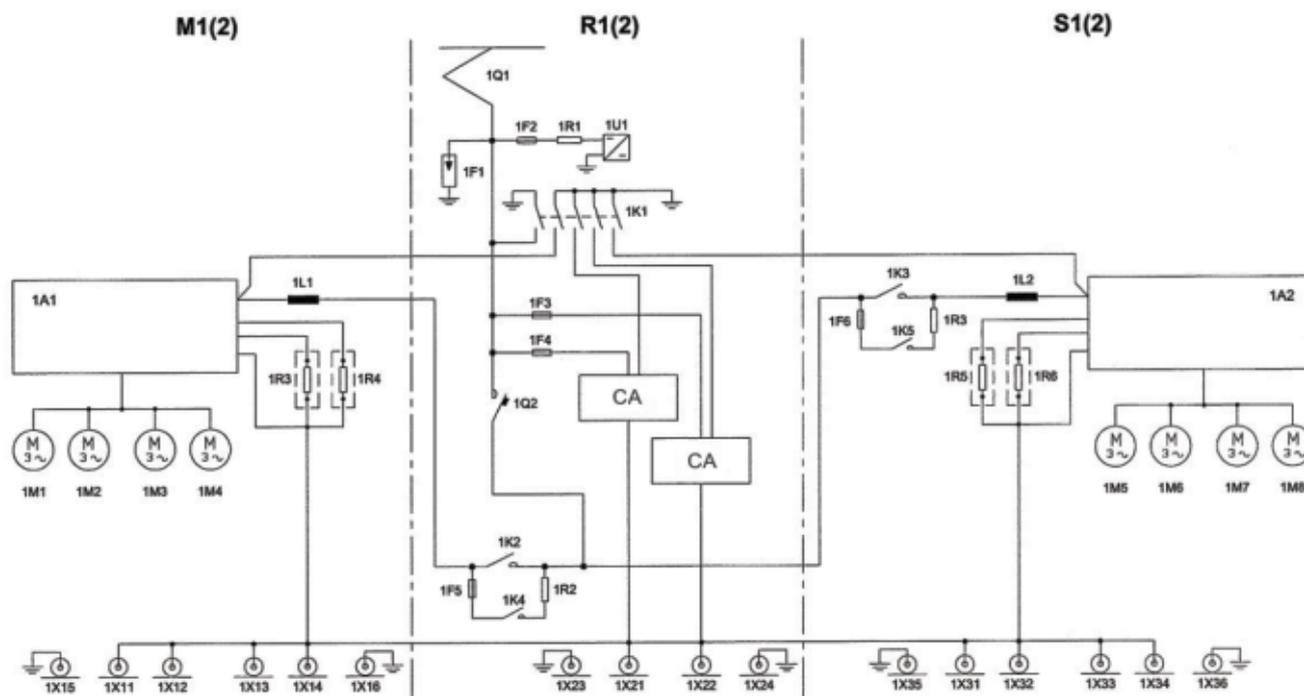


Figura 10 - Schema principale sistema AT di trazione [16].  
 Figure 10 - Main diagram of the AT traction system [16].

- Chopper di frenatura.

L'inverter, di tipo a tensione impressa, è alimentato direttamente dalla linea di contatto, con uscita a tensione e frequenza variabile ed alimenta quattro motori connessi in parallelo.

Il chopper di frenatura è costituito da due rami distinti che permettono di dissipare in tutto o in parte l'energia di frenatura su due sezioni separate del reostato di frenatura.

Il sistema di controllo della trazione avviene tramite l'unità di controllo della trazione ed agisce sul convertitore e quindi sull'alimentazione dei motori sulla base dei comandi e controlli che vengono impartiti per la marcia del treno sia in trazione che in frenatura.

Il treno è equipaggiato con due tipi di impianti frenanti: freno elettrodinamico e freno elettropneumatico.

I convertitori, sfruttando i motori come generatori, consentono la frenatura elettrodinamica con le seguenti modalità di utilizzazione della energia elettrica prodotta:

- recupero in linea: tutta l'energia viene restituita alla linea di alimentazione;
- mista: l'energia viene in parte restituita alla linea di alimentazione ed in parte viene dissipata sul reostato di frenatura;
- reostatica: tutta l'energia viene dissipata sul reostato di frenatura.

La ripartizione della frenatura elettrodinamica tra recupero in linea, mista e reostatica è legata alla recettività della linea aerea e dipende essenzialmente dalla tensione di linea a cui avviene la frenatura.

Per valori della tensione superiore a quello ammesso dalla linea, l'energia viene totalmente dissipata sui reostati di frenatura oppure esclusa totalmente con l'inserimento completo della frenatura pneumatica.

La ripartizione tra recupero, mista e reostatica viene operata tramite il controllo dello sforzo frenante elettrico; durante la frenatura, il reostato dissipa tutta o parte dell'energia erogata dai motori di trazione in relazione alla capacità recettiva della linea. Per tale ragione il dimensionamento termico del reostato di frenatura viene eseguito considerando che debba essere dissipata tutta l'energia di frenatura.

Nell'esempio riportato nella Fig. 9 la fase di frenatura avviene senza recupero in linea, l'energia viene totalmente dissipata nel reostato.

La Potenza elettrica generata durante la fase di frenatura è funzione della forza  $F_f$ , della velocità  $v$  di marcia e del rendimento meccanico ed elettrico.

La corrente nel motore  $I_m$  (6) aumenta, si mantiene praticamente costante e, non potendo essere recepita dalla linea viene immessa nel reostato per essere dissipata, da cui l'aumento delle correnti  $I_c$  (8) nei rami del chopper. La corrente di linea  $I$  (3) è praticamente nulla, mentre la tensione  $V$  (2) aumenta oltre il valore nominale.

La possibilità di utilizzazione dell'energia elettrica

#### 4. Energy recovery with electrodynamic braking

*The typical electrical architecture of a High Voltage electric drive (AT 1500 V<sub>dc</sub>), with reference to a traction unit consisting of two tractor units (M-S) and a towed one (R), mainly includes the following elements (Fig. 10) [16]:*

- 1Q1 pantograph;
- 1Q2 extra-rapid switch;
- 1A1 1A2 traction converter;
- M traction motor;
- 1R4 - 8 braking rheostat;
- AC auxiliary converter.

*The traction converter is powered directly by the contact line, protected by an extra-fast switch and is made up of:*

- Three-phase inverter.
- Braking chopper.

*The inverter, impressed voltage type, is powered directly by the contact line, with variable voltage and frequency output and powers four motors connected in parallel.*

*The braking chopper is made up of two distinct branches which allow the braking energy to be dissipated in whole or in part on two separate sections of the braking rheostat.*

*The traction control system occurs via the traction control unit and acts on the converter and therefore on the power supply to the motors on the basis of the commands and controls that are given for running the train in both traction and braking.*

*The train is equipped with two types of braking systems: electrodynamic brake and electropneumatic brake.*

*The converters, using the motors as generators, allow electrodynamic braking with the following methods of using the electrical energy produced:*

- on line recovery: all the energy is returned to the power supply line;
- mixed: the energy is partly returned to the power supply line and partly dissipated on the braking rheostat;
- rheostatic: all the energy is dissipated on the braking rheostat.

*The distribution of electrodynamic braking between in-line, mixed and rheostatic recovery is linked to the receptivity of the overhead line and essentially depends on the line voltage at which braking occurs.*

*For voltage values higher than that permitted by the line, the energy is totally dissipated on the braking rheostats or totally excluded with the complete activation of the pneumatic braking.*

*The distribution between recovery, mixed and rheostatic is carried out by controlling the electric braking effort; during braking, the rheostat dissipates all or part of the energy supplied by the traction motors in relation to the receptive capacity of the line. For this reason, the thermal sizing of the braking rheostat is carried out considering that all the braking energy must be dissipated.*

prodotta durante la fase di frenatura elettrodinamica dipende dalla ricettività della linea di contatto.

L'analisi dei diagrammi di marcia dei treni nel piano spazio – tempo permette di formulare alcune considerazioni.

In ambito metropolitano l'elevata frequenza del servizio e la lunghezza delle tratte favoriscono le situazioni di sincronismo tra la frenatura di un treno e l'avviamento di un altro treno.

Ad esempio nel caso della Fig. 11 si verificano parziali sovrapposizioni temporali tra la frenatura del treno B in arrivo alla stazione S2 e l'avviamento del treno A dalla stazione S3.

Si tratta di un caso ideale in cui i due treni hanno identico diagramma di marcia, identico tempo di sosta alle fermate ed hanno un distanziamento temporale costante.

Nella realtà le variazioni del tempo di sosta da treno a treno e da fermata a fermata, le differenze tra i diagrammi di marcia hanno un effetto determinante sul recupero dell'energia di frenatura

Nel caso in cui non vi sia la possibilità di trasferire l'energia recuperata ai treni in linea o alla rete esterna o accumularla nella sottostazione o a bordo del rotabile si deve dissiparla nelle resistenze elettriche.

Anche senza recupero permangono i vantaggi della frenatura elettrodinamica che elimina la produzione di polveri e l'usura dei dispositivi della frenatura meccanica.

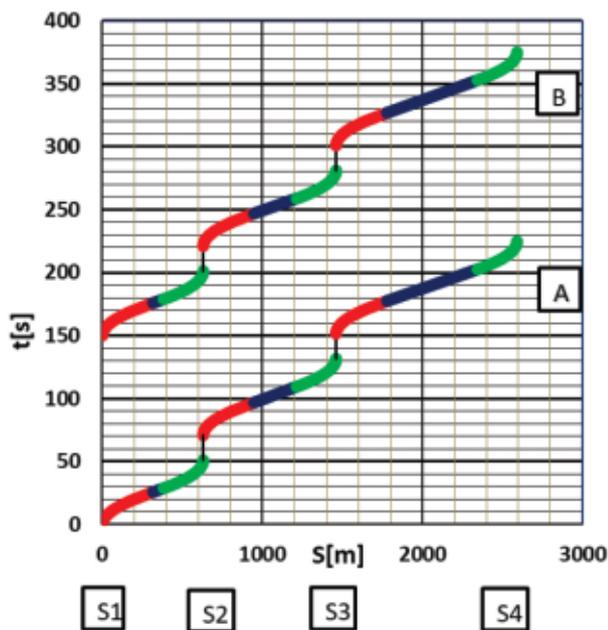


Figura 11 – Esempio di diagrammi di marcia, spazio-tempo, di due treni con distanziamento temporale costante.

Figure 11 – Example of travel diagrams, space-time, of two trains with constant temporal spacing.

In the example shown in Fig. 9 the braking phase occurs without online recovery; the energy is totally dissipated in the rheostat.

The electrical power generated during the braking phase is a function of the force  $F_p$ , the travel speed  $v$  and the mechanical and electrical efficiency.

The current in the motor  $I_m$  (6) increases, remains practically constant and, as it cannot be received by the line, it is fed into the rheostat to be dissipated, hence the increase in the currents  $I_c$  (8) in the chopper branches. The line current  $I$  (3) is practically zero, while the voltage  $V$  (2) increases beyond the nominal value.

The possibility of using the electrical energy produced during the electrodynamic braking phase depends on the receptivity of the contact line.

The analysis of the train running diagrams in the space-time plane allows us to formulate some considerations.

In the metropolitan area, the high frequency of the service and the length of the routes favor situations of synchronism between the braking of a train and the starting of another train.

For example, in the case of Fig. 11, partial temporal overlaps occur between the braking of train B arriving at station S2 and the starting of train A from station S3.

This is an ideal case in which the two trains have the same running diagram, identical stopping time at the stops and have a constant temporal spacing.

In reality, the variations in dwell time from train to train and from stop to stop, the differences between the running diagrams have a decisive effect on the recovery of braking energy

If there is no possibility of transferring the recovered energy to the online trains or to the external network or accumulating it in the substation or on board the rolling stock, it must be dissipated in the electrical resistors.

Even without recovery, the advantages of electrodynamic braking remain, which eliminates the production of dust and wear of the mechanical braking devices.

## 5. Experimental findings

A specific measurement campaign carried out on line B of the Rome Metro, as part of the research [16], made it possible to evaluate energy consumption during normal operation of the line and, through electrodynamic braking, the possibility of energy saving.

### 5.1. Electrical power supply system of the line

The line power system includes (Fig. 12):

- two energy delivery points of the Municipal Energy (ACEA), at the Electrical Substations (SSE) terminals of the line;

5. Rilievi sperimentali.

Una specifica campagna misure condotta sulla linea B della Metropolitana di Roma, nell'ambito della ricerca [16], ha permesso di valutare i consumi energetici durante il normale esercizio della linea e, attraverso la frenatura elettrodinamica, la possibilità di risparmio energetico.

5.1. Sistema elettrico di alimentazione della linea

Il sistema di alimentazione della linea comprende (Fig. 12):

- due punti di consegna dell'energia dell'Azienda Comunale Energia e Ambiente (ACEA), presso le Sottostazioni Elettriche (SSE) terminali della linea;
- rete di distribuzione a 20 kV, esercita radialmente che alimenta in "entra - esce".

Dalle sbarre di attestazione della resa ACEA della SSE Laurentina, a 20kV, sono derivate:

- due linee di alimentazione verso le SSE Magliana, Mercati generali e Circo Massimo, inclusa l'area del Deposito Officina della linea;
- linea di alimentazione delle utenze di stazione (cabine MT/BT) verso la stazione Colosseo (vedi 1, Fig. 12).

Dalle sbarre di attestazione della resa ACEA della SSE Rebibbia, a 20 kV, sono derivate:

- le due linee di alimentazione verso le SSE Monti Tiburtini, Bologna e Termini;
- la linea di alimentazione delle utenze di stazione (cabine MT/BT) verso la stazione Termini (vedi 2, Fig. 12).

In caso di fuori servizio di uno dei centri ACEA presso le SSE terminali, subentra una resa ACEA baricentrica della linea B, mantenendo lo stesso livello di fornitura elettrica.

Le utenze delle stazioni sono alimentate da cabine di trasformazione collegate normalmente in "entra - esce" da due linee a 20 kV con origine nelle due SSE terminali sopra citate; tali cabine sono provviste di due trasformatori (20.000/400 V), uno dei quali è di riserva, di taglia variabile tra 160 kVA e 800 kVA. In alcuni casi le utenze di stazione sono alimentate direttamente dalle cabine MT/BT dei servizi ausiliari delle SSE.

- 20 kV distribution network, operates radially and feeds "in - out".

From the ACEA electricity yield of the SSE Laurentina, at 20kV, the following are derived:

- two supply lines towards the SSE Magliana, Mercati generali and Circo Massimo, including the line's Workshop Depot area;
- power line for station users (MV/LV cabins) towards the Colosseum station (see 1, Fig. 12).

From the ACEA electricity yield of the SSE Rebibbia, at 20 kV, the following are derived:

- the two supply lines towards the SSE Monti Tiburtini, Bologna and Termini;
- the power line of the station users (MV/LV cabins) towards Termini station (see 2, Fig. 12).

In the event of one of the ACEA centers at the SSE terminals going out of service, a central ACEA output of line B takes over, maintaining the same level of electricity supply.

The users of the stations are powered by transformation cabins normally connected "in - out" by two 20 kV lines originating in the two SSE terminals mentioned above; these substations are equipped with two transformers (20,000/400 V), one of which is a reserve, of variable size between 160 kVA and 800 kVA. In some cases the station users are powered directly by the MV/LV substations of the SSE auxiliary services.

5.2. Electrical power substations

The SSE electrical substations are equipped with AC/DC conversion units; each conversion group is made up of a transformer with a power of 3800 kVA, with double secondary, with a ratio of 20kV/0.590-0.590 kV (D/DY), and two static diode bridge rectifier groups with twelve-phase reaction. The total power of 3,500 kW (nominal rectified current of 2333 A). The conversion group is completed by the complex of direct current cells containing the auxiliary equipment (group cells) and the extra-rapid switches (power supply cells) intended to supply the 1,500 VDC power supply. to the contact line.

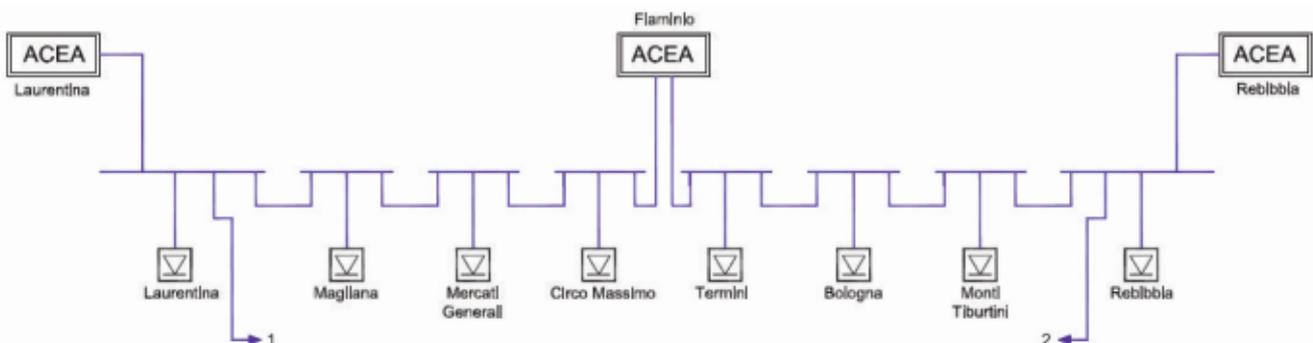


Figura 12 - Sistema di alimentazione di massima della Metropolitana di Roma [16].  
Figure 12 - General power supply system of the Rome Metro [16].

## 5.2. Sottostazioni elettriche di alimentazione

Le Sottostazioni elettriche SSE sono dotate di gruppi di conversione c.a./c.c.; ogni gruppo di conversione è costituito da un trasformatore della potenza di 3800 kVA, a doppio secondario, con rapporto 20kV/0,590-0,590 kV (D/DY), e da due gruppi raddrizzatori statici a ponte di diodi con reazione dodecafase. La potenza complessiva di 3.500 kW (corrente nominale raddrizzata di 2333 A). Completano il gruppo di conversione il complesso di celle in corrente continua contenenti le apparecchiature ausiliarie (celle di gruppo) e gli interruttori extrarapidi (celle alimentatori) destinati a fornire l'alimentazione a 1.500 Vc.c. alla linea di contatto.

Tutti gli alimentatori che collegano i gruppi di conversione della SSE alla linea di contatto hanno medesima sezione 2 x (1x500 mm<sup>2</sup>).

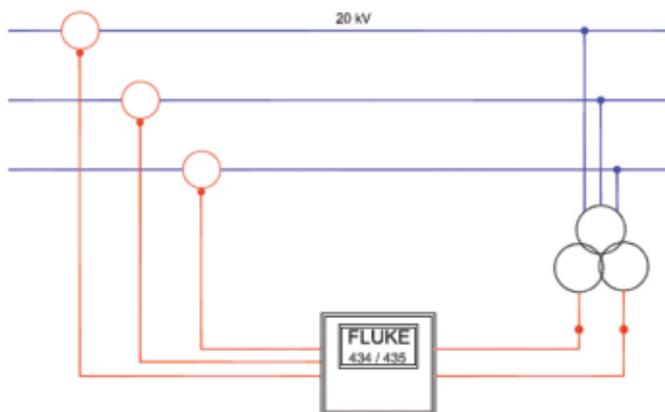
La linea di contatto è costituita da 2 fili di contatto da 100 mm<sup>2</sup>, 2 funi portanti da 120 mm<sup>2</sup>, 2 alimentatori di 120 mm<sup>2</sup> ed ha una sezione complessiva di 680 mm<sup>2</sup>.

## 5.3. Strumentazione di base

La strumentazione di base per le misure è stata individuata nello strumento analizzatore di rete Fluke 434/435, (Fig. 13). L'analizzatore di rete viene inserito sia sui circuiti amperometrici che voltmetrici per analizzare le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, potenza, energia, armoniche di tensione e corrente, fattore di potenza.

## 5.4. Esecuzione delle misure.

Le misure sono state effettuate contemporaneamente presso la SSE Laurentina e presso la SSE Rebibbia nelle ore di punta mattutine nel mese di febbraio 2010 durante l'esercizio con il minimo cadenzamento fra i treni pari a 240 sec, con numero dei treni in linea 21, di cui n° 11 nella tratta Rebibbia – Cavour (Tronco A) e n°10 nella tratta Laurentina – Colosseo (Tronco B) [16].



*All the power supplies that connect the SSE conversion groups to the contact line have the same 2 x (1x500 mm<sup>2</sup>) section.*

*The contact line is made up of 2 contact wires of 100 mm<sup>2</sup>, 2 load-bearing cables of 120 mm<sup>2</sup>, 2 feeders of 120 mm<sup>2</sup> and has a total section of 680 mm<sup>2</sup>.*

## 5.3. Basic instrumentation

*The basic instrumentation for the measurements was identified in the Fluke 434/435 network analyzer instrument, (Fig. 13). The network analyzer is inserted on both amperometric and voltmetric circuits to analyze the following electrical quantities: voltage, current, power, energy, voltage and current harmonics, power factor.*

## 5.4. Carrying out measurements.

*The measurements were carried out simultaneously at the SSE Laurentina and at the SSE Rebibbia during the morning rush hours in February 2010 during operation with the minimum timing between trains equal to 240 sec, with number of trains on line 21, of which 11 in the Rebibbia – Cavour section (Section A) and 10 in the Laurentina – Colosseum section (Section B) [16].*

*During the tests, the energy absorptions with and without recovery taken from the bars of the SSE Laurentina and the SSE Rebibbia were measured (Fig. 14).*

*The measurement recording interval was one second; the values of the measured power Pa represent the overall power of both the traction systems and the civil systems.*

## 5.5. Processing of results. Analysis of consumption and energy savings

*An example of the measurements carried out [16] is shown in Fig. 15 in which the trend of the powers is com-*



Figura 13 - Strumentazione di base [16].  
Figure 13 - Basic instrumentation [16].

Durante le prove sono stati misurati gli assorbimenti di energia con e senza recupero prelevati dalle sbarre della SSE Laurentina e della SSE Rebibbia (Fig. 14).

L'intervallo della registrazione della misura è stato di un secondo; i valori delle potenze misurate  $P_a$  rappresentano la potenza complessiva sia degli impianti di trazione che degli impianti civili.

**5.5. Elaborazione dei risultati. Analisi dei consumi e risparmi energetici**

Un esempio delle misure effettuate [16] è riportato nella Fig. 15 in cui vengono confrontati per i due tronchi A e B l'andamento delle potenze, in funzione del tempo, della durata di 5min. Le prove 1 e 2 sono effettuate in giorni diversi pertanto, il confronto viene riferito ai valori medi della potenza.

La potenza misurata corrisponde alla somma delle potenze richieste per la trazione, delle utenze di stazione e del deposito.

Tenuto conto che gli assorbimenti di stazione e di deposito sono praticamente costanti durante l'esercizio, le differenze tra le misure dipendono dalle differenze di assorbimento per la trazione.

La potenza media misurata per il tronco A vale 11,8MW senza recupero e 7,8MW con recupero. La potenza media misurata per il tronco B vale 7,2MW senza recupero e 7,4MW con recupero.

La potenza misurata con recupero corrisponde a quella richiesta alla SSE dai treni in avviamento decurtata di quella fornita dai treni in frenatura elettrodinamica.

I valori ottenuti mostrano l'efficacia del recupero di energia con la frenatura elettrodinamica.

L'andamento irregolare della potenza in funzione del tempo dipende dalla sovrapposizione temporale delle fasi di avviamento e frenatura di treni diversi.

La differenza tra la potenza assorbita senza recupero e con recupero si vede soprattutto nel tronco A in cui la distanza tra le fermate è più corta rispetto a quella del tron-

co B, come funzione del tempo, durando 5min. Le prove 1 e 2 sono portate su giorni differenti quindi il confronto si riferisce ai valori medi della potenza.

La potenza misurata corrisponde alla potenza totale richiesta per la trazione, per gli utenti della stazione e per il deposito.

La potenza e il consumo richiesti alla stazione e al deposito sono praticamente costanti durante l'esercizio, le differenze tra le misure dipendono dalle differenze di potenza richiesta per la trazione.

La potenza media misurata per il tronco A è 11,8MW senza recupero e 7,8MW con recupero. La potenza media misurata per il tronco B è 7,2MW senza recupero e 7,4MW con recupero.

La potenza misurata con recupero corrisponde a quella richiesta dalla SSE dai treni in avviamento meno quella fornita dai treni in frenatura elettrodinamica.

Le valori ottenuti mostrano l'efficacia del recupero di energia con la frenatura elettrodinamica.

La tendenza irregolare della potenza come funzione del tempo dipende dalla sovrapposizione temporale delle fasi di avviamento e di frenatura di treni diversi.

La differenza tra la potenza assorbita senza recupero e con recupero si vede sopra tutto nel tronco A dove la distanza tra le fermate è più corta rispetto a quella del tronco B. La distribuzione delle lunghezze delle sezioni è mostrata nella Fig. 16 e nella Fig. 17.

In una distanza breve tra le fermate, la fase di velocità costante è ridotta o quasi inesistente, le fasi di avviamento e di frenatura sono consecutive e più frequenti che in una lunga distanza tra le fermate.

Nei tronchi A, oltre alla minore lunghezza media, c'è anche una maggiore concentrazione dei valori attorno alla media che potrebbe favorire la possibilità di sincronizzazione delle fasi di frenatura di un treno con le fasi di avviamento di un altro treno.

La tendenza della potenza dipende anche dalla velocità: le irregolarità nell'operazione dei treni sulla linea influenzano le sovrapposizioni delle fasi di movimento e quindi l'energia totale richiesta dalla SSE.

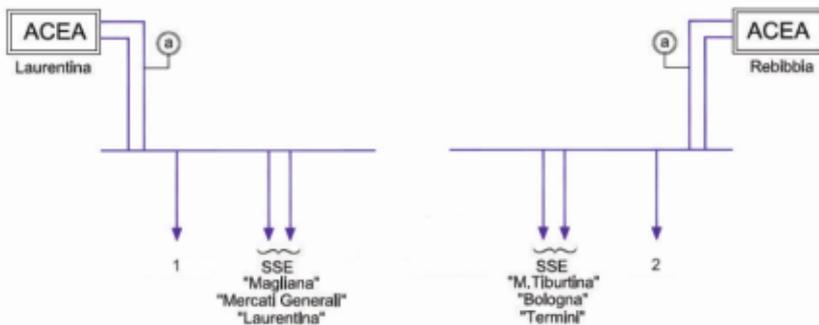


Figura 14 - Punti di misura presso le SSE Laurentina e Rebibbia della linea B [16].  
 Figure 14 - Measurement points at the Laurentina and Rebibbia SSEs of line B [16].

co B. La distribuzione delle lunghezze delle tratte è riportata nelle Fig. 16 e Fig. 17.

Nelle tratte corte la fase di marcia a velocità costante è ridotta o quasi nulla, le fasi di avviamento e di frenatura sono consecutive e più frequenti rispetto alle tratte lunghe.

Nel tronco A oltre alla minore lunghezza media si ha anche una maggiore concentrazione dei valori intorno alla media che potrebbe favorire la possibilità di sincronismo delle fasi di frenatura di un treno con le fasi di avviamento di un altro treno.

L'andamento della potenza dipende inoltre dall'andamento della marcia: le irregolarità dell'esercizio dei treni sulla linea influenzano le sovrapposizioni delle fasi del moto e quindi la potenza complessiva richiesta alla SSE.

La linea metropolitana caratterizzata da alta frequenza e tratte percorse per la maggior parte in trazione e frenatura si presta ad un recupero di energia particolarmente efficace.

A titolo di esempio si riporta nella Fig. 18 il diagramma spazio-tempo dell'andamento teorico di treni di una linea ipotetica percorsa nei due versi con distanziamento temporale costante.

Le linee tratteggiate verticali sono in corrispondenza di fermate; le linee orizzontali consentono di verificare istante per istante la contemporaneità delle fasi del moto dei vari treni. Come si può osservare vi sono istanti in cui si sovrappongono fasi di avviamento e fasi frenatura e istanti in cui sono sfalsate.

Nel caso reale intervengono fattori aleatori che influenzano il diagramma di marcia: tipiche sono le soste alle fermate che possono variare da treno a treno e da fermata a fermata in funzione della quantità di passeggeri presenti.

Le simulazioni sviluppate nella ricerca, riportate in precedenti lavori [3][4][10][15] hanno evidenziato per una linea ipotetica l'effetto del distanziamento temporale e della distanza tra le fermate sul recupero di energia misurato dal rapporto tra la differenza di energia senza e con recupero.

I coefficienti di recupero teorici per linee esercite con diversi valori del distanziamento temporale costante per tutti i treni, compreso tra 90s e 240s, variano, in funzione della distanza tra le fermate supposta uniforme per tutta la linea, tra 0 e poco meno del 50% (Fig. 19): I valori teorici minimi

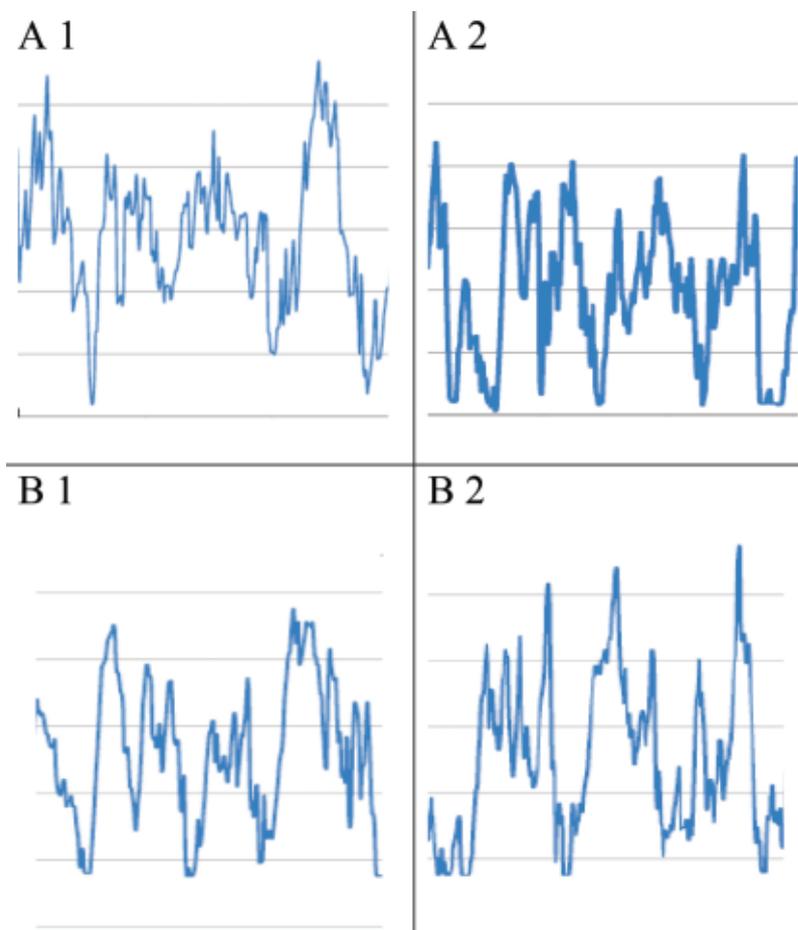


Figura 15 - Esempio di potenza misurata in funzione del tempo. Durata 5min (Elaborazione da [16]). A1: Tronco A senza recupero; A2: Tronco A con recupero; B1: Tronco B senza recupero; B2: Tronco B con recupero.

Figure 15 - Example of power measured as a function of time. Duration 5min (Elaboration from [16]). A1: Section A without recovery; A2: Section A with recovery; B1: Section B without recovery; B2: Section B with recovery.

*The metropolitan line characterized by high frequency and sections traveled mostly in traction and braking lends itself to particularly effective energy recovery.*

*As an example, Fig. 18 shows the space-time diagram of the theoretical progress of trains of a hypothetical line traveled in both directions with constant temporal spacing.*

*The vertical dotted lines correspond to stops; the horizontal lines allow to verify the simultaneity of the motion phases of the various trains. As can be seen, there are times in which the starting phases and braking phases overlap and times in which they are staggered.*

*In the real case, random factors intervene which influence the running diagram: typical are the stops times which can vary from train to train and from stop to stop depending on the quantity of passengers.*

*The simulations developed in the research, reported in*

si hanno per piccoli valori del distanziamento temporale (90 s) e distanza media tra le fermate intorno a 1.000m.

L'ampia variazione dei risultati conferma il significativo effetto del distanziamento teorico sulla possibilità di recupero energetico.

**6. Conclusioni**

Lo studio ha evidenziato i contributi al consumo di energia sia degli impianti civili sia degli impianti di trazione. Le relazioni tra la potenza e le prestazioni degli impianti di illuminazione, ventilazione e traslazione consentono di definire le potenze corrispondenti alle effettive esigenze.

Le utenze civili di stazione usufruiscono di sistemi di regolazione finalizzati ad adeguare la potenza in funzione della effettiva presenza degli utenti legata alla presenza del treno.

La struttura della linea ed il programma di esercizio influenzano il recupero di energia mediante il trasferimento della energia prodotta dalla frenatura elettrodinamica ad altri treni che si trovano in fase di avviamento nel tratto di linea alimentati dalla stessa SSE, in assenza di sistemi di accumulo a bordo e di SSE reversibili.

Nei casi esaminati i vantaggi del recupero per distanze medie tra le fermate intorno a 800 m sono superiori rispetto a quelli per distanze medie tra le fermate intorno a 1.000 m.

Il distanziamento temporale e la variazione delle distanze determinano la possibilità di scambio di energia tra treni. Sistemi di comando e controllo che agiscono automaticamente sulle partenze dalle fermate e sulle velocità basate sull'andamento reale della circolazione potrebbero fornire contributi positivi al recupero di energia.

L'adozione di specifiche soluzioni tecnologiche e gestionali, pur comportando maggiori complessità impiantistiche, può contribuire al risparmio energetico e deve risultare da una analisi dell'efficienza tecnico economica in fase progettuale. I risultati ottenuti mostrano in particolare i vantaggi conseguiti, in termini di risparmio energetico con l'adozione della frenatura elettrodinamica.

La ricerca sviluppata e la possibilità di misure su sistemi reali hanno fornito preziose indicazioni tecnico scientifiche utili per gli studi e le applicazioni ulteriori [24].

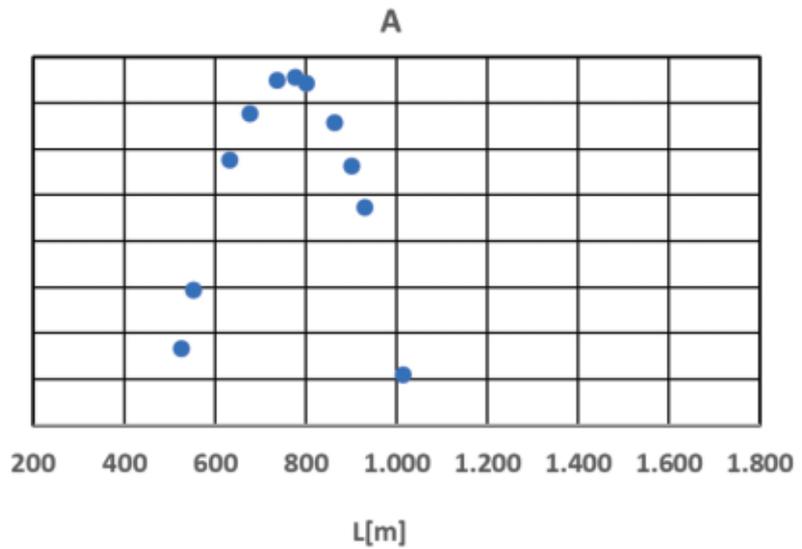


Figura 16 - Distribuzione delle lunghezze L delle tratte nel tronco A.  
 Figure 16 - Distribution of distance L between stops in section A.

previous works [3][4][10][15], have highlighted for a hypothetical line the effect of the temporal spacing and the distance between the stops on the energy recovery measured by the ratio between the difference in energy without and with recovery.

The theoretical recovery coefficients for lines operated with different values of constant temporal spacing for all trains, between 90s and 240s, vary, depending on the distance between stops which is assumed to be uniform for the entire line, between 0 and just under 50% (Fig. 19): The minimum theoretical values occur for small values of tem-

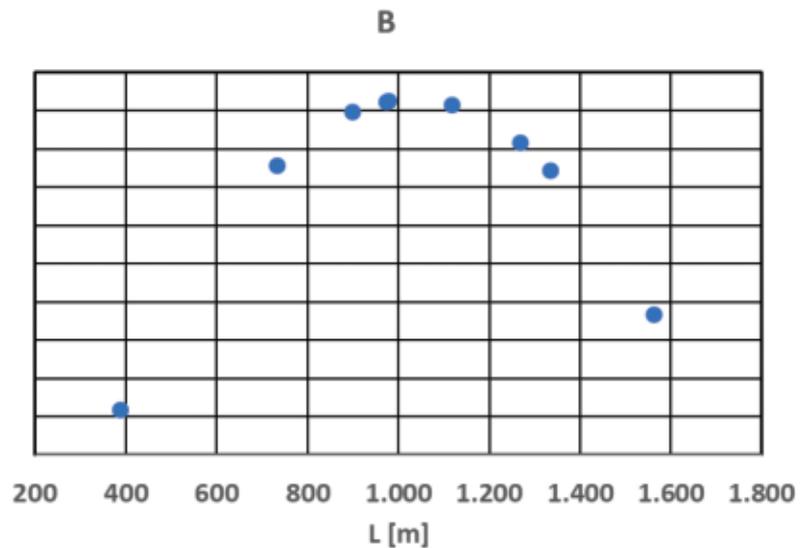


Figura 17 - Distribuzione delle lunghezze L delle tratte nel tronco B.  
 Figure 17 - Distribution of distance L between stops in section B.

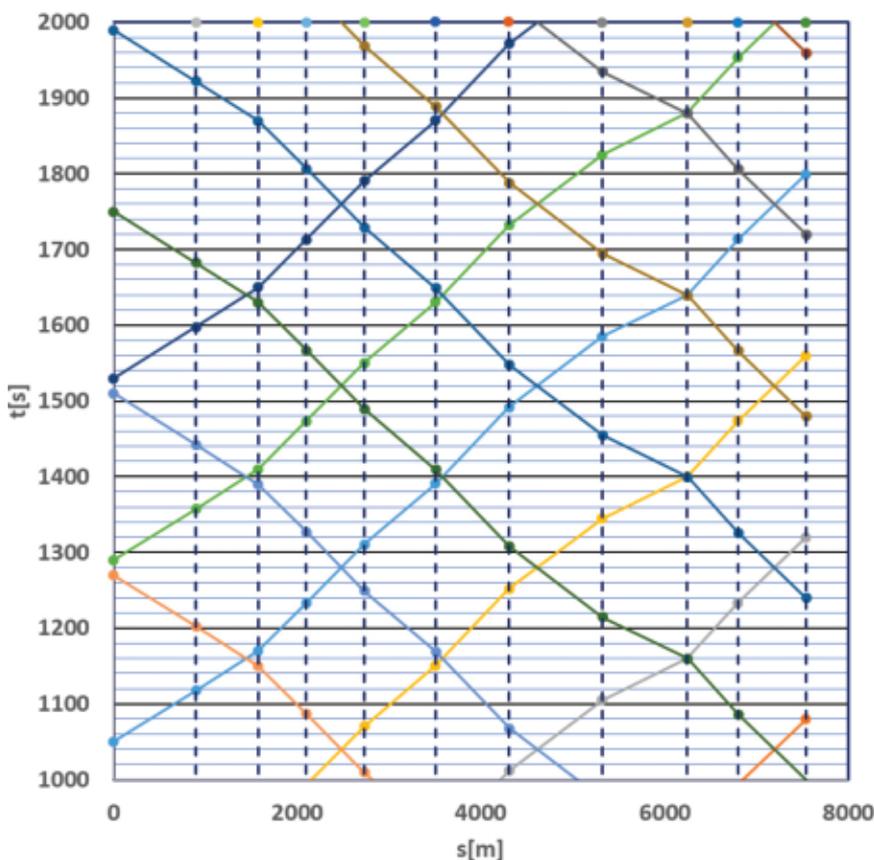


Figura 18 – Esempio di digramma tempo-spazio teorico per una linea percorsa nei due versi.

Figure 18 – Example of a theoretical time-space diagram for a line traveled in two directions.

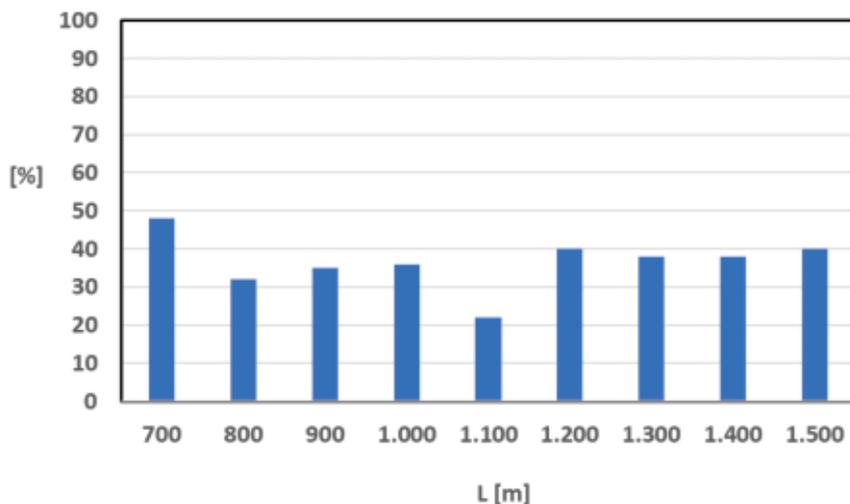


Figura 19 – Intervallo di variazione del coefficiente di recupero per distanziamento tra 90s e 240s in funzione della distanza tra le fermate (Elaborazione da [15]).

Figure 19 – Range of variation of the recovery coefficient for spacing between 90s and 240s as a function of the distance between stops (Elaboration from [15]).

poral spacing (90 s) and average distance between stops of around 1,000m.

The wide variation in results confirms the significant effect of theoretical distancing on the energy recovery.

### 6. Conclusions

The study highlighted the contributions to energy consumption of both civil systems and traction systems. The relationships between the power and the performance of the lighting, ventilation and translation systems allow defining the powers corresponding to the actual needs.

Civil station users benefit from regulation systems aimed at adapting power based on the actual presence of users linked to the presence of the train.

The structure of the line and the operating program influence energy recovery through the transfer of the energy produced by electrodynamic braking to other trains that are in the starting phase in the section of the line powered by the same SSE, in the absence of on-board storage systems and reversible SSEs.

In the cases examined, the recovery benefits for average distances between stops around 800m are greater than those for average distances between stops around 1,000m.

Temporal spacing and variation in distances determine the possibility of energy exchange between trains. Command and control systems that automatically act on departures from stops and speeds based on real traffic trends could provide positive contributions to energy recovery.

The adoption of specific technological and management solutions, although involving greater system complexity, can contribute to energy saving and must result from an analysis of the technical-economic efficiency in the design phase. The results obtained show in particular the advantages achieved in terms of energy savings with the adoption of electrodynamic braking.

The research developed and the possibility of measurements on real systems have provided valuable technical-scientific indications useful for further [24] studies and applications.

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] ADINOLFI A., DI MARIO V., LAMEDICA R., PRUDENZI A. (1997), "La linea B della metropolitana di Roma, una campagna di misura per la valutazione del recupero dell'energia di frenatura", *Ingegneria Ferroviaria*, n° 3. pp. 85-93.
- [2] ADINOLFI A., LAMEDICA R., MODESTO C., PRUDENZI A., VIMERCATI S. (1998), "Experimental assessment of energy saving due to trains regenerative braking in an electrified subway line", *IEEE Trans. Power Deliv.*, n° 13, Vol. 4, pp. 1536-1542.
- [3] MALAVASI G., RICCI S., PALLESCHI P. (2011), "Driving and operation Strategies for traction energy saving in mass rapid transit system *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*", Part F, *Journal of Rail and Rapid Transit*. September, 225: 475-482.
- [4] MALAVASI G. (1998), "Analysis of rail rapid transit systems by means of simulation models *Urban Transport and the environment for the 21 th Century*". Lisboa 9.1998 Computational Mechanics Publications/WIT Press, Southampton, UK.
- [5] DOMÍNGUEZ M., FERNÁNDEZ A., CUCALA A.P., CAYUELA L.P. (2008), "Computer- aided design of ATO speed commands according to Energy consumption criteria". *Computers in Railways XI* (WIT Press 2008), pp. 183-192.
- [6] FIOCCARDELLI F., ROSCIA M., ZANINELLI D. (2006), "Optimization of storage devices for regenerative braking Energy in subway system". *IEEE*.
- [7] FIOCCARDELLI F., ROSCIA M., ZANINELLI D. (2007), "Ultracapacitors application for energy saving subway system". *IEEE*.
- [8] STEINER M., SCHOLTEN J. (2004), "Energy storage on board of DC fed railway vehicles". *IEEE*.
- [9] LIU H., MAO B., DING Y., JIA W. LAI S. (2007), "Train energy saving with evaluation urban mass transit system. *Journal of transportation System Engineering and Information Technology*".
- [10] PALLESCHI P. (2008-2009), "Simulazione di marcia dei treni metropolitani per lo studio dei consumi energetici". Sapienza Università di Roma. Tesi di laurea.
- [11] GADDI F., GALIMBERTI P., ROSASCO M. (1992), "Recupero integrale dell'energia di frenatura dei veicoli sulla linea 1 della metropolitana di Napoli: primi risultati". Sviluppo e prospettive dei trasporti elettrificati: ricerca ed innovazione, Genova.
- [12] ACCATTATIS F. (1980), "Confronto fra i sistemi di trazione per ferrovie metropolitane nei riguardi del consumo di energia". *Ingegneria Ferroviaria – Giugno*.
- [13] SCARPONI P., MALAVASI G., "Approccio sistemistico allo studio dei veicoli per ferrovie metropolitane". *Trasporti e trazione – 1/90*.
- [14] GODBERSEN C., GUNSELMANN W. OMASSI G. (2002), "Accumulatori di energia e trasporti urbani di massa". *Ingegneria ferroviaria*, n° 7-8.
- [15] DI MARIO V., MALAVASI G., PALLESCHI P. (2011), "Consumo energetico per trazione nelle ferrovie metropolitane. 2° Convegno Nazionale Sicurezza ed Esercizio Ferroviario: Innovazione e nuove sfide nei sistemi ferroviari". Roma SEF 2011. Febbraio.
- [16] DI MARIO V. (2010), "Risparmio energetico nelle ferrovie metropolitane. Sapienza Università di Roma". Tesi di Dottorato. 13-12-2010.
- [17] DI MARIO V., MALAVASI G. (2008), "Electrical regenerative braking in metropolitan railways". In: Eurnex – Zel 2008 "Towards more competitive European rail system". Zilina (Repubblica Slovacca), 4-5 giugno, ZILINA: EDIS ZILINA, vol. 1, p. 102-110.
- [18] MARISCOTTI A., GIORDANO G., SIGNORINO D. (2023), "Energy efficiency Improvement with Reversible Substations for Electrified Transportation System", *Open Transportation Journal*, 17.
- [19] DELLE FEMINE A., GALLO D., GIORDANO D., SIGNORINO D. (2022), "Easy-to-implement measurement method for the energy dissipated on board train with uncertainty estimation". *Measurement* Volume 198, July, 111401.
- [20] DELLE FEMINE A., SIGNORINO D., GALLO D., GIORDANO D. (2022), "A New Approach to Measure the Energy On-Board Train during Braking", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71.
- [21] CASCETTA F., CIPOLLETTA G., DELLE FEMINE A., QUINTANA FERNÁNDEZ J., GALLO D., GIORDANO D., SIGNORINO D. (2021), "Impact of a reversible substation on energy recovery experienced on-board a train" *Measurement* Volume 183, October, 109793.
- [22] BRUNO F., COVIELLO N., DALLA CHIARA B., DI PAOLA A. (2015), "The energy consumption of trains in operation: Simulation, a methodology for the analysis and influence of the driving style". *Ingegneria Ferroviaria*, n° 4, 70(4):327-357.
- [23] DALLA CHIARA B., DE FRANCO D., COVIELLO N., PASTRONE D. (2017), "Comparative specific energy consumption between air transport and high-speed rail transport: A practical assessment". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 52, Part A, May, Pages 227-243.
- [24] MALAVASI G., OTTAVIANI F. (2017), "Recupero di energia durante la frenatura di veicoli ferroviari. Linea Metro A. Convegno CIFI su L'Efficienza Energetica nel Trasporto Ferroviario". Roma, 4 luglio 2017



## Analisi “dalla culla al cancello con opzioni” di traverse ferroviarie in calcestruzzo

### “Cradle to gate with options” analysis of railway concrete sleepers

Giulia DEL SERRONE<sup>(\*)</sup>  
Giuseppe LOPRENCEPE<sup>(\*)</sup>  
Gennaro RICCIO<sup>(\*)</sup>  
Laura MORETTI<sup>(\*)</sup>

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.04.2024.ART.2>)

**Sommario** - I trasporti sono responsabili di circa il 25% delle emissioni climalteranti e rivestono un ruolo primario nel contrasto al surriscaldamento globale. Il sistema di trasporto ferroviario è tra i meno impattanti, sia per le merci sia per le persone, visto le sue basse emissioni per unità di trasporto. Tuttavia, è utile valutare gli impatti dell'infrastruttura nelle fasi di produzione, costruzione e dismissione. Lo studio ha lo scopo di valutare gli impatti ambientali derivanti dal ciclo di vita di una traversa ferroviaria RFI 230 VN in calcestruzzo armato precompresso dotata di organi di attacco. La metodologia utilizzata è il *Life Cycle Assessment - LCA* condotto secondo la norma UNI EN 15804:2012 + A2:2019. Il ciclo di vita esaminato comporta l'emissione di 83 kg di CO<sub>2</sub> eq, di cui solo il 10% dovuti alla fase di costruzione. Specializzando lo studio al *Product Stage*, la produzione di materie prime ed energia elettrica, e il trasporto su gomma comportano i maggiori contributi (rispettivamente 92%, 3%, 5%) agli impatti climalteranti. I risultati evidenziano le variabili determinanti per aumentare la sostenibilità del sistema di trasporto ferroviario.

**Parole chiave:** *Life Cycle Assessment*, Traverse ferroviarie, LCA comparativa, Calcestruzzo.

### 1. Introduzione

I settori delle costruzioni e dei trasporti, responsabili per circa il 33% e il 25% delle sostanze climalteranti [1] sono tra i più decisivi per il contrasto al riscaldamento globale e la riduzione delle emissioni nell'atmosfera [2]. A tal proposito, l'Unione Europea nel 2014 ha redatto il pri-

**Summary** - The transportation sector is responsible for about 25% of greenhouse gases and plays a pivotal role in countering global warming and emissions to the air. Railway is the most efficient transport system due to its low emissions per transport unit for freights and passengers. However, it is meaningful to assess the impacts of the infrastructure itself at the *Product Stage*, *Construction Process Stage*, and *End of Life Stage*. This study assesses the environmental impact of the production, installation, and dismantling of one 230 VN prestressed concrete railway sleeper with fastening system. The methodology used is the *Life Cycle Assessment - LCA* according to the standard UNI EN 15804:2012 + A2:2019. The examined life cycle involves the emission of 83 kg of CO<sub>2</sub> eq, whose 10% is from the *Construction Process Stage*. Raw materials extraction, electricity production, and road transportation contribute 92%, 3%, and 5% to climate-altering impacts of the *Product stage*. The results highlight the variables to be addressed to increase the sustainability of the rail transportation system.

**Keywords:** *Life Cycle Assessment*, railway concrete sleepers, LCA, recycled concrete.

### 1. Introduction

The construction and transportation sectors are responsible for about 33% and 25%, respectively, of greenhouse gases [1] and are strategic to counter global warming and emissions to the air [2]. In 2014, the European Union published the first energy and climate policies for 2030 [3], and from 2015 the Paris Agreement aims to limit the increase in global temperature to well below 2 °C above the pre-indus-

<sup>(\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184 Roma, Italia - Contatti: Giulia DEL SERRONE, Email: giulia.delserrone@uniroma1.it.

<sup>(\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184 Roma, Italia - Contatti: Giulia DEL SERRONE, Email: giulia.delserrone@uniroma1.it.

mo quadro per le politiche dell'energia e del clima per il 2030 [3] e nel 2015 è stato raggiunto l'Accordo di Parigi finalizzato a contenere l'aumento della temperatura globale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali [4]. Gli obiettivi definiti a livello europeo per ridurre le emissioni nette di gas serra prefiggono una riduzione di almeno il 55% delle emissioni nette di gas serra entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 [5]. In Italia i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi recepiscono le linee di indirizzo ambientale europee [6]. Divenuti obbligatori per i contratti pubblici, i CAM promuovono l'utilizzo del *Life Cycle Assessment* (LCA) come metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici, ambientali e degli impatti potenziali di un prodotto o un servizio [7]. Nel settore dei trasporti la ricerca ha esplorato quasi esclusivamente criticità e potenzialità dei veicoli [8] stimandone le emissioni nel medio-lungo periodo [9]. Tuttavia, è necessario focalizzare gli interventi anche sul ciclo di vita dell'infrastruttura e sull'ottimizzazione degli impatti ambientali delle sue componenti [10]. È stato dimostrato ad esempio che la costruzione dell'infrastruttura stradale causa più del 50% degli impatti dell'intera vita utile [11], mentre la costruzione/manutenzione dell'infrastruttura ferroviaria incide per il 25% sul totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> secondo l'Agenzia Federale dell'ambiente tedesca [12]. Per quanto riguarda la fase di uso, il sistema di trasporto più efficiente in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> è quello su ferro (25.4 g/tkm di CO<sub>2</sub> eq. rispetto a 78.6 g/tkm del trasporto su gomma) [12]. Si evince che il sistema ferroviario è molto efficiente nelle fasi di trasporto, tuttavia presenta degli impatti non trascurabili in termini di costruzione/manutenzione delle sue componenti [13]. Gli impatti ambientali connessi a produzione, costruzione, utilizzo, manutenzione e smaltimento delle infrastrutture sono difatti parte della metodologia di studio del ciclo di vita dell'infrastruttura [14]. Il processo di costruzione implica infatti l'utilizzo di risorse energetiche e minerarie spesso non rinnovabili, oltre che emissioni di sostanze inquinanti in aria, acqua e suolo [15]. In letteratura la maggior parte degli studi approfondisce la tematica strutturale e prestazionale dei componenti della sovrastruttura ferroviaria. In riferimento all'armamento alcuni studi focalizzano l'attenzione sulle traverse in calcestruzzo armato con analisi agli elementi finiti [16], identificazione dei meccanismi di rottura [17], ottimizzazione dei materiali [18] e prove di carico [19]. Pochi studi LCA comparativi analizzano differenti tipologie di infrastrutture ferroviarie, in particolare HAUSBERGER *et al.* [13] valutano l'impatto ambientale di 1 km di *ballast track* e 1 km di *ballastless track* ai sensi della UNI EN 15804, evidenziando come il maggior contributo agli impatti sia dato dalla produzione di traverse e rotaie. Tuttavia, la produzione di *high-performance* infrastrutture ferroviarie può contribuire alla riduzione degli impatti dovuti alla fase di manutenzione dell'opera. PONS *et al.* [20] utilizzando il metodo di modellazione ReCiPe 2008 [21], effettuano uno studio analogo ottenendo come contributo maggiore agli impatti quello re-

*trial level* [4]. *The European efforts in the fight against climate change include endeavors for 2030 to reduce net greenhouse gas emissions by at least 55% compared to 1990 levels* [5]. *In Italy, the Minimum Environmental Criteria (CAM) to purchase public goods and services comply with the European environmental guidelines* [6]. *CAMs recognize Life Cycle Assessment (LCA) as an objective method to assess a product or service's energy and environment loads and potential impacts* [7]. *In the transport sector, the scientific literature has often explored critical issues and the potential of vehicles* [8] *predicting their medium- and long-term emissions* [9]. *However, focusing on the infrastructure life cycle and environmental impacts is required* [10]. *The literature shows that road construction causes more than 50% of the total impact* [11]. *The construction and maintenance activities for railway infrastructures account for around 25% of total CO<sub>2</sub> emissions according to* [12]. *In the use stage, the rail transport system is the most efficient related to CO<sub>2</sub> emissions (25.4 g/tkm CO<sub>2</sub> eq. compared to 78.6 g/tkm CO<sub>2</sub> eq. from the road system)* [12]. *The railway transport system ensures high performance in the use stage but has a significant impact due to the construction and maintenance of its components* [13]. *Production, construction, use, maintenance, and demolition burdens from transport infrastructures cannot be overlooked when assessing their life cycle impacts* [14]. *In particular, the construction stage often consumes non-renewable energy and resources and emits substances into air, water, and soil* [15]. *In the literature, several studies deepen the structural and functional performances of railway components. Concerning railway superstructure, some research studies concrete sleepers through finite elements analyses* [16] *and investigates failure mechanisms* [17], *materials properties* [18], *and loading tests* [19]. *Few LCA studies compare railway infrastructures. HAUSBERGER et al. [13] assess the environmental impacts of 1 km ballast track and 1 km ballastless track according to UNI EN 15804. Rails and sleepers contribute the most to the environmental impact during the production phase. On the other hand, high-performance railway infrastructures can reduce the maintenance impacts. PONS et al. [20] assess the environmental impact according to ReCiPe 2008 [21] and confirm the use and maintenance of the infrastructure imply high impacts. In the literature, some LCA studies compare sleepers composed of concrete and alternative materials. Dolci et al. [22] investigate the environmental performance of railway sleepers with an outer shell made of recycled materials. They use the Product environmental footprint method [23] to calculate the impact categories and the Cumulative Energy Demand [24] to model the energy behavior. THOMPSON et al. [25] compare alternative composite railway sleepers made of timber, concrete, short fiber, and long fiber to identify the most cost-competitive and sustainable solution.*

*This study assesses the environmental burdens of producing and installing one prestressed concrete railway sleeper compliant with standard lines. The life cycle analysis complies with the standard UNI EN 15804:2012 + A2:2019 that lists the Product Category Rules for construction pro-*

lativo alle fasi di utilizzo e manutenzione dell'infrastruttura. In letteratura sono inoltre disponibili LCA comparative degli impatti derivanti dall'utilizzo di materiali diversi dal calcestruzzo per la realizzazione delle traverse. In DOLCI *et al.* [22] vengono analizzati gli impatti di traverse il cui guscio esterno è realizzato con materiali riciclati, utilizzando come metodo di calcolo per le categorie di impatto ambientale il PEF (*Product environmental footprint*) [23] e il *Cumulative Energy Demand* [24] per caratterizzare le performance energetiche. THOMPSON *et al.* [25] confrontano traverse ferroviarie in legno, calcestruzzo, fibre corte e fibre lunghe in composito per identificare le soluzioni più economiche ed ecologiche.

Questo studio determina l'impatto derivante dalla produzione e messa in opera di una traversa ferroviaria in calcestruzzo armato precompresso omologata per linee standard. L'analisi LCA recepisce la Norma armonizzata UNI EN 15804:2012 + A2:2019, che definisce le *Product Category Rule* per prodotti e servizi da costruzione [26]. La valutazione di impatto ha permesso la quantificazione dei principali indicatori di impatto ambientale, dei parametri che descrivono l'uso delle risorse e di altre informazioni ambientali che descrivono le categorie di rifiuto. Lo studio consente di individuare le variabili di input significative per ridurre gli impatti ambientali.

## 2. Metodi e dati di inventario

Le fasi principali per la redazione dello studio LCA sono quattro, normate dalla UNI EN ISO 14044:2021 [27]:

- definizione dello scopo e dell'obiettivo;
- fase di inventario (LCI);
- valutazione degli impatti ambientali (LCIA);
- interpretazione dei risultati ottenuti.

Nel presente studio, l'analisi condotta è del tipo "cradle to gate with options". La Tab. 1 illustra i confini di sistema (*system boundaries*) definiti dalla UNI EN 15804 [26]. Nel *product stage* sono comprese le fasi di estrazione/produzione materie prime e combustibili, il trasporto degli stessi al sito di produzione e la produzione di una traversa (fasi A1-A3). Nel *construction process stage* sono invece compresi il trasporto su gomma della traversa dal sito di produzione al cantiere ferroviario e la sua installazione con treni di posa (fasi A4 e A5).

L'unità funzionale del sistema è una traversa prefabbricata in calcestruzzo armato precompresso con organi di attacco omologati per linee standard [28]. In particolare, l'elemento modellato è RFI 230 VN conforme alle specifiche tecniche di fornitura RFI: "Traverse Marca RFI 230, RFI 240 e RFI 260 in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso", codifica: "RFI TCAR SF AR 03 002 F" [29] e alle norme EN 13230 - parti 1 e 2 [30][31]. In Tab. 2 sono riportate le relative specifiche tecniche.

Il periodo di riferimento è l'anno solare di produzione 2022. Il software SimaPro ver. 9.3.0.3 [32] ha permesso il calcolo LCA utilizzando dati primari e secondari disponi-

ducts [26]. The outputs are core environmental impact, resource use, and waste indicators. This study permits to identify significant input data to reduce the environmental impacts.

## 2. Methods and inventory data

The standard UNI EN ISO 14044:2021 identifies four main phases to carry out a LCA [27]:

- definition of objectives and the scope of the study;
- collection of the inventory of input data (life cycle inventory – LCI);
- impact assessment (life cycle impact assessment – LCIA);
- interpretation and evaluation of the results.

This study presents a "cradle to gate with options" analysis. Tab. 1 shows the system boundaries according to UNI EN 15804 [26]. The product stage includes the extraction and production of raw materials and fuels, their transport to the factory, and the production of one railway prestressed concrete sleeper (A1 to A3 phases). The construction stage includes transport burdens from the factory to the construction site and the sleeper positioning with a track construction train (phases A4 and A5).

The functional unit of this study is one prestressed concrete monoblock sleeper with fastening system [28]. The modeled product guarantees stability, reliability, and operational safety of standard lines. In particular, the RFI 230 VN sleeper is compliant with RFI Technical Specifications "Traverse Marca RFI 230, RFI 240 e RFI 260 in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso" [29] and the European standards EN 13230 - parts 1 and 2 [30][31]. Tab. 2 lists the technical specifications of RFI 230 VN.

The reference year for the analysis is 2022. The SimaPro ver. 9.3.0.3 [32] software allowed LCA calculation with primary and secondary data from Ecoinvent ver. 3.8 library [33]. Using other library data and software, different results would be obtained [34]. Therefore, it is difficult to compare results from different LCA studies carried out on similar products [35]. Tab. 3 lists inventory data of A1–A5 modules. They consist of raw materials and energy consumption, emissions into air, transportation, and waste production.

Tab. 4 lists the core environmental impact categories.

According to UNI EN 15804 [26], resource use (Tab. 5) and waste categories (Tab. 6) have been assessed.

Equation 1 describes the analytical procedure to calculate each impact category (IC):

$$IC = \sum_x CF_{ic}(x) \cdot INV(x) \quad (1)$$

where  $CF_{ic}(x)$  is the substance- or resource-specific characterization factor,  $x$  is the substance or resource, and  $INV(x)$  is the inventory of the substance or resource  $x$ . Several input data can contribute to each impact category (Fig. 1) according to the normalization defined by  $CF_{ic}$  values.

The characterization LCA model describes with an equivalent

Tabella 1 – Table 1

Moduli dichiarati  
Declared modules

Stage Stage	Produzione Production			Costruzione Construction		Utilizzo Use							Fine vita End-of-life				Potenziali benefici Potential benefits
Fasi Phase	Fornitura di materie prime Raw material supply	Trasporto Transport	Produzione Production	Trasporto Transport	Installazione Installation	Uso Use	Manutenzione Maintenance	Riparazione Repair	Sostituzione Replacement	Restauro Refurbishment	Utilizzo di energia Operational energy use	Utilizzo di acqua Operational water use	Demolizione Demolition	Trasporto Transport	Trattamento rifiuti Waste processing	Smaltimento Waste disposal	Potenziale recupero Net benefits
Modulo Module	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Moduli dichiarati Declared module	X	X	X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

X: modulo dichiarato, ND: modulo non dichiarato.  
X: declared module; ND: not declared module.

bili nella libreria Ecoinvent ver. 3.8 [33]. Utilizzando altre banche dati e software, si ottengono risultati diversi [34]. Perciò, diventa arduo comparare risultati provenienti da studi LCA differenti effettuati su prodotti simili [35]. Si riportano in Tab. 3 i dati di inventario relativi ai moduli A1–A5, che comprendono i consumi di materie prime ed energia, le emissioni in aria, i trasporti e i rifiuti prodotti.

Le categorie di impatto calcolate sono elencate in Tab. 4:

Oltre agli indicatori di impatto ambientale, la norma EN 15804 [26] richiede il calcolo dell'utilizzo delle risorse (resource use, Tab. 5) e della produzione di rifiuti (waste categories, Tab. 6):

Ciascuna categoria di impatto (IC) è calcolata secondo l'Equazione 1:

$$IC = \sum_x CF_{ic}(x) \cdot INV(x) \tag{1}$$

dove  $CF_{ic}(x)$  è il fattore di caratterizzazione per la sostanza x e  $INV(x)$  è l'inventario della sostanza x. Ne consegue che diverse sostanze concorrono a medesima categoria di impatto (Fig. 1) secondo la normalizzazione definita dai valori  $CF_{ic}$ .

Il modello di caratterizzazione descrive il peso di una

unit the weight of a substance compared to other substances within the same impact category. According to [26], the LCA assesses the impacts of each phase. The outputs help producers, designers, and railway managers to balance often conflicting goals of environmental sustainability, green mobility, and energy efficiency.

### 3. Results

Tab. 7 lists the output LCA of A1-A3, A4-A5, and A1-A5 modules.

According to data in Tab.7, the construction process stage (i.e., A4-A5) has a negligible contribution to most parameters. It is less than 10% and 13.5% of GWP-total and ADP-fossil. Therefore, the interpretation phase focuses on the production process stage of one RFI 230 prestressed concrete sleeper and identifies the most impacting inventories of A1-A3 modules. The bar graphs in Fig. 2 to Fig. 4 show the percentage contribution of input data to the core environmental impact categories, natural resources consumption, and waste production, respectively.

Steel and CEM I 52.5 are key impact determiners of the environmental impact categories that assess emissions into

determinata sostanza confrontata con altre sostanze all'interno della medesima categoria d'impatto, espressa in unità equivalente. Per ciascuno stage, la LCA calcola il totale degli impatti secondo il metodo illustrato. I risultati consentono a produttori, progettisti e gestori ferroviari di adottare un approccio critico per bilanciare obiettivi spesso contrastanti di sostenibilità ambientale, mobilità *green* ed efficienza energetica.

**3. Risultati**

Gli *output* per i moduli A1-A3, A4-A5 e A1-A5 sono elencati in Tab. 7.

Da un'analisi degli *output* si osserva che il contributo del *construction process stage* (A4-A5) è trascurabile per numerosi IC e inferiore al 10% e 13.5% del totale per GWP-total e ADP-fossil. La fase di interpretazione dei risultati focalizza pertanto l'attenzione sul processo di produzione dell'unità funzionale. Per ciascuna IC sono state individuate le voci di inventario che contribuiscono maggiormente al risultato complessivo dei moduli A1-A3. Per le principali categorie di impatto ambientale (Fig. 2), consumo di risorse naturali (Fig. 3) e produzione di rifiuti (Fig. 4) si riportano i contributi percentuali delle voci di inventario relative alla produzione di una traversa RFI 230 VN.

Per le principali categorie di impatto ambientale, che quantificano emissioni in aria e consumo di risorse abiotiche, acciaio e CEM I Portland 52.5 R sono le voci di inventario più impattanti. In media rispetto alle principali categorie di impatto, acciaio di armatura e cemento contribuiscono al 72.1% e il calcestruzzo fresco (comprensivo quindi di aggregati, acqua di impasto e additivi) al 50.8%. In particolare, il contributo minimo dell'acciaio è 25.3% (ODP), mentre il cemento è pari a 5.4% (EP-freshwater). L'acciaio è particolarmente impattante nel caso di EP-freshwater (83.9%) e di ADP-minerals&metals (65.4%), mentre il cemento lo è per GWP-total (48.0%) e ODP (47.8%). Gli aggregati naturali contribuiscono in media al 6.7% delle principali categorie di impatto ambientale e sono rappresentativi di oltre il 21.9% di WDP. Gli additivi acceleranti del calcestruzzo sono responsabili del 9.3% di ADP-minerals&metals, mentre per ciascuna delle altre categorie di impatto non superano

Tabella 2 – Table 2

Specifiche tecniche – Traversa RFI 230 VN  
 Technical specifications – RFI 230 VN sleeper

Parametro <i>Parameter</i>	RFI-230 VN
Velocità massima <i>Maximum speed</i>	≤ 250 km/h
Peso traversa <i>Sleeper weight</i>	250 kg
Classe di resistenza <i>Minimum compressive strength class of concrete</i>	C50/60
R <sub>ck</sub> minima alla precompressione <i>Minimum R<sub>ck</sub> at pre-tensioning</i>	45 MPa
Rapporto a/c <i>Water-to-cement ratio</i>	< 0.45
Lunghezza <i>Length</i>	2300 mm
Larghezza <i>Width</i>	300 mm
Altezza sottorotaia <i>Height under rail</i>	170 mm
Tipo di rotaia <i>Type of rail</i>	50E5, 60E1
Tipo di attacco <i>Fastening system</i>	Vossloh W14, PANDROL E/1 2039, PANDROL FAST CLIP
Carichi di progetto <i>Design loads</i>	Momento di flessione positivo per la sezione sottorotaia M <sub>dr</sub> = 12.5 kNm <i>Positive bending moment for the section under rail</i> M <sub>dr</sub> = 12.5 kNm
	Momento di flessione negativo per la sezione di mezzzeria M <sub>dcp</sub> = 10.5 kNm <i>Negative bending moment for the center line section</i> M <sub>dcp</sub> = 10.5 kNm
	Momento di flessione positivo per la sezione di mezzzeria M <sub>dc</sub> = 7.5 kNm <i>Positive bending moment for the center line section</i> M <sub>dc</sub> = 7.5 kNm

the air and consumption of abiotic resources. The contribution analysis reveals that reinforcing steel and cement contribute 72.1% and fresh concrete 50.8%. In particular, the minimum contribution from steel is 25.3% for ODP, and from cement it is 5.4% for EP-freshwater. Steel is the relevant data for EP-freshwater (83.9%) and contributes to 65.4% of ADP-minerals&metals. Cement is the main element affecting GWP-total (48.0%) and ODP (47.8%). The aggregates cause an average of 6.7% of the core environ-

il 2.6%. L'acqua ha un contributo inferiore all'1% anche nell'indicatore WDP (0.96%). Il trasporto su gomma, sia interno sia esterno al sito di produzione, è responsabile del 15.0% di ODP (massimo contributo percentuale) e del 0.9% di WDP; significativo è il suo contributo a GWP-total (5.2%) e ADP-fossils (8.4%). Gli organi di attacco, composti di elementi in acciaio e polietilene, impattano in media per il 23.1% (17.6% dovuto all'acciaio e 5.4% dovuto al polietilene). Il polietilene ha il suo massimo contributo in relazione a ADP-fossils (13.2%).

Con riferimento alle categorie di consumo di risorse naturali pari a 0, PERM e PENRM evidenziano il mancato consumo come materia prima di energia rinnovabile e non rinnovabile, mentre RSF e NRSF indicano il mancato uso di combustibili secondari, sia rinnovabili sia non rinnovabili, nel processo di produzione delle traverse e trasporto delle stesse al cantiere ferroviario. Dal momento che il metodo definito dalla EN 15804 [26] definisce PERT pari alla somma di PERE e PERM e PENRT pari alla somma di PENRE e PENRT, vengono discussi solo PERE e PENRE. La LCA del consumo di risorse naturali conferma i risultati discussi in termini di emissioni e consumo di risorse abiotiche. Il cemento contribuisce al 28.6% di PERE, al 27.3 di PENRE, al 12.2% di FW ed è l'unica voce di inventario che determina il valore di SM dovuto alle materie prime seconde impiegate nel processo di produzione del *clinker* [36][37]. L'acciaio è la massima voce di impatto per PERE (46.4%), PENRE (42.1%) e FW (47.9%). Nel complesso, il calcestruzzo è responsabile del 32.1% di PERE, 31.2% di PENRE e 35.6% di FW. Il consumo di risorse per il trasporto su gomma incide per l'8.3% di PENRE, cui contribuisce significativamente anche il polietilene con il 14.4%. L'energia elettrica ad alto voltaggio consumata nei moduli A1-A3 incide per il 10.6% di PERE e per meno del 3% di PENRE e FW. Il consumo di gas naturale, di fatto trascurabile in Fig. 2, è 0.1% per PERE, 1.2% per PENRE e 0.05% per FW. Gli organi di attacco impattano in media il 23.5% delle categorie di consumo di risorse naturali.

La produzione e posa in opera di una traversa RFI 230 VN non implica la produzione di rifiuti radioattivi. La produzione di rifiuti pericolosi e non dipende soprattutto dal processo di produzione dell'acciaio e dallo smaltimento di traverse non conformi. In particolare, le produzioni di cemento e acciaio sono responsabili dell'11.3% e dell'88.5% in peso dei rifiuti pericolosi. Il 75.8% dei rifiuti non pericolosi sono traverse non



Figura 1 - Rappresentazione schematica della definizione di una categoria di impatto.

Figure 1 - Contribution of input and inventory data to impact categories.

Tabella 3 – Table 3

Dati di input LCA  
LCA input data

Dati di input Input data		Quantità Quantity	Unità Unit	
<b>Materiali</b> <i>Materials</i>	- aggregato varie pezzature - aggregates - CEM I Portland 52.5R - CEM I Portland 52.5R - acciaio - steel - acqua - water - polietilene - polyethylene - additivi acceleranti - chemical admixture	277.3	kg	
	<b>Trasporto</b> <i>Transport</i>	Autocarro, euro 5 Transport, freight, lorry	65.4	tkm
		Diesel, macchine da cantiere Diesel machineries	0.4	l
	<b>Elettricità/Calore</b> <i>Electricity/heat</i>	Elettricità, fornitura ad alto voltaggio High voltage electricity	11.2	MJ
			5.6	MJ
	<b>Emissioni in aria</b> <i>Emissions into air</i>	Polveri > 10 µm Polveri > 10 µm	3.5	mg
	<b>Flusso dei rifiuti finali</b> <i>Output flows</i>	Rifiuti non pericolosi a recupero Non-hazardous waste	1.7	kg
		<0.1	kg	

mental impact categories and more than 21.9% of WDP. Accelerating concrete admixtures are responsible for 9.3% of ADP-minerals&metals and not more than 2.6% of other pa-

# OSSERVATORIO

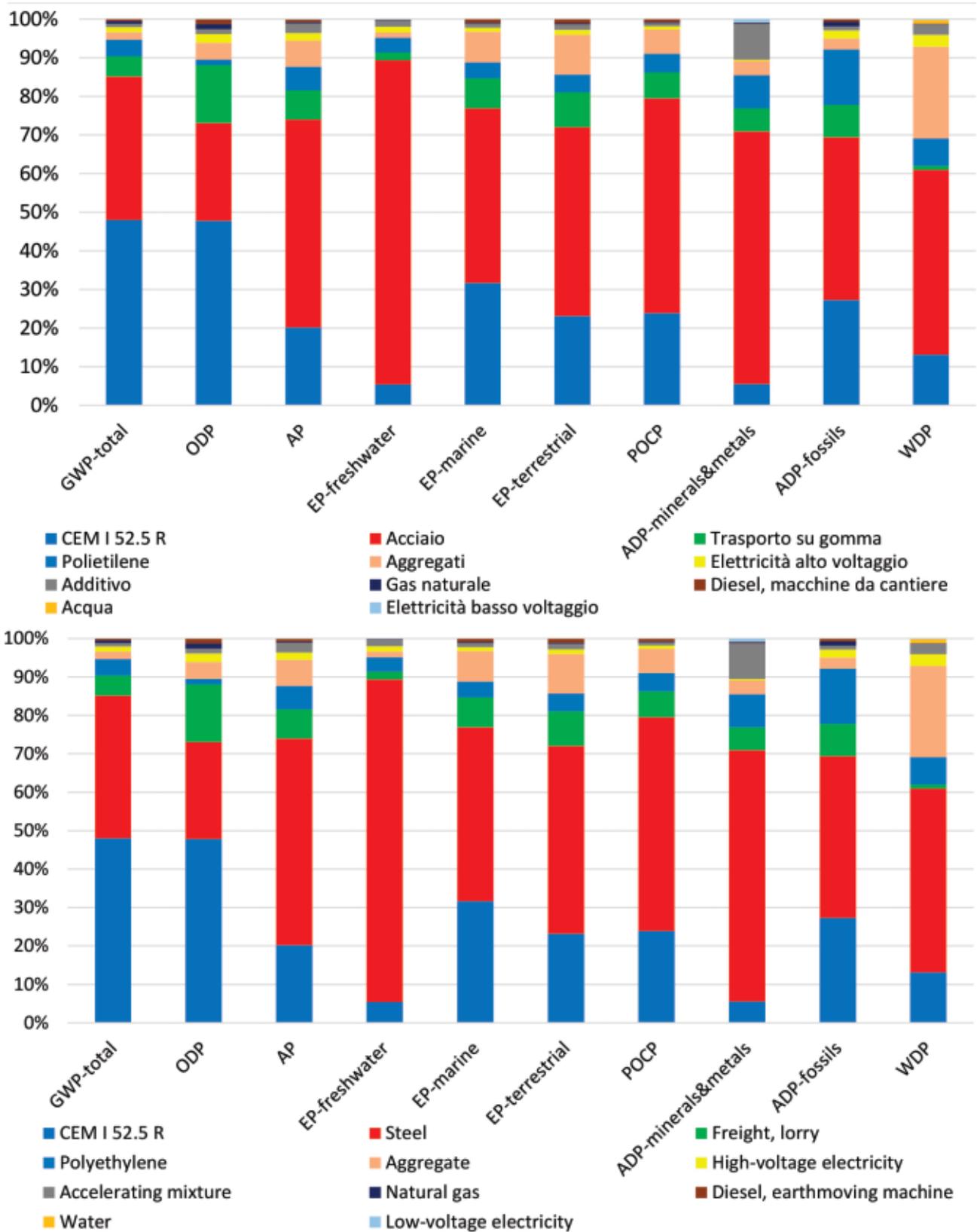


Figura 2 - Principali categorie di impatto ambientale - contributi delle voci di inventario A1-A3.  
 Figure 2 - Core environmental impact categories - A1-A3 modules.

# OSSERVATORIO

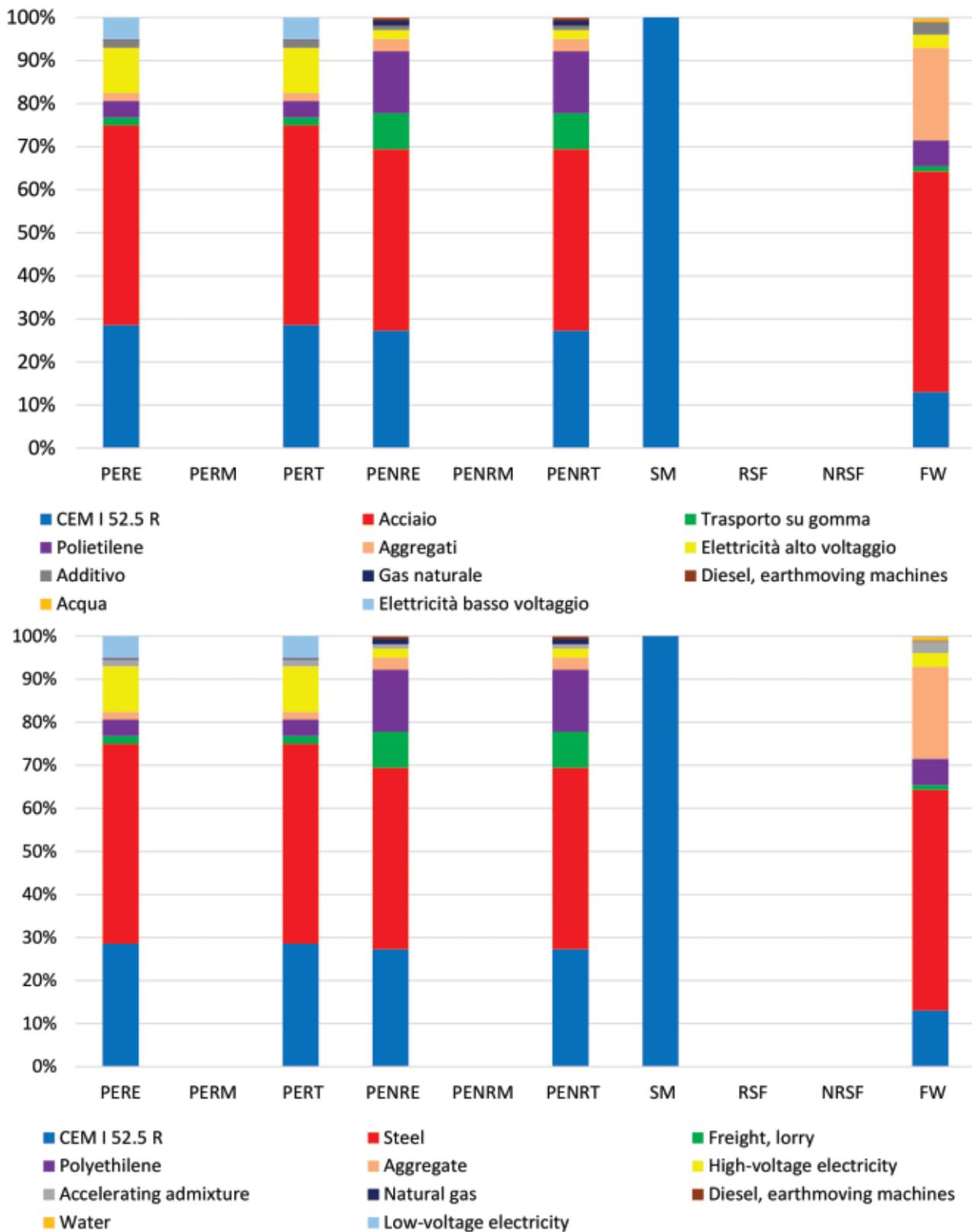


Figura 3 - Consumo di risorse naturali - contributi delle voci di inventario A1-A3.  
 Figure 3 - Consumption of natural resources - A1-A3 modules.

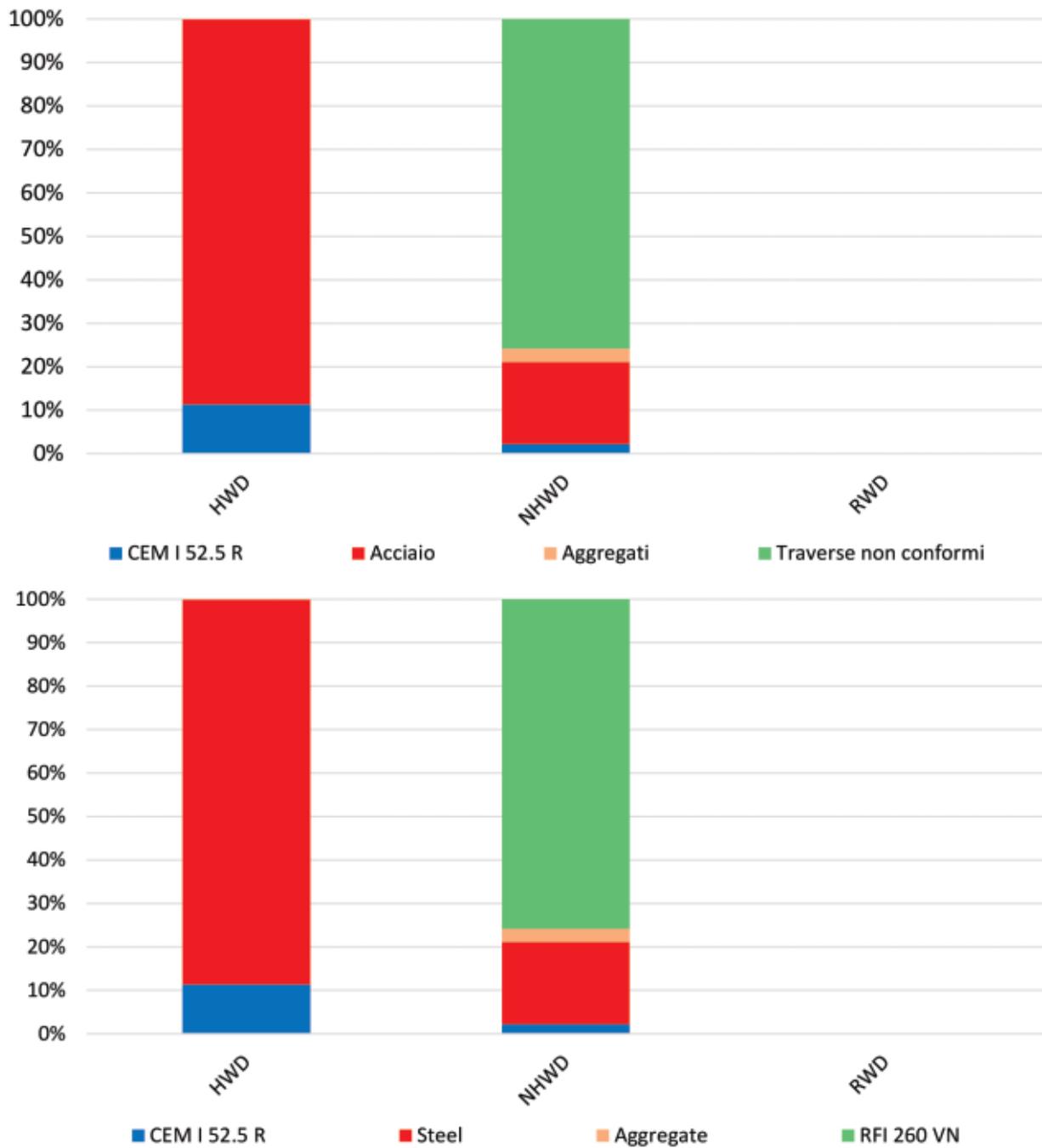


Figura 4. Produzione di rifiuti - Contributi delle voci di inventario A1-A3.  
 Figure 4. Waste production - A1-A3 modules.

conformi e la produzione dell'acciaio contribuisce per il 18.9% degli stessi.

**4. Discussione**

Visti i dati di inventario responsabili dei maggiori contributi alle categorie di impatto presentate, è possibile pro-

rameters in Fig. 2. Water consumption is not significant for WDP (i.e., 0.9%). Road internal and external transport is responsible for 15.0% of ODP (maximum percentage) and 0.9% of WDP; it causes 5.2% of GWP-total and 8.4% of ADP-fossils. Fastening, composed of steel and polyethylene, impacts 23.1% on average (17.6% due to steel and 5.4% due to polyethylene). The main percentage contribution from

Tabella 4 – Table 4 fastening is for ADP-fossils (i.e., 13.2%).

Categorie di impatto [26]  
Impact categories [26]

Categoria di impatto Impact category	Acronimo Acronym	Unità Unit
Potenziale di riscaldamento globale, totale Climate change, total	GWP-total	kg CO <sub>2</sub> eq.
Potenziale di riduzione dello strato di ozono stratosferico Ozone depletion	ODP	kg CFC 11 eq.
Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua Acidification	AP	Mol H <sup>+</sup> eq.
Potenziale di eutrofizzazione dell'acqua dolce Eutrophication aquatic freshwater	EP-freshwater	kg PO <sub>4</sub> eq.
Potenziale di eutrofizzazione dell'acqua marina Eutrophication aquatic marine	EP-marine	kg N eq.
Potenziale di eutrofizzazione terrestre Eutrophication terrestrial	EP-terrestrial	Mol N eq.
Potenziale di formazione di ozono troposferico Photochemical ozone formation	POCP	kg NMVOC eq.
Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse non fossili Depletion of abiotic resources - minerals and metals	ADP-minerals & metals	kg Sb eq.
Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse fossili Depletion of abiotic resources - fossil fuels	ADP-fossil	MJ
Scarsità d'acqua Water use	WDP	m <sup>3</sup> eq.

porre strategie tecniche di riduzione degli impatti dovuti ai moduli A1-A3 nel caso di una traversa ferroviaria di calcestruzzo per linea standard. Le alternative sostenibili includono l'uso di aggregato riciclato e materie prime a minore impatto, sistemi di trasporto efficienti, recupero di energia da fonti rinnovabili e modifica del mix energetico della fornitura elettrica. Le opzioni proposte presentano diverse possibilità di realizzazione nel breve, medio o lungo periodo.

In letteratura sono disponibili LCA comparative che analizzano gli effetti del contenuto di aggregato riciclato nella miscela del calcestruzzo [38]. Tuttavia le potenzialità di tale soluzione sono limitate nel caso studio per vincoli normativi. L'uso di aggregato riciclato nel calcestruzzo è infatti limitato al 10% in peso a causa dei requisiti prestazionali imposti dalle NTC 2018 nel caso di miscele strutturali con Rck ≥ 45 MPa [39]. Il cemento ha un impatto considerevole, dovuto alla produzione del *clinker*. Il miglioramento dello scenario può avvenire considerando una produzione di *clinker* con combustibili secondari solidi (CSS). Il cemento utilizzato per produrre le traverse è il Portland

Fig. 3 allows the contribution analysis concerning the consumption of natural resources.

Concerning the consumption of natural resources equal to 0, PERM and PENRM reveal that the consumption of renewable and non-renewable energy as raw materials is null. RSF and NRSF mean that renewable and non-renewable secondary fuels are not used to produce and transport sleepers. Since PERT is the sum of PERE and PERM and PENRT is the sum of PENRE and PENRT according to [26], the contribution analysis discusses only PERE and PENRE. The LCA output in Fig. 3 confirms the results of emissions into the air and consumption of abiotic results. Cement is responsible for about 28.6% of PERE, 27.3% of PENRE, and 12.2% of FW, and it is the only inventory item contributing to SM due to the secondary raw materials used in the clinker production process [36][37]. Steel is the highest impact item for PERE (46.4%), PENRE (42.1%), and FW (47.9%). In the modeled sleeper, concrete is responsible for 32.1% of PERE, 31.2% of PENRE, and 35.6% of FW. The resource consumption from road transport accounts for 8.3% of PENRE, and polyethylene accounts for 14.4% of PENRE. In A1-A3, the high-voltage electricity accounts for 10.6%

of PERE and less than 3% of PENRE and FW. In Fig. 2, the natural gas consumption is 0.1% for PERE, 1.2% for PENRE, and 0.05% for FW. Fastening system impacts on average 23.5% of natural resource consumption categories.

The production and installation of one RFI 230 VN do not imply radioactive waste. Hazardous and non-hazardous waste mainly depends on steel production and non-compliant sleepers in A1-A3. In particular, hazardous waste is 11.3% from cement production and 88.5% from steel production. 75.8% of non-hazardous waste are non-compliant sleepers, and steel production contributes 18.9%.

#### 4. Discussion

The results of the “from cradle to gate with options” LCA and the contribution analysis allow technical strategies to reduce the environmental impacts of one concrete railway sleeper. The most impacting stage is modules A1-A3, and it is meaningful to modify their

di tipo I, classe di resistenza 52.5R, la produzione del cui *clinker* prevede l'uso di materie prime seconde in sostituzione delle materie prime naturali e il consumo di combustibili tradizionali derivanti da fonti non rinnovabili. L'alimentazione del forno di cottura del *clinker* potrebbe prevedere la parziale sostituzione calorica del combustibile con combustibili secondari fino a coprire anche l'80% del fabbisogno energetico totale [40]. L'acciaio è responsabile dei maggiori impatti, perciò sarebbe opportuno valutarne il riutilizzo includendo nello studio i potenziali benefici ambientali ottenibili dai rifiuti che ricevono la qualifica di *end-of-waste*. Secondo DE BORTOLI *et al.* (2020), l'utilizzo dei rottami da smaltimento delle traverse comporta consumi di energia elettrica 20 volte inferiori a quelli di produzione di acciaio primario a ciclo integrale [41]. Per quanto concerne il sistema di trasporto, una possibile alternativa consiste nella minimizzazione del trasporto su gomma in favore del trasporto su ferro, con una riduzione di un terzo delle emissioni di CO<sub>2</sub> per km percorso circa del 30% [42]. In particolare, è necessario uno studio di fattibilità per verificare la possibilità operativa di tale scelta e un'analisi di sensibilità per individuare le condizioni al contorno ottimali in termini di distanze percorse e quantità trasportate [10]. Per quanto concerne il mix energetico dal quale vengono prodotte fonti di energia secondarie per uso diretto, come quella elettrica, occorre assumere nel medio-lungo periodo variazioni del mix energetico italiano. Di fatto, occorre quantificare i benefici di un mix con maggiore aliquota rinnovabile e privo di contributi provenienti da fonti nucleari.

**5. Conclusioni**

Il crescente impiego del trasporto su ferro, riconosciuto tra i meno impattanti per passeggeri e merci, richiede un'analisi oggettiva e quantitativa degli impatti ambientali ad esso associati. A tal fine, lo studio ha valutato l'impatto ambientale della produzione e messa in esercizio di traverse in calcestruzzo armato precompresso per linee standard. La metodologia di calcolo utilizzata è il *Life Cycle Assessment*, disciplinato dalla serie di norme europee armonizzate 14000. Il ciclo di vita delle traverse è sta-

*inventory data. Sustainable alternatives include recycled aggregate and low-impact raw materials, efficient transport systems, energy recovery from renewable sources, and a "green" power generation mix. These options involve different strategies and activities for the short-, medium-, or long-term implementation.*

Tabella 5 – Table 5

Indicatori di impatto per l'utilizzo delle risorse [26]  
*Resource use [26]*

<b>Categoria di impatto <i>Parameter</i></b>	<b>Acronimo</b>	<b>Unità</b>
Consumo di energia primaria rinnovabile, a esclusione delle risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime <i>Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials</i>	PERE	MJ
Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime <i>Use of renewable primary energy resources used as raw materials</i>	PERM	MJ
Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili (energia primaria e risorse energetiche primarie impiegate come materie prime) <i>Total use of renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)</i>	PERT	MJ
Consumo di energia primaria non rinnovabile, a esclusione delle risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime <i>Use of non-renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials</i>	PENRE	MJ
Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime <i>Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials</i>	PENRM	MJ
Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili (energia primaria e risorse energetiche primarie impiegate come materie prime) <i>Total use of non-renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)</i>	PENRT	MJ
Consumo di materie prime seconde <i>Use of secondary material</i>	SM	kg
Consumo di combustibili secondari da fonte rinnovabile <i>Use of renewable secondary fuels</i>	RSF	MJ
Consumo di combustibili secondari da fonte non rinnovabile <i>Use of non-renewable secondary fuels</i>	NRSF	MJ
Consumo netto di acqua dolce <i>Net use of fresh water</i>	FW	m <sup>3</sup>

Tabella 6 – Table 6

Indicatori di impatto per le categorie di rifiuto [26]  
Waste categories [26]

Categoria di impatto Parameter	Acronimo Acronym	Unità Unit
Rifiuti pericolosi a discarica Hazardous waste disposed	HWD	kg
Rifiuti non pericolosi a discarica Non-hazardous waste disposed	NHWD	kg
Rifiuti radioattivi a discarica Radioactive waste disposed	RWD	kg

Tabella 7 – Table 7

Output LCA moduli A1-A5 - Traversa RFI 230 VN  
Output LCA – A1-A5 modules

Categoria di impatto Parameter	Unità Unit	A1-A3	A4-A5	A1-A5
GWP-total	kg CO <sub>2</sub> eq.	75	8	83
ODP	kg CFC11 eq.	5.60E-06	2.10E-06	7.70E-06
AP	mol H <sup>+</sup> eq.	2.11E-01	2.96E-02	2.41E-01
EP-freshwater	kg P eq.	1.45E-02	4.99E-04	1.50E-02
EP-marine	kg N eq.	6.08E-02	9.15E-03	7.00E-02
EP-terrestrial	mol N eq.	5.63E-01	9.66E-02	6.60E-01
POCP	kg NMVOC eq.	2.27E-01	2.96E-02	2.57E-01
ADP-minerals&metals	kg Sb eq.	2.20E-04	2.19E-05	2.42E-04
ADP-fossil	MJ	671	105	776
WDP	m <sup>3</sup> depriv.	22	3.37E-01	22.3
PERE	MJ	35	1	36
PERM	MJ	0	0	0
PERT	MJ	35	1	36
PENRE	MJ	689	103	792
PENRM	MJ	0	0	0
PENRT	MJ	689	103	792
SM	kg	2	0	2
RSF	MJ	0	0	0
NRSF	MJ	0	0	0
FW	m <sup>3</sup>	5.72E-01	1.10E-02	5.83E-01
HWD	kg	3.18E-02	0	3.18E-02
NHWD	kg	1.7	0	1.7
RWD	kg	0	0	0

to modellato secondo le indicazioni delle regole di categoria di prodotto (Product category rules – PCR) per i prodotti da costruzione EN 15804. Il modello elaborato è del tipo “from cradle to gate with options” e include dati di inventario relativi a materie prime, energia, combustibili, trasporti e lavorazioni necessari per la produzione di una traversa (product stage) e per la sua posa in opera (construction stage). I dati

In the literature, comparative LCA studies analyze the effects of recycled aggregate in the concrete mix [38]. However, this solution is not feasible in the case study due to regulatory constraints. The percentage of recycled aggregates to the total aggregates by mass in the concrete mix shall not exceed 10% for structural mixtures with Rck ≥ 45 MPa [39]. Cement plays a pivotal impacting role due to clinker production. Therefore, solid secondary fuels used in the cement factory can improve the current scenario. The fossil fuel substitution rate in the cement industry can achieve 80% of total thermal energy [40]. The CEM I Portland cement type strength class 52.5 R used for precast elements can be produced with secondary raw materials to replace natural ones. Moreover, steel is responsible for the highest impacts, and its reuse offers environmental benefits if it ceases to be waste and becomes end-of-waste. According to DE BORTOLI et al. (2020), scrap from sleeper disposal involves electricity consumption 20 times lower than integral cycle primary steel production [41]. As regards the transport system, a possible alternative aims to substitute the road with the rail system [42]. This option can reduce CO<sub>2</sub> emissions per km by around 30%. In particular, a feasibility study is necessary to test this choice, and a sensitivity analysis shall identify the optimal boundary conditions in terms of distances and quantities transported [10]. As regards the energy mix, changes in the Italian energy mix are necessary in the medium- and long-term to increase the renewable rate without contributions from nuclear sources.

5. Conclusions

The increasing use of passenger and freight rail transportation is justified by its low impact but requires an objective and quantitative analysis of environmental impact. The proper implementation of international sustainability efforts is needed for the impact calculation of rail infrastructures. Sensitivity analyses of the current state allow comparative studies between functional and structural alternatives.

This study assessed the environmental impacts of the production and installation of one pre-stressed reinforced concrete sleeper for standard lines. The adopted calcula-

di inventario utilizzati sono primari e secondari. Il software SimaPro ver. 9.3.0.3 e la libreria Ecoinvent ver. 3.9 hanno permesso la valutazione degli impatti relativi ai moduli A1-A5: 83 kg CO<sub>2</sub> eq (GWP-total), 792 MJ (PENRT), 2.42E-04 kg Sb eq (ADP-minerals&metals) e circa 0.6 m<sup>3</sup> di acqua per traversa. Nella fase di interpretazione dei risultati, sono stati individuati gli stage e i dati di inventario che contribuiscono maggiormente al valore di ciascuna categoria di impatto. La fase di installazione di una traversa comprensiva di organi di attacco è responsabile di meno del 10% dell'impatto totale nel caso degli indicatori di emissioni in aria e del 13.5% nel caso degli indicatori di consumo energetico. Focalizzando l'attenzione sulla fase di produzione, quindi, i dati di inventario maggiormente impattanti sono le materie prime, quali acciaio e cemento CEM I 52.5R, il trasporto su gomma e il consumo di energia elettrica ad alto voltaggio. In particolare, l'acciaio contribuisce per almeno il 25% di tutte le principali categorie di impatto ambientale, mentre il cemento è responsabile di quasi la metà degli impatti GWP-total e ODP (circa 48% di entrambi). Gli aggregati naturali e gli additivi acceleranti del calcestruzzo sono responsabili in media del 9% delle principali categorie di impatto ambientale, mentre il consumo di acqua ha un contributo inferiore all'1%. Il trasporto su gomma causa significativi impatti in termini di ODP (15%), GWP-total (5%) e ADP-fossils (8%). Il consumo di risorse naturali conferma i significativi impatti di acciaio (46% di PERE), cemento (29% di PERE) ed energia elettrica (16% di PERE). Il consumo di acqua (FW) è per il 48% dovuto all'acciaio e per il 20% agli aggregati. Gli organi di attacco impattano in media il 23.5% delle categorie di consumo di risorse naturali. I rifiuti prodotti (1.7 kg/traversa) sono relativi al processo di produzione del calcestruzzo e a quello di produzione delle traverse.

I risultati evidenziano in modo chiaro e oggettivo le variabili sulle quali intervenire attraverso modifiche del processo produttivo e gestionale delle traverse ferroviarie in modo da aumentare la sostenibilità del sistema di trasporto ferroviario. Alternative dell'attuale mix energetico, sistema di trasporto, produzione di acciaio e cemento possono garantire vantaggi ambientali da quantificare tramite una LCA comparativa. Infine, un'analisi di tipo "cradle to grave" integrerebbe nello studio le fasi di smaltimento delle traverse (moduli C1-C4), con possibili valutazioni dei benefici derivanti dal riciclo del materiale proveniente da traverse dismesse.

*tion methodology is Life Cycle Assessment according to the ISO 14000 series harmonized European standards. The calculation complies with the product category rules for construction products EN 15804. This study investigates a "from cradle to gate with options" system because it includes inventory data about raw materials, energy, fuels, transport, and processes to produce (production stage) and install (construction stage) one sleeper. Primary and secondary inventory data have been used in SimaPro software ver. 9.3.0.3 with the Ecoinvent library ver. 3.9 to model the functional unit (i.e., a prestressed concrete railway sleeper RFI 230 VN). The main results of A1-A5 modules are 83 kg CO<sub>2</sub> eq (GWP-total), 792 MJ (PENRT), 2.42E-04 kg Sb eq (ADP-minerals&metals) e 0.6 m<sup>3</sup> of water for each product whose weight is 270 kg. The interpretation of the results helped identify the critical stages and inventory items for each parameter. The construction stage accounts for less than 10% of total emissions to air and 13.5% of energy consumption. Concerning the production stage, steel, CEM I 52.5R, transport by truck, and high-voltage electricity consumption are the pivotal data. In particular, steel is responsible for at least 25% of environmental impact categories, and cement accounts for about 48% of GWP-total and ODP. Natural aggregates and chemical admixtures cause 9% of the core environmental impact categories, and net freshwater consumption is responsible for less than 1% of those categories. Transport by road causes 15% of ODP, 5% of GWP-total, and 8% of ADP-fossils. The consumption of natural resources confirms the significant impacts of steel (46% of PERE), cement (29% of PERE), and electricity (16% of PERE). Water consumption (FW) is 48% due to steel and 20% to aggregates. Fastening system impacts on average 23.5% of natural resource consumption. Hazardous and non-hazardous waste (i.e., 1.7 kg/sleeper) relates mainly to cement, steel, and sleeper production.*

*The quantitative results highlight which variables of production and management process can increase the sustainability of the railway system. Alternative power mix, transport system, steel and cement production may ensure environmental benefits to assess with a comparative LCA. Moreover, a "cradle to grave" analysis shall complete the study with the dismantling stage (i.e., C1-C4 modules) and end-of-life stage to calculate the avoided impact of recycling waste sleepers.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] SIZIRICI B., FSEHA Y., CHO C.S., YILDIZ I., BYON Y.J. (2021), "A Review of Carbon Footprint Reduction in Construction Industry", from Design to Operation. *Materials*, 14, 6094. doi: 10.3390/ma14206094.
- [2] CHURCHILL S.A., INEKWE J., IVANOVSKI K., SMYTH R. (2021), Transport infrastructure and CO<sub>2</sub> emissions in the OECD over the long run. *Transportation Research Part D*, 95, 102857. doi: 10.1016/j.trd.2021.102857.
- [3] Commissione Europea, "Comunicazione della Commissione su un quadro per le politiche dell'energia e del clima dal 2020 al 2030".
- [4] Commissione Europea (2016), "L 282/4. Official Journal of the European Union 19.10.2016. Paris agreement".

- [5] Commissione Europea, “*European Green Deal*”, Yearbook of the Law Department, vol. 9, no. 10, pp. 304–315, 2022, doi: 10.33919/yldnbu.20.9.12.
- [6] Ministero della Transizione Ecologica, Decreto 23 giugno 2022: “*Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l’affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*”. (22A04307) (GU Serie Generale n.183 del 06-08-2022).
- [7] Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Decreto Legislativo 31 marzo 2023, n. 36: Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, recante: “*Codice dei contratti pubblici in attuazione dell’articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici*” (Decreto legislativo pubblicato nel Supplemento ordinario n. 12/L alla Gazzetta Ufficiale - Serie generale - n. 77 del 31 marzo 2023). (23A02179) (GU Serie Generale n.87 del 13-04-2023 - Suppl. Ordinario n. 14).
- [8] PATELLA S. M., SCRUCCA F., MANNINI L., ASDRUBALI F. (2022), “*Integrated approach for the road traffic greenhouse gas emissions calculation in a life-cycle perspective*”, Ingegneria Ferroviaria, 77(4), pp. 277-296.
- [9] CORAZZA M.V. (2022), “*Ecology of Transportation Infrastructure to protect the environment: concepts and criteria for a research extended to the transportation studies*”, Ingegneria Ferroviaria, pp. 787-808, doi: 10.57597/IF.10.2022.ART.2.
- [10] DI MASCIÒ P., LOPRENCEPE G., MORETTI L. (2014), “*Competition in rail transport: Methodology to evaluate economic impact of new trains on track*”, In Sustainability, Eco-Efficiency and Conservation in Transportation Infrastructure Asset Management-Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Infrastructure, pp. 669-675, doi: 10.1201/b16730-97.
- [11] TRUNZO G., MORETTI L., D’ANDREA A. (2019), “*Life Cycle Analysis of Road Construction and Use*”. Sustainability, 11, 377. doi: 10.3390/su11020377.
- [12] MOTTSCHALL M., BERGMANN T. (2013), “*Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Strassen-, Schienen-und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland: Arbeitspaket 4 des Projektes*” Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewbility”(UBA-FB 001786/1). TEXTE, (2013, 96).
- [13] HAUSBERGER L., CORDES T., GSCHÖSSER F. (2023), “*Life Cycle Assessment of High-Performance Railway Infrastructure, Analysis of Superstructures in Tunnels and Open Tracks, Sustainability*”, 15, 7064. doi: 10.3390/su15097064.
- [14] SIAHKOUHI M., HAN X., WANG M., MANALO A., JING G. (2022), “*Development and performance evaluation of self-healing concrete railway sleepers using different size PU tubes*”, Engineering Structures, 283, 115920. doi: 10.1016/j.engstruct.2023.115920.
- [15] WMO, “*State of the Global Climate in 2022*” (2023) 1316.
- [16] NAIK B. V., KISHOR Y., SAHA S., GOUDAR S. K. (2023), “*Performance studies on two types of prestressed concrete railway sleepers using finite element model*”, Materials Today: Proceedings. doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.147.
- [17] DE SOUZA LIMA E. H., PEREIRA CARNEIRO A. M. (2022), “*A review of failures of railway monoblock prestressed concrete sleepers*”, Engineering Failure Analysis, 137, 106389. doi: 10.1016/j.engfailanal.2022.106389.
- [18] SHOJAEI M., BEHFARNIA K., MOHEBI R. (2015), “*Application of alkali-activated slag concrete in railway sleepers*”, Materials and Design, 69, 89-95. doi: 10.1016/j.matdes.2014.12.051.
- [19] FARNAM M., REZAEI F. (2017), “*Experimental Analysis of Fracture and Damage Mechanics of Pre-Stressed Concrete Sleepers B70: Part B-Analysis*”, International Journal of Transportation Engineering, 5 (1), 17. doi: researchgate.net/publication/363672096.
- [20] PONS J. J., VILLALBA SANCHIS I., INSA FRANCO R., YEPES V. (2020), “*Life cycle assessment of a railway tracks substructures: Comparison of ballast and ballastless rail tracks*”, Environmental Impact Assessment Review, 85, 106444. doi: 10.1016/j.eiar.2020.106444.
- [21] GOEDKOOP M., HEIJUNGS R., HUIJBREGTS M., DE SCHRYVER A., STRUIJS J., VAN ZELM R. (2009), “*ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*”, 1, 1-126.
- [22] DOLCI G., RIGAMONTI L., GROSSO M. (2020), “*Potential for improving the environmental performance of railway sleepers with an outer shell made of recycled materials*”, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 6, 100160. doi: 10.1016/j.trip.2020.100160.
- [23] PEDERSEN E., REMMEN A. (2022), “*Challenges with product environmental footprint: a systematic review*”. The International Journal of Life Cycle Assessment, 27(2), 342-352. doi: 10.1007/s11367-022-02022-3.
- [24] HISCHIER R., WEIDEMA B., ALTHAUS H.J., BAUER C., DOKA G., DONES R., FRISCHKNECHT R., HELLWEG S., HUMBERT S.,

- JUNGBLUTH N., KÖLLNER T., LOERINCIK Y., MARGNI M., NEMECEK T. (2010), *“Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods”*. Ecoinvent report 3, v 2.2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- [25] THOMPSON S., KING C., RODWELL J., RAYBURG S., NEAVE M., *“Life Cycle Cost and Assessment of Alternative Railway Sleeper Materials”*, Sustainability (Switzerland), 14, pp. 1–18. doi: 10.3390/su14148814
- [26] EN, 2019. EN 15804:2019+A2:2019. *“Sustainability of construction works-Environmental product declarations-Core rules for the product category of construction products”*.
- [27] EN, 2021. EN 14044:2021. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida*.
- [28] NATONI F. (2013), *“Italian precompressed concrete sleepers”*, Ingegneria Ferroviaria.
- [29] RFI, Traverse marca “RFI-230”, “RFI-240” e “RFI-260” in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso, Codifica: RFI TCAR SF AE 03 002 F.
- [30] EN, 2016. EN 13230-1:2016 Applicazioni ferroviarie - Binario - Traverse e traversoni di calcestruzzo - Parte 1: Requisiti generali.
- [31] EN, 2016. EN 13230-2:2016 Applicazioni ferroviarie - Binario - Traverse e traversoni di calcestruzzo - Parte 2: Traverse monoblocco precomprese.
- [32] Pre consultants (2016) *“Software SimaPro”*.
- [33] WERNET G., BAUER C., STEUBING B., REINHARD J., MORENO-RUIZ E., WEIDEMA B. (2016), *“The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology”*, Int J Life Cycle Assess, 21, pp. 1218-1230. doi: 10.1007/s11367-016-1087-8.
- [34] SCHRIJVERS D. L., LOUBET P., SONNEMANN G. (2016), *“Critical review of guidelines against a systematic framework with regard to consistency on allocation procedures for recycling in LCA”*, The International Journal of Life Cycle Assessment, 21, pp. 994-1008, doi: 10.1007/s11367-016-1069-x.
- [35] EPD, Railway sleepers SBR25ML with fastening system, 100 % Portland cement and 0 % green PC-steel, manufactured in Kungsör (<https://www.environdec.com/library/epd8087>).
- [36] MORETTI L., CARO S. (2017), *“Critical analysis of the Life Cycle Assessment of the Italian cement industry”*, Journal of Cleaner Production, 152, pp. 198-210. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.03.136.
- [37] DEL SERRONE G., MORETTI L. (2023), *“A stepwise regression to identify relevant variables affecting the environmental impacts of clinker production”*, Journal of Cleaner Production, 398, 136564. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136564.
- [38] MARINKOVI S. B., MALEŠEV M., IGNJATOVI I. (2014), *“Life cycle assessment (LCA) of concrete made using recycled concrete or natural aggregates, Eco-Efficient Construction and Building Materials: Life Cycle Assessment (LCA)”*, Eco-Labelling and Case Studies”, pp. 239–266, 2013, doi: 10.1533/9780857097729.2.239.
- [39] NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- [40] MORETTI L., DURASTANTI C. (2020), *“Environmental Impacts of Cement Production: A Statistical Analysis”*, Applied Sciences, 10, 8212. doi: 10.3390/app10228212.
- [41] DE BORTOLI A., BOUHAYA L., FERAILLE A. (2020), *“A life cycle model for high-speed rail infrastructure: environmental inventories and assessment of the Tours-Bordeaux railway in France”*, International Journal of Life Cycle Assessment, 25 (4), pp. 814–830, doi: 10.1007/s11367-019-01727-2.
- [42] GATTUSO D. (2022), *“Fair and sustainable railway transport at the service of the whole community”*, Ingegneria Ferroviaria, pp. 761-786, doi: 10.57597/IF.10.2022.ART.1.

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

**Plasser Italiana**



## **UNIMAT 09-4X8/4S DYNAMIC: Un'unica macchina, molteplici soluzioni.**

La versatilità della rinalzatrice da linea e scambi più completa, unita all'essenzialità della stabilizzatrice dinamica integrata. Per una lavorazione veloce, perfetta e sicura, con il supporto di tutta la tecnologia P&T.



**MACHINE**

[plassertheurer.com](http://plassertheurer.com)    

"Plasser & Theurer", "Plasser" e "P&T" sono marchi registrati a livello internazionale.

## Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### Calabria: presentato a Reggio Calabria il primo intercity ibrido Hitachi Rail per Trenitalia

Presentato a Reggio Calabria il primo Intercity ibrido (Fig. 1) realizzato da Hitachi Rail per Trenitalia – società capofila del Polo Passeggeri del Gruppo FS – e destinato ai collegamenti tra Calabria, Basilicata e Puglia. La cerimonia ha visto la partecipazione, tra gli altri, del Ministro dei Trasporti M. SALVINI e del Presidente della Regione Calabria R. OCCHIUTO.

I nuovi treni, che sono caratterizzati da una propria livrea e da un innovativo layout interno, uniscono la tecnologia dei convogli di ultima generazione all'esperienza di viaggio degli intercity. Sono, infatti, perfettamente adattabili ad ogni tipo di linea ferroviaria: possono viaggiare con motori diesel su linee non elettrificate, con pantografo su quelle elettrificate, e con batterie, sia per la marcia in modalità ibrida che per percorrere tratte urbane in ingresso e uscita dalle stazioni o durante la sosta nelle stazioni stesse, evitando quindi l'uso di carburante. La modalità di marcia ibrida, che consente anche di recuperare energia durante i rallentamenti e le frenate, permette di ottenere una riduzione fino all'83% di emissioni di anidride carbonica rispetto agli attuali treni a motore diesel, con notevole beneficio sull'ambiente e in termini di silenziosità. Le batterie, inoltre, contribuiscono a migliorare ulteriormente le normali prestazioni in termini di potenza.

I veicoli offrono elevati livelli di confort ai viaggiatori: sono dotati di un sistema di climatizzazione innovativo, con ottimizzazione dei consumi in base all'effettivo numero di passeggeri trasportati, di prese USB e di corrente a 220V. Presentano ampie superfici vetrate, con finestrini di lunghezza maggiorata, postazioni bici ed elevata capacità di trasporto bagagli. Possono raggiungere i 160 km/h di velocità massima con un'accelerazione di 1,10 m/s<sup>2</sup>.

“Un treno sostenibile, innovativo e con prestazioni all'avanguardia, questo il nostro Intercity ibrido – afferma L. D'AQUILA, COO del Gruppo Hitachi Rail e CEO Hitachi Rail STS SpA – Un treno pensato per rendere i viaggi ancora più sicuri, confortevoli e green, supportando Trenitalia nell'obiettivo



(Fonte: Hitachi Rail)

Figura 1 – Presentazione a Reggio Calabria del primo intercity ibrido Hitachi Rail per Trenitalia; l'alimentazione ibrida lo rende un veicolo altamente innovativo e flessibile; è in grado di ridurre fino all'83% di emissioni di anidride carbonica; sicurezza e confort per i passeggeri nei viaggi tra Calabria, Basilicata e Puglia.

di dotare il Paese di una flotta di treni moderni a vantaggio dei passeggeri e dell'ambiente. Siamo felici di mostrarli per la prima volta a Reggio Calabria, città in cui ha sede uno dei nostri principali siti produttivi”.

I treni Intercity ibridi sono oggetto di un contratto applicativo, firmato a maggio 2022, tra Hitachi Rail e Trenitalia che prevede la fornitura di 7 treni (Da: *Comunicato Stampa Hitachi Rail*, 22 marzo 2024).

#### Abruzzo-Puglia: Linea Pescara-Foggia, tratta San Vito e San Severo, potenziamento infrastrutturale e tecnologico

RFI, società capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS Italiane, effettuerà lavori di potenziamento infrastrutturale e tecnologico, fra San Vito Lanciano (PE) e San Severo (FG), sulla linea Pescara-Foggia, dall'8 al 12 aprile e dal 15 al 19 aprile, garantendo la circolazione dei treni a lunga percorrenza nel weekend del 13 e 14 aprile.

Gli interventi programmati sono necessari per continuare a garantire gli standard di affidabilità dell'infrastruttura e puntano a uno sviluppo

tecnologico e prestazionale dell'infrastruttura, in grado di garantire una maggiore regolarità del servizio ferroviario ed un incremento della capacità della rete, con benefici in termini di puntualità e, a regime, una ottimizzazione dei tempi di viaggio.

Diversi i cantieri aperti: nella Galleria San Giovanni (lunga oltre 9 km), in Abruzzo, sarà realizzato un nuovo sistema di *Water Drain System* (Vedere Nota) per il drenaggio delle acque meteoriche che consentirà di aumentare l'affidabilità della linea. Nella tratta fra Ripalta e Lesina saranno effettuati lavori idraulici propedeutici al raddoppio della tratta. Contestualmente nella stazione di Foggia saranno effettuati interventi di sostituzione deviatori e lavori propedeutici la realizzazione del futuro Apparato Centrale Computerizzato (ACC). Nella stazione di Campomarino, in Molise, saranno effettuati lavori di potenziamento che consisteranno nell'adeguamento del binario di incrocio a 750 m, contribuendo al miglioramento e sviluppo del traffico merci su ferro sulla direttrice Adriatica.

Nello stesso periodo, fra Fossacesia e Vasto San Salvo, saranno svolti lavori di ammodernamento tecnologico nelle gallerie Diavolo, San Donato, Vasto e Sinello, propedeutici alla realizzazione dell'ACCM (Apparato Centrale Computerizzato Multistazione). L'ACCM sarà una vera e propria cabina di regia centralizzata in grado di incrementare la regolarità e la puntualità del traffico treni. Saranno effettuati inoltre molti altri interventi di potenziamento e manutenzione tra Falconara ed Ancona, Varano e Loreto, nonché nelle stazioni di Cattolica, Giulianova, Ortona e Foggia.

Le attività, svolte da tecnici di RFI e imprese appaltatrici, coadiuvati da mezzi d'opera, vedranno al lavoro oltre 250 maestranze dislocate sugli oltre 150 km di linea.

L'investimento economico complessivo è di circa 260 milioni di euro, di cui 100 milioni finanziati con fondi PNRR.

• Nota per il lettore:

Potenziamento del sistema di regimizzazione delle acque attraverso soluzioni tecniche in grado di contrastare l'accumulo di calcare sulle basole poste a livello del piano del ferro e favorire la corretta fuoriuscita delle acque di risalita, sorgive e piovane dalla galleria (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 29 marzo 2024)

## TRASPORTI URBANI

### Campania: Comune di Napoli e Hitachi Rail, ventidue nuovi treni per la linea 6 della metro di Napoli.

Hitachi Rail e il Comune di Napoli hanno firmato un contratto per la progettazione, fornitura e messa in servizio di 22 treni (Fig. 2) da 39 m, che poi andranno in formazione doppia, di cui 6 saranno consegnati in una prima fase.

La commessa ha un valore complessivo di circa 200 milioni di euro ed è suddivisa in più fasi, il cui valore della prima, deliberata dalla Giunta Comunale nella seduta del 23 febbraio, ammonta a circa 60 milioni di euro e prevede la realizzazione di sei nuovi treni metropolitani bidirezionali destinati alla tratta Mostra-Municipio della linea 6.

Con una lunghezza complessiva di 39 m e una capacità di 290 passeggeri, i nuovi veicoli si caratterizzano per l'utilizzo di materiali innovativi che rispondono pienamente ai requisiti di sicurezza, resistenza e riciclabilità. Dispongono di ATP (*Automatic Train Protection*), ossia un sistema di protezione per la marcia dei treni, e di un innovativo sistema di climatizzazione in grado di garantire elevati livelli di confort ai passeggeri in ogni stagione.

I nuovi treni saranno realizzati nei siti italiani Hitachi Rail, tra cui quello di Napoli dove lavorano circa 1.800 persone e si realizzano veicoli ferroviari e attività di *rail control*. I primi sei treni entreranno in servizio a partire dal 2026, in linea con le sca-

denze di rendicontazione previste dal PNRR, e contribuiranno ad aumentare progressivamente le frequenze di servizio, con sempre maggiore confort per i viaggiatori.

“Come Hitachi Rail siamo impegnati a fornire in tutto il mondo soluzioni di mobilità sostenibile ed innovative” ha spiegato L. D'AQUILA, COO Hitachi Rail Group e CEO Hitachi Rail STS SpA. “Riteniamo che il trasporto pubblico, e in particolare quello urbano, giochi un ruolo cruciale nell'avvicinare le persone e le comunità ad un ecosistema di mobilità integrato e sempre più sostenibile. Ecco perché puntiamo a progettare e realizzare sistemi di trasporto capaci di offrire sicurezza e confort ai passeggeri che possano incentivare l'utilizzo del trasporto di massa, al posto di quello privato, collaborando quindi allo sviluppo di città sempre più connesse e green”.

“È un passo fondamentale per potenziamento del trasporto su ferro in città con treni di ultima generazione che garantiscono efficienza e sicurezza agli utenti. Proseguono gli sforzi dell'Amministrazione per dotare la città di un sistema di trasporti sempre più articolato e tecnologicamente avanzato”. Così il Sindaco di Napoli G. MANFREDI.

“Nell'estate di quest'anno sarà aperta all'uso la linea 6 nella tratta Mostra-Municipio utilizzando i treni esistenti, da 25 m e una capacità di 200 passeggeri, mantenuti come meccanica ed elettronica e potenziati con la strumentazione di sicurezza a protezione della marcia” ha dichiarato l'Assessore alla Mobilità E. COSENZA “Entro l'estate 2026 avremo il passaggio graduale ai nuovi treni da 39 m ed una capacità di 290 passeggeri come da contratto sottoscritto con Hitachi, migliorando la capacità di trasporto ed il confort. Successivamente si passerà gradualmente a treni nuovi in composizione doppia (580 viaggiatori) con frequenza 4,5 minuti. La linea 6 coinvolgerà il grande bacino di Bagnoli, Fuorigrotta, Chiaia e successivamente Posillipo, rendendolo connesso con Piazza Municipio con interscambio su Linea 1” (Da: *Comuni-*

cato Stampa Hitachi Rail, 28 Febbraio 2024).

## TRASPORTI INTERMODALI

### Nazionale: FS e Poste Italiane, due accordi per la digitalizzazione nel trasporto passeggeri e merci

Il Gruppo FS e Poste Italiane hanno siglato due distinti accordi, un *Memorandum of Understanding* nell'ambito del trasporto passeggeri e una Lettera di Intenti in ambito trasporto merci, con l'obiettivo di sviluppare soluzioni sostenibili, innovative e digitali così da semplificare le esperienze di viaggio delle persone e potenziare l'intermodalità nella logistica.

Il *Memorandum of Understanding* (MoU) è stato siglato da L. FERRARIS AD del Gruppo FS Italiane, M. DEL FANTE, AD di Poste Italiane, L. CORRADI AD di Trenitalia e M. SIRACUSANO, AD di PostePay. L'accordo intende favorire lo sviluppo di soluzioni congiunte nel settore dei pagamenti elettronici per rendere ancora più semplice ed immediata l'esperienza di acquisto dei titoli di viaggio dai canali fisici e on line.

“Con gli accordi siglati puntiamo a semplificare le modalità di pagamento dei titoli di viaggio dei nostri mezzi – dichiara l'AD del Gruppo FS Italiane L. FERRARIS – e a migliorare la digitalizzazione del trasporto merci in un'ottica di perfezionamento dell'offerta multimodale ferro-gomma in Europa, fornendo soluzioni innovative e sostenibili in grado di integrare i servizi ferroviari con quelli di primo e ultimo miglio su strada”.

“La partnership con il Gruppo FS apre un capitolo nuovo del nostro percorso nella logistica e nel digitale – commenta l'AD di Poste Italiane, M. DEL FANTE – Le nostre tecnologie possono mettere a disposizione di chi viaggia soluzioni di pagamento evolute facilmente accessibili e sicure, offrendo anche una piattaforma logistica digitalizzata in grado di controllare l'intera filiera del trasporto merci



(Fonte: Hitachi Rail)

Figura 2 – Un convoglio metro ANM in stazionamento nella stazione Arco Mirelli della Linea 6 di Napoli.

per realizzare un sistema di trasporto intermodale sostenibile in Italia e in Europa”.

La Lettera di Intenti (LoI) è stata siglata da Luigi FERRARIS, AD del Gruppo FS Italiane, M. DEL FANTE, AD di Poste Italiane, S. DE FILIPPIS, AD di Mercitalia Logistics e D. NOTHACKER, AD di Sennder al fine di sviluppare una rete logistica sostenibile e digitalizzata. In particolare Mercitalia Logistics, capofila del Polo Logistica del Gruppo FS e Sennder, azienda tedesca attiva nella digitalizzazione del trasporto merci su strada e partner di Poste Italiane, collaboreranno per ampliare la rete logistica del trasporto merci intermodale in Europa.

La partnership punta a migliorare l'offerta competitiva di entrambe le aziende, garantendo soluzioni logistiche intermodali, innovative e sostenibili in Europa, che mettono insieme i servizi ferroviari del Polo Logistica con quelli di primo-ultimo miglio stradale con i mezzi *green* di Sennder (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 14 marzo, 2024).

### Nazionale: EasyRailFreight, la nuova piattaforma digitale per la logistica intermodale

Rete Ferroviaria Italiana presenta (Fig. 3) *EasyRailFreight*, l'innovativa

piattaforma digitale per lo sviluppo della logistica intermodale in grado di favorire l'incontro tra domanda e offerta, agevolare l'acquisizione dei servizi integrativi e offrire una vista completa dei servizi sul mercato del trasporto merci.

L'applicativo è stato ideato e realizzato interamente da RFI, società capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, con l'obiettivo di contribuire alla decarbonizzazione dei trasporti attraverso la digitalizzazione dei processi di logistica, in linea con gli indirizzi strategici definiti dall'Unione Europea, impegnata nel promuovere la transizione verso un'economia sicura, ambientalmente neutra, resiliente ai cambiamenti climatici, più efficiente e circolare.

Il sistema opera sull'elenco dei servizi forniti dagli operatori di mercato. L'interfaccia consente di offrire le soluzioni disponibili rispetto a specifiche relazioni per il trasporto delle merci, interessando un numero crescente di piccole e medie imprese. Sarà possibile visualizzare la tipologia di servizio disponendo di una vista completa sul processo di spedizione, che sia *terminal to terminal* o *door to door*. La base dati è rappresentata dalle informazioni fornite dagli *stakeholder* coinvolti, quali Imprese ferroviarie merci, Terminalisti, *Multimodal Transport Operator*, Società di Ser-

vizi Amministrativi ed Autotrasportatori.

La piattaforma *EasyRailFreight* è stata presentata dal Presidente di Rete Ferroviaria Italiana D. LO BOSCO e dall'Amministratore Delegato e Direttore Generale di Rete Ferroviaria Italiana G. STRISCIUGLIO a una platea di stakeholder, popolata da esperti del settore e rappresentanti della logistica che ha visto per protagonisti il Direttore Politiche per l'Ambiente, l'Energia e la Mobilità di Confindustria M. RAVAZZOLO, il Presidente Sezione Trasporti Intermodali ANITA E. ARCESE, il Segretario Generale FIAP A. PERON, la Responsabile *Technology Governance & Energy, Fuel, Material, Transportation Solutions* di FS Italiana G. COSTAGLI e il Responsabile Pianificazione e Sviluppo Logistica Multimodale di RFI F. LUGLI.

“*EasyRailFreight* vuole essere uno strumento a supporto della logistica e del trasporto delle merci su ferro, attraverso una infrastruttura digitale che replichi l'infrastruttura fisica – ha dichiarato l'Amministratore Delegato e Direttore Generale di RFI, G. STRISCIUGLIO – Grazie al contributo delle imprese ferroviarie e dell'autotrasporto, dei terminalisti e di tutti gli operatori del settore merci implementeremo l'attuale sistema digitale per consentire lo scambio di informazioni, la prenotazione di servizi, interventi predittivi. Per questo, RFI è impegnata in un grandissimo processo di rinnovamento delle infrastrutture, con un piano di investimenti senza precedenti”.

L'applicativo consentirà di promuovere i servizi di trasporto intermodale disponibili, con maggiore efficienza e qualità; di incrementare i volumi di traffico con ricadute positive in termini di competitività; di offrire una maggiore affidabilità e flessibilità dell'offerta di servizi di logistica, a vantaggio dell'intero sistema produttivo. L'accesso semplificato all'offerta di servizi esistenti e il miglioramento della qualità dei flussi informativi consentiranno quindi di migliorare l'efficienza del trasporto intermodale, dal punto di vista infrastrutturale e terminalistico, e di favo-

rire una crescita potenziale dei volumi di traffico.

Il progetto è stato sviluppato grazie alla comunicazione, all'ascolto ed alla condivisione degli obiettivi tra RFI e tutti gli stakeholder coinvolti. In un contesto in cui la domanda di servizi di logistica è caratterizzata principalmente da una maggiore variabilità di volumi e da un incremento delle località di partenza e destinazione, la velocità di esecuzione dei processi operativi diventa un fattore determinante nella catena del valore.

Con *EasyRailFreight* RFI conferma il suo ruolo di facilitatore, aggregatore e integratore modale, ponendosi al centro della catena logistica del sistema Italia e dimostrando al tempo stesso il proprio impegno nel contribuire fattivamente alla transizione del Paese ed al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità sociale, ambientale ed economica.

- I moduli

*EasyRailFreight* si comporrà di diversi moduli, propedeutici allo shift modale e alla gestione dei flussi informativi riguardanti il trasporto ferroviario:

- I moduli “Vetrina dei servizi” e “Anagrafiche Servizi/Impianti” sono dedicati alla promozione dell'offerta dei servizi intermodali che sono disponibili sul mercato, definiti attraverso l'utilizzo dell'orario dei treni merci programmati con l'integrazione delle informazioni fornite dagli Operatori di mercato. In particolare, l'utente inserisce la località di partenza/arrivo di interesse ed il sistema restituisce, per ogni servizio disponibile, informazioni di dettaglio come, ad esempio, l'orario di ritiro/consegna merce, i servizi disponibili con i relativi riferimenti commerciali e la misurazione del grado di decarbonizzazione del trasporto, in termini di minori emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto alla soluzione tutto strada. Il modulo “Vetrina dei servizi” è attualmente in esercizio.
- Il modulo, “Configuratore Nuovo

Trasporto”, consente una verifica di prefattibilità, da parte dell'utente, di una relazione door to door a partire dal catalogo delle tracce orarie residue di RFI.

- Il modulo, “AT.L.A.S.”, (Atlante Logistico di Asset e Servizi) nascerà per consentire una vista geolocalizzata completa delle caratteristiche strutturali degli impianti e dei relativi servizi offerti, favorendo l'incontro tra domanda e offerta e la formulazione di ipotesi di soluzioni di logistica, customizzate sulle reali esigenze del mercato. Consentirà di archiviare, visualizzare e analizzare i dati geospaziali, relativi all'asset impiantistico ed ai servizi di logistica presenti, per favorirne la comprensione, la visione più approfondita ed il processo decisionale. È un sistema facilmente scalabile, in quanto può girare su un qualsiasi modello rete, e ciò consente il suo utilizzo sia come piattaforma di consultazione di asset/servizi ma anche come “cartina del sistema logistico del Paese”, a disposizione del mercato.
- Il modulo “Rendicontazione Eco/Ferrobonus”, dedicato alla richiesta, e relativa rendicontazione, dei contributi previsti a sostegno dell'intermodalità.
- Il modulo “Analisi e Reportistica”, dedicato all'analisi ed alla diffusione di performance nonché all'elaborazione di report mirati, relativi ai flussi ed ai volumi di traffico merci, finalizzati ad analisi di settore.

Da gennaio è iniziata la progettazione e la realizzazione dei moduli “Configuratore Nuovo Trasporto”, e “AT.L.A.S.”, il cui rilascio è previsto nel corso dell'anno 2024. Nell'insieme, le principali caratteristiche innovative di *EasyRailFreight* sono:

- Marketplace dedicato esclusivamente a quei servizi di logistica che prevedano il ricorso in misura prevalente al trasporto ferroviario.
- Misurazione del grado di decarbonizzazione del trasporto in ter-

mini di minori emissioni di CO<sub>2</sub>, rispetto a soluzioni tutto strada, per ogni singola relazione di traffico richiesta dall'utente.

- Unica piattaforma che consente la consultazione delle anagrafiche geolocalizzate relative agli Impianti/Servizi di logistica.
- Verifica di fattibilità di un nuovo trasporto, partendo dalle tracce invendute di RFI, a cui collegare i vari segmenti del servizio realizzati dai diversi operatori.
- Il ruolo di RFI per la logistica

Nell'ambito dei servizi di logistica multimodale, RFI svolge il proprio ruolo focalizzando il suo operato sui collegamenti strategici, tramite i corridoi merci europei su cui insistono i maggiori volumi di traffico, ed interviene per migliorare le connessioni tra porti, interporti, terminal e raccordi industriali. È in questo contesto che RFI può esercitare un ruolo proattivo nello sviluppo dei servizi diretti al mondo della logistica, individuando i segmenti che generano maggiore domanda, migliorando le condizioni operative e riducendo i costi. In tal modo, RFI offre il proprio contributo al perseguimento dell'obiettivo dell'integrazione modale, che deve essere a propria volta sostenuta da un'adeguata interpretazione delle esigenze commerciali, dalla progettazione di servizi attrattivi ed economicamente sostenibili, e dalla realizzazione dei necessari potenziamenti infrastrutturali.

RFI offre un sostegno all'apparato produttivo e distributivo, in cui l'infrastruttura ferroviaria diviene la spina dorsale del sistema logistico nazionale, collegando:

- il sistema portuale, che rappresenta la principale interfaccia nazionale con i mercati globali;
- la rete di infrastrutture terminalistiche, che erogano i servizi necessari allo sviluppo della logistica multimodale;
- il sistema dell'autotrasporto, strutturato per servire con capillarità ed efficienza l'apparato produttivo del Paese.



(Fonte: RFI, Gruppo FSI)

Figura 3 – La presentazione dell'applicativo per la logistica di RFI.

RFI è il perno interconnettore che tiene insieme questi blocchi, facilitando la comunicazione tra di essi, conferendo solidità al sistema e determinando le condizioni necessarie ad alimentare la crescita dell'intermodalità (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI, marzo 2024*).

## INDUSTRIA

### Nazionale: mercato auto ancora in crescita a febbraio 2024

A febbraio 2024, il mercato italiano dell'auto totalizza 147.094 immatricolazioni (+12,8%, secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) contro le 130.405 registrate a febbraio 2023. Nei primi due mesi del 2024 i volumi complessivi si attestano a 289.103 unità, con una crescita dell'11,7% rispetto a gennaio-febbraio 2023.

“Nel secondo mese del 2024, il mercato auto italiano mantiene segno positivo (+12,8%) – afferma R. VAVASSORI, Presidente di ANFIA – anche considerando un giorno lavorativo in più rispetto a febbraio 2023 (21 giorni contro 20). Mentre proseguono le attività del Tavolo Sviluppo Auto-

motive al MIMIT, si attende il DPCM che darà attuazione ai nuovi incentivi. Auspichiamo che la pubblicazione del Decreto sia quanto più possibile rapida, per evitare il prolungarsi dell'effetto atteso sul mercato e di un clima di incertezza tra consumatori e imprese, nonché per vedere presto gli effetti di un ecobonus più attrattivo rispetto al precedente. Certamente a supporto della domanda e dell'accelerazione dei ritmi di rinnovo del parco circolante, la misura dovrebbe soprattutto giocare da traino nell'adozione delle nuove tecnologie, anche grazie all'apertura del bonus a tutte le aziende, in particolare favorendo l'ulteriore diffusione delle auto a basse o nulle emissioni locali di CO<sub>2</sub>”.

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione (dati provvisori), le autovetture a benzina vedono il mercato di febbraio in aumento del 33,4%, con quota di mercato al 31,2%, mentre le diesel calano dell'11,8%, con quota al 14,6%. Nel cumulato dei primi due mesi del 2024, le immatricolazioni di auto a benzina aumentano del 30,1% e quelle delle auto diesel calano del 10,2%, rispettivamente con quote del 30,9% e del 15%. Le auto ad alimentazione alternativa rappresentano, nel solo mese di febbraio, il 54,2% del

mercato, con volumi in crescita dell'11,3% rispetto a quelli di febbraio 2023, mentre nel cumulato crescono del 10,4% con una quota del 54,1%. Tra queste, le autovetture elettrificate rappresentano il 44,3% del mercato di febbraio e il 43,6% del cumulato, in

aumento dell'11,8% nel mese e del 9,8% nei due mesi. Nel dettaglio, le ibride non ricaricabili incrementano del 16,1% nel mese con una quota del 37,7%; nel cumulato crescono del 15,2% con una quota del 37,8%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili calano del 7,4% a febbraio e rappresentano il 6,6% del mercato del mese (a febbraio 2023 erano l'8%); nel cumulato calano del 15,9% e hanno una quota del 5,8% (in calo di 1,9 punti percentuali rispetto al cumulato del 2023).

Le auto elettriche hanno una quota del 3,4% nel mese e del 2,8% nel cumulato; le vendite aumentano del 3,1% a febbraio mentre sono in calo del 2,7% nel cumulato. Le ibride plug-in calano del 16,6% a febbraio e anche nel cumulato (-25,2%). Esse rappresentano il 3,2% delle immatricolazioni del singolo mese e il 3% del totale da inizio anno.

Infine, le autovetture a gas rappresentano il 9,9% dell'immatricolato di febbraio, quasi interamente composto da autovetture Gpl (in incremento: +8,3% nel mese). Un marginale 0,2% è da ascrivere alle autovetture a metano, che nel mese aumentano del 38,9%. Nel cumulato, le vetture alimentate a metano crescono del 6,3% e le GPL del 12,9%; insieme, nel bimestre, le due alimentazioni costituiscono il 10,5% circa del mercato (di cui solo lo 0,2% è metano).

Nel cumulato 2024, Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride occupano, rispettivamente, la prima, seconda e sesta posizione tra le autovetture *mild/full hybrid*. Tra le PHEV, Jeep Renegade risulta all'ottavo posto. Tra le elettriche, Jeep Avenger è il terzo modello più venduto dopo Tesla Model Y e Model 3, seguito da Fiat 500, mentre Peugeot 208 occupa la sesta posizione. In ri-

ferimento al mercato per segmenti, a febbraio 2024 le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 35,7% del mercato, con volumi in aumento del 28,9% rispetto a quelli di febbraio 2023. Le auto dei segmenti medi hanno una quota del 10,3% nel mese, con un mercato in aumento del 4,5%. I SUV hanno una quota di mercato pari al 51,3%, in aumento del 3,9%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 9,8% del mercato del mese (+44,5% rispetto a febbraio 2023), i SUV compatti il 28,9% (-3%) e i SUV medi l'8,2% (-4,8%), mentre le vendite di SUV grandi sono il 4,3% del totale (+4,6%). Il 25,8% dei SUV venduti nel mese di febbraio è di un brand del Gruppo Stellantis.

Nei primi due mesi del 2024, utilitarie e superutilitarie hanno una quota del 35,2% (+20,1% rispetto ai primi due mesi del 2023). Il modello più venduto della categoria rimane Fiat Panda. Del gruppo Stellantis si trovano nella top ten del cumulato anche Citroen C3, al terzo posto, Lancia Ypsilon al quarto, Peugeot 208 al quinto, Fiat 500 al sesto, e, infine, Opel Corsa al nono. Le autovetture medie (segmenti C, D ed E) hanno una quota del 10% (+7,6%) nel cumulato. Nella top ten dei due mesi, a rappresentare il gruppo Stellantis, troviamo Peugeot 308 all'ottavo posto e Fiat Tipo al decimo.

I SUV, in crescita del 6,6%, detengono una quota del 52,3% nel cumulato. Continua l'ottima performance di Jeep Avenger, prima nella top ten dei SUV piccoli con oltre 7.300 unità immatricolate da inizio anno. Stellantis è presente nella top ten anche con Opel Mokka al quarto posto e Citroen C3 Aircross al quinto. In classifica, al decimo posto, anche DR 3.0.

Tra i SUV compatti, Fiat 500x è la sesta auto più venduta nel bimestre, seguita da Jeep Renegade al decimo. La prima è Peugeot 2008. Alfa Romeo Tonale, tra i SUV medi, chiude il bimestre al secondo posto, dietro a Kia Sportage. Presente nella classifica del cumulato anche Peugeot 5008, al decimo posto. Infine, è sempre più marginale la quota di Monovolumi e Mul-

tispazio (1,3% nel cumulato, in crescita del 12,4%).

Secondo l'indagine ISTAT, a febbraio si stima un aumento dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 96,4 a 97, mentre l'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi) registra una diminuzione, passando da 97,9 a 95,8. In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto di beni durevoli, tra cui l'automobile, risulta in crescita rispetto a gennaio, (da -78,6 a -71,3). Secondo le stime preliminari ISTAT, a febbraio l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,1% su base mensile e dello 0,8% su base annua (come nel mese precedente). La stabilizzazione dell'inflazione sottende andamenti contrapposti di diversi aggregati di spesa: in rallentamento risultano i prezzi degli Alimentari non lavorati (da +7,5% a +4,5%) e lavorati (da +4,5% a +3,8%), degli Altri beni (da +1,7% a +1,3%), dei Servizi relativi ai trasporti (da +4,2% a +3,8%), dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona (da +3,3% a +3,2%) e dei Servizi relativi all'abitazione (da +2,8% a +2,6%); per contro, si attenua la flessione dei prezzi degli Energetici non regolamentati (da -20,4% a -17,2%) e regolamentati (da -20,6% a -18,6%) e accelerano quelli dei Tabacchi (da +2,2% a +2,6%) e dei Servizi relativi alle comunicazioni (da +0,2% a +0,7%).

Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 49.051 immatricolazioni (+17,4%), con una quota di mercato del 33,3% (era del 32% a febbraio 2023). Nei primi due mesi dell'anno, le immatricolazioni complessive ammontano a 98.489 unità (+15,1%), con una quota di mercato del 34,1% (33,1% a gennaio-febbraio 2023).

Sono sei i modelli del Gruppo Stellantis "top ten" (Fig. 4) ten di febbraio, con Fiat Panda stabile in testa alla classifica (11.205 unità), seguita, al terzo posto, da Citroen C3 (4.348), che recupera cinque posizioni rispetto alla classifica del mese precedente, e, al quarto, da Lancia Ypsilon

N.	MARCA <i>Make</i>	MODELLO <i>Model</i>	FEBBRAIO 2024 <i>FEB 2024</i>
1	FIAT	PANDA	11.205
2	DACIA	SANDERO	5.675
3	CITROEN	C3	4.348
4	LANCIA	YPSILON	4.152
5	JEEP	AVENGER	2.943
6	TOYOTA	YARIS	2.943
7	TOYOTA	YARIS CROSS	2.934
8	FIAT	500X	2.862
9	PEUGEOT	208	2.842
10	DACIA	DUSTER	2.639

Fonte: CED - Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili

N.	MARCA <i>Make</i>	MODELLO <i>Model</i>	GEN/FEB 2023 <i>JAN/FEB 2023</i>
1	FIAT	PANDA	22.301
2	DACIA	SANDERO	12.228
3	CITROEN	C3	8.886
4	LANCIA	YPSILON	8.063
5	JEEP	AVENGER	7.326
6	TOYOTA	YARIS CROSS	6.677
7	PEUGEOT	208	5.883
8	PEUGEOT	2008	5.579
9	DACIA	DUSTER	5.461
10	RENAULT	CAPTUR	5.266

(Fonte: ANFIA)

Figura 4 – Italia, immatricolazioni autoveicoli, “Top-Ten” – I dati rappresentano le risultanze dell’archivio nazionale dei veicoli al 29 febbraio 2024.

(4.152). Al quinto posto si colloca Jeep Avenger (2.943), seguita, all’ottavo, da Fiat 500X (2.862), e, al nono, da Peugeot 208 (2.842). Il mercato di DR Automobiles, coi suoi marchi DR, EVO, Sportequipe e ICH-X, registra un incremento del 33,3% nel mese e del 6,4% nel cumulato. Il Costruttore molisano costituisce l’1,4% del mercato di febbraio e l’1,7% nei primi due mesi del 2024. Per finire, il mercato dell’usato totalizza 476.067 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a febbraio 2024, il 15,2% in più rispetto a febbraio 2023. Nei primi due mesi del 2024, i trasferimenti di proprietà sono 935.427, in crescita del 16,1% rispetto allo stesso periodo del 2023 (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 1 marzo 2024).

**Nazionale: OICE, aggiornamento febbraio 2024 sulle gare di Ingegneria e Architettura**

Anche nell’aggiornamento dell’osservatorio OICE/Informatel di febbraio 2024 si conferma il drastico calo della domanda pubblica per opere pubbliche ed in particolare per servizi tecnici di ingegneria e architettura infatti il totale del valore dei servizi tecnici messo in gara nel bimestre, sommando i 135,4 milioni dei bandi di architettura e ingegneria (Fig. 5) ai 12,7 milioni di servizi compresi negli appalti integrati, arriva a 148,1 milioni, segnando un calo del 72,3% sul bimestre 2023. Se si confronta il dato con i primi bimestri degli anni passa-

ti la situazione non è affatto positiva: -56,6% rispetto al 2022, - 54,7% rispetto al 2021, - 56,7% rispetto al 2020 e -23,2% rispetto al 2019. Tutto questo dice che il dato del bimestre 2024 è largamente inferiore anche ai dati di anni precedenti il PNRR.

Le gare per servizi tecnici pubblicate sulla gazzetta europea (sopra la soglia UE di 215.000 euro) nel bimestre sono 109 per un valore di 113,0 milioni, e rispetto al bimestre 2023 calano del 66,3% in numero e del 70,5% nel valore. A febbraio 2024 sono stati pubblicati 184 bandi soprassoglia, e nel confronto con febbraio 2023 riportano un calo del -66,2% per il numero e un -57,6% per il valore. Il calo si giustifica solo in parte con il frazionamento artificioso dei bandi per rientrare nella fascia degli affidamenti diretti (fino a 140.000 euro) perché l’impatto in valore rimane limitato. Il numero dei bandi è infatti aumentato del 32,3% su gennaio e rappresenta il 55,4% circa del mercato. Sempre nel bimestre continua la discesa dei dati delle gare di sola progettazione: il valore si attesta su 51,7 milioni contro i 250,9 milioni del bimestre 2023 (-79,4%); anche se rispetto allo scorso mese di gennaio, il peggior dal 1996, si segnala una ripresa di +89,8%.

“Lo scorso mese avevamo espresso le nostre preoccupazioni e rimanevamo in attesa di verificare il dato di febbraio che certifica come complessivamente il bimestre ‘24 risulta drasticamente in calo rispetto agli altri anni, fino anche al 2019 - ha dichia-

rato G. LUPOI, a commento dei dati dell’osservatorio -, si è in presenza di un segnale particolarmente preoccupante che rischia di portare indietro di anni l’intero settore. Tutto questo avviene per varie ragioni ma a nostro avviso incidono molto anche alcune incertezze e vuoti normativi, nel nostro campo, unitamente ad un rallentamento dei meccanismi di spesa e, ancora più preoccupante, dei pagamenti a parte di alcune importanti stazioni appaltanti. Si potrebbe dire che siamo in “recessione” conclamata. Chiediamo quindi al Ministero delle Infrastrutture un tavolo tecnico per iniziare intanto a superare le lacune del nuovo codice appalti e ad aggiornare il decreto parametri al più presto. Infine riteniamo che sia il momento anche di iniziare a spingere sull’implementazione di alcune parti del nuovo codice rimaste fino ad ora al palo, come ad esempio la semplificazione della qualificazione sul modello delle SOA, e, magari riflettere nuovamente sulla centralità del progetto.”

Tornando ai dati, nel mese di febbraio 2024 sono stati rilevati 222 bandi per servizi di ingegneria e architettura con un importo di 96,8 milioni, con cali del 60,5% in numero e del 59,8% in valore su febbraio 2023, rispetto a gennaio il numero sale del 57,4% in numero e del 150,5% in valore. Da considerare che i valori raggiunti dal precedente mese di gennaio 2024, sia nel numero sia nel valore, sono tra i più bassi dell’intera serie storica dell’osservatorio dal 1996.

Dopo che a gennaio non era stato rilevato nessun bando per accordo quadro, a febbraio rilevati 16 bandi, il 7,2% del numero totale, per 30,2 milioni, il 31,2% del valore totale. Nel mese di febbraio 2024 i bandi sotto i 140.000 euro sono stati 123, il 55,4% del numero totale, per 6,1 milioni di euro, il 6,3% del valore totale. Nel quarto trimestre 2023 i bandi sotto i 140.000 euro erano stati 1.528, il 78,7% del numero totale, per 75,9 milioni di euro, l'8,9% del valore totale. Le gare di sola progettazione con importo maggiore di 140.000 euro pubblicate ai sensi del D.lgs 36/23 da luglio 2023 a gennaio 2024 sono state 237, di queste 153 con richiesta di ribasso unico (sul compenso a base d'asta e sulle spese) e soltanto 56 quelle in cui si chiede il ribasso solo sulle spese e si lascia fisso il compenso (28 non citano le modalità di ribasso). Per la richiesta dei requisiti tecnici in 122 gare le stazioni appaltanti fanno riferimento a 3 anni, in 25 gare si chiedono 5 anni e in 64 gare 10 anni, in 26 manca la richiesta dei requisiti tecnici. Per i requisiti economico finanziari 111 gare fanno riferimento a 3 anni, 5 gare a 5 anni, 9 gare a 10 anni, 1 ai migliori 4 degli ultimi 8, 49 ai migliori 3 anni degli ultimi 5, 1 ai migliori 5 anni degli ultimi 10; in 61 gare manca la richiesta dei requisiti tecnici.

Nel mese di febbraio 2024 le gare rilevate per appalti integrati sono sta-

te solo 47, tutte con valore noto per un importo complessivo dei lavori di 285,8 milioni e con un importo dei servizi tecnici compresi stimato in 5,4 milioni di euro. Rispetto al mese di febbraio 2023 il numero è sceso del 45,3% e il valore dei lavori è sceso dell'82,1% e il valore dei servizi è anch'esso calato dell'89,0%. Nel primo bimestre 2024 i bandi per appalti integrati rilevati sono stati 94, con un importo di lavori di 693,9 milioni di lavori e 12,7 milioni di servizi tecnici compresi. Rispetto al primo bimestre 2023 il numero cala del 62,6%, il valore dei lavori scende del 78,2% e quello dei servizi tecnici dell'85,2%

(Da: *Comunicato Stampa OICE*, 7 marzo 2024).

VARIE

**Lombardia: il 64% dei passeggeri favorevole a sostituire i voli a corto raggio con i viaggi in treno.**

Hitachi Rail presenta l'edizione 2024 della ricerca "Better connected" sulle abitudini di trasporto in dodici città a livello globale, tra le quali Milano per l'Italia.

Il report ha lo scopo di analizzare le principali tendenze nelle modalità di spostamento dei cittadini nelle grandi città, sia per quanto riguarda

il trasporto urbano, sia per i viaggi di media-lunga distanza.

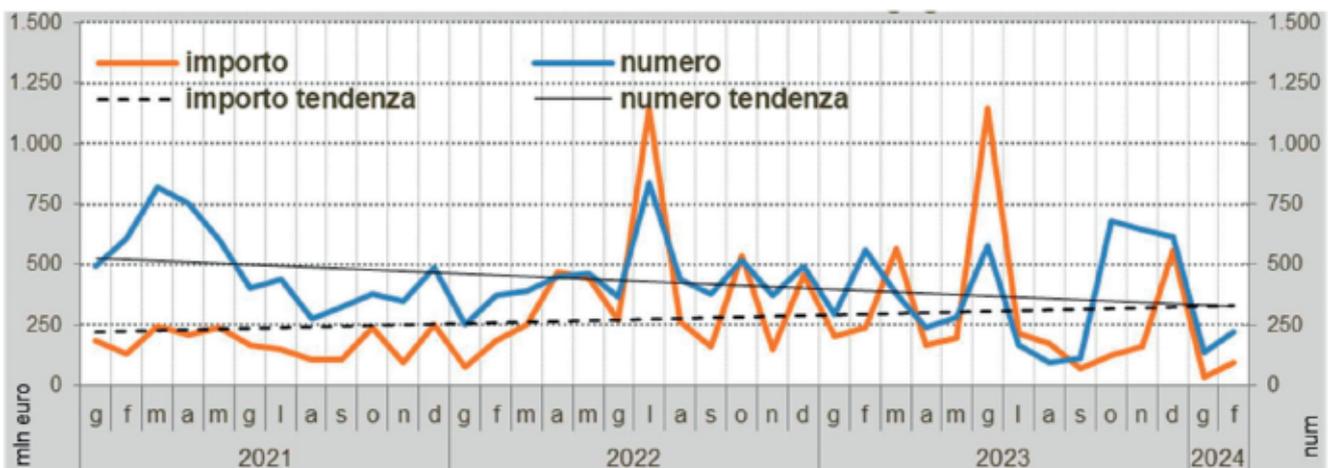
Tra le principali evidenze del sondaggio emerge che a livello globale ben il 64% delle persone sarebbe favorevole all'abolizione dei voli a corto raggio in presenza di una valida alternativa come i treni ad alta velocità.

- Le preferenze dei cittadini milanesi

In Italia, e in particolare a Milano - città coinvolta nella ricerca - la percentuale di persone favorevole all'abolizione dei voli a corto raggio è ancora più alta e si attesta al 69%. Il 42% degli intervistati attualmente già predilige il treno ad alta velocità rispetto all'aereo (15%) o l'auto (38%).

Scelta, quest'ultima, probabilmente influenzata dal successo dell'alta velocità in Italia, con la tratta Roma-Milano che ha contribuito in maniera preponderante a cambiare le abitudini di trasporto degli italiani, siano esse legate a motivi di lavoro o di svago.

Un trend, quest'ultimo, che si conferma anche guardando al futuro. Infatti, un terzo delle persone (34%) prevede nei prossimi cinque anni di viaggiare di più in treno: percentuale molto più alta rispetto a chi, invece, ipotizza di usare maggiormente l'auto (13%) o volare di più (6%).



(Fonte: OICE)

Figura 5 – Andamento del valore e del numero di tutti i bandi di ingegneria e architettura.

Per quanto riguarda il trasporto urbano, i risultati della ricerca mostrano come a Milano il 63% degli intervistati usi, però, ancora la macchina nel tragitto casa lavoro, dato leggermente superiore alla media globale (60%), mentre solo il 15% dei milanesi utilizza esclusivamente i mezzi pubblici.

Tuttavia, i cittadini del capoluogo lombardo riconoscono i mezzi pubblici come l'opzione di trasporto potenzialmente più conveniente (71%). I deterrenti nel loro utilizzo riguardano la frequenza del servizio (94%) e la sicurezza (91%). Infatti, l'84% dei milanesi utilizzerebbe di più i mezzi se fossero meno affollati e l'85% li utilizzerebbe più volentieri se fossero più interconnessi.

L'86% dei cittadini milanesi intervistati si è mostrato favorevole a maggiori investimenti nel trasporto urbano, mentre il 50% sarebbe addirittura disposto a pagare di più per il biglietto qualora i mezzi diventassero più efficienti, sicuri e interconnessi.

Inoltre, il 30% ritiene che uno dei principali benefici delle app di trasporto sia la capacità di calcolare in tempo reale il percorso più efficiente per raggiungere la propria destinazione.

- Principali evidenze a livello globale

L'analisi è stata condotta su circa 12.000 persone distribuite in 12 città: Berlino, Copenaghen, Dubai, Londra, Milano, Parigi, San Francisco, Sidney, Singapore, Toronto, Varsavia e Washington.

Per quanto riguarda il trasporto urbano, uno dei dati più rappresentativi riguarda la percentuale ancora molto alta (60%) di persone che utilizza l'auto per raggiungere il proprio posto di lavoro. Allo stesso tempo, però meno di un rispondente su tre considera la macchina il mezzo più conveniente.

A livello generale la propensione all'uso della macchina per recarsi al lavoro varia nel mondo: è molto alta all'estero in città quali Dubai, Washington, Varsavia e Sydney, dove al-

meno 7 persone su 10 scelgono l'auto in città.

La guida "occasionale" è più frequente a Copenaghen, Parigi, Milano e Singapore. Quest'ultima, in particolare, si distingue per avere anche il più alto tasso di persone che non usano l'auto (oltre un terzo non guida), seguita da Londra e Berlino.

Nelle scelte di mobilità alcuni deterrenti giocano un ruolo determinante: il sovraffollamento nell'orario di punta (49%), il tempo di percorrenza (32%), l'incertezza degli orari di arrivo e partenza (30%) e il costo (32%) sono quelli con un peso maggiore.

Addirittura, la maggior parte dei cittadini nel mondo sceglierebbe di usare di più i mezzi pubblici se avesse la possibilità di controllare il livello di affollamento in tempo reale, per poter pianificare i propri viaggi in base a questo parametro.

L'uso del trasporto pubblico è correlato con l'età e diminuisce con l'avanzare degli anni: i giovani risultano più propensi in generale a utilizzare i mezzi pubblici per gli spostamenti, mentre i lavoratori con età più avanzata preferiscono lavorare da casa e spostarsi di meno.

Almeno 1 lavoratore su 4 in tutti i Paesi oggetto della ricerca si reca al lavoro a piedi, in città come Singapore e Londra la percentuale sale almeno al 50%, nonostante vi sia anche una grande propensione all'utilizzo dei mezzi pubblici.

Copenaghen presenta la più alta percentuale di ciclisti, seguita da Berlino, il che contribuisce a spiegare perché, in queste due città, l'utilizzo del trasporto pubblico è inferiore alla media globale.

Per quanto riguarda le lunghe distanze, la macchina rimane il mezzo mediamente più utilizzato a livello globale (46%), seguita dal treno (34%) e infine dall'aereo (16%). Un dato quest'ultimo che si conferma in Paesi in cui la rete ferroviaria ad alta velocità è meno sviluppata e non rappresenta ancora una valida alternativa.

È significativo, infatti, che seppur le preferenze siano molto diverse in base alle città, la tendenza comune indica che la maggior parte delle persone sceglierebbe il treno e non l'auto, nel caso fosse più economico e più veloce, come già avviene in Italia.

Per quanto riguarda questa tipologia di viaggi (a lunga-media percorrenza), i principali fattori che determinano la scelta delle persone sono il costo, la convenienza e il confort, in misura prevalente anche rispetto all'impatto ambientale.

"Siamo consapevoli che il trasporto urbano ha un impatto diretto sulla vita del cittadino e sulla percezione dell'efficienza dell'organizzazione della città in cui vive. Parallelamente, costituisce un'importante leva per contrastare le emissioni di CO<sub>2</sub>, consentendo alle persone di adottare uno stile di vita più sostenibile. Una grande attenzione deve essere posta anche sui viaggi a media lunga percorrenza: un passeggero che viaggia in treno tutte le settimane fra Milano e Roma, invece che in aereo, riduce di 9 tonnellate il peso delle sue emissioni di CO<sub>2</sub> all'anno e se scegliesse il treno al posto dell'auto ne risparmierebbe 4. In Italia l'alta velocità, le metropolitane, tra cui proprio la nuovissima M4 di Milano, ma anche i nuovi tram, confortevoli e green, i treni a batteria per il trasporto regionale e le nostre APP di *smart mobility*, sono alcuni esempi dell'impegno di Hitachi Rail per promuovere la propensione all'utilizzo dei mezzi pubblici dei passeggeri. Le nostre soluzioni fanno leva principalmente sulla sicurezza, sul confort e sulle tecnologie innovative nel pieno rispetto dell'ambiente" ha spiegato L. D'AQUILA, COO Hitachi Rail Group e CEO Hitachi Rail STS.

"I dati presentati da Hitachi Rail parlano chiaramente: i milanesi vogliono un trasporto pubblico più efficiente e sostenibile. Nonostante l'auto resti il mezzo predominante in città, c'è una spinta evidente da parte dei cittadini verso un maggior uso dei mezzi pubblici. È significativo che circa l'85% degli intervistati sia disposto a utilizzarli maggiormente se venissero migliorati gli

aspetti di connettività, tempi di percorrenza e capienza. Dobbiamo affrontare con determinazione i principali ostacoli, tra tutti la mancanza di sicurezza e il sovraffollamento, che scoraggiano i cittadini dall'abbandonare l'auto in favore dei mezzi pubblici. È giunto il momento di agire per rispondere alle aspettative dei cittadini e trasformare il trasporto pubblico in una reale alternativa. Investimenti e ristrutturazioni risultano essenziali, considerando anche le opportunità di collaborazione pubblico-privata per potenziare questo settore strategico. Rimane la mia personale opinione che un grande ruolo in questa trasformazione sarà svolto dalle tecnologie applicate ai veicoli e alle infrastrutture, in un'ottica sempre più connessa dove la ricerca e l'innovazione avranno un ruolo cruciale" questi i commenti di F. RESTA, Presidente del MOST - Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile.

- Nota per i lettori:

#### Informazioni sul sondaggio

Il sondaggio è stato condotto da Savanta-ComRes per conto di Hitachi Rail e si è svolto tra novembre e dicembre 2023.

Sono state intervistate oltre 12.000 persone in 12 città: 1000 a Londra, 1001 a Berlino, 1006 a Milano, 1001 a Dubai, 1000 a Varsavia, 903 a Washington, 108 a San Francisco, 1010 a Toronto, 1004 a Parigi, 1004 a Singapore, 1010 a Sydney, 1000 a Copenaghen.

Gli intervistati erano per il 47% uomini e per il 52% donne (le proporzioni sono arrotondate).

Il Report completo disponibile accedendo al collegamento internet: <https://www.hitachirail.com/better-connected/> (Da: *Comunicato Stampa Hitachi Rail*, 29 febbraio 2024).

### Nazionale: Nuovo Prezzario BIM, innovazione ed eccellenza nel settore dell'ingegneria infrastrutturale

Il panorama infrastrutturale ita-

liano si sta preparando a fronteggiare sfide senza precedenti nell'ambito della modernizzazione e della digitalizzazione e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) rappresenta uno strumento grazie al quale delineare strategie e investimenti per il rilancio dell'economia e lo sviluppo sostenibile del Paese.

In questo scenario, caratterizzato da forte innovazione e repentini cambiamenti Italferr, società di ingegneria del Polo Infrastrutture del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, ha definito un nuovo Prezzario BIM (*Building Information Modeling*) in risposta alle sfide poste dal PNRR, nell'ottica di garantire un costante dialogo con l'indotto di settore rispetto alle tematiche cruciali legate alla digitalizzazione e all'implementazione di metodologie innovative.

Grazie al Prezzario BIM, la cui finalità è quella di definire gli importi economici per le future attivazioni dei servizi di supporto alla progettazione sviluppata con metodi e strumenti di gestione informativa digitale, sarà possibile ingaggiare con successo i vari attori coinvolti nella filiera delle infrastrutture. L'Elenco Prezzi definito nell'ambito del Prezzario BIM fornisce una visione chiara e dettagliata dei costi di produzione dei Modelli Informativi e degli elaborati grafici, con riferimento ad ogni elemento di un'infrastruttura ferroviaria nelle diverse fasi di sviluppo di un progetto.

Il nuovo Prezzario rappresenterà il riferimento economico per i futuri Accordi Quadro delle Categorie di supporto alla progettazione BIM del "SQ-001 Sottosistema di Qualificazione dei Prestatori di Servizi di Supporto all'Ingegneria di Italferr S.p.A." pubblicato dalla Direzione Acquisti di Italferr sia per le Opere civili che per le Tecnologie delle infrastrutture ferroviarie.

Per raggiungere tale risultato si è reso necessario uno sfidante e collaborativo lavoro in cui sono state coinvolte trasversalmente le varie strutture dell'Azienda, impegnando

attivamente più di 40 risorse durante uno sviluppo durato 15 mesi, sotto il coordinamento della Struttura Operativa BIM e Asset Management della Direzione TID *Spoke & Digital Rail Infrastructure Development* di Italferr.

Il risultato è un nuovo Elenco Prezzi BIM che si compone di oltre 1500 voci e analisi prezzi, dettagliate in funzione della complessità, del livello informativo-geometrico dei singoli modelli e organizzate secondo la seguente classificazione:

- Modellazione Informativa;

Estrazione e post elaborazione degli elaborati a partire dai modelli informativi;

Relazioni ed elaborati non estraibili dai modelli informativi.

Per la valorizzazione delle singole voci, si è partiti dall'esperienza maturata dagli specialisti di Italferr nello sviluppo di progetti BIM e grazie ad una approfondita analisi di mercato si è quindi giunti alla determinazione del costo delle singole voci.

Tale impostazione permetterà a Italferr l'individuazione di supporti esterni, superando la logica dell'attribuzione di un incremento percentuale applicato alle precedenti versioni dei prezzari, basati sul costo degli elaborati, e gli consentirà di definire i costi delle prestazioni con una corrispondenza univoca rispetto ai servizi richiesti contrattualmente ai fornitori.

Il rilascio del nuovo Prezzario BIM rappresenta un ulteriore tassello dell'impegno di Italferr verso l'innovazione e l'eccellenza nel settore dell'ingegneria infrastrutturale. Con il raggiungimento di questo ulteriore traguardo, unico nel panorama nazionale, Italferr mette a disposizione il proprio *know-how* a tutti quei *players* che ne avranno bisogno, fornendo una soluzione efficiente e all'avanguardia per le sfide infrastrutturali del futuro (Da: *Comunicato News Italferr, Gruppo FSI*, 26 marzo 2024).

## Notizie dall'estero

### *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

#### **TRASPORTI SU ROTAIA** ***RAILWAY TRANSPORTATION***

#### **USA: Stadler ottiene il Guinness World Records con il treno a idrogeno FLIRT H2**

Stadler ha presentato il FLIRT H2 (Fig.1) per la prima volta al pubblico in occasione di InnoTrans a Berlino nel 2022. Sono state sviluppate numerose soluzioni dettagliate per integrare le celle a combustibile e i sistemi di stoccaggio dell'idrogeno nella moderna linea di treni pendolari FLIRT. Queste soluzioni sono state poi testate a fondo, prima in Svizzera e più recentemente sul tratto di prova speciale in Colorado, negli Stati Uniti.

In prossimità del completamento dei test, Stadler voleva dimostrare l'affidabilità e le prestazioni di questo treno innovativo. A tal fine, è stato intrapreso un tentativo di stabilire un nuovo record per la più lunga distanza percorsa da un treno passeggeri alimentato a idrogeno senza rifornimento o ricarica. Il tutto è stato attentamente monitorato dal team del Guinness World Records.

Il Dr. A. BROCKMEYER, *Executive Vice President Marketing* e Vendite di Stadler, è entusiasta: "Questo record mondiale conferma l'applicazione ideale della nostra soluzione di propulsione a idrogeno per il treno a propulsione elettrica più venduto, il FLIRT H2. È un risultato eccezionale per tutta la nostra squadra e siamo molto orgogliosi di aver conquistato un altro record mondiale."

M. RITTER, CEO di Stadler US Inc., spiega: "Con il continuo sviluppo di tecnologie innovative, Stadler si concentra costantemente sul futuro

del trasporto ferroviario con sistemi di trazione alternativi. Utilizzando l'idrogeno come fonte di energia, diamo un contributo attivo alla protezione dell'ambiente e progettiamo il viaggio sostenibile e senza emissioni di domani."

Il viaggio da record mondiale è iniziato la sera del 20 marzo 2024, quando il treno è partito per i primi giri sul circuito di prova. Il team di esperti di Stadler e di ENSCO hanno continuato a lavorare a turni per tutta la notte e il giorno successivo, portando a termine il tentativo di record con successo il 22 marzo 2024 alle ore 17:23 (MST), (23 marzo 2024 alle ore 00:23 CET). In totale, il treno ha percorso 2.803 km (1.741,7 miglia) in più di 46 ore con un solo pieno. Ciò significa che il FLIRT H2 di Stadler detiene ufficialmente il record mondiale per la più lunga distanza percorsa da un treno passeggeri alimentato a idrogeno senza rifornimento o ricarica. Il tentativo di record si è svolto presso il test center ENSCO di Pueblo, in Colorado, dove il veicolo aveva completato la sua prova di tipo. Sono state fatte delle riprese dettagliate prima, durante e dopo il tentativo di record per garantire prove accurate e trasparenti.

Il FLIRT H2 per la *San Bernardino County Transportation Authority* (SBCTA) è il secondo treno di Stadler con un sistema di trazione alternativo ad aggiudicarsi il titolo di Guinness World Records. Nel dicembre 2021, il FLIRT Akku, il modello a batteria del FLIRT, ha stabilito in Germania il record mondiale per il più lungo viaggio con un treno a batteria, percorrendo 224 km puramente a batteria. La mobilità sostenibile su-

scita un grande interesse a livello internazionale. Il treno alimentato a idrogeno FLIRT H2 di Stadler è stato accolto molto bene sul mercato. Oltre a un recente ordine per altri treni a idrogeno per la California, Stadler è il primo costruttore di veicoli ferroviari al mondo a produrre treni a scartamento ridotto alimentato a idrogeno. In Europa, gli operatori ferroviari italiani Ferrovie della Calabria (FdC) e ARST hanno già esercitato opzioni, per cui Stadler ha ricevuto l'incarico di fornire un totale di 15 veicoli a idrogeno in Italia.

#### • Informazioni sul FLIRT H2

Le soluzioni di trazione alternativa di Stadler rendono il trasporto ferroviario più ecologico, anche laddove in precedenza non esistevano alternative al diesel. Stadler sta sviluppando veicoli ferroviari alimentati a idrogeno che consentono un funzionamento senza emissioni su tratti senza linee aeree. Il primo FLIRT H2 di Stadler è stato sviluppato e costruito per la SBCTA ed è composto da due vetture all'estremità ad alimentazione elettrica e da un PowerPack al centro. Questo veicolo centrale contiene le celle a combustibile e i serbatoi di idrogeno. Le celle a combustibile convertono l'idrogeno in elettricità. Questa elettricità viene trasmessa a una batteria di trazione.

La batteria fornisce quindi la potenza necessaria alla trazione del veicolo. Questa configurazione consente anche di reimmettere l'energia di frenata nella batteria. La batteria immagazzina quindi sia l'energia di frenata che l'elettricità prodotta dalle celle a idrogeno. Grazie all'innovativa soluzione di trazione di Stadler, il FLIRT H2 è in grado di funzionare tutto il giorno senza rifornimento. Il treno offre 108 posti a sedere e un ampio spazio in piedi. La velocità massima è di 130 km/h (79 mph). Inoltre, il treno è progettato per funzionare a temperature ambientali elevate, fino a 49 gradi Celsius (120 gradi Fahrenheit).

Caltrans, l'autorità dei trasporti dello Stato della California, ha ordinato quattro FLIRT H2 nel 2023 e ha



(Fonte - Source: Stadler)

Figura 1 - Il treno FLIRT H2 a idrogeno di Stadler ottiene un nuovo titolo nel Guinness World Records negli Stati Uniti.

Figure 1 - Stadler's hydrogen-powered train FLIRT H2 achieves a new Guinness World Records title in USA.

esercitato un'opzione per altri sei all'inizio del 2024. Questi treni avranno una capacità di passeggeri maggiore rispetto a quelli della SBCTA e saranno composti da quattro vagoni e da un PowerPack in quello centrale. Con gli sviluppi innovativi negli Stati Uniti e il successo della vendita di veicoli ferroviari a batteria o a idrogeno in Germania, Italia, Austria e Lituania, Stadler sottolinea ancora una volta la sua posizione di leader mondiale nel campo delle soluzioni di trazione alternative per il trasporto ferroviario (Da: *Comunicato Stampa Stadler*, 25 marzo 2024).

**USA: Stadler's hydrogen-powered train FLIRT H2 achieves a Guinness World Records title**

Stadler had the honor of presenting the FLIRT H2 (Fig. 1) to the public for the first time at InnoTrans 2022 in Berlin. A significant number of detailed solutions were developed to integrate fuel cells and hydrogen storage systems into the modern FLIRT commuter train product line. These solutions have since been tested thoroughly, first

in Switzerland and more recently on a dedicated test ring in Colorado in the United States. Close to completion of testing, the company was eager to prove the reliability and capability of this innovative train. To do so, an attempt to set a new records title for the range of the hydrogen train without refueling or recharging was undertaken under the close watch of the Guinness World Records adjudication team.

Dr. A. BROCKMEYER, EVP of Marketing and Sales at Stadler said: "This world record establishes the ideal performance range of our hydrogen version of the best-selling FLIRT Electric Multiple Unit, the FLIRT H2. This is a monumental achievement from our entire team and we are very proud to hold another record title."

M. RITTER, CEO Stadler US Inc. said: "Stadler is consistently focusing on the future of rail transportation with alternative drive systems by continuously developing innovative technologies. By using hydrogen as a clean energy source, we are actively contributing to environmental protection and shaping the sustainable and zero emission travel of tomorrow."

The world record journey started in the evening of March 20, 2024 where the train set out for its first laps around the test track. The team of engineers from Stadler and ENSCO continued driving the vehicle in shifts throughout the night and following day and concluded the successful attempt at 5.23 p.m. (MST), on March 22, 2024 (at 12.23 a.m. CET, on March 23, 2024). Altogether, the train travelled 1,741.7 miles (2,803 kilometers) for over 46 hours on one tank filling. With this, Stadler's FLIRT H2 officially holds the world record for the longest distance travelled by a hydrogen-powered passenger train without refueling or recharging. The record attempt was made at the ENSCO test center in Pueblo, Colorado where the vehicle had undergone its type test procedure. Detailed records before, during and after the world record attempt were kept to ensure precise and transparent evidence is established.

The FLIRT H2 for San Bernardino County Transportation Authority (SBCTA) is Stadler's second Guinness World Records title winning train with alternative propulsion. In December 2021, the FLIRT Akku, the battery-powered FLIRT model, set the world record for the longest journey with a battery multiple units in pure battery mode, covering 224 kilometers in Germany. There is great international interest in sustainable public transportation. Stadler's FLIRT H2 hydrogen train has been well received on the market. In addition to a recent order of further hydrogen FLIRT for California, Stadler is the first train manufacturer in the world to produce narrow-gauge hydrogen trains. In Europe, the Italian railroad operators Ferrovie della Calabria (FdC) and ARST have already redeemed options, which means that Stadler is contracted to now supply a total of 15 hydrogen-powered vehicles in Italy.

- About the FLIRT H2

Stadler's alternative drive solutions make rail travel more environmentally-friendly, even in places where there was previously no alter-

native to diesel. Stadler is developing hydrogen powered rail vehicles to allow for emission-free operation on routes without overhead lines. The first Stadler FLIRT H2 was designed and built for SBCTA and consists of two electrically powered end cars and a power pack in the middle. This power pack contains the fuel cells and hydrogen tanks. The fuel cells convert hydrogen into electricity. This electricity is sent to a traction converter. The battery then supplies the drive of the vehicle with the power required at any given time. This configuration also allows for recuperation of brake energy back to the battery. Therefore, the battery stores both braking power and power from the hydrogen cells. Thanks to Stadler's innovative propulsion solution, the FLIRT H2 is able to operate all day without refueling.

The train offers seating for 108 passengers and additional generous standing room. The maximum speed is 130 km/h (79 mph). Furthermore, the train is designed to handle operation in high ambient temperatures of up to 120 degrees Fahrenheit (49 degrees Celsius). In 2023, Caltrans, the Transport Authority of the State of California, has ordered four FLIRT H2 and executed an option for another six FLIRT H2 in early 2024. These trains will have a higher passenger capacity than the ones for SBCTA and consist of four cars and a power pack in the middle car. With ground-breaking developments in the US and the successful sales of rail vehicles with battery or hydrogen drive in Germany, Italy, Austria and Lithuania, Stadler once again underlines its leading position worldwide in the field of alternative drive solutions for rail transport (From: Stadler Press Release, March 25<sup>th</sup>, 2024).

### **Austria: ÖBB mette in servizio il terzo Railjet di nuova generazione e ordina altri 19 treni**

Le Ferrovie Federali Austriache (ÖBB) hanno inaugurato il servizio del primo Railjet (Fig. 2) della nuova generazione di Siemens Mobility. Il

nuovo treno, dotato di numerose innovazioni, circolerà inizialmente sulla tratta Vienna-Feldkirch. Esclusa la locomotiva, il treno da nove carrozze è lungo circa 240 m e offre 532 posti a sedere. Dispone di due carrozze di prima classe con sezioni di classe business, un ristorante a bordo con posti a sedere, quattro carrozze di seconda classe (classe economica), una carrozza multifunzionale di classe economica e una carrozza di classe economica. Tra gli highlight tecnici figurano i carrelli leggeri *high-tech*, i finestrini ottimizzati per la ricezione del cellulare, innovativi sistemi di distribuzione della corrente con alimentazione ridondante dalla carrozza adiacente e un sistema di autodiagnosi con collegamento radio sicuro al deposito di manutenzione.

Il Railjet di nuova generazione è stato sviluppato e costruito da Siemens Mobility a Vienna e si basa sulla stessa piattaforma utilizzata dai nuovi treni Nightjet. ÖBB aveva originariamente ordinato otto treni, ma ora ne ha ordinati altri 19. Siemens Mobility consegnerà un totale di 27 Railjet di nuova generazione.

A. MATTHÄ, CEO ÖBB Holding: “Siamo lieti di espandere la nostra flotta a lungo raggio ÖBB con altri 19 Railjet di nuova generazione. Le persone viaggiano di più e molti preferiscono farlo in treno. In risposta a questo sviluppo, vantaggioso per l'ambiente e il clima, stiamo aumentando il numero di treni moderni. Con la nuova esperienza di viaggio al Brennero, possiamo aumentare ulteriormente la popolarità di questa tratta. La nuova generazione di Railjet offre ai nostri passeggeri un'esperienza di viaggio davvero di prima classe e porta il comfort ferroviario a un nuovo livello”.

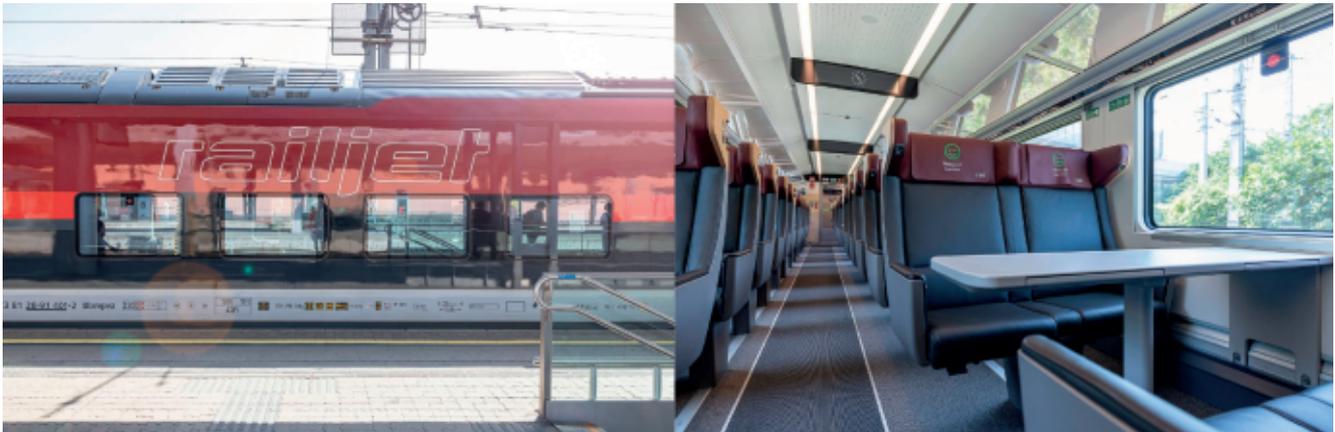
A. NEUMANN, CEO Rolling Stock Siemens Mobility: “La nuova generazione di Railjet con le loro numerose innovazioni impressionanti negli interni offre il massimo livello di comfort e comodità ai passeggeri. Contribuendo a rendere i viaggi in treno più attraenti, questi treni forniranno un contributo importante al raggiungimento degli obiettivi climatici. L'ordi-

ne di 19 treni aggiuntivi è un segnale forte che sottolinea la qualità e la tecnologia di Siemens Mobility”.

#### • Caratteristiche tecniche

I nuovi carrelli leggeri ad alta tecnologia sono più leggeri del 30%, offrono un livello di comfort più elevato rispetto a prodotti comparabili e richiedono meno materie prime nella produzione. Inoltre rendono più economico il funzionamento del treno durante il suo intero ciclo di vita poiché consuma meno energia, in particolare durante l'accelerazione e la frenata. Inoltre i treni dispongono di vetri con ottima permeabilità radio per una migliore ricezione mobile. I finestrini brevettati hanno una speciale struttura a raggi laser difficilmente rilevabile dai passeggeri. Sviluppate da Siemens a Vienna, le finestre conducono una potenza di segnale 50 volte più potente del vetro standard. Le misurazioni effettuate su un Railjet ÖBB già in servizio mostrano che il tempo disponibile con una buona ricezione 4G è aumentato del 33%.

La tecnologia di digitalizzazione avanzata garantisce inoltre un funzionamento regolare e senza problemi dei treni: ogni treno trasmette continuamente i dati di autodiagnosi al deposito di manutenzione tramite un collegamento dati sicuro e altamente affidabile. Questo monitoraggio semplifica la pianificazione degli interventi di manutenzione, contribuendo a una maggiore disponibilità dei treni e, in definitiva, a una maggiore soddisfazione dei passeggeri. Un'ulteriore sostenibilità si ottiene aumentando l'efficienza energetica del treno con caratteristiche come l'illuminazione interna a LED, un sistema di climatizzazione funzionante con una pompa di calore sia per il raffreddamento che per il riscaldamento e la ventilazione dell'aria fresca regolata in base al livello di CO<sub>2</sub> dell'aria interna. Anche il nuovo sistema di distribuzione dell'energia del treno fornisce un importante contributo all'efficienza: è altamente efficiente nella conversione della tensione e nel trasporto dell'energia all'in-



(Fonte - Source: Siemens Mobility)

Figura 2 – ÖBB ordina altri 19 treni, da consegnare entro l'autunno 2028; ottimo livello di comfort: ricezione del cellulare migliorata del 50%; ingressi ai piani alti e bassi, sei posti per biciclette, tre posti per sedie a rotelle, ristorante di bordo, scompartimenti, vetture open space.

Figure 2 - ÖBB orders 19 more trains, to be delivered by autumn 2028; new level of comfort – cellphone reception improved by 50 percent; high- and low-floor entrances, six bicycle spaces, three wheelchair spaces, on-board restaurant, compartments, open-plan cars.

terno del treno fino alle prese di corrente sui sedili dei passeggeri.

- Maggiore comfort per i passeggeri

A seconda delle loro preferenze, i passeggeri possono scegliere il posto a sedere: negli scompartimenti, nelle carrozze open space o nelle zone rialzate con altezze dei sedili leggermente più elevate. I passeggeri che preferiscono un viaggio più tranquillo possono sedersi nelle zone silenziose designate, mentre le famiglie possono utilizzare le zone familiari con tavoli da gioco. Gli schienali dei sedili senza spazi vuoti garantiscono una maggiore privacy tra le file di sedili, così i passeggeri possono, ad esempio, lavorare indisturbati sui propri laptop. Il servizio WiFi è offerto in tutto il treno e un sistema di informazioni sui passeggeri chiaro e all'avanguardia è fornito sui display montati sul soffitto e su altri schermi. Il comfort dei passeggeri è ulteriormente migliorato da un concetto di illuminazione interna che si adatta automaticamente all'ora del giorno. Sia il colore della luce che la temperatura degli scomparti possono essere regolati individualmente. I nuovi sedili doppi sono dotati di braccioli centrali pieghevoli, che consentono

di trasformarli in un piccolo divano, se la capacità è disponibile. Ogni fila di sedili è inoltre dotata di tre opzioni di ricarica: una porta USB, ricarica wireless NFC e una presa di corrente da 230 volt. I bagagli possono essere depositati in modo sicuro e incustodito negli spazi accessibili tramite NFC o codici numerici individuali.

Per i passeggeri con mobilità ridotta il treno dispone di tre posti per sedie a rotelle e di un accesso senza barriere tramite un ingresso extra largo a livello dei marciapiedi nella carrozza multifunzionale. Nell'auto multifunzionale è disponibile anche spazio per riporre sci e snowboard, insieme a sei posti per biciclette (Da: *Comunicato Stampa Siemens*, 22 marzo 2024).

**Austria: ÖBB, third new-generation Railjet into service and an order for further 19**

Austrian Federal Railways (ÖBB) inaugurated service for the first Railjet (Fig. 2) of the new generation from Siemens Mobility. The new train, featuring numerous innovations, will initially operate on the Vienna-Feldkirch route. Excluding the locomotive, the nine-car train is around 240

m long and offers 532 seats. It has two first-class cars with business class sections, an on-board restaurant with seating, four second-class (economy class) cars, a multifunctional economy class car, and an economy class driving car. Technical highlights include high-tech lightweight bogies, windows optimized for cellphone reception, innovative power distribution systems with a redundant power supply from the adjacent car, and a self-diagnosis system with a secure radio link to the maintenance depot.

The new-generation Railjet was developed and is being built by Siemens Mobility in Vienna and is based on the same platform used by the new Nightjet trains. ÖBB originally ordered eight trains but has now ordered an additional 19. Siemens Mobility will be delivering a total of 27 new-generation Railjets.

A. MATTHÄ, CEO ÖBB Holding: "We are delighted that we're expanding our ÖBB long-distance fleet with 19 more new-generation Railjets. People are traveling more and many prefer to do so by train. In response to this development, which is beneficial for the environment and climate, we are increasing the number of modern trains. With the new travel experience at the

*Brenner Pass, we are able to further enhance the popularity of this route. The new generation of Railjets offers our passengers a truly first-class travel experience and raises rail comfort to a new level."*

A. Neumann, CEO Rolling Stock Siemens Mobility: *"The new generation of Railjets with their many impressive innovations in the interior provide the highest level of comfort and convenience to passengers. By helping make rail travel more attractive, these trains will make an important contribution toward achieving climate targets. The order for 19 additional trains is a strong signal underscoring the quality and technology of Siemens Mobility."*

- *Special Technical features*

*The new high-tech lightweight bogies are 30 percent lighter, provide a higher level of comfort than comparable products, and require fewer raw materials in production. They also make operation of the train more economical over its entire lifecycle since it uses less energy, particularly when accelerating and braking. In addition, the trains have window panes that are optimally radio-permeable for improved mobile reception. The patented windows have a special laser-beamed structure that is scarcely detectable by passengers. Developed by Siemens in Vienna, the windows conduct signal power that is 50 times stronger than standard glass. Measurements taken on an ÖBB Railjet already in service show that the available time of good 4G reception is increased by 33 percent.*

*Advanced digitalization technology also ensures smooth, problem-free operation of the trains: each train continually transmits self-diagnostic data to the maintenance depot via a secure and highly reliable data link. This monitoring makes it easier to plan maintenance work, contributing to higher train availability and ultimately more satisfied passengers. Further sustainability is achieved by increasing the train's energy efficiency with features like LED interior lighting, an air conditioning system operating with a*

*heat pump for both cooling and heating, and fresh air ventilation regulated according to the CO<sub>2</sub> level of the interior air. The train's newly developed power distribution system also makes an important contribution to efficiency: It is highly efficient in converting voltage and transporting energy within the train all the way down to the power outlets on the passenger seats.*

- *Greater passenger comfort*

*Depending on their preference, passengers have a choice of seating: in compartments, in open-plan cars, or in raised seating areas with slightly higher seat heights. Passengers preferring a quieter ride can sit in designated quiet zones, while families can use the family zones with game board tables. Seat backrests without gaps provide greater privacy between the seat rows, so passengers can, for example, work on their laptops undisturbed. WiFi service is offered throughout the train, and a clear, state-of-the-art passenger information system is provided on ceiling-mounted displays and other screens. Passenger comfort is further enhanced by an interior lighting concept that automatically adjusts to the time of day. Both the light color and the temperature of the compartments can be individually adjusted. The new double seats are equipped with folding center armrests, allowing them to be converted into a small sofa if capacity is available. Each seat row is also equipped with three charging options: a USB port, wireless NFC charging, and a 230-volt power outlet. Luggage can be stored securely and unattended in spaces accessed via NFC or individual numerical codes.*

*For passengers with limited mobility, the train has three wheelchair spaces and barrier-free access via a platform-level, extra-wide entrance in the multifunctional car. Space for storing skis and snowboards is available in the multifunctional car as well, along with six bicycle spaces (From: Siemens Press Release, March 22<sup>nd</sup>, 2024).*

## **TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION**

### **Polonia: 13 locomotive Traxx saranno consegnate a Clip Intermodal**

Alstom e Clip Intermodal, società specializzata nel trasporto intermodale, appartenente al gruppo Clip, hanno annunciato (Fig. 3) la firma di contratti nel primo trimestre del 2024 per la fornitura totale di 13 locomotive multisistema Traxx di terza generazione. Le locomotive Traxx saranno omologate per il corridoio europeo, tra cui Francia, Belgio, Lussemburgo, Germania, Austria e Polonia. Il sito Alstom di Kassel, in Germania, sarà responsabile della produzione delle unità, mentre le carrozzerie delle locomotive saranno prodotte presso lo stabilimento Alstom di Breslavia, in Polonia.

“Dopo l’ampliamento del nostro terminal intermodale a Swaradz, l’acquisto di moderne locomotive multisistema rappresenta un’altra pietra miliare nello sviluppo del gruppo Clip. Dato che il nostro terminal dispone di otto binari di ricarica, con una capacità annua di oltre 1 milione di TEU, e che la nostra flotta conta 500 vagoni intermodali, è stato naturale per noi investire nelle nostre locomotive. Sono convinto che le locomotive Traxx rafforzeranno la posizione di Clip Intermodal, contribuendo all’ulteriore sviluppo di corridoi di trasporto europei sostenibili e a basse emissioni. Ci concentriamo sul trasporto intermodale poiché ha un enorme potenziale, soprattutto nel contesto della riduzione delle emissioni di gas serra. Lo sviluppo di questo tipo di trasporto è anche la migliore risposta alle sfide che si frappongono al miglioramento della capacità della rete e alla sicurezza del traffico nei trasporti”, sottolinea A. Hip, CEO di Clip Group S.A.

Le locomotive multisistema Traxx di terza generazione sono caratterizzate da elevata efficienza operativa, affidabilità, efficienza energetica e servizio accessibile. Sono progettate

per gestire carichi più pesanti rispetto ad altre locomotive della stessa classe. Le unità ordinate da Clip Group possono raggiungere una velocità massima di 160 km orari e saranno dotate del sistema di segnalamento leader Onvia (precedentemente noto come Atlas), la soluzione di bordo di Alstom per il sistema europeo di controllo dei treni (ETCS). Questo sistema offre la copertura più ampia tra vari paesi e linee, sia in ETCS che per il funzionamento dei sistemi legacy. Alstom è il principale manutentore di locomotive e mantiene più di 2.450 locomotive in tutto il mondo, comprese quasi 600 locomotive Traxx.

“La terza generazione di locomotive Traxx è un investimento per un futuro incentrato su un trasporto intermodale efficace e rispettoso dell’ambiente. Siamo orgogliosi che le moderne soluzioni di Alstom sostengano da molti anni la crescita di questo settore in Polonia, aiutando al contempo gli operatori logistici a raggiungere i loro obiettivi strategici. Il contratto con Clip Intermodal segna la nostra prima consegna di locomotive a un operatore privato nazionale nel corridoio europeo Francia – Polonia. Sono convinto che le locomotive Traxx contribuiranno all’ulteriore sviluppo di una rete di trasporto trans-europea sostenibile e a basse emissioni”, dichiara S. CYZA, amministratore delegato di Alstom Polska.

Le locomotive elettriche della linea principale Traxx di Alstom offrono un design flessibile basato su un solido approccio di piattaforma modulare compatibile con molte applicazioni (trasporto merci e passeggeri in uno o più paesi) e disponibile in varie configurazioni (AC, DC e multi-sistema). Questo prodotto offre prestazioni operative e affidabilità migliorate con una maggiore efficienza energetica e intervalli di manutenzione prolungati per migliorarne la disponibilità. Una delle caratteristiche più interessanti è la possibilità di dotare la locomotiva della funzionalità “Last Mile”. Ciò consente nuovi concetti operativi, come la continuazione senza soluzione di continuità dalla trazione di linea alle linee non elettri-



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 3 – I rappresentanti dell’accordo per le 13 locomotive Traxx tra Clip e Alstom.

Figure 3 – The players of agreement for the 13 Traxx locomotives between Clip and Alstom.

ficate, spesso utilizzate per accedere a porti, aree industriali o terminal. Queste locomotive sono state omologate in 20 paesi, coprendo una distanza annua totale di oltre 300 milioni di km. Dal 2000, oltre 5.700 locomotive prodotte da Alstom hanno iniziato a funzionare e sono state utilizzate in molti paesi europei, nonché in Asia, Nord America e Africa (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 25 marzo 2024).

### **Poland: 13 Traxx locomotives to Clip Intermodal**

*Alstom and Clip Intermodal, a company specialised in intermodal transport, belonging to Clip Group, have announced (Fig. 3) the signing of contracts in the first quarter of 2024 for the total supply of 13 third-generation Traxx multi-system locomotives. The Traxx locomotives will be homologated for the European corridor, including France, Belgium, Luxemburg,*

*Germany, Austria and Poland. The Alstom site in Kassel, Germany, will be responsible for the production of the units, while the locomotive bodies will be manufactured at the Alstom facility in Wrocław, Poland.*

*“Following the expansion of our Intermodal Terminal in Swarzędz, the purchase of modern multi-system locomotives is another milestone in the development of Clip Group. As our terminal has eight reloading tracks, with an annual capacity of over 1 million TEU, and our own fleet accounts to 500 intermodal wagons, it has been natural for us to invest in our own locomotives. I am convinced that Traxx locomotives will strengthen the position of Clip Intermodal, contributing to the further development of sustainable and low-emission European transport corridors. We focus on intermodal transport as it has huge potential, especially in the context of reducing greenhouse gas emissions. The de-*

velopment of this type of transport is also the best response to the challenges that stand in the way of improving network capacity and traffic safety in transport,” emphasises A. HIP, the CEO of Clip Group S.A.

The third generation Traxx multi-system locomotives are characterised by high operational efficiency, reliability, energy efficiency and accessible service. They are designed to handle heavier loads compared to other locomotives in the same class. Units ordered by Clip Group can reach a top speed of 160 km per hour and will be equipped with the leading signalling system Onvia (formerly known as Atlas), Alstom’s onboard solution for the European Train Control System (ETCS). This system offers the most extensive coverage across various countries and lines, both in ETCS as well as for legacy system operation. Alstom is the leading locomotive maintainer, and maintains more than 2,450 locomotives around the world, including almost 600 Traxx locomotives.

“The third generation of Traxx locomotives is an investment for a future focused on effective and environmentally conscious intermodal transport. We are proud that Alstom’s modern solutions have supported the growth of this industry in Poland for many years, while helping logistics operators achieve their strategic goals. The contract with Clip Intermodal marks our first delivery of locomotives

to a domestic, private operator in the European France – Poland corridor. I am convinced that Traxx locomotives will contribute to a further development of a sustainable and low-emission Trans-European Transport Network.” declares S. CYZA, Managing Director of Alstom Polska.

Alstom’s Traxx electric mainline locomotives offer a flexible design based on a strong, modular platform approach compatible with many applications (single or multi-country freight and passenger transport) and available in various configurations (AC, DC and multi-system). This product delivers increased operational performance and reliability with higher energy efficiency and extended maintenance intervals to improve its availability. One of the most interesting features is the possibility of equipping the locomotive with the ‘Last Mile’ functionality. This allows new operating concepts, such as seamless continuation from line haul traction into non-electrified lines, often used to access ports, industrial areas, or terminals. Those locomotives have been approved in 20 countries, covering a total annual distance of more than 300 million kilometres. Since 2000, over 5,700 locomotives, produced by Alstom, have started operation and have been used in many European countries, as well as in Asia, North America and Africa (From: Alstom Press Release, March 25<sup>th</sup>, 2024).

**TRASPORTI URBANI  
URBAN TRANSPORTATION**

**India: inaugurazione del corridoio prioritario di Agra**

Una nuova, importante milestone raggiunta per Italferr; società di ingegneria del Polo Infrastrutture del Gruppo FS che, in Joint Venture con la società di ingegneria spagnola TYPASA, è impegnata sul progetto “General Consultancy Engineering Services” per le linee ferroviarie della Metro di Kanpur e Agra, nello stato dell’Uttar Pradesh.

Dopo che il CMRS, *Commissioner for the Metro Rail Safety*, durante l’ultima settimana di febbraio 2024 aveva rilasciato la sostanziale approvazione all’esercizio commerciale per il corridoio prioritario di Agra, martedì 6 marzo 2024, il primo ministro dell’Uttar Pradesh, Y. ADITYANATH, ha preso parte alla corsa inaugurale della metropolitana di Agra con la partecipazione virtuale del primo ministro N. MODI. (Fig. 4)

I lavori preliminari di costruzione del Corridoio prioritario sono iniziati a dicembre 2020 traguardando, con l’inaugurazione di martedì 6 marzo 2024, l’apertura all’esercizio commerciale, in anticipo rispetto alla data attesa di giugno 2024. Durante la cerimonia di inaugurazione, il Primo Ministro Y. ADITYANATH ha elogiato l’Uttar Pradesh Metro Rail Corporation



(Fonte - Source: Italferr, Gruppo FSI - Italferr, FSI Group)

Figura 4 – Mappa della linea metropolitana e un momento della cerimonia di inaugurazione del corridoio prioritario di Agra.

Figure 4 – Map of the metro line and a moment of the inauguration ceremony of the Agra priority corridor.

(UPMRC) per il risultato encomiabile per la città di Agra. Inoltre, ha sottolineato l'attenzione dell'azienda alla sicurezza pubblica, evidenziando gli sforzi per garantire un sistema di trasporto moderno e affidabile.

Il corridoio prioritario è lungo circa 6 km, con 6 stazioni di cui tre in elevazione e tre in sotterranea e collega la stazione Taj Est Gate, ingresso orientale al Taj Mahal, alla stazione Jama Mashid da cui si raggiunge il Tempio di Mankameshwar, fornendo un collegamento di trasporto vitale alla città di Agra a servizio dei cittadini e dei numerosissimi visitatori internazionali che la famosa meta turistica accoglie.

L'obiettivo del governo è portare ad Agra un servizio di metropolitana di livello mondiale e fornire ai residenti opzioni di trasporto moderne, sostenibili ed efficienti.

Si tratta del contratto più grande che Italferr abbia mai acquisito in India, con il quale si conferma leader non solo nel settore dell'Alta Velocità ma anche nel panorama del trasporto pubblico metropolitano internazionale, diventando di fatto uno dei player principali del mercato ingegneristico indiano, dove la Società è presente da alcuni anni con una *branch* a New Delhi (Da: *Comunicato Stampa Italferr, Gruppo FSI, 6 marzo 2024*).

### **India: inauguration of the Agra priority corridor**

*A new, important milestone achieved for Italferr, the engineering company of the Infrastructure Hub of the FS Group which, in a joint venture with the Spanish engineering company TYPESA, is involved in the "General Consultancy Engineering Services" project for the railway lines of the Kanpur Metro and Agra, in the state of Uttar Pradesh.*

*After the CMRS, Commissioner for the Metro Rail Safety, had issued the substantial approval for commercial operation for the Agra priority corridor during the last week of February 2024, on Tuesday 6 March 2024, the Chief Minister of Uttar Pradesh, Y ADITYANATH, took part in the inaugural run of Agra Metro with the virtual participation of Prime Minister N. MODI. (Fig. 4)*

*The preliminary construction works of the Priority Corridor began in December 2020 aiming, with the inauguration on Tuesday 6 March 2024, the opening to commercial operations, ahead of the expected date of June 2024. During the inauguration ceremony, the Chief Minister Y. ADITYANATH praised the Uttar Pradesh Metro Rail Corporation (UPMRC) for the commendable achievement for the city of Agra. Additionally, he underlined the company's focus on public safety, highlighting efforts to ensure a modern and reliable transportation system.*

*The priority corridor is approximately 6 km long, with 6 stations, three of which are above ground and three underground, and connects the Taj Est Gate station, the eastern entrance to the Taj Mahal, to the Jama Mashid station from which the Mankameshwar Temple is reached, providing a vital transport link to the city of Agra serving the citizens and the numerous international visitors that the famous tourist destination welcomes.*

*The government's aim is to bring a world-class metro service to Agra and provide residents with modern, sustainable and efficient transport options.*

*The government's aim is to bring a world-class metro service to Agra and provide residents with modern, sustainable and efficient transport options.*

*This is the largest contract that Italferr has ever acquired in India, with which it confirms itself as a leader not only in the high-speed sector but also in the panorama of international metropolitan public transport, effectively becoming one of the main players in the Indian engineering market, where the Company has been present for some years with a branch in New Delhi (From: Italferr Press Release, FSI Group, March 6<sup>th</sup>, 2024).*

### **USA: presentata la nuova metro di Washington, le carrozze serie 8000 e un nuovo impianto**

Sono stati presentati i nuovi veicoli (Fig. 5) della metropolitana di Washington DC, capitale federale degli Stati Uniti, che saranno costruiti da Hitachi Rail e parleranno anche italiano: l'ideazione, il design e il progetto sono pensati in Italia e verranno realizzati nel nuovo impianto di Hagerstown, che aprirà nel prossimo giugno nel Maryland, non lontano da Washington DC. Qui sarà costruito il primo ordine della Serie 8000 per 256 carrozze, con opzioni fino ad un numero massimo di 800 carrozze dopo il completamento del primo ordine. Includere le opzioni, il valore del contratto, firmato nel 2021, è di circa 2 miliardi e 200 milioni di dollari.

Le attività italiane di Hitachi Rail



(Fonte - Source: Hitachi)

Figura 5 - Metro Washington - modello in scala 1:1, presentata da Hitachi  
Figure 5 - Washington Metro - 1:1 scale model, presented by Hitachi.

ampliano così la propria vocazione internazionale, unendo alle consolidate competenze manifatturiere le migliori tecnologie e le soluzioni più all'avanguardia.

“Gli Stati Uniti rappresentano uno dei nostri mercati chiave. Le nostre metropolitane sono già in servizio con successo a Honolulu e Miami. Con l'investimento nello stabilimento di Hagerstown la nostra presenza si consolida e ribadisce la nostra ambizione di crescita negli Usa”, afferma L. D'AQUILA, COO Hitachi Rail Group e CEO Hitachi Rail STS SpA. “Le nuove carrozze metropolitane della Serie 8000 miglioreranno l'esperienza di viaggio dei passeggeri. La nostra mission è permettere ai nostri clienti di offrire servizi di trasporto sempre più integrati e sostenibili”.

Hitachi Rail ha più di 1.400 dipendenti negli Usa. Il suo quartier generale è a Pittsburgh. La fabbrica di Hagerstown avrà un'estensione di circa 30.000 m<sup>2</sup> che includono un'ampia area di produzione, il magazzino, gli uffici e un binario di prova di circa 750 m, che consentirà i test dinamici dei veicoli.

M. BUDETTA, Executive Director, Deputy LoB Vehicles, Hitachi Rail Group, spiega in dettaglio: “La Serie 8000 è caratterizzata dall'impiego delle più avanzate soluzioni digitali, sia in fase di progettazione che in fase di esercizio commerciale. Tali soluzioni permettono il controllo diagnostico da remoto e l'ottimizzazione della manutenzione, massimizzando l'affidabilità della metropolitana”.

I nuovi veicoli sostituiranno le precedenti serie 2000 e 3000, in funzione dai primi anni '80 del secolo scorso. Le carrozze risponderanno ai più sofisticati requisiti di *cyber-security* e saranno dotate delle tecnologie più moderne, per assicurare un viaggio confortevole: schermi con un sistema aggiornato di informazioni ai passeggeri, connessione Wi-Fi, telecamere di sicurezza in alta definizione e un migliorato sistema di aerazione. Tutti i mezzi saranno dotati di sistemi di controllo remoto e manutenzione ottimizzata digitalmente.

Il modello in scala 1:1 delle nuove carrozze sarà visitabile durante la “Fleet of the Future Expo”, manifestazione che si tiene dal 20 marzo al 3 aprile al National Mall di Washington, nell'area degli edifici federali e a pochi passi dalla Casa Bianca.

Dall'apertura nel 1976, la rete della metropolitana di Washington DC, che si estende fino al Maryland e in Virginia, è cresciuta fino a comprendere 6 linee, 98 stazioni e 206 km di binari (Da: Comunicato Stampa Hitachi Rail, 19 marzo 2024).

### **USA: the new Washington metro, the 8000 series carriages and a new factory presented**

*The new vehicles of the Washington DC metro, the federal capital of the United States, were presented (Fig. 5), which will be built by Hitachi Rail and will also speak Italian: the conception, design and project are conceived in Italy and will be built in the new Hagerstown factory, which will open next June in Maryland, not far from Washington DC. The first order of the 8000 Series for 256 carriages will be built here, with options for up to 800 carriages after completion of the first order. Including options, the value of the contract, signed in 2021, is approximately \$2.2 billion.*

*Hitachi Rail's Italian activities thus expand their international vocation, combining consolidated manufacturing skills with the best technologies and the most cutting-edge solutions.*

*“The United States represents one of our key markets. Our subways are already successfully operating in Honolulu and Miami. With the investment in the Hagerstown plant, our presence is consolidated and reaffirms our growth ambition in the USA”, states L. D'AQUILA, COO Hitachi Rail Group and CEO Hitachi Rail STS SpA. “The new 8000 Series metropolitan carriages will improve the travel experience of passengers. Our mission is to allow our customers to offer increasingly integrated and sustainable transport services.”*

*Hitachi Rail has more than 1,400 employees in the US. Its headquarters*

*are in Pittsburgh. The Hagerstown factory will have an area of approximately 30,000 m<sup>2</sup> which includes a large production area, warehouse, offices and a test track of approximately 750 m, which will allow for dynamic vehicle testing.*

M. BUDETTA, Executive Director, Deputy LoB Vehicles, Hitachi Rail Group, explains in detail: “The 8000 Series is characterized by the use of the most advanced digital solutions, both in the design phase and in the commercial operation phase. These solutions allow remote diagnostic control and optimization of maintenance, maximizing the reliability of the metro.”

*The new vehicles will replace the previous 2000 and 3000 series, in operation since the early 1980s. The carriages will meet the most sophisticated cyber-security requirements and will be equipped with the most modern technologies to ensure a comfortable journey: screens with an updated passenger information system, Wi-Fi connection, high-definition security cameras and an improved ventilation. All vehicles will be equipped with remote control systems and digitally optimized maintenance.*

*The 1:1 scale model of the new carriages can be visited during the “Fleet of the Future Expo”, an event held from 20 March to 3 April on the National Mall in Washington, in the area of the federal buildings and a few steps from the White House.*

*Since opening in 1976, the Washington DC Metro network, which extends into Maryland and Virginia, has grown to include 6 lines, 98 stations and 206 km of track (From: Hitachi Rail Press Release, March 19<sup>th</sup>, 2024).*

## **INDUSTRIA MANUFACTURES**

### **Internazionale: positivo anche il secondo mese del 2024 per l'auto in Europa**

Secondo i dati diffusi da ACEA, nel complesso dei Paesi dell'Unione europea allargata all'EFTA e al Regno

Unito (EU 27 + EFTA + Regno Unito, ricordiamo che dal 1° febbraio 2020 il Regno Unito non fa più parte dell'Unione Europea ed i dati per Malta non sono al momento disponibili) a febbraio le immatricolazioni di auto ammontano a 995.059 unità, il 10,2% in più rispetto a febbraio 2023 (Fig. 6).

Nei primi due mesi del 2024, i volumi immatricolati raggiungono 2.012.136 unità, con una variazione positiva del 10,9% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. "A febbraio 2024, il mercato europeo dell'auto prosegue il trend positivo avviato a gennaio, segnando un'altra crescita a doppia cifra (+10,2%) – afferma R. VAVASSORI, Presidente di ANFIA. Nel secondo mese dell'anno, tutti e cinque i *major market* (incluso UK) registrano un incremento: +14% il Regno Unito, seguito da Francia (+13%), Italia (+12,8%) e Spagna (+9,9%), mentre la Germania registra una crescita più contenuta (+5,4%).

A febbraio, la quota di penetrazione delle vetture elettriche pure (BEV), pari al 13,2%, torna a superare la quota delle vetture diesel (12%) dopo il pareggio registrato nel mese di gennaio. In Italia, invece, l'immatricolato diesel pesa per il 14,6% delle vendite nel mese, contro il solo 3,4% delle BEV (al 2,1% a gennaio 2024). Per favorire maggiormente la diffusione dei veicoli a basse e zero emissioni e il conseguente svecchiamento del parco circolante nel nostro Paese, puntiamo sulla tempestiva entrata in vigore del nuovo piano incentivi, per il quale ancora si attende la pubblicazione del decreto che ne darà attuazione. Ricordiamo, inoltre, che con l'avvicinarsi delle elezioni europee del prossimo giugno, l'impegno fondamentale di ANFIA è quello di rafforzare l'azione di sensibilizzazione della politica sui principali dossier automotive, al fine di costruire una transizione - green e tecnologica - ordinata e razionale per tutta la filiera. Riteniamo sia necessario dare priorità all'innovazione e alla produzione sostenibile di autoveicoli e relativi componenti, garantire all'Europa le condizioni per poter continuare ad

investire e a competere a livello globale, promuovere la formazione e offrire una mobilità sempre più inclusiva ed accessibile a tutti".

Nell'area UE+EFTA+UK, a febbraio, le immatricolazioni di auto ad alimentazione alternativa incrementano del 17,9%; si mantengono in crescita sia le auto BEV (+10,3%, con il 13,2% di quota), che le ibride tradizionali (+24,2%, con una quota del 28,9%). Nel complesso, sono state immatricolate 491.000 vetture ibride di tutti i tipi ed elettriche, che rappresentano, insieme, il 49,3% del mercato. Le auto ricaricabili (BEV e PHEV) raggiungono il 20,5% di quota. Se consideriamo i soli 5 *major market*, le vendite di auto ricaricabili ammontano invece a 119.789 unità a febbraio (+8,8%), con una quota del 17,8%.

In Italia, i volumi totalizzati a febbraio 2024 si attestano a 147.026 (+12,8%). Nei primi due mesi del 2024, le immatricolazioni complessive ammontano a 288.948 unità, con un rialzo dell'11,7% rispetto ai volumi dello stesso periodo del 2023. Secondo i dati ISTAT, a febbraio l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,1% su base mensile e dello 0,8% su base annua (come nel mese precedente). La stabilizzazione dell'inflazione sottende andamenti contrapposti di diversi aggregati di spesa: rallentano i prezzi degli Alimentari non lavorati e lavorati, degli Altri beni, dei Servizi relativi ai trasporti (da +4,2% a +3,8%), dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona e dei Servizi relativi all'abitazione; per contro, si attenua la flessione dei prezzi degli Energetici non regolamentati (da -20,4% a -17,2%) e regolamentati (da -20,6% a -18,6%) e accelerano quelli dei Tabacchi e dei Servizi relativi alle comunicazioni.

Analizzando il mercato per alimentazione, le autovetture a benzina chiudono febbraio in crescita del 33,4%, con una quota di mercato del 31,2%. Calano, invece, le autovetture diesel (-11,8% su febbraio 2023), con una quota del 14,6%. Nel bimestre, le immatricolazioni di autovetture a benzina sono aumentate del 30,1%

(30,9% di quota), mentre continua il calo del diesel (-10,2% e 15% di quota nel periodo). Le immatricolazioni delle auto ad alimentazione alternativa rappresentano il 54,2% del mercato del solo mese di febbraio, con volumi in aumento rispetto allo stesso mese del 2023 (+11,3%). Nel cumulato, le alternative aumentano del 10,4% e salgono ad una quota di mercato del 54,1% (+0,1 punti percentuali rispetto al primo bimestre del 2023). Le autovetture elettrificate rappresentano il 44,3% del mercato di febbraio, mentre nel cumulato hanno una quota del 43,6%, con volumi in crescita (+11,8% nel mese e +9,8% nel cumulato). Tra queste, le ibride mild e full aumentano del 16,1% nel mese, con una quota di mercato del 37,7%, mentre, nel cumulato, risultano in crescita del 15,2%, con una quota del 37,8%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili calano del 7,4% nel mese (quota di mercato: 6,6%) e del 15,9% nel cumulato (quota: 5,8%). Nel dettaglio, le auto elettriche hanno una quota del 3,4% e aumentano del 3,1% nel mese. Calano, al contrario, le ibride plug-in, -16,6%, con il 3,2% del mercato del mese. Nel cumulato, le alimentazioni risultano entrambe in calo, rispettivamente -2,7% (quota: 2,8%) e -25,2% (quota: 3%). Infine, le autovetture a gas rappresentano il 9,9% dell'immatricolato di febbraio, di cui il 9,7% è composto da autovetture Gpl (+8,3% su febbraio 2023) e lo 0,2% da autovetture a metano (+38,9%). Nel cumulato dei primi due mesi del 2024, le autovetture Gpl risultano in crescita del 12,9% (quota: 10,3%) e quelle a metano incrementano del 6,3% (quota: 0,2%).

La Spagna totalizza 81.348 immatricolazioni a febbraio 2024, il 9,9% in più rispetto allo stesso mese dello scorso anno. Nel periodo gennaio-febbraio 2024, il mercato risulta in crescita dell'8,7%, con 150.033 unità immatricolate. L'Associazione spagnola dell'automotive ANFAC rileva che febbraio prosegue sulla stessa buona strada intrapresa a gennaio, favorito anche dal giorno di mercato in più dovuto all'anno bisestile. Febbraio ha visto inoltre una notevole

crescita per le società di autonoleggio, che hanno effettuato acquisti per soddisfare la domanda dei turisti durante la settimana di Pasqua che si svolge alla fine di questo mese. L'obiettivo dell'anno resta quello di superare il milione di autovetture vendute, traguardo che non è stato più superato dal 2019. Il basso volume di immatricolazioni ha fatto sì che nel 2023 l'età media delle autovetture in circolazione in Spagna abbia continuato a crescere, fino a raggiungere i 14,2 anni. Bisogna quindi recuperare i volumi di vendita dei veicoli per abbassare l'età media e, allo stesso tempo, aumentare la quota di mercato dei veicoli a basse e zero emissioni, che rappresentano solo il 5,7% dell'intero parco auto. Nel dettaglio, secondo i canali di vendita, a febbraio 2024 le nuove immatricolazioni intestate a società diminuiscono del 10,9% rispetto a febbraio 2023 e le vendite ai privati segnano +7,2%, mentre il canale del noleggio cresce dell'89,7%. Le autovetture a benzina rappresentano il 40,2% del mercato di febbraio (rimanendo stabili rispetto a febbraio 2023). A seguire, le vetture ibride non ricaricabili rappresentano il 35,2% del mercato del mese (+26,6%). Le autovetture diesel sono il 10,2% del mercato mensile (ma diminuiscono del 17,4% rispetto al secondo mese del 2023), seguite dalle ibride plug-in (6,8% la quota del mese e +15,6% sullo scorso anno), dalle elettriche (4,7% nel mese e una variazione di +15,4% rispetto a febbraio 2023), e dalle auto a gas (3% di quota di mercato). Nel cumulato annuale, aumentano le immatricolazioni di tutte le alimentazioni, tranne le diesel, che calano del 14,2%, e le auto a benzina, che hanno una leggera flessione dell'1,3% e la cui quota è del 41,9%. Il resto del mercato è composto per il 10,4% da diesel, per il 4,8% da BEV, per il 6,7% da PHEV, per il 36,7% da ibride non ricaricabili e, infine, per il 3,5% da vetture a gas. Le emissioni medie di CO<sub>2</sub> nel mese di febbraio 2024 si attestano a 116,5 g/km, l'1,9% in meno di febbraio 2023. Nel cumulato si attestano in media a 116,4 g/km e rispetto al 2023 calano dell'1,9%.

In Francia, a febbraio 2024, si registrano 142.595 nuove immatricolazioni, in crescita del 13% rispetto a febbraio 2023. A gennaio-febbraio 2024, le immatricolazioni si attestano a 264.879, in aumento dell'11,2% rispetto allo stesso periodo del 2023. Rispetto allo stesso mese dello scorso anno, calano ancora le autovetture diesel (-30,5%) e a bioetanolo (-52,9%). Tutte le altre alimentazioni sono invece in aumento. In particolare, le elettriche hanno una quota di mercato nel mese del 18,1%, mentre 12 mesi fa detenevano il 15,5%. Nel totale annuo, le diesel calano del 27,2% e detengono una quota del 7,5%, mentre le elettriche (quota del 17,3%) e le PHEV (quota del 8,4%) aumentano entrambe, rispettivamente del 34% e del 7,2%.

Nel mercato tedesco sono state immatricolate a febbraio 217.388 unità, in crescita del 5,4%. A gennaio-febbraio 2024, le immatricolazioni si attestano a 430.941, in aumento dell'11,8% rispetto allo stesso periodo del 2023 (-17% rispetto a gennaio febbraio 2019).

Rispetto allo stesso mese dell'anno scorso, febbraio 2024 ha registrato il 20% in più di ordini domestici. Dal punto di vista delle alimentazioni alternative, le auto ibride (+17,6% nel 2024) rappresentano il 31,9% del mercato mensile, di cui il 6,7% sono ibride plug-in (+22,3%). Con una quota del 12,6%, le auto elettriche (BEV) registrano un decremento del 15,4%. Infine, le vetture a gas (+48,9%) rappresentano lo 0,6%. Le emissioni medie di CO<sub>2</sub> delle auto di nuova immatricolazione aumentano del 2,5% rispetto a febbraio 2023 e si attestano a 122,8 g/km.

Il mercato inglese, infine, a febbraio totalizza 84.886 nuove autovetture immatricolate, con un rialzo del 14% rispetto allo stesso mese dello scorso anno, la migliore performance di febbraio da due decenni a questa parte. Nei primi due mesi dell'anno, le immatricolazioni si attestano a 227.762 unità, il 10,3% in più rispetto a gennaio-febbraio 2023.

L'Associazione inglese dell'auto-

motive SMMT fa notare che la tendenza positiva del mercato delle auto nuove prosegue con il miglior febbraio degli ultimi 20 anni e il Bilancio annuale del Governo rappresenta un'opportunità per garantire una crescita ancora più "green". Superare la triplice barriera fiscale all'acquisto delle auto elettriche rappresentata da IVA, accisa sui veicoli e tassa addizionale per chi non può ricaricare la vettura a casa, mentre il mercato si avvia verso il mese più intenso dell'anno - a marzo è infatti previsto il cambio delle targhe - ne stimolerebbe ovviamente la domanda,

riducendo le emissioni carboniche e sostenendo l'economia. Si potrà così puntare ad una transizione energetica più rapida ed equa, accelerando l'ambizione della Gran Bretagna verso la mobilità a zero emissioni.

Nel mese, le immatricolazioni delle flotte crescono del 25,2%, mentre le vetture intestate a privati calano del 2,6% e quelle intestate alle aziende registrano un incremento del 15,5%. Le vendite di veicoli elettrici registrano un trend positivo: +21,8% e una quota di mercato del 17,7% nel mese di febbraio. Anche le ibride plug-in (PHEV) segnano un incremento (+29,1%) e hanno una quota del 7,2%, superiore a quella dello scorso anno, che era del 6,3%. Nel cumulato annuo, le BEV aumentano del 21,3% e le PHEV del 30,4%. Le vetture diesel calano nel mese (-7,4%, con quota al 5,9%), mentre le vetture a benzina fanno registrare il 9,5% in più di volumi dello scorso febbraio 2023, attestandosi alla quota di mercato del 56,6%. Nel cumulato del bimestre, le diesel calano del 9,2% (quota del 6,3%) e le auto a benzina aumentano del 9,5% (quota del 57%) (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 21 marzo 2024).

### ***International: the second month of 2024 is also positive for cars in Europe***

*According to data released by ACEA, in the countries of the European Union enlarged to EFTA and the United Kingdom (EU 27 + EFTA +*

	Febbraio/February		% Chg 24/23	Gennaio-febbraio/January-February		% Chg 24/23
	2024	2023		2024	2023	
Austria	20.010	17.895	+11,8	37.562	36.745	+2,2
Belgium	43.723	39.883	+9,6	90.390	79.730	+13,4
Bulgaria	3.608	2.291	+57,5	7.588	4.800	+58,1
Croatia	4.530	3.731	+21,4	9.022	7.169	+25,8
Cyprus	1.501	1.011	+48,5	3.028	2.286	+32,5
Czech Republic	18.328	16.826	+8,9	38.689	33.963	+13,9
Denmark	11.218	11.590	-3,2	20.066	21.992	-8,8
Estonia	1.440	1.597	-9,8	3.017	3.370	-10,5
Finland	5.372	6.117	-12,2	11.961	13.292	-10,0
France	142.595	126.236	+13,0	264.879	238.175	+11,2
Germany	217.388	206.210	+5,4	430.941	385.457	+11,8
Greece	11.451	9.956	+15,0	24.203	20.488	+18,1
Hungary	10.735	9.728	+10,4	18.775	18.041	+4,1
Ireland	16.446	13.122	+25,3	47.873	40.466	+18,3
Italy	147.026	130.327	+12,8	288.948	258.586	+11,7
Latvia	1.217	1.481	-17,8	2.431	2.916	-16,6
Lithuania	2.009	2.009	+0,0	4.130	4.081	+1,2
Luxembourg	4.285	4.177	+2,6	7.910	7.903	+0,1
Malta	544	444	+22,5	984	888	+10,8
Netherlands	30.414	27.930	+8,9	64.891	60.596	+7,1
Poland	45.973	38.525	+19,3	88.769	73.571	+20,7
Portugal	20.492	16.080	+27,4	36.229	30.719	+17,9
Romania	11.339	12.449	-8,9	24.072	24.715	-2,6
Slovakia	7.702	6.623	+16,3	15.637	13.303	+17,5
Slovenia	4.148	3.754	+10,5	8.721	7.882	+10,6
Spain	81.348	74.001	+9,9	150.033	138.039	+8,7
Sweden	18.766	18.442	+1,8	35.930	33.043	+8,7
<b>EUROPEAN UNION</b>	<b>883.608</b>	<b>802.435</b>	<b>+10,1</b>	<b>1.736.679</b>	<b>1.562.216</b>	<b>+11,2</b>
<b>EU14<sup>1</sup></b>	<b>770.534</b>	<b>701.966</b>	<b>+9,8</b>	<b>1.511.816</b>	<b>1.365.231</b>	<b>+10,7</b>
<b>EU13<sup>2</sup></b>	<b>113.074</b>	<b>100.469</b>	<b>+12,5</b>	<b>224.863</b>	<b>196.985</b>	<b>+14,2</b>
Iceland	397	934	-57,5	854	1.664	-48,7
Norway	7.380	7.438	-0,8	12.502	9.297	+34,5
Switzerland	18.788	17.630	+6,6	34.339	34.591	-0,7
<b>EFTA</b>	<b>26.565</b>	<b>26.002</b>	<b>+2,2</b>	<b>47.695</b>	<b>45.552</b>	<b>+4,7</b>
United Kingdom	84.886	74.441	+14,0	227.762	206.435	+10,3
<b>EU + EFTA + UK</b>	<b>995.059</b>	<b>902.878</b>	<b>+10,2</b>	<b>2.012.136</b>	<b>1.814.203</b>	<b>+10,9</b>
<b>EU14 + EFTA + UK</b>	<b>881.985</b>	<b>802.409</b>	<b>+9,9</b>	<b>1.787.273</b>	<b>1.617.218</b>	<b>+10,5</b>

(Fonte - Source: ANFIA)

Figura 6 – Unione Europea - immatricolazioni autovetture per Paese: 1 Stati membri prima dell’allargamento del 2004; 2 Stati membri che hanno aderito all’UE dal 2004.

Figure 6 – European Union - new passenger car registrations by Country: 1 Member states before the 2004 enlargement; 2 Member states having joined the EU since 2004.

United Kingdom), we remind you that from 1 February 2020 the United Kingdom is no longer part of the European Union and data for Malta are not currently available) in February car registrations amounted to 995,059 units, 10.2% more than in February 2023 (Fig.6).

In the first two months of 2024, registered volumes reached 2,012,136 units, with a positive change of 10.9% compared to the same period of the previous year. “In February 2024, the European car market continues the positive trend started in January, marking another double-digit growth

(+10.2%) – states R. VAVASSORI, President of ANFIA. In the second month of the year, all five major markets (including the UK) recorded an increase: +14% in the United Kingdom, followed by France (+13%), Italy (+12.8%) and Spain (+9.9%), while Germany recorded more limited growth (+5.4%).

In February, the penetration shares of pure electric vehicles (BEV), equal to 13.2%, once again exceeded the share of diesel vehicles (12%) after breaking even in January. In Italy, however, registered diesel vehicles account for 14.6% of sales in the month, compared

to only 3.4% of BEVs (2.1% in January 2024). To further encourage the diffusion of low and zero emission vehicles and the consequent modernization of the fleet in circulation in our country, we are aiming for the timely entry into force of the new incentive plan, for which the publication of the decree that will implement it is still awaited. We would also like to remind you that as the European elections next June approach, ANFIA’s fundamental commitment is to strengthen political awareness-raising on the main automotive dossiers, in order to build an orderly green and technological transi-

tion. and rational for the entire supply chain. We believe it is necessary to give priority to innovation and the sustainable production of motor vehicles and related components, to guarantee Europe the conditions to be able to continue to invest and compete on a global level, to promote training and to offer increasingly inclusive and accessible mobility to all”.

In the EU+EFTA+UK area, in February, registrations of alternatively fueled cars increased by 17.9%; both BEV cars (+10.3%, with a 13.2% share) and traditional hybrids (+24.2%, with a 28.9% share) continue to grow. Overall, 491,000 hybrid and electric cars of all types were registered, which together represent 49.3% of the market. Rechargeable cars (BEV and PHEV) reach 20.5% share. If we consider just the 5 major markets, sales of rechargeable cars amounted to 119,789 units in February (+8.8%), with a share of 17.8%.

In Italy, the volumes totaled in February 2024 stood at 147,026 (+12.8%). In the first two months of 2024, overall registrations amounted to 288,948 units, with an increase of 11.7% compared to the volumes of the same period of 2023. According to ISTAT data, in February the national consumer price index recorded an increase of 0.1% on a monthly basis and 0.8% on an annual basis (as in the previous month). The stabilization of inflation underlies contrasting trends in various spending aggregates: the prices of unprocessed and processed food, of other goods, of transport-related services (from +4.2% to +3.8%), of services recreational, cultural and personal care and housing-related services; on the other hand, the decline in the prices of unregulated (from -20.4% to -17.2%) and regulated (from -20.6% to -18.6%) energy prices accelerated and those of tobacco and tobacco products accelerated. Communications-related services.

Analysing the market by fuel, petrol cars closed February with growth of 33.4%, with a market share of 31.2%. On the other hand, diesel cars are decreasing (-11.8% compared to February 2023), with a share of 14.6%. In

the two-month period, registrations of petrol cars increased by 30.1% (30.9% share), while the decline of diesel continues (-10.2% and 15% share in the period). Registrations of alternative fuel cars represent 54.2% of the market in February alone, with volumes increasing compared to the same month of 2023 (+11.3%). Cumulatively, alternatives increased by 10.4% and rose to a market share of 54.1% (+0.1 percentage points compared to the first two months of 2023). Electrified cars represent 44.3% of the market in February, while in the cumulative they have a share of 43.6%, with growing volumes (+11.8% in the month and +9.8% in the cumulative). Among these, mild and full hybrids increased by 16.1% in the month, with a market share of 37.7%, while, cumulatively, they grew by 15.2%, with a share of 37.8%. Registrations of plug-in cars fell by 7.4% in the month (market share: 6.6%) and by 15.9% cumulatively (share: 5.8%). In detail, electric cars have a share of 3.4% and increase by 3.1% in the month. On the contrary, plug-in hybrids fell, -16.6%, with 3.2% of the month's market. Overall, supplies are both decreasing, respectively -2.7% (share: 2.8%) and -25.2% (share: 3%). Finally, gas cars represent 9.9% of February registrations, of which 9.7% is made up of LPG cars (+8.3% on February 2023) and 0.2% of methane cars (+38.9%). In the cumulative first two months of 2024, LPG cars grew by 12.9% (share: 10.3%) and methane car increased by 6.3% (share: 0.2%).

Spain totals 81,348 registrations in February 2024, 9.9% more than the same month last year. In the period January-February 2024, the market grew by 8.7%, with 150,033 units registered. The Spanish automotive association ANFAC notes that February continues on the same good path undertaken in January, also favored by the extra market day due to the leap year. February also saw notable growth for car rental companies, which made purchases to meet tourist demand during the Easter week which takes place at the end of this month. The objective for the year remains to exceed one million cars sold, a goal which has not

been exceeded since 2019. The low volume of registrations has meant that in 2023 the average age of cars in circulation in Spain has continued to grow, until reaching 14.2 years. It is therefore necessary to recover vehicle sales volumes to lower the average age and, at the same time, increase the market share of low and zero emission vehicles, which represent only 5.7% of the entire car fleet. In detail, according to the sales channels, in February 2024 new registrations registered to companies decreased by 10.9% compared to February 2023 and sales to private individuals marked +7.2%, while the rental channel grew by 89%. 7%. Petrol cars accounted for 40.2% of the February market (remaining stable compared to February 2023). Next, non-rechargeable hybrid cars represent 35.2% of the month's market (+26.6%). Diesel cars account for 10.2% of the monthly market (but decrease by 17.4% compared to the second month of 2023), followed by plug-in hybrids (6.8% share for the month and +15.6% on the last year), electric cars (4.7% in the month and a change of +15.4% compared to February 2023), and gas-powered cars (3% market share). In the cumulative annual figure, registrations of all fuel types increased, except diesel ones, which fell by 14.2%, and petrol cars, which had a slight decline of 1.3% and whose share was 41.9%. The rest of the market is made up of 10.4% diesel, 4.8% BEV, 6.7% PHEV, 36.7% non-rechargeable hybrids and, finally, 3.5% from gas cars. Average CO<sub>2</sub> emissions in February 2024 stood at 116.5 g/km, 1.9% less than February 2023. Cumulatively they stood on average at 116.4 g/km and fell compared to 2023 by 1.9%.

In France, in February 2024, there were 142,595 new registrations, up 13% compared to February 2023. In January-February 2024, registrations stood at 264,879, up 11.2% compared to the same period in 2023. Compared to the same month last year, diesel cars (-30.5%) and bioethanol cars (-52.9%) continued to decline. All other sources are on the rise. In particular, electric cars had a market share of 18.1% in the month, while 12 months ago they held 15.5%. In the annual total, diesels

fell by 27.2% and held a share of 7.5%, while electrics (17.3% share) and PHEVs (8.4% share) both increased by 34% respectively. % and 7.2%.

In the German market, 217,388 units were registered in February, an increase of 5.4%. In January-February 2024, registrations stood at 430,941, an increase of 11.8% compared to the same period in 2023 (-17% compared to January-February 2019).

Compared to the same month last year, February 2024 saw 20% more domestic orders. From the point of view of alternative fuels, hybrid cars (+17.6% in 2024) represent 31.9% of the monthly market, of which 6.7% are plug-in hybrids (+22.3%). With a share of 12.6%, electric cars (BEV) recorded a decrease of 15.4%. Finally, gas cars (+48.9%) represent 0.6%. The average CO<sub>2</sub> emissions of newly registered cars increased by 2.5% compared to February 2023 and stood at 122.8 g/km.

Finally, the English market totaled 84,886 new cars registered in February, with an increase of 14% compared to the same month last year, the best February performance for two decades now. In the first two months of the year, registrations stood at 227,762 units, 10.3% more than in January-February 2023.

The English Automotive Association SMMT points out that the positive trend in the new car market continues with the best February in the last 20 years and the Government's annual budget represents an opportunity to guarantee even greener growth. Overcoming the triple fiscal barrier to the purchase of electric cars represented by VAT, excise duty on vehicles and additional tax for those who cannot recharge the car at home, while the market heads towards the most intense month of the year - in fact March is expected the change of license plates - would obviously stimulate demand,

reducing carbon emissions and supporting the economy. It will thus be possible to aim for a faster and fairer energy transition, accelerating Great Britain's ambition towards zero-emission mobility.

In the month, fleet registrations grew by 25.2%, while cars registered to private individuals fell by 2.6% and those registered to companies recorded an increase of 15.5%. Sales of electric vehicles recorded a positive trend: +21.8% and a market share of 17.7% in February. Plug-in hybrids (PHEV) also recorded an increase (+29.1%) and have a share of 7.2%, higher than last year, which was 6.3%. In the cumulative annual figure, BEVs increased by 21.3% and PHEVs by 30.4%. Diesel cars fell in the month (-7.4%, with a share of 5.9%), while petrol cars recorded 9.5% more volumes than last February 2023, reaching a market share of 56.6%. In the cumulative two-month period, diesel cars fell by 9.2% (6.3% share) and petrol cars increased by 9.5% (57% share) (From: ANFIA Press Release, 21 March 2024).

### VARIE OTHERS

#### Messico: Maersk apre un nuovo magazzino a Tijuana, per capacità transfrontaliere

Riconoscendo l'immenso potenziale di Tijuana come attore chiave nel commercio tra Stati Uniti e Messico, Maersk ha scelto di stabilire un nuovo sito nella città (Fig. 7). Situato a Prisma XII, Pacifico Industrial Park a Tijuana, Bassa California, il sito si rivolge a clienti nei settori tecnologico, automobilistico, commerciale e *lifestyle* che sono alla ricerca di capacità transfrontaliere.

La nuova struttura gode di un vantaggio geografico strategico, posizionata vicino ai principali porti commerciali, come Los Angeles/Long Beach, California ed Ensenada, Messico. Si trova a soli 15 km dal porto commerciale di Otay, incastonato tra Otay Mesa (San Diego, Stati Uniti) e Otay Centenario (Tijuana, Messico). Inoltre, si trova a 20 km dal porto commerciale di San Ysidro, che attraversa il confine tra San Ysidro, California, e Tijuana.

Il sito fa parte del programma di

servizi Manufacturing, Maquiladora ed Export Services Industry (IMMEX) (Vedere Nota 1) per il mercato di Tijuana. Offre servizi quali smistamento, stoccaggio, *cross-docking*, gestione dell'inventario e una gamma di servizi a valore aggiunto tra cui etichettatura, imballaggio, riconfezionamento ed evasione degli ordini. In alternativa, potrebbe gestire operazioni di adempimento o *e-fulfilment* negli Stati Uniti, sfruttando la Sezione 321 Tipo di spedizione (Vedere Nota 2) per le spedizioni e-commerce.

Il nuovo sito è certificato LEED Gold e comprende pannelli solari sul tetto, attrezzature elettriche al 100% per la movimentazione dei materiali, illuminazione a LED, riduzione dell'isola di calore, riduzione dell'uso dell'acqua interna ed esterna e sistema di gestione dei rifiuti.

- Tijuana – Una posizione strategica

Negli ultimi anni, l'industria manifatturiera di Tijuana è cresciuta notevolmente, spinta dalla crescente tendenza al *nearshoring* tra Messico e Stati Uniti. Secondo l'International Trade Administration, il Messico è il terzo partner commerciale degli Stati Uniti e una parte significativa del commercio viene generata nella più grande area metropolitana tra San Diego e Tijuana.

Questa tendenza ha attratto aziende da tutto il mondo che cercano di trarre vantaggio dalla posizione strategica e dalla solida infrastruttura di Tijuana. Situata vicino al porto di Ensenada e con accesso a varie modalità di trasporto tra cui treno, camion e aereo, Tijuana è emersa come un hub fondamentale per il commercio internazionale, in particolare grazie alla sua vicinanza agli Stati Uniti. Lo status di zona strategica della città è ulteriormente sottolineato dal fatto che una parte significativa della sua attività commerciale ha origine negli Stati Uniti, una tendenza che continua ad aumentare ogni anno.

Questa mossa strategica consente a Maersk di espandere la propria offerta di servizi e fornire ai clienti un

portafoglio di prodotti esteso, che comprende servizi marittimi, magazzino e distribuzione, trasporto terrestre, adattato alle complessità del commercio transfrontaliero. Sfruttando la posizione vantaggiosa di Tijuana e il fiorente ambiente produttivo, Maersk mira a migliorare ulteriormente le proprie capacità e soddisfare le esigenze in evoluzione dei propri clienti in un panorama dinamico.

La presenza di Maersk si estende su oltre 150.000 m quadrati in tutto il Messico, con magazzini situati a Città del Messico, Tijuana e Cuautitlan e depositi situati vicino ai porti di Lazaro Cardenas e Manzanillo. Guardando al futuro, Maersk ha piani ambiziosi di espansione, con capacità aggiuntive a Guadalajara e Monterrey, e di ampliamento delle sue capacità landside, volti a fornire ai clienti soluzioni per facilitare il commercio transfrontaliero Messico-USA.

- Note per i lettori

#### Nota 1

Il Programma IMMEX, che in spagnolo sta per “Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación”, è un programma in Messico che consente alle aziende di importare temporaneamente merci nel paese per la produzione, lavorazione o riparazione, con l'intenzione di successiva esportazione o prestazione di servizi di esportazione. Questo programma fornisce alcuni benefici fiscali e agevolazioni per incoraggiare gli investimenti esteri e promuovere attività orientate all'esportazione in Messico. Consente alle aziende di operare all'interno dei confini del paese beneficiando allo stesso tempo di esenzioni sui dazi di importazione, sull'imposta sul valore aggiunto (IVA) e possibilmente sui dazi compensativi.

#### Nota 2

Ai sensi della protezione doganale e di frontiera degli Stati Uniti, un tipo di spedizione ai sensi della Sezione 321 è una spedizione di basso valore verso gli Stati Uniti che include articoli di valore inferiore a 800 dollari

(Da: Comunicato Stampa Maersk, 21 marzo 2024).

### **Mexico: Maersk opens new warehouse facility in Tijuana, for cross-border capabilities**

*Recognizing the immense potential of Tijuana as a key player in trade between US and Mexico, Maersk has chosen to establish a new site in the city (Fig. 7). Located in Prisma XII, Pacifico Industrial Park in Tijuana, Baja California, the site targets customers in the technology, automotive, retail, and lifestyle sectors who are looking for cross-border capabilities.*

*The new facility enjoys a strategic geographical advantage, positioned near major commercial ports, such as Los Angeles/Long Beach, California and Ensenada, Mexico. It lies just 15 km from the Otay Commercial Port, nestled between Otay Mesa (San Diego, United States) and Otay Centenario (Tijuana, Mexico). Additionally, it is 20 km away from the San Ysidro Commercial Port, which spans the border between San Ysidro, California, and Tijuana.*

*The site is part of the Manufacturing, Maquiladora, and Export Services Industry (IMMEX) (See Note 1) ser-*

*vices program for the Tijuana market. It offers services such as sorting, storage, cross-docking, inventory management, and a range of value-added services including labelling, packaging, re-packaging, and order fulfilment. Alternatively, it could operate fulfilment or e-fulfilment operations into the United States, leveraging the Section 321 Shipment Type (See Note 2) for e-commerce shipments.*

*The new site is certified LEED Gold, including rooftop solar panels, 100% electric material-handling equipment, LED lighting, heat island reduction, indoor and outdoor water use reduction, and waste management system.*

- Tijuana - A strategic location

*In recent years, the manufacturing industry in Tijuana has grown remarkably, driven by the increasing trend of nearshoring between Mexico and the United States. According to the International Trade Administration, Mexico is the United States' third largest trading partner, and a significant portion of the trade is generated in the largest metropolitan area between San Diego and Tijuana.*

*This trend has attracted companies from across the globe seeking to capital-*



(Fonte: Maersk)

Figura 7 – A.P. Moller-Maersk ha lanciato una nuova struttura di 30.000 m quadrati per i suoi clienti nell'area di Tijuana, destinata al commercio transfrontaliero.

Figure 7 – A.P. Moller-Maersk has launched a new 30,000 square metre facility for its customers in the Tijuana area, targeting cross-border trade.

ize on Tijuana's strategic location and robust infrastructure. Situated near Ensenada's Port and with access to various transportation modes including rail, truck, and air, Tijuana has emerged as a pivotal hub for international trade, particularly with its proximity to the United States. The city's status as a strategic area is further underscored by the fact that a significant portion of its commercial activity originates from the United States, a trend that continues to escalate annually.

This strategic move allows Maersk to expand its service offerings and provide customers with an extended product portfolio, encompassing ocean services, warehousing and distribution, landside transportation, tailored to the complexities of cross-border trade. By leveraging Tijuana's advantageous location and thriving manufacturing environment, Maersk aims to further en-

hance its capabilities and meet the evolving needs of its customers in the dynamic landscape.

Maersk's footprint spans over 150,000 square m across Mexico, with warehouses located in Mexico City, Tijuana, and Cuautitlan, and depots located near the ports in Lazaro Cardenas and Manzanillo. Looking ahead, Maersk has ambitious plans for expansion, with additional capabilities in Guadalajara and Monterrey, and expanding its landside capabilities, aimed at providing customers with solutions to facilitate Mexico-US cross-border trade.

- Note for the readers

#### Note 1

The IMMEX Program, which stands for "Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Ser-

vicios de Exportación" in Spanish, is a program in Mexico that allows companies to temporarily import goods into the country for manufacturing, processing, or repair, with the intention of subsequent exportation or provision of export services. This program provides certain tax benefits and facilitations to encourage foreign investment and promote export-oriented activities in Mexico. It enables companies to operate within the country's borders while benefiting from exemptions on import duties, value-added tax (VAT), and possibly countervailing duties.

#### Note 2

Under the U.S. Customs and Border Protection, a Section 321 Shipment Type is a low-value shipment to the United States that includes items worth less than \$800 (From: Maersk Press Release, March 21<sup>st</sup>, 2024).

## INDICE PER ARGOMENTO

- 1 – CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 – ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 – MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
  
- 4 – VETTURE
- 5 – CARRI
- 6 – VEICOLI SPECIALI
- 7 – COMPONENTI DEI ROTABILI
  
- 8 – LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 – ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 – ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 – AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 – CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 – TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 – TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 – DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
  
- 16 – MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 – OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
  
- 18 – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 – SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 – CIRCOLAZIONE DEI TRENI
  
- 21 – IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 – FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 – IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
  
- 24 – IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
  
- 25 – METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 – TRAM E TRAMVIE
  
- 27 – POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 – FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 – TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 – TRASPORTI MERCI
- 31 – TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 – TRASPORTO LOCALE
- 33 – PERSONALE
  
- 34 – FRENI E FRENATURA
- 35 – TELECOMUNICAZIONI
- 36 – PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 – CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 – CIFI
- 39 – INCIDENTI FERROVIARI
- 40 – STORIA DELLE FERROVIE
- 41 – VARIE

**I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.**

**Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.**

## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2024

**(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)**

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- <b>Ordinari</b>	60,00	50,00
- Per il personale <b>non ingegnere</b> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- <b>Studenti</b> (allegare certificato di frequenza Università) <sup>(*)</sup> – (copia rivista online)		25,00
- <b>Estero</b>	180,00	50,00

*(\*) Gli studenti, dopo i 3 anni di iscrizione gratuita come nuovi associati, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 25,00 che include l'invio online delle Riviste "IF - Ingegneria Ferroviaria" e "la Tecnica Professionale".*

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

**Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso.**

**Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.**

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06.4742987 - E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

#### Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**. Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50** formato cartaceo compreso di spedizione; € **7,50** formato PDF. *I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

## TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2024

**(The subscriber can decide to receive IF - Ingegneria Ferroviaria online)**

Price including VAT	Paper	Online
- <b>Normal (Italy)</b>	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- <b>Students</b> (University attesting documentation required) <sup>(*)</sup> – (online version of IF journal)		25.00
- <b>Foreign countries</b>	180.00	50.00

*(\*) After 3 years of free association, students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 25.00, which includes the online "IF - Ingegneria Ferroviaria" and "la Tecnica Professionale" subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 – UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- Cash or by Debit Card.

**The renewal of the subscription must be performed within March 31<sup>st</sup> of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.**

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria – Ph: +39.06.4742987 – E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

#### Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**. Single article € **9.50** shipping included; € **7.50** PDF article. *The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.*

## 750 Comunicazione veloce e in assenza di cavi su tutta la lunghezza dei treni

(SCHILPEROORT)

*Fast, wireless communication along the whole length of trains.**RTR European Rail Technology Review, Aprile 2010, Vol. 50, pagg. 35.*

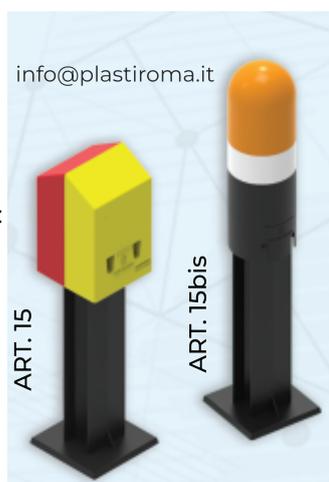
Al giorno d'oggi, la comunicazione dati ad alta velocità è considerata assiomatica in molti campi. Ciò rende

ancora più sorprendente il fatto che la tecnologia wireless tenda a essere generalmente ignorata nella progettazione anche delle ultime generazioni di treni.

*Nowadays, high-speed data communication is regarded as axiomatic in many fields. That makes it all the more surprising that wireless technology tends to be generally ignored in designing even the latest generations of trains.***PICCHETTI INDICATORI**  
in materiale plastico

I Picchetti indicatori sono enti di piazzale di diverse forme e funzioni, quelli da noi proposti sono i seguenti:

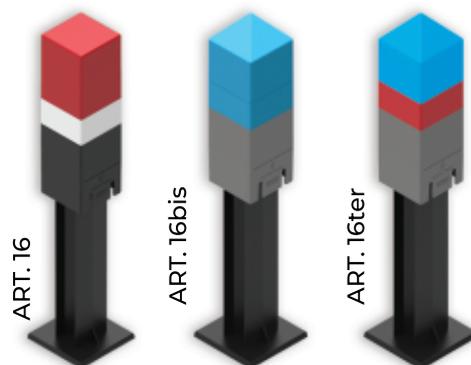
- Picchetto indicatore per circuiti di binario CdB
- Picchetto indicatore punto informativo posticipato (PI posticipato)
- Picchetto limite speciale per CdB per im-mobilizzazione dei deviatori telecomandati.
- Picchetto indicatore della posizione dei pedali di comando dei P.L. automatici
- Picchetto indicatore della posizione dei pedali B.E.

**Copertura in plastica**  
per picchetto indicatore in calcestruzzo da CdB

Per eliminare il problema della sverniciatura del picchetto, la nostra azienda propone una copertura in materiale plastico verniciato con trattamento anti\_UV.

**Proprietà migliorative:**

- Peso ( $\approx 4$  Kg), decisamente ridotto rispetto al prodotto in uso;
- Maggior stabilità del prodotto in condizioni di pietrisco, grazie allo storico supporto utilizzato per la messa in posa delle cassette da CdB;
- Maggior durata delle colorazioni nel corso degli anni grazie al materiale plastico PC colorato sottoposto a trattamento anti-UV che compone il picchetto di cui è formato e la verniciatura dello stesso con i colori indicati;
- Prezzo estremamente ridotto rispetto al prodotto tradizionale, grazie al materiale, al peso ridotto, manutenzione, e facilità di gestione.



## Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

### 1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

#### 1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) ..... € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA – “Il materiale rotabile motore” ..... € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” ..... € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” ..... € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” ..... € 15,00

#### 1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) ..... € 15,00

#### 1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari” ..... € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” ..... € 30,00

### 2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) ..... € 50,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” ..... € 50,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2ª Edizione ..... € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” ..... € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive” ..... € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” ..... € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” ..... € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” ..... € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato” ..... € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” ..... € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” ..... € 20,00

- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” ..... € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” ..... € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” ..... € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” ..... € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” ..... € 25,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria - Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” ..... € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie - volume 1 Le regole generali” ..... € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A - Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina ..... € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari ..... € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” .... € 34,00
- 2.35 F. SENESI e AUTORI VARI – “ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions” ..... € 32,00

### 3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” ..... € 15,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) – “Cento Anni per la Sicilia” Omaggio per residenti Regione Sicilia .... € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa ..... € 12,00
- 3.6. Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 ..... € 100,00

### 4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) ..... € 40,00
- 4.8. ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità” ..... € 40,00
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) Omaggio per residenti Regione Puglia ..... € 15,00
- 4.10. BARI – DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) Omaggio per residenti Regione Puglia ..... € 25,00
- 4.11. Una Stagione Straordinaria – Atti Convegno Milano del 20 aprile 2021 ..... € 25,00

## 6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza” .....	€ 25,00	6.12	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)” .....	€ 16,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani” .....	€ 28,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità” .....	€ 34,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia” .....	€ 35,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia” .....	€ 29,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa” .....	€ 25,00	6.65.	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione - L’Artistica Editrice Savigliano (CN) .....	€ 70,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia” ..	€ 20,00	6.66.	P. MESSINA – “Ferrovie e Filobus nella Pubblicità” ..	€ 26,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia” .....	€ 24,00	6.67.	P. MESSINA – “Per Mare intorno all’Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera” .....	€ 23,00
6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana) “Treni nel Mondo” .....	€ 30,00	6.68.	P. MESSINA – “I Trasporti all’Elba” .....	€ 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell’I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottindicato. Per spedizioni l’importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

**Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)**

**Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%**

**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste *La Tecnica Professionale* e *Ingegneria Ferroviaria***

### Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it) compilando e inviando per posta ordinaria o via e-mail il modulo allegato unitamente alla ricevuta di versamento.

Richiedente: (Cognome e Nome) .....

Indirizzo: ..... Telefono: .....

P.I.V.A./C.F.: ..... (l’inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l’ordine d’acquisto per:

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data .....

**Si allega la ricevuta del versamento**

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)**

Via Giolitti, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: [info@cifi.it](mailto:info@cifi.it)

## NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Giuseppe ACQUARO

### LA SICUREZZA FERROVIARIA

#### Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee

Il progetto politico comunitario di riassetto del comparto ferroviario europeo si basa sul principio della libera circolazione di persone, beni e servizi.

Scopo del progetto è rendere il “sistema di trasporto ferroviario”, sia delle merci sia delle persone, strategico fra tutti gli strumenti a disposizione per raggiungere obiettivi di sostenibilità sociale.

In particolare, l’obiettivo primario posto dall’Unione, è dar vita a uno spazio unico europeo privo di ostacoli residui tra i sistemi nazionali, facilitando in tal modo sia il processo di integrazione che l’emergere di nuovi operatori multinazionali e multimodali.

Tutto ciò deve però avvenire all’interno di un quadro normativo di tutela della pubblica sicurezza nei trasporti mediante la definizione di un sistema di regole che garantiscono trasporti sicuri ispirati a criteri universalmente riconosciuti di buona gestione.

I recenti cambiamenti introdotti nella normativa europea e nazionale in tema di sicurezza dei sistemi ferroviari. In particolare i recenti decreti legislativi 50 e 57 di giugno 2019, hanno recepito il pilastro tecnico del cosiddetto pilastro tecnico del IV pacchetto ferroviario europeo nonché il nuovo regolamento europeo (n. 762/2016) sui requisiti dei sistemi di gestione della sicurezza.

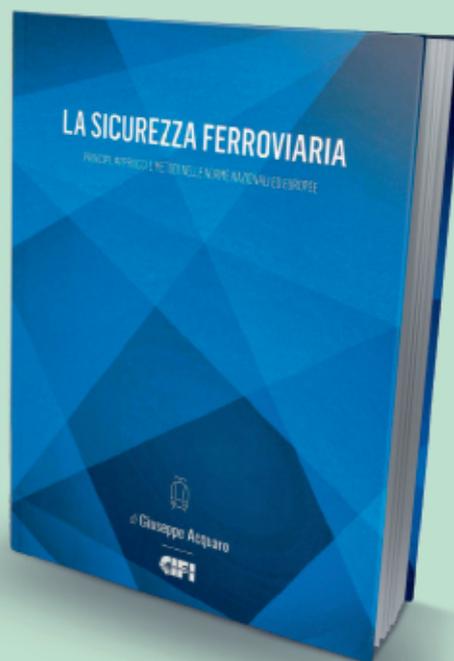
Con questi nuovi provvedimenti il legislatore ha voluto rimarcare l’importanza, nella gestione dei servizi ferroviari, di un approccio di tipo rischio-centrico. Ciò in quanto, nel trasporto ferroviario gli incidenti possono dare origine a conseguenze catastrofiche e questi sono prevalentemente legati a fattori umani: l’uomo, infatti, nonostante gli enormi progressi raggiunti dalla tecnologia a favore della sicurezza, rimane ancora un elemento nella gestione della sicurezza.

Per garantire elevati standard di sicurezza, i sistemi ferroviari devono quindi essere gestiti con approcci e metodi che consentano di ottenere il giusto equilibrio fra l’offerta di un servizio di mobilità (delle persone e delle merci) efficiente ed economico oltreché interoperabile nell’Unione e i vincoli - e i costi - della sicurezza: in altre parole, è necessario che nelle aziende sia radicata la cosiddetta “giusta cultura”.

A tale scopo, già da tempo sia legislatore (nazionale ed europeo) che gli organismi di normazione tecnica, si sono preoccupati di regolamentare minuziosamente tutti gli aspetti gestionali che possono avere un impatto sulla sicurezza. Tuttavia, l’enorme sforzo profuso nella definizione di norme a garanzia della incolumità della popolazione ha generato un quadro normativo che, allo stato attuale, si presenta copioso e, molto frammentato.

Questo volume si propone di fornire al lettore un quadro organico ed omogeneo degli approcci e dei modelli gestionali che devono essere adottati nel rispetto dei principi e dei criteri definiti nelle norme tecniche e nella vigente legislazione in tema di sicurezza ferroviaria, ivi compreso, appunto, il recente pilastro tecnico del quarto pacchetto ferroviario e le principali norme attuative ad esso correlate: un significativo numero di figure tabelle aiutano ad acquisire una visione d’insieme di molti aspetti altrimenti descritti in modo frammentato nella normativa.

Il libro è suddiviso in tre parti. Nella parte prima è descritto il contesto normativo di riferimento europeo e nazionale, il quale viene descritto all’interno della cornice costituita dal processo di liberalizzazione del trasporto ferroviario.



Nella parte seconda è affrontata la tematica legata alla implementazione dei sistemi di gestione della sicurezza e, più in generale, alla gestione della sicurezza integrata. Infatti, ormai è universalmente riconosciuta - e questo è anche l’orientamento del legislatore - la necessità di gestire gli aspetti di sicurezza dell’esercizio, di sicurezza dei lavoratori e degli addetti nonché di tutela dell’ambiente con un approccio di tipo integrato, vista la loro mutua interferenza.

In questa parte, quindi, particolare attenzione è posta al tema del controllo e della gestione dei rischi, alla gestione degli asset in logica rischio-centrica e alla realizzazione dell’interoperabilità, vista non già solo come strumento per abbattere le barriere nazionali, ma anche come definizione di standard di sicurezza tecnici e operativi minimi da realizzare.

Infine, nella parte è affrontato il grande tema della valutazione e del miglioramento delle prestazioni di sicurezza. In questa parte, una particolare attenzione è stata dedicata alla tematica della cultura della sicurezza e dell’importanza dei ritorni di esperienza, quale strumento fondamentale per tenere sotto controllo e ridurre la probabilità di accadimento degli errori umani.

Formato cm 24x17, 331 pagine in b/n,

Prezzo di copertina € 25,00.

E’ acquistabile presso il CIFI con modalità e sconti come riportato nelle pagine “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente in questa rivista.



- Il/La sottoscritto/a .....  
Preso visione dello Statuto del **Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.)**, Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta entro il **30 settembre** di ogni anno comporta il tacito rinnovo per l'anno seguente, chiede di entrare a far parte del CIFI dell'Associazione in qualità di:  
 Socio: "ordinario"                       Socio: "aggregato"                       Socio: "junior"
- Allega alla presente la ricevuta del pagamento della prima quota associativa per l'anno ..... come iscrizione, essendo a conoscenza che riceverà le riviste "**Ingegneria Ferroviaria**" (Organo Ufficiale del Collegio), **la Tecnica Professionale** e le comunicazioni e la corrispondenza ordinaria al momento dell'accettazione di tale richiesta (art. 10 dello Statuto) per posta elettronica.
- Fa presente che le riviste (I.F. e TP) dovranno essere inviate al seguente indirizzo:  
Via ..... C.a.p. .... Città ..... (prov.) .....  
 **Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo**
- Le comunicazioni e-mail dovranno essere inviate presso il seguente indirizzo di posta elettronica: .....
- Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di .....  
 Soci Ordinari e Aggregati: **85,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche  
 Soci Ordinari e Aggregati (under 35) **60,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche  
 Soci Junior (studenti - under 28 anni) **25,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online  
 Nuovi Associati (studenti, neolaureati e neoassunti per i primi 3 anni di iscrizione fino a 35 anni) **0 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
- Da versare nelle seguenti modalità:  
 Conto corrente postale n. **31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma  
 Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047** - Codice BIC/SWIFT: UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORLANDO  
 Carta di credito/prepagata sul sito **[www.shop.cifi.it](http://www.shop.cifi.it)**
- Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell'anno precedente.  
 *Facendo parte del personale del Gruppo FSI S.p.A. chiede di versare la quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito del CIFI è disponibile l'apposito modulo da compilare e trasmettere al CIFI.*
- Firma del Socio presentatore .....

## SCHEDA ANAGRAFICA

Cognome - Nome

Luogo - Data di Nascita

Indirizzo privato - Città - Prov. - C.A.P.

E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob

Laurea Triennale - Università - Anno Accademico

Laurea Specialistica - Università - Anno Accademico

Ente/Società di appartenenza - Qualifica professionale

Iscrizione Ordine degli Ingegneri - Numero - Provincia

- Il/La sottoscritto/a, ai sensi del D.Lgs 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679 (GDPR), esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

- Data .....
- Firma .....

# FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

**Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.**

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgia, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

**A** **Lavori ferroviari, edili e stradali  
Impianti di riscaldamento e sanitari  
Lavori vari**

**B** **Studi e indagini  
geologiche-palificazioni**

**C** **Attrezzature e materiali  
da costruzione**

**MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica,  
109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG) – Tel.  
075/597211 – Fax 075/395348 – www.margaritelli.com –  
Progettazione e produzione di manufatti per armamento**

ferroviario, tranviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato precompresso, legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

**MEFA ITALIA, VIA GB MORGAGNI 16/B, 20005 POGLIANO M.SE (MI), T. 02 93 54 01 95, HYPERLINK "mailto:info@mefa.it"info@mefa.it, HYPERLINK "http:// www.mefa.it "www.mefa.it. Vendita e dimensionamento di elementi di supporto e fissaggio di impianti, sistemi modulari di sostegno anche antisismici, collari per tubazioni, giunti, raccordi, stazioni di allarme per impianti antincendio.**

**D** **Meccanica, metallurgia,  
macchinari, materiali,  
impianti elettrici ed elettronici**

**ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica). Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morsetteria in CuNiSi ad alta resistenza meccanica per tutti i tipi di filo di contatto, terminali, morse di amarro e giunti a innesto rapido per fune portante. Pendini tradizionali e regolabili in altezza, pendini elastici – smorzatori per usi su alta velocità e linee tradizionali. Dispositivi di messa a terra e corto circuito. Soluzioni personalizzate e speciali su misura.**

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).**

**BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it-securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezione dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.**

**CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO)** – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-mail: canavera@canavera.com – www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

**CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA** – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciafuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

**CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV)** – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per deviatore e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

**COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via F. Fellini, 4 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI)** – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

**CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV)** – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

**DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC)** – Tel. +39/039/92259202 – Fax +39/039/92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di co-

municazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

**EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS)** – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

**ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI** – Tel. 080/5328425 – Fax +39/080/5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06/4819671 – Fax 06/48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

**E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO)** – Tel. +39/031/673611 – Fax +39/031/670525 – E-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO)** – Tel. 011/9044.1 – Fax 011/9064394 – www.faiveley.com  
*Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO*: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoncini, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.  
*Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY*: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e tele-diagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

**FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI)** – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – www.fase.it –

Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

**GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano, 57/a – 40026 IMOLA (BO)** – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – E-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

**GECO S.r.l. – Via Ugo Foscolo, 9 – 28066 GALLIATE (NO) – CF e P. Iva: IT01918320035** – Tel. 0321/806957 – E-mail: info@gecoitalia.biz – Progettazione, integrazione, prodotti, servizi ingegneristici e sviluppo software per applicazioni di informazione al pubblico, sincronizzazione oraria, videosorveglianza, diffusione audio, rilevazione incendio, sicurezza, antintrusione avvalendosi di tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

**ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)** – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale – Generatori di velocità – Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza – Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) – Juridical Recorder – MMI: Multifunctional Display per ERTMS – Videocamere – Passenger Information – Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte – Livelli carburante – Pressostati e Termostati – Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

**KNORR-BREMSE Rail Systems Italia S.r.l. – Via San Quirico, 199/I – 50013 CAMPI BISENZIO (FI)** – Tel. 055/3020.1 – Fax 055/3020333 – E-mail: kbrsitalia@knorr-bremse.it – www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, dischi freno – Compressori a vite e a pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilette ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

**LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB)** – Tel. 0323/837368 – Fax 0323/836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per

tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

**LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG)** – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rolling-stock@lucchini.it – www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

**MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA** – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – E-mail: info@mariniimpianti.it – www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

**MATISA S.p.A. – Via Ardeatina, km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA)** – Tel. 06/918291 – Telefax 06/91984574 – E-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

**MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI)** – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

**MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI)** – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

**MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI)** – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a terra, morsetti in CuNiSi, in bronzo/alluminio ed acciaio forgiato. MOSDORFER RAIL S.r.l. fa parte della Multinazionale austriaca KNILL GROUP, leader mondiale nella progettazione, produzione e fornitura di morsetteria per linee di trasmissione ad alta tensione.

**ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico – Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 – 20135 MILANO – Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 CORNAREDO (MI)** – Tel. +39/02/93563308 – Fax +39/02/93560033 – E-mail: info@ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com – Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

**PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB)** – Tel. +39/039/9080007/ +39/039/9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

**PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV)** – Tel. +39/347/4318990 – E-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

**PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA)** – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – E-mail: info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario – Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

**POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA** – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in

aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

**PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI)** – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

**RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO** – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

**SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO)** – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

**SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI)** – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – E-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi unigibordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

**S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASOLNOVO (PV)** – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – E-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

**SIRTEL S.r.l. – Via Taranto, 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA)** – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtel-srl.it – www.sirtel-srl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

**SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica, 3 – 40064 OZZANO DELL'EMILIA (BO)** – Tel. 051/794820 – E-mail: site@sitespa.it – www.sitespa.it/railways – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco

Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparat Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – **RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI:** Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – **MESSA IN SICUREZZA GALLERIE:** Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

**SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA)** – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it – info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

**SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE** – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

**TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO** – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori anti-vandalo - Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

**TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO)** – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

**THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

**TESMEC RAIL – C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA)** – Tel. 080/9374002 – Fax 080/4176639 – E-mail: info@tesmec.com – www.tesmec.com – Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

**T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto – Complesso Polifunzionale Inail – Torre 1 – 80143 NAPOLI** – Tel./Fax 081/19804850/3 – E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

**VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS)** – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E-mail: vaia-car@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

**VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA** – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railwaysystems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco).

**E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria**F** Prodotti chimici ed affini**G** Articoli di gomma, plastica e vari

**FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG)** – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – E-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

**KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania)** – Tel. +49(8683)701-151 – Fax +49(8683)701-45151 – www.strail.com – STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie – Goellstrasse, 8 – D 84529 TITTMONING – Tel. +39/392/9503894 – Fax +39/02/87151370 – E-mail: tommaso.sa.vi@strail.it – www.strail.it – Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL – Moduli esterni per i carichi più pesanti – veloSTRAIL – Moduli interni che eliminano la gola – Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) – Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario – STRAILastic\_P, STRAILastic\_S, STRAILastic\_R, STRAILastic\_K, STRAILastic\_DUO, STRAILastic\_USM ed infine STRAILastic\_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

**PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E-mail: info@pantecnica.it – www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – Fornitore Trenitalia.

**PLASTIROMA S.r.l. – Via Palombarese, km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (ROMA)** – Tel. 0774/367431-32 – Fax 0774/367433 – E-mail: info@plastiroma.it – www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali

bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

**H** Rilievi e progettazione opere pubbliche

**ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO** – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

**ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI** – Tel. 347/6766033 – E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici stimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

**ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA)** – Tel. 081/5741055 – Fax 081/5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

**PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERANESI (GE)** – Tel./Fax 010/7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCM-ERTMS\_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

## **I** Trattamenti e depurazione delle acque

## **L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

**SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale:**  
**Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO** – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E-mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – www.schweizer-electronic.com – **Sede Legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 MILANO** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC “Sistema Minimel 95”, comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell’ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

## **M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari

## **N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie

## **O** Formazione

**TRAINing S.r.l. – Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA** – Tel. 045/511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento delle abilitazioni per la Condotta, l’Ac-

compagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professional e/o manager) sull’organizzazione, sulla tecnica ferroviaria e sulla normativa di settore. TRAINing svolge altresì servizi di consulenza per lo sviluppo e l’aggiornamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS) ed assicura la fornitura ed il costante aggiornamento dei manuali di mestiere per le attività di sicurezza. Maggiori informazioni si possono ottenere consultando il sito o richiedendole espressamente a TRAINing a mezzo mail o call center.

## **P** Enti di certificazione

**ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE** – Tel. 055/2988811 – Fax 055/264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

## **Q** Società di progettazione e consulting

**INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA** – Tel. 059/344720 – Fax 059/344300 – E-mail: info@interlanguage.it – www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

## **R** Trasporto materiale ferroviario

**FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV)** – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*  
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma  
Finito di stampare nel mese di Aprile 2024

# Perseo

Nel 1927 ebbe inizio, con la fornitura del primo lotto di orologi da tasca, la collaborazione della Società Perseo con le Ferrovie dello Stato, un rapporto che non si è mai interrotto e che ci ha portato a diventare i principali fornitori delle Ferrovie italiane.

La scelta delle F.S., fondata sulla affidabilità e precisione dei nostri prodotti, è stato il momento iniziale di una crescita e di un consenso che durano tuttora e di cui andiamo orgogliosi. La nostra offerta attuale, diversificata nei confronti di molteplici esigenze, è ancora fondata sulla produzione di orologi meccanici costruiti con gli stessi requisiti di precisione ed affidabilità di un tempo.



#### PER INFO E PRENOTAZIONI

- [info@cifi.it](mailto:info@cifi.it)
- 064742986

**Spessore:** 6,50 mm

**Diametro:** 34 mm altezza

x 25mm larghezza

**Peso:** 30 gr

**Lunghezza totale** (senza fibbia):

21 mm

**Movimento:** al quarzo Ronda

**Vetro:** Zaffiro

**Cinturino:** in pelle

made in Italy

#### PREZZI

- **LISTINO** € 270 IVA inclusa
- **ABBONATI RIVISTE CIFI** € 250 IVA inclusa
- **SOCI CIFI** € 216,00 IVA inclusa



IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE

**UNA STAGIONE STRAORDINARIA**

*Atti del Convegno del 20 aprile 2021*



Costo della pubblicazione:

**INTERO € 25,00**

**SOCI CIFI € 20,00**



**PER INFO E PRENOTAZIONI**

*info@cifi.it*

064742986

