



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.

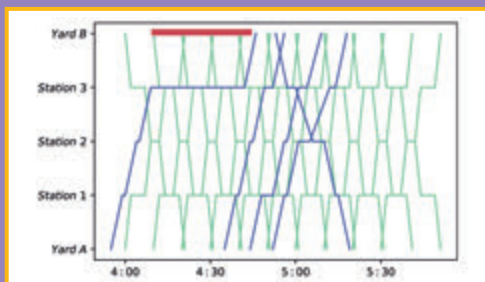
La forza che spinge CLF verso lo sviluppo è la conoscenza di tutto il processo sia nel campo delle infrastrutture che nel settore del materiale rotabile.



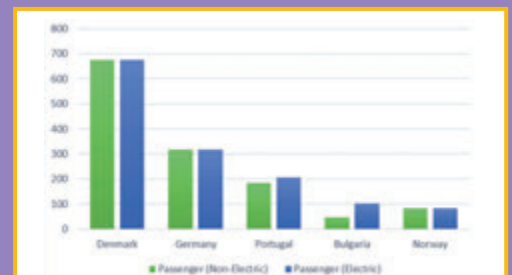
Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfspa.it - www.clfspa.com

INGEGNERIA FERROVIARIA - Giugno 2024
ISSN: 0020 - 0956
Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma

In questo numero
In this issue



Modello per la riprogrammazione dei treni merci
Model for rescheduling freight trains



Meccanismi di pedaggio ferroviario
Track Access Charge mechanisms

1

ESPERTO TECNICO GARE D'APPALTO DI FERROVIE

Durata del corso: 35 ore



2

GARE D'APPALTO - CRITERI DI AGGIUDICAZIONE. OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA (OEPV) FERROVIE E IMPIANTI FISSI

Durata del corso: 8 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
www.cifi.it

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)
 ALTEN ITALIA SPA - MILANO
 ANCEFERR – ROMA
 ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA
 ANSFISA – FIRENZE
 ANTIFERR – 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
 ASSIFIDI SPA - ROMA
 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 NELL'EMILIA
 DITECFER – PISTOIA
 DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA
 DYNASTES S.r.l. – ROMA
 ELEN MACHINES S.r.l. - ALBANO LAZIALE (RM)
 EMMEFER SRL – MONTEMILETTO (AV)
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA
 EUROS SRL – QUAGLIANO (NA)
 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. - POVIGLIO (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
 IMAF S.r.l. - NAPOLI
 IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)
 IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. – MILANO
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO
 IMPRESA SIMONE E FIGLI SRL - (NA)
 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)
 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 - MEC SPE - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA)
 SIE-FER S.r.l. – PALERMO
 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)
 SPERA S.p.A. – ROMA
 SPII S.p.A. – SARONNO (MI)
 SPITEK S.r.l. – PRATO
 SVECO S.p.A. – BORGOMANERO (VA)
 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. – BEINASCO (TO)
 TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. – AVERSA (CE)
 TELEFIN S.p.A. – VERONA
 TEORESI 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
 TRENTITALIA TPER – BOLOGNA
 TRENORD S.r.l. – MILANO
 TRENITINO 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
 VI.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

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	I copertina
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	II copertina
Orologio CIFI-Perseo “Infrangibile”	pagina 500
CROSSMEDIA GmbH - InnoTrans 2024 – Düsseldorf (Germania)	pagina 508
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 521
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 524
“Una Stagione Straordinaria” – Atti del convegno del 20 aprile 2021	III copertina
BONOMI EUGENIO S.p.A. – Montichiari (BS)	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2024

- Soci Ordinari e Aggregati con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 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 Juniores 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 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/.

Per il personale FSI, 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

Contatti - Contacts

Tel. 06.4742987

E-mail: redazioneif@cifi.it - notiziari.if@cifi.it - direttore.if@cifi.it

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 | **Giugno 2024** | 6**Condizioni di Associazione al CIFI** **458****Vita del CIFI - Un nuovo mandato per il CIFI:
valorizzare i giovani per il futuro del trasporto ferroviario** **461****Vita del CIFI - Organi statutari - Comitato di Presidenza** **462****UN MODELLO DI PROGRAMMAZIONE LINEARE
MISTA A NUMERI INTERI PER LA RIPROGRAMMAZIONE
DEI TRENI MERCI IN CASO DI CHIUSURA INASPETTATA
DELLO SCALO DI SMISTAMENTO
A MIXED-INTEGGER-LINEAR-PROGRAMMING MODEL
FOR RESCHEDULING FREIGHT TRAINS UNDER
AN UNEXPECTED MARSHALLING-YARD CLOSURE**

Carl Henrik HÄLL

Anders PETERSON

Christiane SCHMIDT

Liyun YU

463**CONFRONTO TRA I MECCANISMI DI PEDAGGIO E LORO
IMPATTO SULL'USO DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA
COMPARING EUROPEAN TRACK ACCESS CHARGE
MECHANISMS AND THEIR IMPACT ON NETWORKS USE**

Peyman ASMARI

Stefano RICCI

483**Notizie dall'interno** **501****Notizie dall'estero**
News from foreign countries **509****IF Biblio** **519****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria**
Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria **520****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI** **522****Fornitori di prodotti e servizi** **526**

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

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

Un nuovo mandato per il CIFI: valorizzare i giovani per il futuro del trasporto ferroviario

(di Gianpiero STRISCIUGLIO)

Chi è ingegnere come me, conosce bene il valore del CIFI, un'associazione che sentivo nominare fin dai primi anni del mio ingresso nel Gruppo FS, nel lontano 2002, ormai più di 20 anni fa: i presidi del CIFI, la formazione del CIFI, i colleghi iscritti al CIFI, le riviste CIFI. Ora che l'assemblea dei delegati del 17 aprile mi ha eletto Presidente per il quadriennio 2024-2027 (Fig. 1) sento la responsabilità del ruolo e una profonda gratitudine verso i Soci che mi hanno accordato la loro fiducia.

Eredito una ricca storia di successi dai Presidenti che mi hanno preceduto, in ultimo Maurizio GENTILE, e dal Comitato di Presidenza uscente. I loro risultati saranno il punto di partenza per costruire un futuro ancora più ambizioso per il CIFI. Forte impegno per l'innovazione che il settore ferroviario sta affrontando grazie ad investimenti importanti e ad un processo di ammodernamento del sistema che comporta per tutti noi un cambiamento e un adeguamento delle proprie competenze.



Figura 1 – Il nuovo Presidente del CIFI, Ing. Gianpiero STRISCIUGLIO.

Il CIFI: un'istituzione storica al servizio del settore ferroviario

Il CIFI, nato nel 1899, rappresenta un punto di riferimento imprescindibile nel futuro della formazione e aggiornamento professionale.

La mia visione si basa sulla centralità della condivisione del sapere. Attraverso il dialogo e la collaborazione tra i Soci e un costante confronto con le migliori prassi tecnologiche europee, il CIFI diventerà una piattaforma attiva per lo scambio di conoscenze tecniche, esperienze e competenze specifiche.

Valorizzare i giovani

Un'attenzione particolare sarà rivolta ai giovani ingegneri e professionisti del settore. Il loro entusiasmo, la loro creatività e il loro sguardo rivolto al futuro saranno preziosi per il rinnovamento del CIFI e per affrontare le sfide del domani.

Valorizzare le competenze

L'attività del CIFI è anche garanzia di un passaggio di conoscenze tra le diverse generazioni di ferrovieri, perché le regole di fondo, la conoscenza del sistema della ferrovia deriva anche dagli anni trascorsi su di essa, valorizzando le esperienze in cui sono stati affrontati e superati problemi complessi in modo sicuro ed efficiente.

Crescita e innovazione

L'ampliamento della base associativa e l'adesione di nuovi talenti saranno fattori chiave per il potenziamento del CIFI. Favoriremo la partecipazione dei Soci alle attività dell'Associazione, promuovendo un circolo virtuoso di crescita e innovazione.

Un ringraziamento e un augurio

Un sentito ringraziamento va a Maurizio, cui guardo da sempre come un esempio di professionalità e dedizione, e al Comitato di Presidenza per il loro prezioso lavoro. I risultati raggiunti durante il loro mandato saranno il punto di partenza per costruire un futuro ancora più luminoso per il CIFI.

Auguro buon lavoro ai nuovi Vice Presidenti di Area, Riccardo GENOVA, Giovanni CARUSO e Filippo PALAZZO, al nuovo Amministratore Francesca MESSINA e al Segretario Generale Valerio GIOVINE. Insieme, affronteremo le sfide del futuro con dedizione e passione, per un CIFI sempre più autorevole e protagonista del progresso del settore ferroviario.

Call to action

Il CIFI è pronto ad affrontare le sfide del futuro con rinnovato slancio e con l'obiettivo di contribuire in modo significativo allo sviluppo sostenibile del trasporto ferroviario. Insieme, costruiremo un futuro migliore per il settore e per il Paese.

Invito tutti i Soci a unirsi a me in questo entusiasmante percorso di rinnovamento e di crescita. Il vostro contributo è fondamentale per il successo del CIFI.

Vita del CIFI**Organi statutari – Comitato di Presidenza****Presidente**

Dott. Ing. Gianpiero STRISCIUGLIO

Vice Presidenti**Area Nord**

Dott. Ing. Riccardo GENOVA

Area Centro

Dott. Ing. Giovanni CARUSO

Area Sud

Dott. Ing. Filippo PALAZZO

Segretario Generale

Dott. Ing. Valerio GIOVINE

Amministratore

Dott. Ing. Francesca MESSINA

Revisori dei conti

Dott. Michelangelo GRESSANI

Dott. Ing. Massimo MONTEBELLO

Dott. Ing. Pasquale MUGNETTI

Delegati**Area Nord****Sezione di BOLOGNA**

Vincenzo LAMBERTI

Giuseppe CASSINO

Vincenzo CEFALIELLO

Paolo GENOVESI

Giulio SALERNO

Sezione di TRIESTE

Giovanni LONGO

Sezione di VENEZIA

Giovanni GIACOMELLO

Simone BUSATTO

Sezione di VERONA

Marco GUGOLATI

Sezione di MILANO

Giorgio SPADI

Davide CAVONE

Steven CERVELLO

Stefano GERVASINI

Leonardo MESSINEO

Alberto MINOIA

Andrea ZANARDELLI

Dario ZANINELLI

Francesco VENZA

Sezione di GENOVA

Marco TORASSA

Federico MAZZETTA

Sezione di TORINO

Angelo Michele CANTORE

Daniela Antonella CARRUBBA

Area Centro**Sezione di ROMA**

Fabio SENESI

Paolo BELFORTE

Adriana GALLI

Luca Maria GRANIERI

Donato LUDOVICI

Giulio MARGARITA

Alessandro RIGUCCI

Stefano ROSSI

Francesco SACCHI

Marcello SERRA

Sezione di ANCONA

Luca GIAMBARTOLOMEI

Sezione di FIRENZE

Gabriele TICCI

Eleonora BIANCHI

Andrea IANNICIELLO

Paolo LANERI

Attilio GAETA

Area Sud**Sezione di CAGLIARI**

Daniele SEGLIAS

Sezione di PALERMO

Fedele DI MATTEO

Francesco BARBACCIA

Sezione di REGGIO CALABRIA

Giuseppe Andrea MAIOLO

Sezione di BARI

Giuseppe N.P. MACCHIA

Vincenzo DE PALMA

Roberto LAGHEZZA

Sezione di NAPOLI

Modestino FERRARO

Nicola DI GUIDA

Vincenzo ORAZZO

Giuseppe RACIOPPI



Un modello di programmazione lineare mista a numeri interi per la riprogrammazione dei treni merci in caso di chiusura inaspettata dello scalo di smistamento

A Mixed-Integer-Linear-Programming Model for Rescheduling Freight Trains under an Unexpected Marshalling-Yard Closure

Carl Henrik HÄLL
Anders PETERSON
Christiane SCHMIDT
Liyun Yu ^(*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.06.2024.ART.1>)

Sommario - In questo studio, consideriamo la riprogrammazione dei treni merci per ridurre gli effetti delle interruzioni importanti. Partiamo dal presupposto che l'interruzione sia una chiusura inaspettata dello scalo di smistamento e sviluppiamo un modello macroscopico di Programmazione lineare mista a numeri interi per riprogrammare l'orario. Inoltre, progettiamo una strategia di riprogrammazione per lasciare che i treni attendano lungo la strada quando lo scalo di destinazione ha una chiusura. Consideriamo le restrizioni di arresto e la capacità di ciascun segmento e stazione nel modello. L'ordine dei treni interessati dall'interruzione non è fisso. Presentiamo i risultati sperimentali per tre diversi casi di varie dimensioni.

1. Introduzione

Nel corso dei decenni, è cresciuta la domanda di trasporto ferroviario. Tuttavia, non tutti i sistemi ferroviari hanno ampliato la loro capacità di conseguenza. Ciò ha portato a situazioni in cui la rete ferroviaria è congestionata e i disturbi si diffondono facilmente da treno a treno attraverso la rete. Pertanto, diventa sempre più importante avere un orario ferroviario stabile. Ciò può essere ottenuto migliorando la robustezza degli orari e la capacità di recuperare la condizione normale dopo un'interruzione. Se i disturbi sono gravi, è consigliabile creare un nuovo orario. Questo documento si concentra sulla formulazione di un modello di ottimizzazione per quel tipo di scenario e sulla valutazione del potenziale del modello. Consideriamo un caso in cui si verifica un disturbo in uno scalo di smistamento e, quindi, colpisce principalmente un sottoinsieme dei treni. Il modello può essere esteso e applicato per altri casi simili.

Summary - In this study, we consider rescheduling freight trains to reduce the effects of major interruptions. We assume that the interruption is an unexpected marshalling-yard closure, and we develop a macroscopic Mixed-Integer-Linear-Programming (MILP) model to reschedule the timetable. Furthermore, we design a rescheduling strategy of letting trains wait on the way when the destination yard has a closure. We consider stopping restrictions and the capacity of each segment and station in the model. The order of the trains affected by the interruption is not fixed. We present experimental results for three different cases of various sizes.

1. Introduction

Over decades, the demand for railway transportation has grown. However, not all railway systems have expanded their capacity accordingly. This has led to situations where the railway network is congested, and disturbances easily spread from train to train through the network. Thus, it becomes more and more important to have a stable railway schedule. This can be achieved by improving the robustness of timetables and the ability to recover to normal state after an interruption. If the disturbances are severe, it is advisable to create a new timetable. This paper focuses on formulating an optimization model for that type of scenario and evaluating the model's potential. We consider a case, where a disturbance occurs at a marshalling yard and, hence, it primarily affects a subset of the trains. The model may be extended and applied for other similar cases.

A marshalling yard is also called a shunting yard. Marshalling yards consist of tracks and switches where different wagons are sorted and combined with new trains heading to different destinations. During a closure of the marshalling yard, the majority of the trains are not able to be driven in or

^(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Università di Linköping
- E-mail: liyun.yu@liu.se - SE-601 74 Norrköping, Svezia.

^(*) Department of Science and Technology, Linköping University
- E-mail: liyun.yu@liu.se - SE-601 74 Norrköping, Sweden.

Uno scalo di smistamento è anche chiamato fascio di smistamento. Gli scali di smistamento sono costituiti da binari e deviatori in cui diversi carri vengono smistati e combinati con nuovi treni diretti a destinazioni diverse. Durante una chiusura dello scalo di smistamento, la maggior parte dei treni non può essere condotta dentro o fuori. Tale chiusura porterebbe a una grave interruzione che a sua volta potrebbe portare alla cancellazione dei treni, alla congestione delle linee ferroviarie circostanti e a un impatto indiretto su altri treni. Il processo di riprogrammazione dei treni può essere simile per altre interruzioni impreviste, che sono spesso imprevedibili e di ampio respiro, come disastri naturali e altri incidenti.

Le interruzioni negli scali di smistamento sono state studiate in precedenza. LOUWERSE e HUISMAN [1] hanno affermato che le interruzioni che durano più di un'ora si verificano in media tre volte al giorno nei Paesi Bassi. NELLDAL [2] indica che le interruzioni importanti che durano fino a diversi giorni si sono verificate in media una volta all'anno in Svezia dal 2000 al 2013 e alcune di esse si sono verificate all'interno degli scali di smistamento.

In questo documento, un'interruzione importante è una serie di gravi ritardi e un gran numero di cancellazioni causate da incidenti esterni. Il nostro scenario è che si verifichi una grave interruzione in uno scalo di smistamento in modo che debba essere chiuso e che molti treni merci lungo la linea ferroviaria debbano essere riprogrammati. Riteniamo che ci siano pochi scali di smistamento alternativi disponibili nell'area circostante e che quello più vicino sia a diverse ore di distanza. A causa dell'interruzione, la capacità dei treni in arrivo nello scalo interrotto è limitata. Sono interessati solo alcuni dei treni sulla linea (ad esempio, il traffico merci che si dirige allo scalo di smistamento). Poiché solo una parte del traffico è interessata, è importante che tutti gli altri treni funzionino come previsto. Pertanto, non possiamo bloccare le stazioni di attraversamento vicino lo scalo.

L'obiettivo è quello di riprogrammare il traffico interessato su una linea ferroviaria collegata allo scalo interrotto, disturbando il meno possibile gli altri treni. La strategia di riprogrammazione include l'estensione del tempo di sosta nelle stazioni lungo il corridoio per la sosta temporanea e il ritardo dell'orario di partenza presso lo scalo di partenza. Se non ripianifichiamo bene il traffico, potremmo finire in una situazione in cui i treni merci in attesa della riapertura dello scalo di smistamento bloccheranno diverse stazioni vicine allo scalo, il che significa che il traffico, principalmente non interessato dalla chiusura, non può passare e sarà ritardato.

Questo lavoro propone un modello matematico per la riprogrammazione di un orario ferroviario quando un gruppo di treni merci deve essere posticipato a causa di una chiusura imprevista dello scalo di smistamento. Il modello non riprogramma altri treni, ad esempio treni passeggeri, che si presume non siano interessati dall'interruzione. Le restrizioni di capacità sui binari e nelle stazioni sono rispettate, così come le limitazioni tecniche, ad

out. Such a closure would lead to a major interruption that in turn could lead to cancellation of trains, congestion in the surrounding railway lines, and an indirect impact on other trains. The process of rescheduling trains may be similar for other unexpected interruptions, which are often unpredictable and wide-ranging, such as natural disasters and other incidents.

Interruptions at marshalling yards have been studied before. LOUWERSE and HUISMAN [1] mentioned that interruptions lasting longer than one hour happen three times a day on average in the Netherlands. NELLDAL [2] indicates that major interruptions lasting up to several days occurred once a year on average in Sweden from 2000 to 2013, and some of them happened within marshalling yards.

In this paper, a major interruption is a series of severe delays and a large number of cancellations caused by external incidents. Our scenario is that a severe interruption occurs in a marshalling yard so that it has to be closed and many freight trains along the rail line need to be rescheduled. We consider that there are few alternative marshalling yards available in the surrounding area and that the nearest one is several hours away. Due to the interruption, the capacity for the incoming trains in the interrupted yard is limited. Only some of the trains on the line (e.g., the freight traffic aiming for the marshalling yard) are affected. Since only part of the traffic is affected, it is important that all other trains should run as planned. Therefore, we cannot block the crossing stations close the yard.

The goal is to reschedule the affected traffic on a railway line connected to the interrupted yard while disturbing other trains as little as possible. The rescheduling strategy includes extending the stopping time in stations along the corridor for temporary parking and delaying the departure time at the departing yard. If we do not replan the traffic in a good way, we may end up in a situation where freight trains waiting for the marshalling yard to reopen will block several stations close to the yard, meaning that traffic, primarily not affected by the closure, cannot pass and will be delayed.

We propose a mathematical model for rescheduling a railway timetable when a group of freight trains must be postponed due to an unexpected marshalling-yard closure. The model does not reschedule other trains, e.g., passenger trains, that are assumed to be unaffected by the interruption. Capacity restrictions on tracks and in stations are respected, and so are technical limitations in, e.g., speed and minimum headway. We focus on modelling and we use a commercial solver Gurobi 11.0 to solve the model we developed.

This paper is organized as follows. In Section 2, we present related research. We describe the research problem in Section 3. In Section 4, we introduce the mathematical model. We analyse computational experiments in Section 5 and present the conclusions in Section 6.

2. Related work

In this section, we discuss previous studies. They either

esempio, in termini di velocità e cadenzamento minimo. Ci concentriamo sulla modellazione e utilizziamo un solutore commerciale Gurobi 11.0 per risolvere il modello che abbiamo sviluppato.

Il documento è organizzato come segue. Nella Sezione 2, è descritta la ricerca correlata, nella Sezione 3 è proposto il problema della ricerca. Nella sezione 4, è introdotto il modello matematico, mentre gli esperimenti computazionali e le conclusioni sono esposti rispettivamente nella Sezione 5 e nella sezione 6.

2. Lavoro correlato

In questa sezione, discutiamo gli studi precedenti che sono concentrati sulla riprogrammazione dei treni in caso di interruzioni importanti o presentano modelli che possono essere applicati per la riprogrammazione dei treni.

CACCHIANI *et al.* [3] hanno discusso le diverse definizioni di disturbi minori e interruzioni importanti. I disturbi minori di solito si riferiscono a una serie di ritardi causati da un ritardo minore di un treno, che possono essere facilmente risolti riprogrammando l'orario. Le interruzioni importanti si riferiscono ai gravi ritardi causati da grandi incidenti esterni.

A nostra conoscenza, la ricerca sulla riprogrammazione in caso di interruzioni importanti è limitata. Gli studi attuali si basano principalmente su orari ciclici poiché il tema di ricerca è principalmente orientato al passeggero. ZHANG *et al.* [4] hanno presentato un modello ILP e un approccio euristico con vincoli equivalenti basati sul rilassamento lagrangiano. Hanno considerato il riordino, la riprogrammazione e il reindirizzamento come opzioni di riprogrammazione. LOUWERSE e HUISMAN [1] hanno affermato che l'approccio di riprogrammazione in caso di interruzione maggiore inizia normalmente con un adeguamento dell'orario, seguito dalla riprogrammazione del materiale rotabile e quindi dalla riprogrammazione dell'equipaggio. Hanno anche considerato l'orario del materiale rotabile, poiché l'attenzione si concentra sulla riprogrammazione dei treni passeggeri con un orario ciclico. Il ritardo di un treno passeggeri può influire sugli orari successivi di questo treno fisico.

Altre strategie operative per la riprogrammazione dei treni passeggeri in caso di interruzioni importanti includono il riordino dei treni, la cancellazione dei treni che non sono partiti e lo smistamento nelle stazioni (LOUWERSE e HUISMAN [1]; ZHANG *et al.* [5]; VEELTURF *et al.* [6]; CAVONE *et al.* [7]). Inoltre, ci sono due tipi principali di blocco in questi studi: blocchi completi e blocchi parziali sulle linee ferroviarie tra due stazioni consecutive. Qui, consideriamo le linee ferroviarie tra le stazioni come segmenti e ciascuna delle due linee ferroviarie parallele come binari separati. Un blocco parziale riguarda solo alcuni binari di un segmento bloccati mentre altri binari sono ancora operativi. Un blocco completo significa che tutti i binari di un segmento sono bloccati. ZHANG *et al.* [5], VEELTURF *et al.* [6] e CAVONE *et al.* [7] hanno considerato solo i blocchi

focus on rescheduling trains under major interruptions or present models that can be applied for rescheduling of trains.

CACCHIANI *et al.* [3] discussed the different definitions for minor disturbances and major interruptions. Minor disturbances usually refer to a series of delays caused by a minor delay of one train, which can easily be solved by rescheduling the timetable. Major interruptions refer to the severe delays caused by large external incidents.

To our knowledge, the research on rescheduling in case of major interruptions is limited. Current studies are mainly based on cyclic timetables since the research topic is mainly passenger-oriented. ZHANG *et al.* [4] presented an ILP model and a heuristic approach with equivalent constraints based on Lagrangian relaxation. They considered reordering, re-timing, and rerouting as rescheduling options. LOUWERSE and HUISMAN [1] mentioned that the rescheduling approach under a major interruption normally starts with a timetable adjustment, which is followed by rolling stock rescheduling and then crew rescheduling. They also considered the schedule of rolling stock, since the focus is on rescheduling passenger trains with a cyclic schedule. Delaying a passenger train may affect the subsequent schedules of this physical train.

Other operation strategies for rescheduling passenger trains under major interruptions include reordering trains, cancelling trains that have not departed, and shunting in stations (LOUWERSE and HUISMAN [1]; ZHANG *et al.* [5]; VEELTURF *et al.* [6]; CAVONE *et al.* [7]). Furthermore, there are two main types of blockage in these studies: full blockages and partial blockages on the rail lines between two consecutive stations. Here, we consider the railway lines between stations as segments and each two parallel rail lines as separate tracks. A partial blockage concerns only some tracks of one segment being blocked while other tracks are still functional. A full blockage means that all tracks of a segment are blocked. Zhan *et al.* [5], VEELTURF *et al.* [6] and CAVONE *et al.* [7] only considered full blockages on the railway lines, while LOUWERSE and HUISMAN [1] studied both partial and full blockage scenarios.

There are three phases in the interruption management process. Phase one is transiting from the original timetable to the rescheduled one. Phase two is running the rescheduled timetable on the rail lines, and phase three is transiting from the rescheduled timetable back to the original one. LOUWERSE and HUISMAN [1] only consider phase two, which is applying the rescheduled timetable on the rail lines, while ZHANG *et al.* [5], VEELTURF *et al.* [6], and CAVONE *et al.* [7] involved all three phases of the interruption management process.

LOUWERSE and HUISMAN [1] developed an Integer Programming (IP) model to maximize the service level for passengers by minimizing the number of cancelled trains and the delay of uncanceled trains. They include rolling stock constraints in the model to make the result easier to modify into a feasible rolling stock schedule. The model was tested on real-world data from Netherlands Railways. VEELTURF *et al.* [6] extended LOUWERSE and HUISMAN's model to an In-

completi sulle linee ferroviarie, mentre LOUWERSE e HUISMAN [1] hanno studiato sia gli scenari di blocco parziale che completo.

Il processo di gestione delle interruzioni prevede tre fasi. La prima fase è il passaggio dall'orario originale a quello riprogrammato. La seconda fase è l'esecuzione dell'orario riprogrammato sulle linee ferroviarie e la terza fase è il passaggio dall'orario riprogrammato a quello originale. LOUWERSE e HUISMAN [1] considerano solo la fase due, che applica l'orario riprogrammato sulle linee ferroviarie, mentre ZHANG *et al.* [5], VEELENTURF *et al.* [6] e CAVONE *et al.* [7] hanno coinvolto tutte e tre le fasi del processo di gestione delle interruzioni.

LOUWERSE e HUISMAN [1] hanno sviluppato un modello di programmazione a numero intero (IP) per massimizzare il livello di servizio per i passeggeri riducendo al minimo il numero di treni cancellati e il ritardo dei treni non cancellati. Nel modello includono i vincoli del materiale rotabile per rendere il risultato più facile da modificare in un programma di materiale rotabile fattibile. Il modello è stato testato su dati reali delle Ferrovie Olandesi. VEELENTURF *et al.* [6] hanno esteso il modello di LOUWERSE e HUISMAN a un modello di programmazione lineare a numero intero (ILP) in diversi scenari di blocchi parziali o completi in luoghi diversi allo stesso tempo e l'opzione per reindirizzare i treni e bilanciare l'orario. Nel modello si considera la capacità di una stazione tracciando la disponibilità di ciascun binario.

CAVONE *et al.* [7] hanno considerato il blocco completo della linea ferroviaria tra due scali di smistamento. Hanno introdotto un modello MILP e un innovativo algoritmo di riprogrammazione a due livelli per colmare il divario tra la modellazione macroscopica e microscopica considerando il sistema ferroviario sia da un livello superiore che da alcune azioni operative dettagliate nelle stazioni o nei segmenti interrotti. Hanno anche incluso il materiale rotabile nello scalo attraverso i vincoli di manovra.

La strategia operativa adottata da ZHANG *et al.* [5] per le interruzioni importanti è leggermente diversa. Hanno riprogrammato l'orario solo riprogrammando, riordinando e cancellando i treni senza considerare le opzioni per il reindirizzamento, la deviazione ridotta o i vincoli del materiale rotabile. Hanno formulato un modello di programmazione a numero intero misto (MIP) con la funzione oggettiva di ridurre al minimo la somma ponderata del numero di treni cancellati e il ritardo per gli altri treni. Possono solo tracciare il numero di treni, invece della capacità, calcolando la differenza nel numero di treni in entrata e in uscita per verificare la disponibilità di binari ogni volta che è previsto che un nuovo treno entri in questa stazione.

Alcuni dei modelli sviluppati principalmente per i disturbi minori sono applicabili anche alle interruzioni importanti. Sono stati suggeriti diversi tipi di modelli per riprogrammare l'orario in caso di disturbi minori, inclusi sia modelli non ciclici (TÖRNQUIST e PERSSON [8]; GESTRELIUS *et al.* [9]) che ciclici (JIANG *et al.* [10]; TAN *et al.* [11]; TAN *et*

teger Linear Programming (ILP) model under different scenarios of partial or full blockages at different locations at the same time and the option for rerouting trains and balancing the timetable. The capacity of a station is considered in the model by tracking the availability of each track.

CAVONE *et al.* [77] considered full blockage of the rail line between two marshalling yards. They introduced a MILP model and an innovative bi-level rescheduling algorithm to fill the gap between macroscopic and microscopic modelling by considering the rail system both from a higher-level and also some detailed operation actions in the disrupted stations or segments. They also included the rolling stock in the yard through shunting constraints.

The adopted operation strategy for major interruption by ZHANG *et al.* [5] is slightly different. They rescheduled the timetable only by retiming, reordering, and cancelling trains without considering the options for rerouting, short-turning or rolling stock constraints. They formulated a Mixed Integer Programming (MIP) model with the objective function of minimizing the weighted sum of the number of cancelled trains and the delay for other trains. They can only track the number of trains, instead of capacity, by calculating the difference in the number of ingoing and outgoing trains to check the availability of tracks whenever a new train is planned to drive into this station.

Some of the models primarily developed for minor disturbances are also applicable to major interruptions. For rescheduling the timetable under small disturbances, several types of models have been suggested, including both non-cyclic (TÖRNQUIST and PERSSON [8]; GESTRELIUS *et al.* [9]) and cyclic models (JIANG *et al.* [10]; TAN *et al.* [11]; TAN *et al.* [12]). TÖRNQUIST and PERSSON [8] introduced a MILP-based model to reschedule timetables on a multiple tracked railway network during disturbances. The start time and end time of every event are included as continuous variables, and the train order is considered as a binary variable. The purpose with the model is to reduce the delay as much as possible. This model is extended by TÖRNQUIST and KRASEMANN [13] to include the options of passing through and stopping at stations.

Furthermore, there are some studies about inserting additional train service into an existing railway timetable, other than rescheduling the complete railway timetable (BURDETT and KOZAN [14]; CACCHIANI *et al.* [15]; JIANG *et al.* [16]; LJUNGGREN *et al.* [17]). However, it is very time-consuming to insert a large number of trains.

Although different authors have studied the topic of handling major interruptions in the railway system, to our knowledge, there is no model available that is applicable in our case. Most of the previously proposed models aim at optimizing the timetable from the passenger's view. Typical scenarios only consider partial or complete closures at rail lines between two stations. Furthermore, the schedule of passenger trains is different from the schedule of freight trains. Freight trains have longer travel times, are typically composed of waggons for several destinations, that need

al. [12]). TÖRNOQUIST e PERSSON [8] hanno introdotto un modello basato su MILP per riprogrammare gli orari su una rete ferroviaria a binari multipli durante i disturbi. L'ora di inizio e l'ora di fine di ogni evento sono incluse come variabili continue e l'ordine del treno è considerato una variabile binaria. Lo scopo del modello è quello di ridurre il più possibile il ritardo. Questo modello è stato esteso da TÖRNOQUIST KRASEMANN [13] per includere le opzioni di passaggio e sosta alle stazioni.

Inoltre, ci sono alcuni studi sull'inserimento di un servizio ferroviario aggiuntivo in un orario ferroviario esistente, oltre a riprogrammare l'orario ferroviario completo (BURDETT e KOZAN [14]; CACCHIANI *et al.* [15]; JIANG *et al.* [16]; LJUNGGREN *et al.* [17]). Tuttavia, l'inserimento di un gran numero di treni richiede molto tempo.

Sebbene diversi autori abbiano studiato il tema della gestione delle interruzioni importanti nel sistema ferroviario, a nostra conoscenza, non esiste un modello disponibile applicabile nel nostro caso. La maggior parte dei modelli proposti in precedenza mira a ottimizzare l'orario dal punto di vista del passeggero. Gli scenari tipici considerano solo chiusure parziali o complete delle linee ferroviarie tra due stazioni. Inoltre, l'orario dei treni passeggeri è diverso dall'orario dei treni merci. I treni merci hanno tempi di percorrenza più lunghi, sono in genere composti da vagoni per diverse destinazioni, che devono essere deviati o accoppiati/disaccoppiati lungo il percorso. La nostra strategia di riprogrammazione si concentra sulla riprogrammazione e sull'estensione del tempo di durata di fermata nelle stazioni invece di cancellare e modificare l'attività. Inoltre, per quanto a nostra conoscenza, le interruzioni importanti all'interno di uno scalo di smistamento non sono state ancora prese in considerazione.

Per riassumere, ci troviamo di fronte a diversi problemi quando cerchiamo di applicare modelli precedentemente presentati al nostro problema:

- (i) Il corridoio ferroviario coinvolge sia treni merci che passeggeri, mentre solo alcuni treni merci (treni interessati) richiedono un orario completamente nuovo, mentre consentiamo adeguamenti limitati degli orari esistenti di altri treni.
- (ii) I treni interessati devono partire dallo scalo originale entro un certo intervallo di tempo e possono arrivare allo scalo di destinazione solo dopo che l'interruzione è terminata.
- (iii) I treni merci possono avere un tempo di sosta più lungo in alcune stazioni lungo il percorso per allungare il loro tempo di viaggio totale.
- (iv) Il tempo di calcolo per il modello dovrebbe rimanere in un intervallo accettabile.

3. Descrizione del problema

Consideriamo un corridoio ferroviario che collega lo Scalo A con lo Scalo B. C'è una grave interruzione allo

to be shunted or coupled/decoupled along the route. Our rescheduling strategy focuses on rescheduling and extending the duration time at stations instead of cancelling and short turning. Furthermore, the major interruptions within a marshalling yard have, to the best of our knowledge, not yet been considered.

To summarize, we face several problems when trying to apply previously presented models to our problem:

- (i) *The rail corridor involves both freight and passenger trains, while only some freight trains (affected trains) require a completely new timetable whereas we allow limited adjustments of the existing schedules of other trains.*
- (ii) *The affected trains need to depart from the original yard within a certain time range and are only allowed to arrive at the destination yard after the interruption is over.*
- (iii) *The freight trains can have longer stopping time at some stations along the path to extend their total travel time.*
- (iv) *The computational time for the model should remain in an acceptable range.*

3. Problem Description

We consider a rail corridor connecting Yard A with Yard B. There is a major interruption at Yard B with anticipated duration and no trains can arrive Yard B during this time. We allow the freight trains to stop at some selected tracks in each station for both delaying the arrival time at yard B of affected trains and increasing the rescheduling flexibility of the non-affected freight and passenger trains, so that we can avoid cancellation of freight trains and ease the congestion in yard A.

In this paper, a segment refers to a set of tracks between two points, which can be either a station or a yard. A rail corridor refers to the long passage between two yards. We denote the freight trains with a destination at the interrupted yard as affected freight trains, all other trains are denoted as non-affected trains. We show an example of a rail line with four rail segments and three stations in Figure 1. All segments are double-tracked. Station 1 and 3 have two tracks and Station 2 has three tracks. The tracks in all stations are considered as available for both running and parking.

To simplify the problem, we consider that:

- (i) *All tracks are bi-directional.*
- (ii) *It is possible to access all outgoing tracks from any track at the end of each segment and station.*
- (iii) *No train can be cancelled.*

We are interested in a case, where we can focus on comparing the level of train delays. Figure 2 shows the capacity change for the incoming trains into Yard B over time. The curve represents the reality whereas the green blocks depict how it is modelled. We consider a maximum capacity for

Scalo B con durata prevista e nessun treno può arrivare allo Scalo B durante questo lasso di tempo. Consentiamo ai treni merci di fermarsi in alcuni binari selezionati in ciascuna stazione sia per ritardare l'orario di arrivo allo scalo B dei treni interessati sia per aumentare la flessibilità di riprogrammazione dei treni merci e passeggeri non interessati, in modo da evitare la cancellazione dei treni merci e diminuire la congestione nello scalo A.

In questo documento, un segmento si riferisce ad un insieme di binari tra due punti, che possono essere una stazione o uno scalo. Un corridoio ferroviario si riferisce al lungo passaggio tra due scali. Indichiamo i treni merci con destinazione presso lo scalo interrotto come treni merci interessati, tutti gli altri treni sono indicati come treni non interessati. La Fig. 1 illustra un esempio di una linea ferroviaria con quattro segmenti di binario e tre stazioni. Tutti i segmenti sono a doppio binario. Le stazioni 1 e 3 hanno due binari e la stazione 2 ne ha tre. I binari in tutte le stazioni sono considerati disponibili sia per operare che per la sosta.

Per semplificare il problema si ritiene che:

- (i) Tutti i binari sono bidirezionali.
- (ii) È possibile accedere a tutti i binari in uscita da qualsiasi binario alla fine di ogni segmento e stazione.
- (iii) Nessun treno può essere cancellato.

Siamo interessati a un caso in cui possiamo concentrarci sul confronto del livello di ritardi dei treni. La Fig. 2 mostra la variazione di capacità per i treni in arrivo nello Scalo B nel tempo. La curva rappresenta la realtà mentre i blocchi verdi rappresentano come viene modellata. Consideriamo una capacità massima per i treni in arrivo nello Scalo B. Prima dell'interruzione, supponiamo che la capacità per i treni in arrivo nello Scalo B, che è impostata a zero durante l'interruzione, sia al livello ordinario. Dopo l'interruzione, la capacità scende immediatamente a 0. Per semplificare il problema si ritiene che la capacità torni immediatamente alla normalità subito dopo la fine dell'interruzione.

La Fig. 3 e la Fig. 4 illustrano un esempio di riprogrammazione di un orario in caso di interruzione grave nello Scalo B. La Fig. 3 mostra l'orario originale sulla linea tra lo Scalo A e lo Scalo B. La Fig. 4 mostra l'orario riprogrammato. Questi orari includono l'intera linea e non abbiamo un orario per l'occupazione dei binari nello scalo. I treni non interessati sono in verde e giallo, i treni interessati in blu. Il giallo si riferisce ai treni non interessati che vengono riprogrammati e il verde si riferisce ai treni non interessati che non vengono riprogrammati. C'è una grave interruzione nello Scalo B e i treni merci interessati sono

incominciati in Yard B. Prima dell'interruzione, si assume la capacità per i treni in arrivo in Yard B, che è set to zero durante l'interruzione, è al livello ordinario. Dopo l'interruzione, la capacità immediatamente scende a 0. Per semplificare il problema, si considera che la capacità immediatamente riprende il livello normale subito dopo l'interruzione.

Fig. 3 and Fig. 4 give an example of rescheduling a timetable under a major interruption in Yard B. In Fig. 3, we show the original timetable on the line between Yard A and Yard B. In Fig. 4, we show the rescheduled timetable. These timetables include the whole line, and we do not have a timetable for the track occupation in the yard. Non-affected trains are shown in green and yellow, and the affected trains are shown in blue. Yellow refers to the non-affected trains that are rescheduled, and green refers to the non-affected trains that are not rescheduled. There is a major interruption in Yard B and the affected freight trains are either already on the way towards Yard B or remain in Yard A when this interruption occurs. Thus, these affected trains need to be rescheduled such that they arrive at Yard B after the interruption ends.

4. Mathematical Model

There are many optimization models for rescheduling railway timetables and the most common modelling approach is to build a MILP model, where the train order is discrete, and time is continuous. TÖRNQUIST and PERSSON [8] presented a MILP model that creates timetables on a multiple-tracked railway network. TÖRNQUIST and Persson's model has constraints on basic train restrictions, technical restrictions at each track, and operator preferences. The model has been further developed by TÖRNQUIST and KRASEMANN [13] by including options for passing through and stopping at stations. We propose a mathematical model for rescheduling the railway timetable based on TÖRNQUIST and Persson's model. Their rescheduling model is a MILP model for a network with multiple tracks. Our proposed model is an event-based model, in contrast to time-based models. In our model, we make two main modifications:

- (i) Capacity for stations and segments: We track the occupation on each track in all segments and stations by introducing a new binary variable $\gamma_{i,j,k}$, which indicates whether train i travels through track k on segment j or not. The conflict constraints in the model ensure that each track can only be occupied by one train at a time. These conflict constraints are only activated when two trains are assigned to the same track. By solving the conflicts on each track in each segment and station separately, we can avoid the situation that either a segment or a station contains more trains than possible



Figura 1 - Un esempio di una linea ferroviaria con due segmenti e tre stazioni.

Figure 1 - A rail-line example with two segments and three stations.

già in viaggio verso lo Scalo B o rimangono nello Scalo A quando si verifica questa interruzione. Pertanto, tali treni interessati devono essere riprogrammati in modo tale che arrivino allo scalo B al termine dell'interruzione.

4. Modello matematico

Esistono molti modelli di ottimizzazione per la riprogrammazione degli orari ferroviari e l'approccio di modellazione più comune è quello di costruire un modello MILP, in cui l'ordine del treno è discreto e il tempo è continuo. TÖRNQUIST e PERSSON [8] hanno presentato un modello MILP che

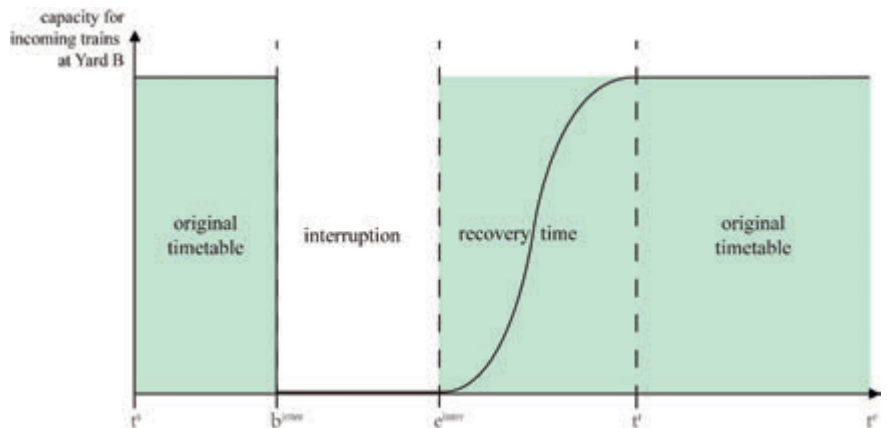


Figura 2 - Variazione di capacità nel tempo.
Figure 2 - The capacity change over time.

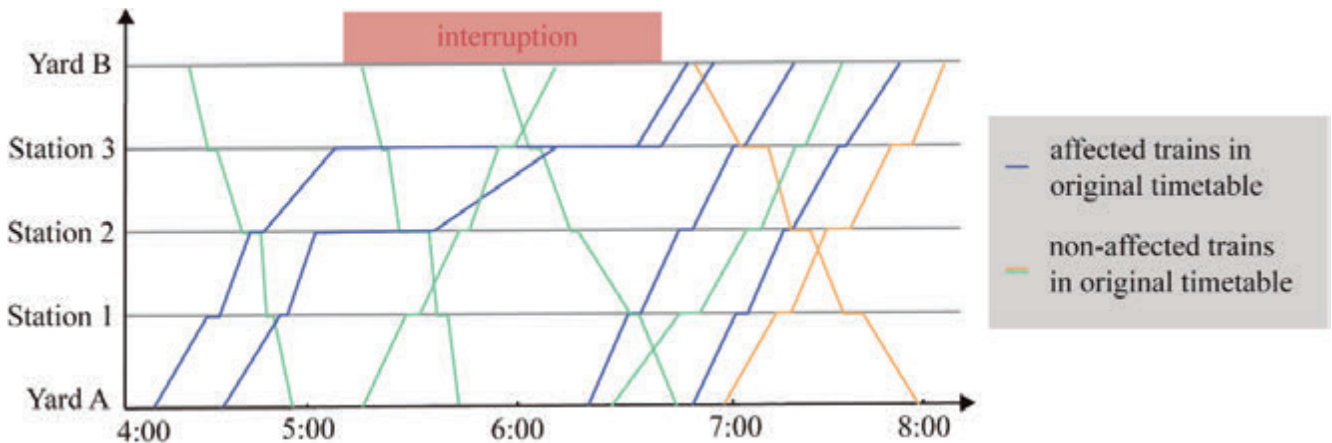


Figura 3 - Orario originale¹.
Figure 3 - Original timetable¹.

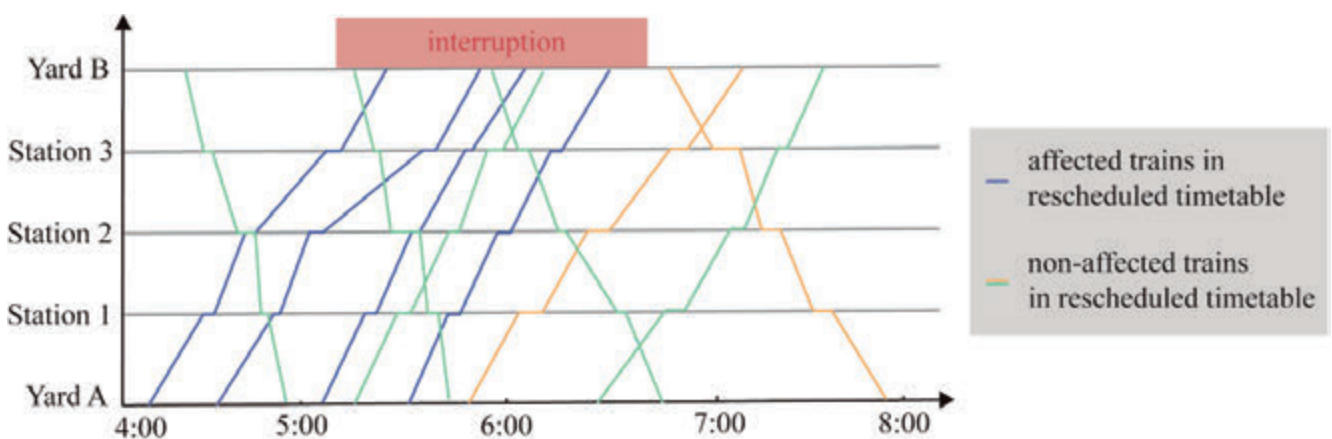


Figura 4 - Orario riprogrammato¹.
Figure 4 - Rescheduled timetable¹.

¹ Linee blu: treni merce interessati; linee gialle: treni merce non interessati; linee verdi: treni passeggeri.

¹ Blue lines: affected freight trains; yellow lines: non-affected freight trains; green lines: passenger trains.

crea orari su una rete ferroviaria a binari multipli. Il modello di TÖRNQUIST e PERSSON ha vincoli sulle restrizioni di base del treno, restrizioni tecniche su ciascun binario e preferenze dell'operatore. Il modello è stato ulteriormente sviluppato da TÖRNQUIST KRASEMANN [13] includendo opzioni per il passaggio e la sosta alle stazioni. Proponiamo un modello matematico per la riprogrammazione dell'orario ferroviario basato sul modello di TÖRNQUIST e PERSSON. Il loro modello di riprogrammazione è un modello MILP per una rete con più binari. Il nostro modello proposto è un modello basato sugli eventi, in contrasto con i modelli basati sul tempo. Nel nostro modello, apportiamo due modifiche principali (Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3):

- (i) Capacità per stazioni e segmenti: tracciamo l'occupazione su ciascun binario in tutti i segmenti e le stazioni introducendo una nuova variabile binaria $\gamma_{i,j,k}$, che indica se il treno i viaggia o meno attraverso il binario k sul segmento j . I vincoli di conflitto nel modello assicurano che ogni binario possa essere occupato solo da un treno alla volta. Questi vincoli di conflitto si attivano solo quando due treni sono assegnati allo stesso binario. Risolvendo i conflitti su ciascun binario in ciascun segmento e stazione separatamente, possiamo evitare la situazione in cui un segmento o una stazione contiene più treni del possibile a causa del suo limite di capacità. Per lo scalo di origine, supponiamo che la capacità sia illimitata.
- (ii) Permesso di fermata: i treni merci potrebbero dover fermarsi ai binari lungo il percorso durante l'interruzione, posticipare l'orario di arrivo allo scalo di destinazione fino al termine dell'interruzione. Tuttavia, ci sono alcune restrizioni tecniche per fermare i treni merci in alcuni binari laterali, ad esempio la direzione di marcia, la lunghezza del treno, ecc. Nel nostro modello, controlliamo se un treno merci può fermarsi su un binario in una stazione introducendo un nuovo parametro di incidente $\mu_{i,j,k}$. Questo parametro può influire sulla durata della fermata di ciascun treno in ciascuna stazione. $\mu_{i,j,k}$ è impostato su 1 se il treno i può fermarsi sul binario k del segmento j . Se un treno deve passare una stazione, $\mu_{i,j,k}$ determina se questo treno deve

Indici e Set
Indices and Sets

Tabella 1 – Table 1

Indici e Set Indices and Sets	Descrizione Description
i	Treno i Train j
j	Segmento j Segment j
k	Binario k Track k
$l_{i,j}$	Il numero dell'evento per il treno al segmento j The event number for train at segment j
T^{fre}	Insieme di tutti i treni merci Set of all freight trains
T^{pas}	Insieme di tutti i treni passeggeri e i treni merci che sono partiti Set of all passenger trains and the freight trains that have departed
T	Insieme di tutti i treni i , dove $T = T^{fre} \cup T^{pas}$ Set of all trains i , where $T = T^{fre} \cup T^{pas}$
J^t	Insieme di segmenti ferroviari Set of railway segments
J^s	Insieme di stazioni ferroviarie Set of railway stations
J	Insieme ordinato di segmenti e stazioni ferroviarie, dove $j = J^t \cup J^s$ Ordered set of railway segments and stations, where $j = J^t \cup J^s$
K_j	Insieme di binari sul segmento j Set of tracks on segment j
K^{pas}	Insieme di segmenti di binario che i treni passeggeri possono attraversare in tutte le stazioni Set of track segments that passenger trains are allowed to pass at all stations
K^{fre}	Insieme di segmenti di binario che i treni merci non interessati possono attraversare in tutte le stazioni j Set of track segments that non-affected freight trains are allowed to pass at all j stations
L	Insieme di eventi $l_{i,j}$ per tutti i treni Set of events $l_{i,j}$ for all trains

because of its capacity limit. For the origin yard, we assume the capacity to be unlimited.

- (ii) Stopping permission: Freight trains may need to stop at tracks along the path during the interruption postpone the arrival time at the destination yard till the interruption ends. However, there are some technical restrictions on stopping freight trains at some sidetracks, for example, the travelling direction, the train length etc. In our model, we check whether a freight train is allowed to stop at a track in a station by introducing a new incident parameter $\mu_{i,j,k}$. This parameter can affect the stopping duration of each train at each station. $\mu_{i,j,k}$ is set to 1 if train i may stop at track k of segment j . If a train needs to pass a station, determines whether this train has to pass without stopping or can stop at this station.

passare senza fermarsi o può fermarsi in questa stazione.

Supponiamo che l'orario originale sia privo di conflitti. Supponiamo anche che il nostro modello venga applicato dopo l'inizio dell'interruzione. Pertanto, il nostro modello di riprogrammazione si occupa solo della seconda e della terza fase del processo di gestione delle interruzioni con percorsi fissi per tutti i treni. Nella Fig. 2, la seconda fase si riferisce alla durata del tempo tra b^{inter} e e^{inter} , che è il tempo di interruzione. La terza fase si riferisce alla durata del tempo tra e^{inter} e t^r , chiamata tempo di recupero stimato.

4.1. Vincoli

Il vincolo (1) garantisce che gli eventi di ciascun treno siano strettamente collegati, il che significa che l'ora di fine per ciascun evento di ciascun treno è uguale all'ora di inizio per l'evento successivo di questo treno.

$$x_{i,l_{i,j}+1}^{start} = x_{i,l_{i,j}}^{end} \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (1)$$

Il vincolo (2) e (3) fissa l'orario per tutti i treni passeggeri. Il segno è una disgiunzione logica, che può anche essere interpretata come "o". I vincoli (4) e (5) stabiliscono il programma prima che si verifichi l'interruzione e dopo il tempo di recupero stimato. Nel nostro modello, consideriamo quel tempo di recupero stimato come parametro di input, in modo da poter confrontare gli effetti in base alla diversa durata del tempo di recupero.

$$x_{i,l_{i,j}}^{start} = b_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{pas}; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (2)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{end} = e_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{pas}; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (3)$$

$$\forall i \in T^{fre}; j \in J; l_{i,j} \in L: b_{i,l_{i,j}} \geq t^r \vee b_{i,l_{i,j}} \leq b^{inter} \quad (4)$$

$$\forall i \in T^{fre}; j \in J; l_{i,j} \in L: b_{i,l_{i,j}} \geq t^r \vee b_{i,l_{i,j}} \leq b^{inter} \quad (5)$$

4.1.1. Vincoli di durata

Il parametro $d_{i,j}$ si riferisce alla durata minima per un treno i per binario j in un segmento o in una stazione. I vincoli (7) - (8) sono vincoli facoltativi. Il vincolo (6) fa in modo che se il treno supera un binario di un segmento ferroviario, allora il suo tempo di durata dovrebbe essere almeno lungo quanto la durata minima su quel segmento. Abbiamo $x_{i,l_{i,j}}^{end} - x_{i,l_{i,j}}^{start} \geq d_{i,j}$ quando $\gamma_{i,j,k} = 1$. Se $\gamma_{i,j,k} = 0$, allora abbiamo $x_{i,l_{i,j}}^{end} - x_{i,l_{i,j}}^{start} \geq 0$. I vincoli (7) e (8) assicurano che se il treno è autorizzato

Tabella 2 – Table 2

Parametri
Parameters

Parametri Parameters	Descrizione Description
n_i	Numero evento per ogni treno Event number for each train
Δ_j	Cadenzamento minimo sul segmento j , ovvero un treno non può entrare nel segmento j prima che il treno precedente sia partito e siano trascorse almeno unità di Δ_j tempo Smallest headway on segment j , i.e., a train cannot enter segment before the previous train has left and at least Δ_j time units have passed
$d_{i,j}$	Durata minima per il treno i sul segmento o sulla stazione j Minimum duration for train i on segment or station j
$b_{i,l_{i,j}}$	Orario di inizio pianificato per il treno i sul segmento o sulla stazione j Planned start time for train i on segment or station j
$e_{i,l_{i,j}}$	Orario di fine pianificato per il treno i sul segmento o sulla stazione j Planned end time for train i on segment or station j
b_i^{win}	Scostamento massimo consentito dall'orario di partenza desiderato per il treno i dalla stazione di partenza Maximum allowed deviation from the desired departure time for train i from the departure station
$\mu_{i,j,k}$	È uguale a 1, se il treno i può fermarsi al binario k sul segmento j , e 0 altrimenti Equals 1, if train i is allowed to stop at the track k on segment j , and 0 otherwise
t^s	L'ora di inizio complessiva dell'orario originale senza alcun programma per l'equipaggio e il materiale rotabile The overall start time of the original timetable without any crew and rolling stock schedule
t^e	L'ora di fine complessiva dell'orario originale senza alcun programma per l'equipaggio e il materiale rotabile The overall end time of the original timetable without any crew and rolling stock schedule
b^{inter}	Il punto temporale in cui inizia l'interruzione importante The time point when the major interruption starts
e^{inter}	Il punto temporale in cui termina l'interruzione importante The time point when the major interruption ends
t^r	Il punto temporale in cui dovrebbe terminare il processo di recupero stimato The time point when the estimated recovery process should end
M^{dur}	Big M. M^{dur} è una grande costante per i vincoli di durata e dovrebbe essere maggiore della lunghezza massima del tempo di arresto consentita in una stazione Big M. M^{dur} is a large constant for the duration constraints and it should be larger than the maximum allowed stopping time length at one station
M^{con}	Big M. M^{con} è una grande costante per i vincoli di conflitto e dovrebbe essere maggiore del tempo di esercizio totale per due treni su un segmento Big M. M^{con} is a large constant for the conflict constraints and it should be larger than the total running time for two trains on one segment

Tabella 3 – Table 3

Variabili
Variables

Variabili Variables	Descrizione Description
$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}$	Orario di inizio per l'evento $l_{i,j}$ del treno i Start time for event $l_{i,j}$ of train i
$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}}$	Orario di fine per l'evento $l_{i,j}$ del treno i End time for event $l_{i,j}$ of train i
$\lambda_{i,v,j}$	Binario, ordine degli eventi sul segmento j : è uguale a 1 se l'evento del treno i si verifica prima dell'evento del treno v , altrimenti è uguale a 0 Binary, event order on segment j : equals 1 if the event of train i occurs before the event of train v , equals 0 otherwise
$\gamma_{i,j,k}$	Binario, uguale a 1 se il treno i supera il binario k sul segmento j Binary, equals 1 if train i passes the track k on segment j

We assume the original timetable is conflict-free. We also suppose that our model is applied after the interruption has started. Thus, our rescheduling model only takes care of the second and third phases of the interruption management process with fixed paths for all trains. In Figure 2, the second phase refers to the time duration between b^{inter} and e^{inter} , which is the interruption time. The third phase refers to the time duration between e^{inter} and t^r , which is called estimated recovery time.

a fermarsi su un binario in una stazione, allora può attraversare o fermarsi su questo binario. Il parametro M^{dur} è una grande costante, il cui valore dovrebbe essere sempre maggiore della lunghezza massima consentita del tempo di arresto in una stazione. Abbiamo $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq d_{i,j}$ quando $\gamma_{i,j,k} = 1$ e $\mu_{i,j,k} = 1$. Se il treno non è autorizzato a fermarsi su un binario della stazione, allora può viaggiare solo su questo binario. Quindi, abbiamo $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = d_{i,j}$ quando $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = d_{i,j}$.

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + \gamma_{i,j,k} d_{i,j} \quad \forall i \in T; j \in J^t; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (6)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + \gamma_{i,j,k} d_{i,j} + M^{\text{dur}}(\gamma_{i,j,k} - 1) \quad \forall i \in T; j \in J^s; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (7)$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq -x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - \gamma_{i,j,k} d_{i,j} - M^{\text{dur}}(1 - \gamma_{i,j,k} + \mu_{i,j,k}) \quad \forall i \in T; j \in J^s; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (8)$$

4.1.2. Conflitti e limiti di cadenzamento

I vincoli (9) e (10) assicurano che ogni binario possa essere occupato da un solo treno alla volta. I vincoli (11) e (12) limitano la selezione del valore della variabile $\lambda_{i,v,j}$. Se l'ora di inizio di un treno i è precedente a quella di un altro treno v in un segmento o in una stazione j allora $\lambda_{i,v,j} = 1$, e $\lambda_{i,v,j} = 0$ se l'ora di inizio di un treno i è successiva all'ora di inizio del treno v . Il parametro M^{con} è una grande costante, il cui valore dovrebbe essere sempre maggiore del tempo di esercizio totale per due treni su un segmento. Il vincolo (13) impone che solo un binario possa essere assegnato a un treno in un segmento o in una stazione quando questo treno supera questo segmento o questa stazione. I vincoli (14) e (15) limitano il numero di binario che i treni passeggeri e merci possono scegliere in ciascuna stazione. I treni passeggeri e merci possono scegliere solo i binari che sono inclusi nel set K^{pas} e K^{fire} rispettivamente.

$$x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq \Delta_j + M^{\text{con}}(\lambda_{i,v,j} + \gamma_{i,j,k} + \gamma_{v,j,k} - 3) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (9)$$

4.1. Constraints

Constraint (1) ensures that the events of each train are tightly connected, which means that the end time for each event of each train equals the start time for this train's next event.

$$x_{i,l_{i,j+1}}^{\text{start}} = x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (1)$$

Constraint (2) and (3) fix the timetable for all passenger trains. The sign is a logical disjunction, which can also be interpreted as 'or'. Constraints (4) and (5) fix the schedule before the interruption happens and after the estimated recovery time. In our model, we consider that estimated recovery time as an input parameter, so that we can compare the effects under different length of recovery time.

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = b_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{\text{pas}}; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (2)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} = e_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{\text{pas}}; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (3)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = b_{i,l_{i,j}}$$

$$\forall i \in T^{\text{fire}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b_{i,l_{i,j}} \geq t^r \vee b_{i,l_{i,j}} \leq b^{\text{inter}} \quad (4)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} = e_{i,l_{i,j}}$$

$$\forall i \in T^{\text{fire}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b_{i,l_{i,j}} \geq t^r \vee b_{i,l_{i,j}} \leq b^{\text{inter}} \quad (5)$$

4.1.1. Duration Constraints

The parameter $d_{i,j}$ refers to the minimum duration for a train i per track j at a segment or station. Constraint (7) - (8) are optional constraints. Constraint (6) makes sure that if the train passes one track of a rail segment, then its duration time should be at least as long as the minimum duration on that segment. We have $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq d_{i,j}$ when $\gamma_{i,j,k} = 1$ and $\gamma_{i,j,k} = 0$, then we have $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq 0$. Constraints (7) and (8) ensure that if the train is allowed to stop on a track at a station, then it can either run through or stop at this track. The parameter M^{dur} is a large constant, whose value should always be larger than the maximum allowed stopping time length at one station. We have $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq d_{i,j}$ when $\gamma_{i,j,k} = 1$ and $\mu_{i,j,k} = 1$. If the train is

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - x_{v,l_{v,j}}^{\text{end}} \geq \Delta_j + M^{\text{con}}(\gamma_{i,j,k} + \gamma_{v,j,k} - \lambda_{i,v,j} - 2) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (10)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} \geq -M^{\text{con}}\lambda_{i,v,j} \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (11)$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} \geq M^{\text{con}}(1 - \lambda_{i,v,j}) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (12)$$

$$\sum_{k \in K_j} \gamma_{i,j,k} = 1 \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (13)$$

$$\gamma_{i,j,k} = 0 \quad \forall i \in T^{\text{pas}}; j \in J^{\text{s}}; k \in K \setminus K^{\text{pas}}; l_{i,j} \in L \quad (14)$$

$$\gamma_{v,j,k} = 0 \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J^{\text{s}}; k \in K \setminus K^{\text{fre}}; l_{i,j} \in L \quad (15)$$

Il vincolo (16) fornisce l'intervallo per le variabili $x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}$ e $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}}$. Queste due variabili sono variabili continue, che sono più grandi o uguali a t^s . I vincoli (17) e (18) indicano $\lambda_{i,v,j}$ e $\gamma_{i,j,k}$ sono variabili binarie.

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}, x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq t^s \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (16)$$

$$\lambda_{i,v,j} \in \{0,1\} \quad \forall i \in 1, \dots, |T| - 1; v \in T; j \in J \quad (17)$$

$$\gamma_{i,j,k} \in \{0,1\} \quad \forall i \in 1, \dots, |T| - 1; j \in J; k \in K_j \quad (18)$$

4.1.3. Vincoli di deviazione

I vincoli (19) e (20) limitano l'ora di fine per tutti i treni interessati allo scalo di destinazione entro un certo intervallo: entro l'intervallo $[e^{\text{inter}}, e^{\text{inter}} + b^{\text{win}}]$. Il vincolo (21) limita l'ora di inizio allo scalo di origine per i treni interessati. I treni interessati possono essere ritardati solo allo scalo di origine. I treni non interessati possono partire solo più tardi dell'orario originariamente previsto, che è applicato nel Vincolo (22). Il segno \wedge è una congiunzione logica, che può anche essere interpretata come "e".

$$x_{i,n_i}^{\text{end}} \geq e^{\text{inter}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (19)$$

$$-x_{i,n_i}^{\text{end}} \geq -e^{\text{inter}} - b^{\text{win}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (20)$$

$$x_{i,1}^{\text{start}} \geq b_{i,1} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (21)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq b_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (22)$$

4.2. Obiettivi

In questo modello consideriamo tre funzioni oggettive. Il primo è quello di ridurre al minimo lo scostamento dall'orario originale per tutti i treni merci non interessati. Useremo il termine "Deviazione" per rappresentare questo obiettivo nel resto di questo documento. La variabile

not allowed to stop on a track of the station, then it can only run on this track. Thus, we have $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = d_{i,j}$ when $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} = d_{i,j}$.

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + \gamma_{i,j,k} d_{i,j} \quad \forall i \in T; j \in J^{\text{t}}; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (6)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + \gamma_{i,j,k} d_{i,j} + M^{\text{dur}}(\gamma_{i,j,k} - 1) \quad \forall i \in T; j \in J^{\text{s}}; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (7)$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq -x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - \gamma_{i,j,k} d_{i,j} - M^{\text{dur}}(1 - \gamma_{i,j,k} + \mu_{i,j,k}) \quad \forall i \in T; j \in J^{\text{s}}; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (8)$$

4.1.2. Conflicts and Headway Constraints

Constraints (9) and (10) ensure that each track can only be occupied by one train at a time. Constraint (11) and (12) limit the value selection of variable $\lambda_{i,v,j}$. If the start time of a train i is earlier than another train v at a segment or station j , then $\lambda_{i,v,j} = 1$, and $\lambda_{i,v,j} = 0$ if the start time of a train i is later than the start time of train v . The parameter M^{con} is a large constant, whose value should always be larger than the total running time for two trains on one segment. Constraint (13) enforces that only one track can be assigned to a train in a segment or station when this train passes this segment or station. Constraint (14) and (15) limit the track number that passenger and freight trains can choose at each station. The passenger and freight trains can only choose the tracks that are included in the set K^{pas} and K^{fre} respectively.

$$x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} - x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq \Delta_j + M^{\text{con}}(\lambda_{i,v,j} + \gamma_{i,j,k} + \gamma_{v,j,k} - 3) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (9)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - x_{v,l_{v,j}}^{\text{end}} \geq \Delta_j + M^{\text{con}}(\gamma_{i,j,k} + \gamma_{v,j,k} - \lambda_{i,v,j} - 2) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; k \in K_j; l_{i,j} \in L \quad (10)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} \geq -M^{\text{con}}\lambda_{i,v,j} \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (11)$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + x_{v,l_{v,j}}^{\text{start}} \geq M^{\text{con}}(1 - \lambda_{i,v,j}) \quad \forall i \in T; v \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (12)$$

$$\sum_{k \in K_j} \gamma_{i,j,k} = 1 \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (13)$$

$$\gamma_{i,j,k} = 0 \quad \forall i \in T^{\text{pas}}; j \in J^{\text{s}}; k \in K \setminus K^{\text{pas}}; l_{i,j} \in L \quad (14)$$

$$\gamma_{v,j,k} = 0 \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J^{\text{s}}; k \in K \setminus K^{\text{fre}}; l_{i,j} \in L \quad (15)$$

Constraint (16) gives the range for variables $x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}$ and $x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}}$. These two variables are continuous variables, which are larger or equal to t^s . Constraints (17) and (18) indicate $\lambda_{i,v,j}$ and $\gamma_{i,j,k}$ are binary parameters.

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}, x_{i,l_{i,j}}^{\text{end}} \geq t^s \quad \forall i \in T; j \in J; l_{i,j} \in L \quad (16)$$

$$\lambda_{i,v,j} \in \{0,1\} \quad \forall i \in 1, \dots, |T| - 1; v \in T; j \in J \quad (17)$$

$$\gamma_{i,j,k} \in \{0,1\} \quad \forall i \in 1, \dots, |T| - 1; j \in J; k \in K_j \quad (18)$$

z_i è una variabile continua, che equivale al valore assoluto della differenza tra $x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}$ e $b_{i,l_{i,j}}$ per tutti i treni non interessati ad ogni evento nel Vincolo 23 e 24. Riassumiamo per tutti i treni merci che sono originariamente programmati per arrivare allo scalo interrotto dopo l'interruzione ($e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}}$) o prima dell'interruzione ($b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}}$) o viaggiano nella direzione opposta ($l_{i,n_i} \neq n_i$).

$$f_1 = \sum_{i \in T^{\text{fre}}: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i} z_i$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + b_{i,l_{i,j}} \geq -z_i \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (23)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - b_{i,l_{i,j}} \geq -z_i \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (24)$$

$$z_i \geq 0 \quad \forall i \in T^{\text{fre}}: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (25)$$

Nella seconda funzione oggettiva, l'obiettivo è ridurre al minimo la somma del tempo di esercizio totale per tutti i treni interessati, che chiamiamo "Durata del trasporto". Riassumiamo per tutti i treni merci che sono entrambi originariamente programmati per arrivare allo scalo interrotto durante l'interruzione ($b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}}$) e viaggiano nella direzione dello scalo interrotto ($l_{i,n_i} = n_i$).

$$f_2 = \sum_{i \in T^{\text{fre}}: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i} (x_{i,n_i}^{\text{end}} - x_{i,1}^{\text{start}})$$

Per la terza funzione oggettiva, non miriamo a massimizzare o ridurre al minimo nulla, ma siamo interessati esclusivamente a trovare una soluzione fattibile nel caso in cui ne esista una. Una soluzione fattibile è qualsiasi assegnazione di valori variabili che soddisfi tutti i vincoli del nostro MILP. Tutte le soluzioni che soddisfano tutti i vincoli sono ugualmente valide per questa verifica di fattibilità. Quindi, impostiamo la funzione obiettivo come una costante ($f_3 = 1$). Il valore di questa funzione oggettiva non dipende dai valori di nessuna delle nostre variabili; quindi, tutte le soluzioni che soddisfano tutti i vincoli sono ugualmente valide e qualsiasi soluzione di questo tipo può essere l'output. Pertanto, con la funzione oggettiva costante, possiamo identificare se esiste una soluzione fattibile.

La formulazione del problema può essere riassunta come:

min f

soggetta a:

vincolo (1) - (22)

vincolo (23) - (25), se $f = f_1$

dove: $f \in \{f_1, f_2, f_3\}$

5. Esperimenti computazionali

Abbiamo implementato il nostro modello e lo abbiamo testato su alcuni piccoli esempi fittizi per convalidarlo e illu-

4.1.3. Deviation Constraints

Constraint (19) and (20) limit the end time for all affected trains at the destination yard within a certain range: to within the interval $[e^{\text{inter}}, e^{\text{inter}} + b^{\text{win}}]$. Constraint (21) limits the start time at the origin yard for the affected trains. The affected trains can only be delayed at the origin yard. The non-affected trains are only allowed to depart later than the originally scheduled time, which is enforced in Constraint (22). The sign \wedge is a logical conjunction, which can also be interpreted as 'and'.

$$x_{i,n_i}^{\text{end}} \geq e^{\text{inter}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (19)$$

$$-x_{i,n_i}^{\text{end}} \geq -e^{\text{inter}} - b^{\text{win}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (20)$$

$$x_{i,1}^{\text{start}} \geq b_{i,1} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i \quad (21)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} \geq b_{i,l_{i,j}} \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (22)$$

4.2. Objectives

We consider three objective functions in this model. The first one is to minimize the deviation from the original schedule for all non-affected freight trains. We will use 'Deviation' to represent this objective in the remainder of this paper. The variable z_i is a continuous variable, which equals the absolute value of the difference between $x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}}$ and $b_{i,l_{i,j}}$ for all non-affected trains at each event in Constraint 23 and 24. We sum up for all the freight trains that are either originally scheduled to arrive the interrupted yard after interruption ($e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}}$) or before interruption ($b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}}$) or run towards the opposite direction ($l_{i,n_i} \neq n_i$).

$$f_1 = \sum_{i \in T^{\text{fre}}: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i} z_i$$

$$-x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} + b_{i,l_{i,j}} \geq -z_i \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (23)$$

$$x_{i,l_{i,j}}^{\text{start}} - b_{i,l_{i,j}} \geq -z_i \quad \forall i \in T^{\text{fre}}; j \in J; l_{i,j} \in L: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (24)$$

$$z_i \geq 0 \quad \forall i \in T^{\text{fre}}: e^{\text{inter}} \leq b_{i,l_{i,n_i}} \vee b_{i,l_{i,n_i}} \leq b^{\text{inter}} \vee l_{i,n_i} \neq n_i \quad (25)$$

In the second objective function, the goal is to minimize the sum of the total running time for all affected trains, which we call 'Transport Time'. We sum up for all the freight trains that are both originally scheduled to arrive the interrupted yard during interruption ($b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}}$) and run in the direction towards the interrupted yard ($l_{i,n_i} = n_i$).

$$f_2 = \sum_{i \in T^{\text{fre}}: b^{\text{inter}} \leq e_{i,l_{i,n_i}} \leq e^{\text{inter}} \wedge l_{i,n_i} = n_i} (x_{i,n_i}^{\text{end}} - x_{i,1}^{\text{start}})$$

For the third objective function, we do not aim to max-

strare i risultati nel caso di studio I e II. Il set di dati per il Caso di studio III è di dimensioni ragionevoli per un'applicazione reale. Il modello è stato risolto utilizzando AMPL e il server Gurobi 7.5.2 su un server computazionale. Nei casi di studio, supponiamo che lo "scalo B" sia lo scalo di smistamento interrotto.

5.1. Caso di studio I

In questo caso, l'istanza è un orario che include 20 treni passeggeri e 5 treni merci (Fig. 5). L'orario dei treni passeggeri è omogeneo e simmetrico. Quattro dei treni merci viaggiano verso lo scalo B e un treno merci viaggia verso lo scalo A. Supponiamo che tutti i treni merci possano fermarsi in due binari laterali qualsiasi in ciascuna stazione. Inoltre, l'orario di arrivo si discosta entro un determinato intervallo per tutti i treni interessati nello scalo B.

Tutte le stazioni hanno 4 binari e i segmenti ne hanno due. La durata dell'interruzione è impostata su 30 minuti e il tempo di recupero stimato è impostato su 1 ora. Il parametro b^{win} è di 50 minuti e supponiamo che i treni merci possano prendere solo la metà dei binari in tutte le stazioni. La Fig. 5 mostra l'orario artificiale come input del modello, dove le linee blu sono treni merci e le linee verdi sono i treni passeggeri.

La Tab. 4 mostra il tempo computazionale medio e massimo con diverse funzioni obiettivo. Per ogni funzione obiettivo, eseguiamo il modello 5 volte. Come possiamo vedere dalla Tab. 4, il tempo computazionale con la funzione obiettivo "Fattibile" (f_3) è il più breve con in media 0,33 secondi. Il tempo di calcolo per "Deviazione" è leggermente superiore a quello per "Fattibile"; per la "Durata del trasporto" è di circa 200 secondi.

Sia la Tab. 5 che la Tab. 6 mostrano i risultati per la funzione obiettivo di "Durata del trasporto". La Tab. 5 include la deviazione media e massima dell'ora di inizio allo scalo di origine per tutti i treni interessati e il ritardo medio e massimo allo scalo di destinazione per tutti i treni non interessati. Il parametro b^{win} è lo scostamento massimo consentito dall'orario di partenza desiderato per il treno i dalla stazione di partenza. Quando il valore di b^{win} aumenta, aumentano anche la deviazione dell'ora di inizio dei treni interessati e il ritardo per i treni non interessati. Pertanto, regolando il valore del parametro b^{win} , possiamo spostare il problema della capacità dagli scali interrotti alle linee ferroviarie e allo scalo di partenza.

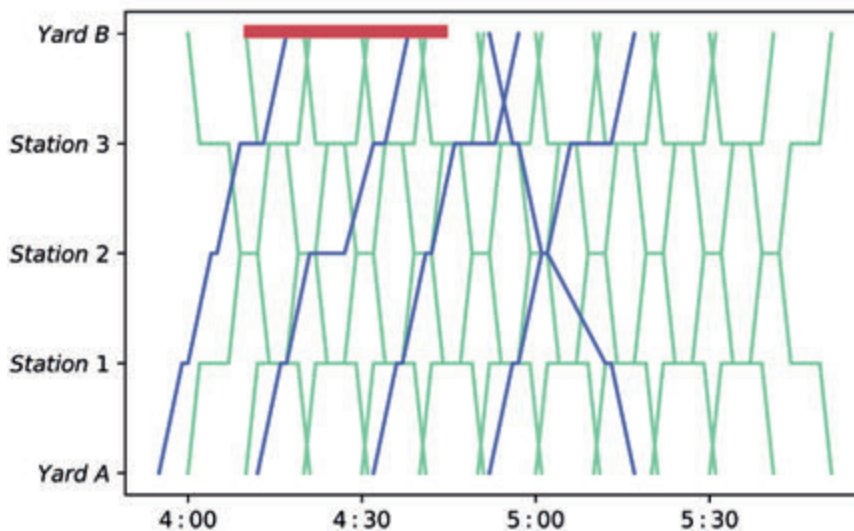


Figura 5 - L'orario originale (caso di studio I).²
Figure 5 - The original timetable (Case Study I).²

Tabella 4 – Table 4

I tempi computazionali con diverse funzioni obiettivo
The computational times with different objective functions

Funzione oggettiva Objective Function	Tempi di calcolo Computation Time (s)	
	Medio Average	Max Max
'Fattibile' (f_3) 'Feasible' (f_3)	0,33	0,34
"Deviazione" (f_1) 'Deviation' (f_1)	2,11	2,40
'Durata del trasporto' (f_2) 'Transport Time' (f_2)	200,13	200,21

imize or minimize anything, but we are solely interested in finding a feasible solution in case one exists. A feasible solution is any assignment of variable values that fulfills all constraints of our MILP. All solutions fulfilling all constraints are equally good for this feasibility check. Hence, we set the objective function as a constant ($f_3 = 1$). The value of this objective function does not depend on the values of any of our variables, thus, all solutions that fulfill all constraints are equally good, and any such solution can be the output. Thus, with the constant objective function, we can identify whether there is any solution that is feasible.

The problem formulation can be summarized as:

min f
subject to:

² Linee blu: treni merci; linee verdi: treni passeggeri.

² Blue lines: freight trains; green lines: passenger trains.

Tabella 5 – Table 5

Risultati con valore diverso di
The computational times with different objective functions

b^{win} (min) b^{win} (min)	Funzione oggettiva (min) Objective function (min)	Treni interessati allo scalo A Affected trains at Yard A		Treni non interessati allo scalo B Non-affected trains at Yard B	
		Deviazione media del tempo di partenza (min) Average departure time deviation (min)	Deviazione massima del tempo di partenza (min) Maximum departure time deviation (min)	Ritardo medio (min) Average delay (min)	Ritardo massimo (min) Maximum delay (min)
10	73	6	13	1	2
20	72	11	23	3	9
30	72	11	23	3	9
40	72	11	23	4	10
50	72	11	23	4	10
60	72	21	43	4	11

Tabella 6 – Table 6

Risultati con valori diversi di $\mu_{i,j,k}$
Results with different values of $\mu_{i,j,k}$

$\sum_{k \in K_j} \mu_{i,j,k}$	Treni interessati Affected trains	Treni non interessati Non-affected trains		
	Deviazione media del tempo di arrivo allo scalo B (min) Average arrival time deviation at yard B (min)	Ritardo medio dallo scalo B (min) Average delay from Yard B (min)	Aumento medio del tempo di arresto (min) Average increase of stopping time (min)	Aumento medio del tempo di esercizio (min) Average increase of the running time (min)
Pieno Full	27.5	8	6	1
Mezzo Half	23.5	4	3	0
Unico Single	22.5	4	0	0

La Tab. 6 mostra la deviazione media del tempo di arrivo allo scalo di destinazione per i treni interessati, il ritardo medio dallo scalo di destinazione, l'aumento medio del tempo di fermata e il tempo di esercizio per tutti i treni non interessati. "Completo" indica che i treni merci possono fermarsi su tutti i binari di ciascuna stazione, che possono essere rappresentati con $|K_j|$. "Metà" indica che i treni merci possono fermarsi a metà dei binari di tutte le stazioni, che possono essere rappresentati con $0.5 \cdot |K_j|$. Per quanto riguarda "Unico", indica che i treni merci possono fermarsi solo su un binario in ciascuna stazione.

Nella Tab. 6, la deviazione media del tempo di arrivo allo scalo di destinazione e il ritardo medio allo scalo di destinazione diminuiscono con una diminuzione del numero totale di binari che consentono una fermata tra tutte le stazioni, il che è un comportamento inaspettato. Una possibile spiegazione è che abbiamo programmi diversi con lo stesso valore obiettivo ottimale e non ci indirizziamo verso un valore specifico per queste metriche.

La Fig. 5 mostra l'orario originale nel Caso I. La durata dell'interruzione è contrassegnata da un blocco ros-

constrain (1) - (22)

constrain (23) - (25), se $f = f_1$

where: $f \in \{f_1, f_2, f_3\}$

5. Computational Experiments

We have implemented our model and tested it on some small, fictitious examples to validate it and illustrate the results in Case Study I and II. The data set for Case Study III is of a reasonable size for a real-world application. The model was solved using AMPL and the server Gurobi 7.5.2 on a computational server. In the case studies, we assume that 'Yard B' is the interrupted marshalling yard.

5.1. Case Study I

In this case, the instance is a timetable that includes 20 passenger trains and 5 freight trains (Fig. 5). The schedule of passenger trains is homogeneous and symmetrical. Four of the freight trains run towards Yard B and one freight train runs to Yard A.

so. La Fig. 6 e la Fig. 7 illustrano l'orario riprogrammato con la funzione oggettiva di "Deviazione" f_1 e "Durata del trasporto" f_2 , rispettivamente. I treni merci sono in blu, i treni passeggeri in verde. Nella Fig. 6, i treni interessati si fermano alla stazione 3 per un po' e poi viaggiano verso lo scalo B. Alcuni treni merci non interessati sono anche in

We assume that all freight trains are allowed to stop at any two side tracks in each station. Furthermore, the arrival time deviates within a given range for all affected trains in Yard B.

All the stations have 4 tracks and segments have two tracks. The interruption duration is set to 30 minutes, and the estimated recovery time is set to 1 hour. The parameter b^{win} is 50 minutes, and we assume that the freight trains can only take half of the tracks in all stations. Fig. 5 shows the artificial timetable as the input of the model, where the blue lines are freight trains, and the green lines are the passenger trains.

In Tab. 4, we display the average and maximum computational time with different objective functions. For each objective function, we run the model 5 times. As we can see from Tab 4, the computational time with the objective function 'Feasible' (f_3) is the shortest with on average 0.33 seconds. The computational time for 'Deviation' is slightly larger than that for 'Feasible'; for 'Transport Time' it is around 200 seconds.

Both Tab. 5 and Tab. 6 show results for the objective function of 'Transport Time'. Tab. 5 includes the average and maximum deviation of start time at the origin yard for all affected trains, and the average and maximum delay at the destination yard for all non-affected trains. Parameter b^{win} is the maximum allowed deviation from the desired departure time for train i from the departure station. When the value of b^{win} increases, the start-time deviation of affected trains and the delay for non-affected trains also increase. Thus, by adjusting the value of parameter b^{win} , we can move the capacity problem from the interrupted yards to rail lines and departure yard.

Tab. 6 shows the average arrival time deviation at the destination yard for affected trains, the average delay from destination yard, average increase of stopping time and running time for all non-affected trains. 'Full' indicates that the freight trains are allowed stop at all tracks at each station, which can be represented with $|K_j|$. 'Half' indicates that the freight trains are allowed to stop at half of the tracks at

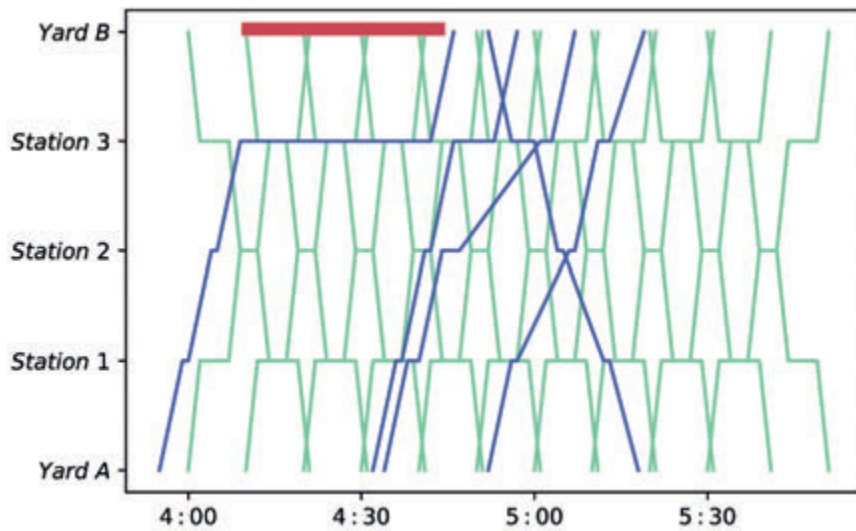


Figura 6 - L'orario riprogrammato con funzione oggettiva di f_1 "Deviazione"³.
Figure 6 - The rescheduled timetable with objective function of f_1 'Deviation'³.

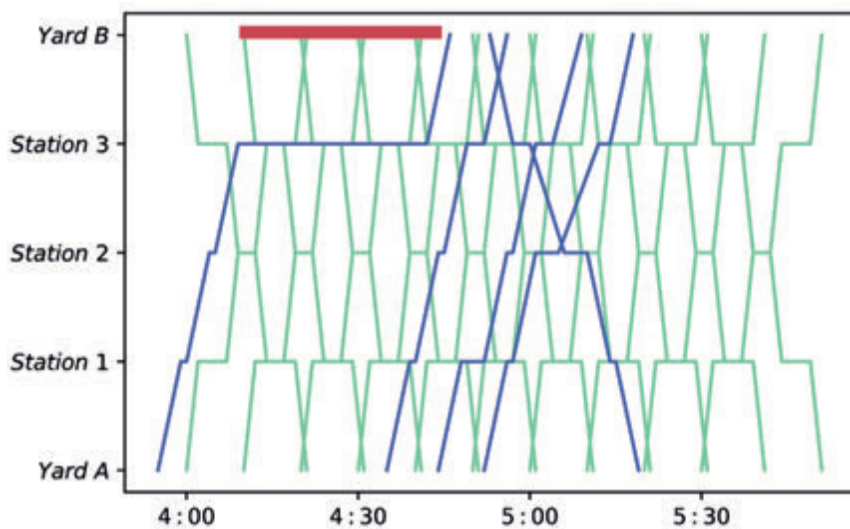


Figura 7 - L'orario riprogrammato con funzione oggettiva di f_2 "Durata del trasporto"³.
Figure 7 - The rescheduled timetable with objective function of f_2 'Transport Time'³.

³ Linee blu: treni merce interessati; linee gialle: treni merce non interessati; linee verdi: treni passeggeri.

³ Blue lines: freight trains; yellow and green lines: passenger trains..

ritardo nella stazione 2, nella stazione 3 e nello scalo B. Nella Fig. 7, i treni non interessati hanno meno tempo di sosta in totale, ma la deviazione totale dell'orario di arrivo per tutti i treni non interessati è maggiore rispetto al risultato riprogrammato di "Deviazione".

5.2. Caso di studio II

Il caso II si basa sugli stessi segmenti e stazioni del caso I, ma ora con un orario che include tre diversi tipi di treni. Nella Fig. 8, i treni merci sono in blu, i treni passeggeri rapidi in verde e i treni passeggeri lenti in giallo.

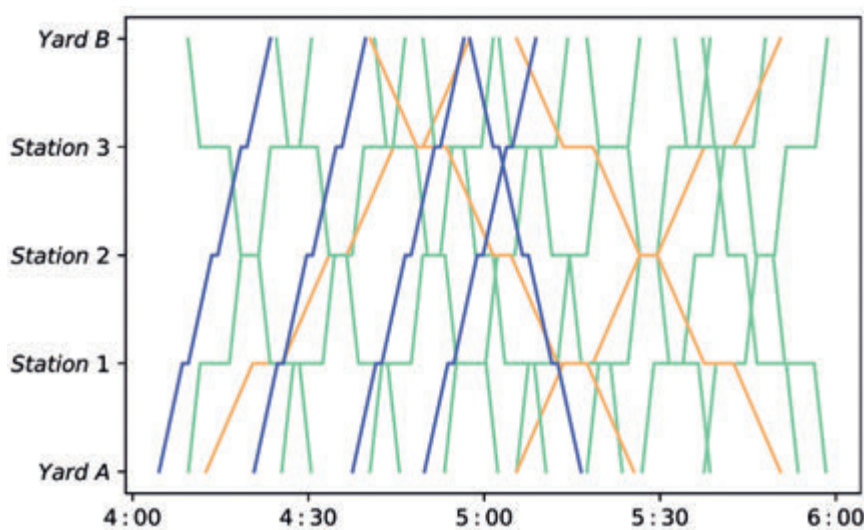


Figura 8 - Orario originale (Caso di studio II)⁴.
Figure 8 - The original timetable (Case Study II)⁴.

all stations, which can be represented with $0.5 \cdot |K_i|$. As for 'Single', it indicates that the freight trains are only allowed to stop on one track at each station. In Table 6, the average arrival time deviation at the destination yard and the average delay to the destination yard decrease with a decrease in the total number of tracks that allow a stop among all stations, which is an unexpected behaviour. A possible explanation is that we have different schedules with the same optimal objective value, and we do not steer towards a specific value for these metrics.

Fig. 5 shows the original timetable in Case I. The interruption duration is marked as a red block. Fig. 6 and Fig. 7 depict the rescheduled timetable with the objective function of 'Deviation' f_1 and 'Transport Time' f_2 , respectively. Freight trains are shown in blue, passenger trains are shown in green. In Fig. 6, the affected trains stop at Station 3 for a while and then run towards Yard B. Some non-affected freight trains are also delayed in Station 2, Station 3, and Yard B. In Fig. 7, the non-affected trains have less stopping time in total, but the total deviation of the arrival time for all non-affected trains is larger than for the rescheduled result of 'Deviation'.

5.2. Case Study II

Case II is based on the same segments and stations as in Case I, but now with a timetable including three different train types. In Fig. 8, freight trains are shown in blue, fast passenger trains in green, and slow passenger trains in yellow.

Tabella 7 – Table 7

Risultati con diversi tempi di interruzione e recupero (min)
Results with different interruption and recovery time (min)

Tempo di interruzione Interruption time	Tempo di ripristino Recovery time	Numero medio di treni interessati Average number of affected trains	'Deviazione' 'Deviation'	'Durata del trasporto' 'Transport Time'
			Ritardo medio dei treni interessati Average delay of affected trains	Ritardo medio dei treni non interessati Average delay of non-affected trains
10	20	1.0	13.0	10.7
10	30	1.0	24.7	9.3
20	20	1.3	34.7	10.7
20	40	1.3	34.0	12.7
20	60	1.0	35.7	24.3
30	30	1.7	35.0	27.0
30	60	1.7	43.7	35.7

⁴ Linee blu: treni merce interessati; linee gialle: treni merce non interessati; linee verdi: treni passeggeri.

⁴ Blue lines: freight trains; yellow and green lines: passenger trains.

Nella Tab. 7, mostriamo i risultati computazionali con diverse interruzioni, tempi di recupero e diverse funzioni oggettive. I risultati includono il numero di treni interessati, il ritardo medio dei treni interessati per la funzione oggettiva f_1 "Deviazione" e il ritardo medio dei treni non interessati per la f_2 "Durata del trasporto". Il numero medio di treni interessati è correlato all'ora di inizio e alla durata del tempo di interruzione. Eseguiamo il nostro modello tre volte con un diverso orario di inizio dell'ora di interruzione per ogni combinazione di interruzione e durata del recupero. I treni merci originariamente programmati per arrivare allo scalo interrotto durante l'orario di interruzione sono i treni interessati. Il numero di treni interessati aumenta mentre aumenta il tempo di interruzione. Anche la media dei treni interessati e il ritardo medio dei treni non interessati aumentano mentre aumenta il tempo di interruzione.

5.3. Caso di studio III

Il caso è un orario che include 120 treni passeggeri e 30 treni merci con 76 segmenti e 75 stazioni lungo la linea ferroviaria. Supponiamo che ogni segmento ferroviario sia a doppio binario e che ogni stazione abbia quattro binari. La Fig. 9 mostra l'orario artificiale. I treni merci sono in blu, i treni passeggeri in verde. Ci sono 60 treni passeggeri e 20 treni merci in una direzione e 60 treni passeggeri

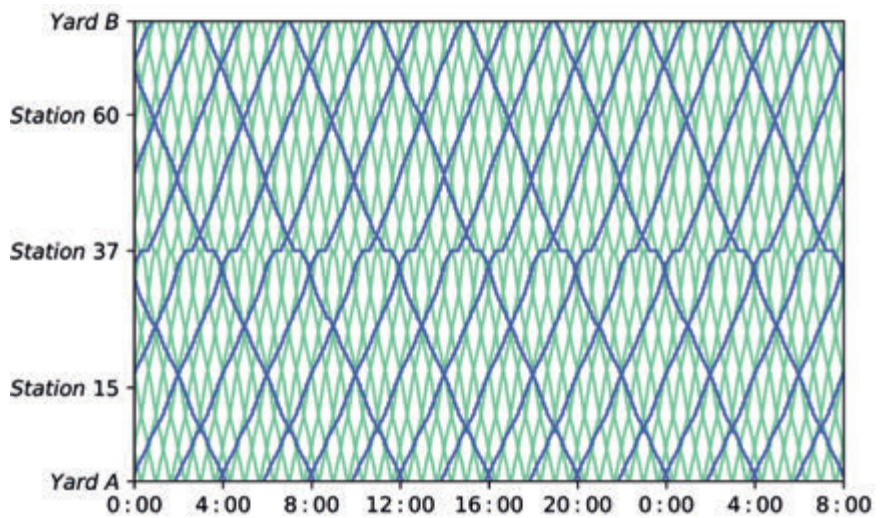


Figura 9 - Orario originale (Caso di studio III)⁵.
Figure 9 - The original timetable (Case Study III)⁵.

In Tab. 7, we show the computational results with different interruption, recovery times, and different objective functions. The results include the number of affected trains, the average delay of affected trains for the objective function f_1 'Deviation', and the average delay of non-affected trains for f_2 'Transport Time'. The average number of affected trains is related to the start time and the duration of the interruption time. We run our model three times with different start time of the interruption time for each combination of interruption and recovery duration. The freight trains that were originally scheduled to arrive at the interrupted yard during the interruption time are the affected trains. The number of affected trains increases while the interruption time increases. The av-

Tabella 8 – Table 8

Risultati con diversi valori di interruzione e tempo di recupero
Results with different values of interruption and recovery time

Interruzione (h) Interruption (h)	Tempo di recupero (h) Recovery Time (h)	Tempo/i di calcolo Computational Time (s)			Numero variabile Variable number	Numero vincolo Constraint number	Eventi ritardati Delayed Events	Ritardo medio totale (min) Total Average Delay (min)
		Min Min	Medio Average	Max Max				
1	1	16.8	24.0	28.4	78670	5810920	15	14
1	2	46.4	47.4	49.2	94681	5872420	39	14
1	3	57.6	62.4	67.5	112870	5940510	12	14
2	2	60.6	61.7	62.3	112870	5940550	88	74
2	4	78.3	79.1	80.6	146104	6068580	12	292
3	3	107.8	112	120.1	146103	6067670	101	127.5
3	6	1679.5	1838.1	1996.7	195416	6258560	76	87.5

⁵ Linee blu: treni merce interessati; linee gialle: treni merce non interessati; linee verdi: treni passeggeri.

⁵ Linee blu: treni merce interessati; linee gialle: treni merce non interessati; linee verdi: treni passeggeri.

e 10 treni merci nell'altra direzione. La differenza di orario di partenza dallo stesso scalo tra due treni passeggeri consecutivi è di 40 minuti. La differenza di orario di partenza dallo scalo B tra due treni merci consecutivi è di 4 ore e 2 ore dallo scalo A. Il tempo di sosta per i treni passeggeri alla stazione 37 è impostato su 10 minuti e i treni merci sono impostati su 20 minuti.

Nella Tab. 8, mostriamo il tempo computazionale minimo, medio e massimo e il numero di variabili e vincoli. Per ogni scenario, eseguiamo 5 volte. Gli eventi ritardati si riferiscono al numero di eventi per tutti i treni merci con orario ritardato. Il ritardo medio totale si riferisce al ritardo medio allo scalo di destinazione per tutti i treni merci. La funzione oggettiva rimane come deviazione di tutti i treni merci non interessati e il valore di b^{win} è uguale alla durata del tempo di recupero. Tutti i treni merci possono fermarsi solo su due binari laterali in ciascuna stazione. In questo caso, anche il tempo computazionale cresce con l'aumentare della durata del tempo di recupero. Oltre al numero totale di treni, segmenti, stazioni e binari, il numero di variabili e vincoli nel modello è influenzato dall'ora di inizio e fine e dalla durata sia dell'interruzione che della durata del recupero. Il numero di variabili e vincoli aumenta in modo significativo se aumentano i tempi di interruzione e recupero. Il numero di variabili è raddoppiato quando la durata totale dell'interruzione e del tempo di recupero è raddoppiata da 2 ore a 4 ore. Inoltre, quando la somma della durata totale dell'interruzione e del tempo di recupero è la stessa, anche il numero di variabili e vincoli è approssimativamente lo stesso.

6. Conclusioni e ricerche future

In questo documento, abbiamo introdotto un modello MILP per la riprogrammazione di un orario ferroviario durante un'interruzione importante, che posticipa un gruppo di treni (merci). Altri treni (passeggeri) non potevano essere spostati per accogliere i percorsi ferroviari riprogrammati. Nel modello MILP, consideriamo il limite di capacità per ogni segmento e stazione vietando conflitti a segmenti e stazioni. Limitiamo anche i tipi di treno che possono fermarsi su ciascun binario in ciascuna stazione. Questo modello è considerato una linea di base e può essere confrontato con altri approcci euristici in futuro. Possiamo utilizzare il nostro approccio per valutare l'impatto di un cambiamento dell'infrastruttura sul tempo di ripristino: dato, ad esempio, un binario chiuso, ma la stessa finestra di recupero, possiamo verificare se il recupero è possibile in quel lasso di tempo e, in caso affermativo, quanto è più lungo il tempo di recupero rispetto alla configurazione originale dell'infrastruttura.

Nei nostri esperimenti numerici con un caso fittizio, il tempo computazionale è fortemente influenzato dalla funzione oggettiva. Il tempo di calcolo per "Deviazione" è circa 6 volte più lungo rispetto a "Fattibile" e per "Durata del trasporto" 100 volte più lungo rispetto a "Deviazione". I test computazionali hanno anche dimostrato che il cre-

erage of affected trains and the average delay of non-affected trains also increase while the interruption time increases.

5.3 Case Study III

The instance is a timetable that includes 120 passenger trains and 30 freight trains with 76 segments and 75 stations along the rail line. We assume that each rail segment is double-tracked, and each station has four tracks. Figure 9 shows the artificial timetable. Freight trains are shown in blue and passenger trains are shown in green. There are 60 passenger trains and 20 freight trains in one direction, and 60 passenger trains and 10 freight trains in the other direction. The departure-time difference from the same yard between two consecutive passenger trains is 40 minutes. The departure-time difference from Yard B between two consecutive freight trains is 4 hours, and 2 hours from Yard A. The stopping time for passenger trains at station 37 is set to 10 minutes, and freight trains are set to 20 minutes.

In Tab. 8, we show the minimum, average and maximum computational time and the number of variables and constraints. For each scenario, we run 5 times. Delayed events refer to the number of events for all freight trains with delayed schedule. Total average delay refers to the average delay at the destination yard for all freight trains. The objective function remains as the deviation of all non-affected freight trains, and the value of b^{win} equals to the recovery time duration. All freight trains are allowed to stop at only two side tracks at each station. In this case, the computational time also grows as the duration of recovery time grows. Apart from the total number of trains, segments, stations, and tracks, the number of variables and constraints in the model are affected by the start and end time and length of both interruption and recovery duration. The number of variables and constraints increase significantly if the interruption and recovery time lengths increase. The number of variables doubled when the total duration of interruption and recovery time doubled from 2 hours to 4 hours. Furthermore, when the sum of the total duration of interruption and recovery time is the same, the numbers of variables and constraints are also roughly the same.

6. Conclusion and Future Research

In this paper, we introduced a MILP model for rescheduling a railway timetable during a major interruption, which postpones a group of (freight) trains. Other (passenger) trains were not allowed to be moved to accommodate the rescheduled train paths. In the MILP model, we consider the capacity limit for each segment and station by forbidding conflicts at segments and stations. We also limit the train types that are allowed to stop on each track in each station. This model is considered a base line and can be compared with other heuristic approaches in the future. We can use our approach to gauge the impact of an infrastructure change on the recovery time: given, for example, a closed track, but the same recovery window, we can check whether recovery is at all possible in that time frame, and if yes, how much longer the recovery time is in comparison to the original infrastructure setup.

sciente ritardo dei treni merci non interessati è influenzato in larga misura dall'aumento sia dell'interruzione che della durata del recupero. La funzione oggettiva "Deviazione" causa ritardi più gravi per i treni merci interessati rispetto ai treni non interessati. Inoltre, la modifica dei valori di alcuni parametri, tra cui la deviazione massima consentita dell'orario di partenza e l'autorizzazione alla fermata del treno sui binari, ha un grave impatto sul ritardo e sull'orario di fermata in tutte le stazioni nell'orario riprogrammato. Abbiamo notato che quando aumentano i tempi di interruzione e recupero, l'utilizzo dello spazio e il tempo computazionale aumentano molto di conseguenza.

Per la ricerca futura, questo modello ha ancora bisogno di ulteriori miglioramenti in termini di dimensioni del modello e tempo di calcolo, se deve essere applicato in un caso pratico. Con l'aumento del numero di stazioni, segmenti e numero di binari negli esperimenti, la complessità sia spaziale che temporale aumenta rapidamente. Inoltre, ci sono altri tre aspetti principali per miglioramenti futuri. In primo luogo, consideriamo di ridurre le dimensioni del modello, in particolare il numero di variabili binarie. In secondo luogo, consideriamo di estendere l'attuale modello mirando ad applicarlo su una rete anziché su un corridoio ferroviario e la sua possibilità di includere percorsi geografici alternativi per alcuni dei treni. Infine, dovremmo considerare la velocità di flusso dello scalo per l'accettazione dei treni.

In our numerical experiments with a fictive case, the computational time is strongly affected by the objective function. The calculation time for 'Deviation' is approximately 6 times longer than for 'Feasible' and for 'Transport Time' 100 times longer than for 'Deviation'. The computational tests also showed that the increasing delay of the non-affected freight trains is affected to a great extent by the rise of both interruption and recovery duration. The objective function 'Deviation' causes more severe delays for the affected freight trains than non-affected trains. Furthermore, changing the values of some parameters, including the maximum allowed deviation of the departure time and the permission of train stopping on tracks, has a severe impact on the delay and the stopping time at all stations in the rescheduled timetable. We noticed that when the interruption and recovery time increase, the space usage and computational time increase a lot accordingly.

For future research, this model still needs further improvements in terms of model size and computation time, if it is to be applied in a practical case. As the number of stations, segments and their track numbers increase in the experiments, both space and time complexity are increasing rapidly. Furthermore, there are other three main aspects for future improvements. Firstly, we consider to reduce the size of the model, especially the number of binary variables. Secondly, we consider to extend the current model aiming to apply it on a network instead of a rail corridor and its possibility to include alternative geographical routes for some of the trains. Lastly, we should consider the yard's rate of flow for accepting trains.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] I. LOUWERSE, D. HUISMAN (2014), "Adjusting a railway timetable in case of partial or complete blockades". *European journal of operational research*, 235(3):583–593.
- [2] B.L. Nelldal (2014), "Major traffic interruptions on sweden's railways 2000-2013 and their impact for transportation customers".
- [3] V. CACCHIANI, D. HUISMAN, M. KIDD, L. KROON, P. TOTH, L. VEELTURF, J. WAGENAAR (2014), "An overview of recovery models and algorithms for real-time railway rescheduling". *Transportation Research Part B: Methodological*, 63:15–37.
- [4] C. ZHANGG, Y. GAO, V. CACCHIANI, L. YANG, Z. GAO (2023), "Train rescheduling for large-scale disruptions in a large-scale railway network". *Transportation Research Part B: Methodological*, 174:102786.
- [5] S. ZHANG, L. G. KROON, L. P. VEELTURF, J. C. WAGENAAR (2015), "Real-time high-speed train rescheduling in case of a complete blockage". *Transportation Research Part B: Methodological*, 78:182–201.
- [6] L.P. VEELTURF, M. P. KIDD, V. CACCHIANI, L. G. KROON, P. TOTH. (2016), "A railway timetable rescheduling approach for handling large-scale disruptions". *Transportation Science*, 50(3):841–862.
- [7] G. CAVONE, L. Blenkens, T. Van Den Boom, M. DOTOLI, C. SEATZU, B. DE SCHUTTER (2019), "Railway disruption: a bi-level rescheduling algorithm". In 2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), pages 54–59. IEEE.
- [8] J. TÖRNQUIST KRASEMANN, J. PERSSON (2007), "N-tracked railway traffic re-scheduling during disturbances". *Transportation Research Part B: Methodological*, 41(3):342–362.
- [9] S. GESTRELIUS, M. Bohlin, M. Aronsson (2015), "On the uniqueness of operation days and delivery commitment generation for train timetables". In 6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (Rail-Tokyo2015), March 23-26, 2015, Tokyo, Japan.
- [10] Z. JIANG, Y. TAN, Ö. YALÇINKAYA *et al.* (2014), "Scheduling additional train unit services on rail transit lines". *Mathematical Problems in Engineering*.

- [11] Y. Y. TAN, Z. B. JIANG, Y.X. LI, R. X. WANG. (2020), "Integration of train-set circulation and adding train paths problem based on an existing cyclic timetable". *IEEE Access*, 8:87142–87163.
- [12] Y. TAN, W. XU, Z. JIANG, Z. WANG, B. SUN. (2021), "Inserting extra train services on high-speed railway". *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 49(1):16–24.
- [13] J. TÖRNQUIST KRASEMANN (2015), "Computational decision-support for railway traffic management and associated configuration challenges: An experimental study". *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 5(3):95–109.
- [14] R. L. BURDETT, E. KOZAN (2009), "Techniques for inserting additional trains into existing timetables". *Transportation Research Part B: Methodological*, 43(8-9):821–836.
- [15] V. CACCHIANI, A. CAPRARA, P. TOTH. (2010), "Scheduling extra freight trains on railway networks". *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(2):215–231.
- [16] F. JIANG, V. CACCHIANI, P. TOTH (2017), "Train timetabling by skip-stop planning in highly congested lines". *Transportation Research Part B: Methodological*, 104:149–174.
- [17] F. LJUNGGREN, K. PERSSON, A. PETERSON, C. SCHMIDT. (2021), "Railway timetabling: a maximum bottleneck path algorithm for finding an additional train path". *Public Transport*, 13:597–623.

L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato l'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.





Confronto tra i meccanismi di pedaggio e loro impatto sull'uso dell'infrastruttura ferroviaria

Comparing european track access charge mechanisms and their impact on networks use

Peyman ASMARI (*)

Stefano RICCI (**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.06.2024.ART.2>)

Sommario - Il *Track Access Charges* (TAC) è un pedaggio pagato dalle Imprese Ferroviarie per utilizzare le infrastrutture, che comprendono linee, stazioni e strutture correlate. Questi oneri svolgono un ruolo cruciale nel recupero dei costi per la manutenzione, l'espansione e il funzionamento della rete ferroviaria, al fine di garantire un accesso equo a più operatori. Le normative sul TAC, in genere, considerano parametri quali la massa del treno, la distanza percorsa, il tempo di funzionamento e il tipo di servizio per determinare le tariffe, con l'obiettivo di stabilire un sistema trasparente e competitivo che ottimizzi l'uso della rete e favorisca la sostenibilità e la crescita. L'articolo attua un'analisi comparativa completa del TAC in 18 paesi europei, approfondendo aspetti qualitativi e quantitativi delle normative sul TAC e indaga le complesse relazioni tra le normative e le principali caratteristiche della rete e della sua capacità. L'analisi comprende parametri quantitativi e valutazioni qualitative, concentrandosi sulla gestione della capacità e sull'uso della rete. Infine, fornisce raccomandazioni ai legislatori e alle parti interessate per migliorare l'efficacia delle normative sul TAC.

1. Introduzione

La Commissione europea ha favorito la separazione delle Imprese Ferroviarie (IF) dai Gestori dell'Infrastruttura (GI) per favorire la concorrenza e l'efficienza del mercato ferroviario, con l'obiettivo di istituire uno spazio ferroviario europeo unico (SERA) smantellando il concetto di monopolio sul controllo delle ferrovie nazionali in atto dalla fine del XX secolo. Questa transizione, facilitata da quattro pacchetti legislativi introdotti tra il 2001 e il 2016, mira a favorire la concorrenza, riformando al tempo

Summary - *Track Access Charges* (TAC) represents the fees paid by operators to utilize railway infrastructure, encompassing tracks, stations, and related facilities. These charges play a crucial role in cost recovery for maintaining, expanding, and operating the railway network, while ensuring fair access for multiple operators. TAC regulations typically consider parameters, such as train mass, distance traveled, time of operation, and service type to determine charges, aiming to establish a transparent and competitive system that optimizes network use and to foster sustainability and growth. The paper undertakes a comprehensive comparative analysis of TAC across 18 European countries, delving into both qualitative and quantitative aspects of TAC regulations. It investigates on the intricate relationships between regulations and key network and capacity features. The analysis encompasses both quantitative metrics and qualitative evaluations, focusing on capacity management and network use. Furthermore, the paper provides recommendations for policymakers and stakeholders to enhance the efficacy of TAC regulations.

1. Introduction

The European Commission advocated for the separation of railway undertakings (RU) from infrastructure managers (IM) to enhance competition and efficiency within the railway market, aiming to establish a Single European Railway Area (SERA) by dismantling the concept of national monopolies controlling national railway networks in the late 20th century. This transition, facilitated by four railway legislative packages introduced between 2001 and 2016, aimed to foster competition among train operators while reforming incumbents and establishing new regulatory authorities to

(*) Sapienza Università di Roma - DICEA, Via Eudossiana, 18, 00184, Roma, IT, peyman.asmari@uniroma1.it.

(**) Sapienza Università di Roma - *Development & Innovation in Transport Systems*, Via Eudossiana, 18, 00184, Roma, IT, stefano.ricci@uniroma1.it.

(*) Sapienza University of Rome – DICEA, Via Eudossiana, 18, 00184, Roma, IT, peyman.asmari@uniroma1.it.

(**) Sapienza University of Rome - *Development & Innovation in Transport Systems*, Via Eudossiana, 18, 00184, Roma, IT, stefano.ricci@uniroma1.it.

stesso gli operatori tradizionali e istituendo nuove autorità per supervisionare la sicurezza e le operazioni di mercato. Di conseguenza, questo cambiamento ha dato origine a nuovi meccanismi di regolamentazione del mercato come il TAC, che varia in modo significativo tra i membri dell'UE e all'interno delle nazioni, riflettendo l'evoluzione in corso. Inoltre, i mercati ferroviari possono essere caratterizzati sulla base della separazione verticale e orizzontale, dove la prima implica la supervisione governativa delle infrastrutture mentre le imprese forniscono i servizi, e la seconda riguarda le interazioni tra più attori con responsabilità simili.

Questo articolo intraprende una valutazione del TAC in 18 paesi, studiando reti di Austria, Belgio, Bulgaria, Croazia, Repubblica Ceca, Danimarca, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Norvegia, Portogallo, Spagna, Svezia e Regno Unito, dagli oltre 30.000 km di rete ferroviaria della Germania ai meno di 300 km del Lussemburgo [1] (Fig. 1). L'analisi mira a fornire una comprensione completa di come ciascun paese implementa i propri meccanismi sul TAC, offrendo preziosi spunti sui diversi approcci adottati nel panorama ferroviario europeo.

2. Rassegna bibliografica

I mercati ferroviari mostrano vari gradi di separazione verticale e orizzontale, delineando la divisione tra gestio-

oversee safety and market operations. Consequently, this shift also gave rise to novel market-regulatory mechanisms such as TAC, which vary significantly in implementation among EU members and within nations, reflecting ongoing evolution. Moreover, railway markets can be characterized based on vertical and horizontal separation, with the former involving government oversight of infrastructure while enterprises deliver services, and the latter concerning interactions among multiple players with similar responsibilities.

This paper undertakes an evaluation of TAC across 18 countries, encompassing networks of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Denmark, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, and the UK, characterized by a large variety of sizes, from over 30,000 km of Germany to less than 300 km of Luxembourg [1] (Fig. 1). The analysis aims to provide a comprehensive understanding of how each country implements its TAC mechanisms, offering valuable insights into the diverse approaches adopted across the European railway landscape.

2. Literature review

Railway markets display various degrees of vertical and horizontal separation, delineating the split between infrastructure management and railway services [2][3][4]. Infrastructure Managers (IM) entails tasks, such as con-

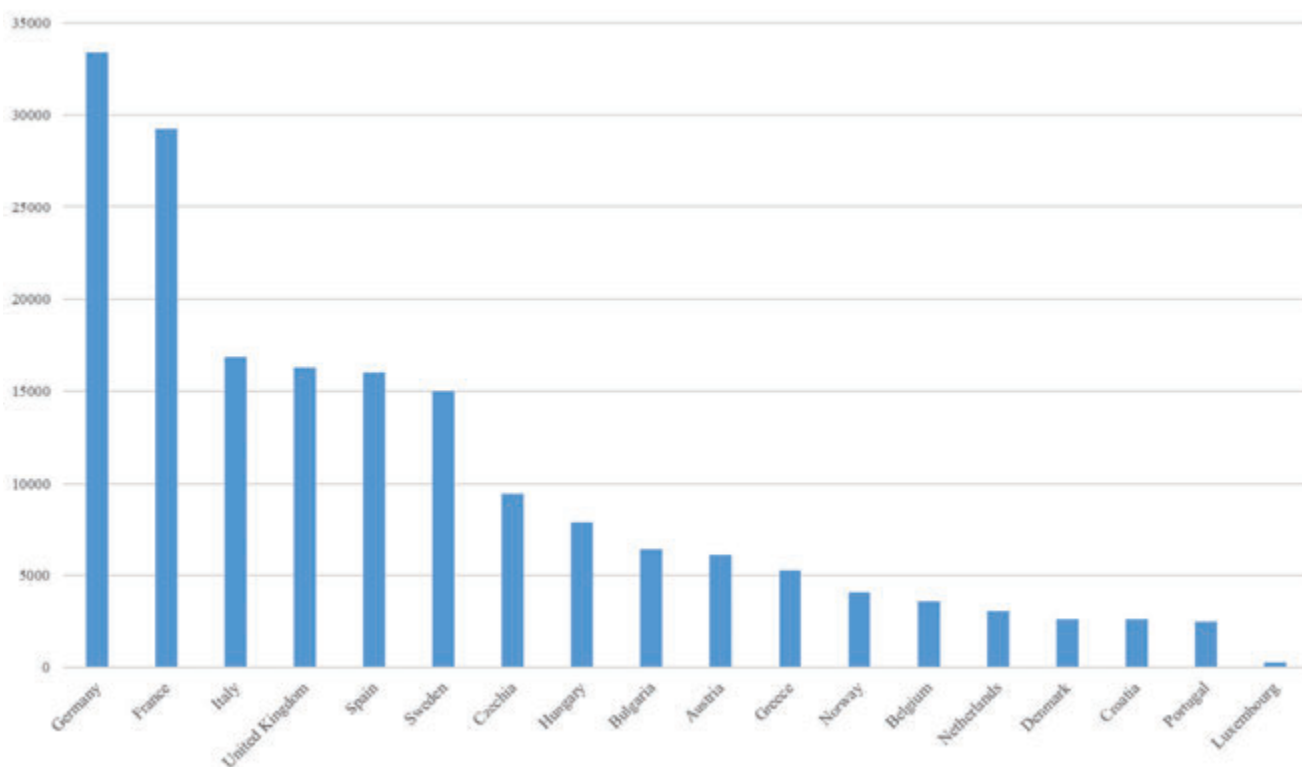


Figura 1 - Dimensioni delle reti ferroviarie nazionali studiate [km].

Figure 1 - Sizes of studied national railway networks [km].

ne dell'infrastruttura e servizi ferroviari [2][3][4]. I gestori dell'infrastruttura (GI) attuano compiti quali la costruzione, la manutenzione e il controllo del traffico, mentre le Imprese Ferroviarie (IF) sono responsabili del funzionamento dei treni. La Direttiva 91/440/CEE delinea tre tipi di separazione verticale: finanziaria, organizzativa e istituzionale, la prima obbligatoria e la terza facoltativa.

Storicamente, i mercati ferroviari sono stati integrati verticalmente e orizzontalmente, spesso gestiti da enti statali che detenevano il monopolio sull'intero mercato [5]. Tuttavia, a partire dagli anni '80, in linea con la citata Direttiva 91/440/CEE, si è verificata una tendenza verso la separazione di IF da GI, facendo emergere reti ferroviarie e mercati più indipendenti.

Nelle ferrovie separate verticalmente i governi supervisionano le infrastrutture, mentre le imprese gestiscono i servizi. La dimensione orizzontale implica interazioni tra più attori con responsabilità simili, come vari GI e IF [6] (Fig. 2).

L'evoluzione di nuove strutture di mercato ha reso necessaria l'introduzione di nuovi meccanismi come il TAC, che erano assenti durante l'era del monopolio. La direttiva 91/440/CEE ha gettato le basi per il libero accesso alle reti ferroviarie, mentre la direttiva 2001/14/CE ha fornito linee guida per l'allocazione della capacità e l'imposizione delle tariffe. Inizialmente, questa direttiva offriva flessibilità, consentendo agli Stati membri una notevole libertà nell'imporre il TAC. Tuttavia, nel 2015, il Regolamento 2015/909/UE ha imposto limiti alla copertura dei costi del TAC, specificando in dettaglio come calcolare i costi diretti del servizio ferroviario, segnando le ultime linee guida UE sui componenti TAC [7].

Il quadro che disciplina il TAC deve bilanciare la sostenibilità finanziaria delle infrastrutture e l'attrazione di nuovi operatori, aderendo a solidi principi di contenimento dei costi, riconoscendo la segmentazione del mercato e l'utilizzo della rete [8]. Fondamentalmente, la Direttiva stabilisce che le tariffe dovrebbero rispecchiare accuratamente i costi diretti sostenuti attraverso le operazioni di servizio ferroviario, che possono comportare:

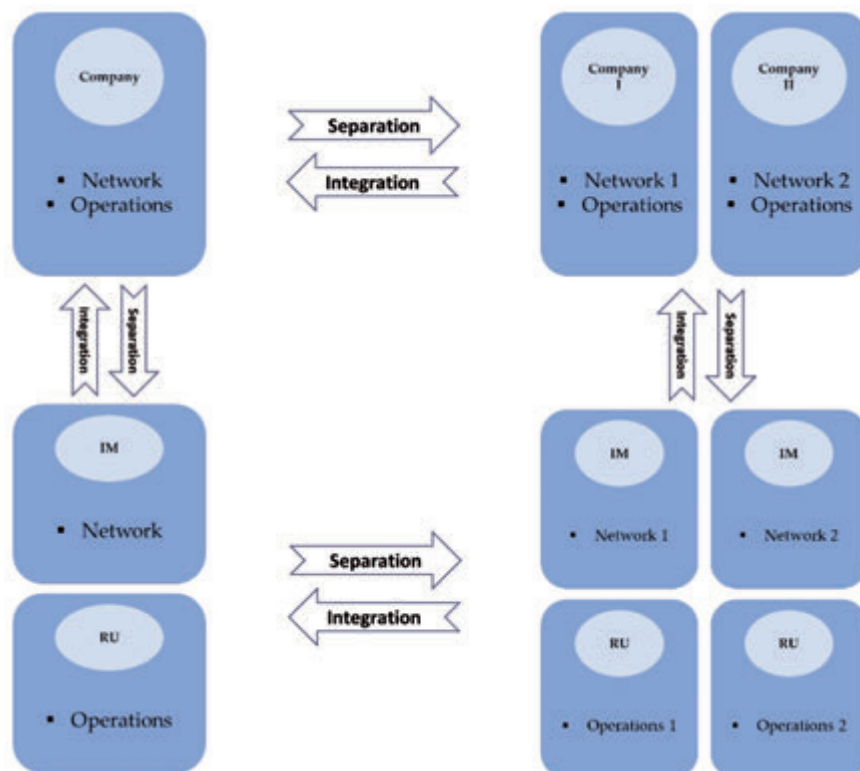
- Indennità per gli oneri legati alla scarsità dei servizi ferroviari, con il compito dei gestori dell'infrastruttura di affrontare tale problema a meno che non sia dimostrato economicamente impraticabile.
- Considerazione dei costi ambientali, a condizione che siano in linea con quelli applicati ad altre modalità di trasporto.

struction, maintenance, and traffic control, while Rail Undertakings (RU) are responsible for trains' operation. The Directive 91/440/EEC outlines three types of vertical separation: financial, organizational, and institutional, with the first being mandatory and the third being optional.

Historically, railway markets have been vertically and horizontally integrated, often managed by state-owned entities holding a monopoly over the entire market [5]. However, since the 1980s, in line with the cited Directive 91/440/EEC, there has been a trend toward separating IM from RU, leading to the emergence of more independent railway networks or sub-markets.

In vertically separated railways, governments oversee infrastructure, while enterprises handle services. The horizontal dimension involves interactions among multiple players with similar responsibilities, such as various IM and RU [6] (Fig. 2).

The evolution of new market structures has necessitated the introduction of new mechanisms like TAC, which were absent during the monopoly era. Directive 91/440/EEC laid the groundwork for open access to railway networks, while Directive 2001/14/EC provided guidelines for capacity allocation and fee imposition. Initially, this Directive offered flexibility, allowing Member States considerable freedom in crafting TAC models. However, in 2015, Regulation 2015/909/EU imposed limits on cost coverage and TAC levels, detailing how to calculate direct train service costs,



Fonte – Source: [6]

Figura 2 – Strutture di mercato alternative.
Figure 2 – Alternative market structures.

- Opportunità di recuperare i costi associati a investimenti specifici quando mancano fonti di finanziamento alternative.
- Giustificazione degli sconti sulla base dei costi effettivi, evitando un trattamento preferenziale per gli operatori più grandi.
- Inclusione di oneri che compensano i costi non coperti in altre modalità di trasporto.
- Accettazione di maggiorazioni non discriminatorie, garantendo un trattamento equo tra i segmenti di traffico in grado di coprire i costi diretti [3].

Dopo la ristrutturazione delle ferrovie europee, i ricercatori hanno esaminato approfonditamente le tariffe per l'infrastruttura ferroviaria, concentrandosi su analisi comparative delle metodologie di costo [9][10][11], dei sistemi di tariffazione di accesso e dei livelli di tariffa tra le nazioni a seguito dei primi due pacchetti normativi ferroviari. Tuttavia, questi studi spesso mancano di un'analisi approfondita delle motivazioni alla base dell'incorporazione di elementi specifici nelle tariffe. Questo articolo approfondisce i meccanismi di tariffazione ferroviaria dal punto di vista della rete e della capacità, inclusa la gestione della puntualità mediante sistemi di bonus-penalità basati sul regime di prestazione [12].

3. Meccanismi di TAC

Vari studi [2][3] hanno delineato quadri distinti per le strutture TAC: semplice, semplice-più, moltiplicativo e additivo. Questi quadri offrono diversi approcci alla strutturazione delle tariffe per l'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria, ciascuno con la propria serie di vantaggi e svantaggi, influenzati da fattori quali la complessità della rete, i modelli di utilizzo e gli obiettivi strategici del GI.

Espandendo le quattro categorie di strutture TAC, possiamo approfondire le loro caratteristiche (Tab. 1):

- Semplice: questi modelli danno priorità alla facilità d'uso e all'implementazione semplice, ma trascurano fattori come gli orari di punta o i tipi di servizio, basando le tariffe esclusivamente su unità, come treno-chilometri.
- Semplice-più: evolvendosi rispetto all'approccio semplice, le versioni migliorate incorporano variabili aggiuntive come l'ora del giorno, il tipo di carico e il conteggio dei passeggeri, consentendo un sistema di tariffazione più sfumato e sensibile alle diverse condizioni e tipi di utilizzo ferroviario.
- Moltiplicativo: sono modelli TAC più complessi che integrano vari fattori, quali distanza, massa, velocità e tempo in una formula complessa, risultando in tariffe strettamente allineate ai costi effettivi e alla complessità del servizio.
- Additivo: sono modelli adattabili, che offrono tariffe su misura basate su esigenze specifiche e componenti di

marking the latest EU guidelines on TAC components [7].

The framework governing TAC must balance financial sustainability for infrastructure and the attraction of new operators, while adhering to robust cost accounting principles and acknowledging market segmentation and network utilization [8]. Fundamentally, the Directive stipulates that fees should accurately mirror the direct costs incurred through train service operations, which may entail:

- Allowance for scarcity charges, with infrastructure managers mandated to address scarcity unless proven economically unviable.
- Consideration of environmental costs, provided they align with those applied to other transportation modes.
- Opportunity for recovering costs associated with specific investments when alternative funding sources are lacking.
- Justification of discounts based on actual costs, avoiding preferential treatment for larger operators.
- Inclusion of charges compensating for uncovered costs in other transportation modes.
- Acceptance of non-discriminatory mark-ups, ensuring equitable treatment across traffic segments capable of covering direct costs [3].

Since the restructuring of European railways, scholars have extensively scrutinized railway infrastructure charges, focusing on comparative analyses of costing methodologies [9][10][11], access charge frameworks, and fee levels across nations following the initial two railway packages. However, these studies often lack thorough exploration of the underlying rationale behind the incorporation of specific elements into charging structures. This paper delves into railway charging mechanisms from the perspective of network and capacity, including the management of the punctuality by means of performance regime-based bonus-penalty systems [12].

3. TAC mechanisms

Various studies [2][3] have delineated distinct frameworks for TAC structures: simple, simple-plus, multiplicative, and additive. These frameworks offer varied approaches to structuring fees for railway infrastructure usage, each with its own set of advantages and disadvantages, influenced by factors, such as network complexity, usage patterns, and the strategic objectives of the IM.

Expanding upon the four categories of TAC structures, we can delve deeper into their characteristics (Tab. 1):

- Simple: these models prioritize user-friendliness and straightforward implementation but overlook factors like peak travel times or service types, basing charges solely on units, such as train-kilometres.
- Simple-plus: evolving from the simple approach, the enhanced versions incorporate additional variables like time of day, cargo type, and passenger counts, allowing

Tabella 1 – Table 1

Categorie dei quadri tariffari per l'accesso alla rete
Categories of track access charge frameworks

Strutture di TAC <i>TAC structures</i>	Descrizione <i>Description</i>	Paesi <i>Countries</i>
Semplice <i>Simple</i>	Prezzo per treno-km e/o per t-km <i>Price per train-km and/or per t-km</i>	Bulgaria, Danimarca, Germania, Norvegia, Portogallo <i>Bulgaria, Denmark, Germany, Norway, Portugal</i>
Semplice+ <i>Simple+</i>	Stesso semplice con la possibilità di alcuni parametri aggiuntivi <i>Same as simple with the possibility of a few additional parameters</i>	Austria, Ungheria, Svezia, Svizzera <i>Austria, Hungary, Sweden, Switzerland</i>
Moltiplicativo <i>Multiplicative</i>	Prezzo base moltiplicato per diversi fattori <i>Base price multiplied by different factors</i>	Croazia, Repubblica Ceca <i>Croatia, Czechia</i>
Additivo <i>Additive</i>	$X_1 + X_2 + X_3 + \dots$ con X_i componente semplice o complessa <i>$X_1 + X_2 + X_3 + \dots$ where X_i is a simple or a complex component</i>	Belgio, Francia, Grecia, Italia, Lussemburgo, Olanda, Spagna, Regno Unito <i>Belgium, France, Greece, Italy, Luxembourg, Netherlands, Spain, United Kingdom</i>

costo individuali, tariffe di base, tariffe per elementi come tunnel e aggiunte per le ore di punta o tratte trafficate, calcolati separatamente e quindi combinati per determinare la tariffa finale, con ciascun componente potenzialmente derivato da una formula o approccio diverso.

4. Analisi qualitativa e quantitativa

4.1. Tipologie di schemi di carico

Analizzando gli schemi di TAC emergono diversi fattori legati alla capacità e alle infrastrutture. Con un approccio molto semplificato, si può pensare una formulazione che incorpori gli oneri per la capacità F(C) e l'infrastruttura F(I), riflettendo i parametri operativi più ricorrenti.

$$TAC = F(C) + F(I) \tag{1}$$

Dal punto di vista della capacità, F(C) include vari fattori, come la distanza percorsa, l'ora del giorno/settimana, la categoria della linea, il tipo di trazione, la congestione della rete e la gestione del traffico. Tali elementi regolano l'allocazione e la gestione della capacità di rete per gli operatori ferroviari. Ad esempio, la distanza coperta misura la lunghezza di utilizzo dei binari ferroviari, mentre l'ora del giorno/della settimana distingue tra periodi di punta e non di punta per gestire la domanda in modo efficace.

Sul fronte delle infrastrutture, F(I) comprende fornitura di energia elettrica, massa del treno, stazioni/fermate, velocità e segmento di mercato. Questi elementi riguardano i costi diretti sostenuti dall'GI e influiscono sulle attività di manutenzione e utilizzo. Ad esempio, la massa del treno influenza l'usura dei binari e la frequenza della manutenzione, mentre la classificazione delle stazioni/fermate influenza i servizi passeggeri.

for a more nuanced charging system sensitive to diverse conditions and types of railway usage.

- *Multiplicative: more intricate TAC models that integrate various factors, such as distance, mass, speed, and time into a complex formula, resulting in charges closely aligned with actual costs and service complexities.*
- *Additive: frameworks that offer adaptability by allowing at tailored charging based on specific needs and individual cost components, including basic fees, charges for features like tunnels, and premiums for peak times or busy routes, calculated separately and then combined to determine the final charge, with each component potentially derived from a different formula or approach.*

4. Qualitative and Quantitative Analysis

4.1. Typologies of charging schemes

Analysing the TAC schemes, various factors related to capacity and infrastructure emerge. In a very simplified approach, a comprehensive formulation incorporates charges for capacity F(C) and infrastructure F(I), reflecting the most recurrent operational parameters.

$$TAC = F(C) + F(I) \tag{1}$$

From a capacity perspective, F(C) include various factors, such as Distance Covered, Time of Day/Week, Line Category, Traction Type, Network Congestion, and Traffic Management are considered. These elements govern the allocation and the management of the network capacity for railway operators. For instance, Distance Covered measures the length of the railway tracks use, while Time of Day/Week distinguishes between peak and off-peak periods to manage demand effectively.

4.2. Analisi Quantitativa

In questa sezione vengono valutati gli aspetti qualitativi dei parametri interessati. Le seguenti sottosezioni forniscono un esame completo degli aspetti qualitativi dei parametri stessi, offrendo approfondimenti sulla loro adozione, significato, flessibilità e potenziale per strategie di standardizzazione o benchmarking.

4.2.1. Adozione dei parametri

I *Network Statement*, pubblicati dai GI, costituiscono una risorsa completa contenente informazioni dettagliate sull'infrastruttura ferroviaria, che coprono specifiche tecniche, norme di accesso, tariffe e dettagli essenziali per le Imprese Ferroviarie che operano sulla rete. Il suo ruolo è cruciale nel garantire trasparenza ed equo accesso alle infrastrutture ferroviarie per tutti i potenziali utenti. Pertanto, per valutare approfonditamente i quadri normativi dei vari paesi, è fondamentale esaminare gli ultimi prospetti informativi delle reti. Questi prospetti, riassunti nella Tab. 2, offrono spunti attuali sull'approccio di ciascun paese alla gestione e alla regolamentazione della rete ferroviaria. L'analisi dei dati rivela che, mentre parametri quali la distanza coperta, il segmento di mercato, la fornitura di energia elettrica e la massa dei treni sono comunemente considerati dalla maggior parte dei paesi, altri parametri, quali l'ora del giorno/della settimana, la categoria della linea, la congestione della rete, la gestione del traffico, e le stazioni/fermate sono incluse solo da pochi sistemi TAC. L'applicazione della massa del treno varia: alcuni paesi la combinano con la distanza percorsa, mentre altri utilizzano categorie di massa fisse. Allo stesso modo, la categorizzazione della velocità differisce in base ai limiti di velocità della linea ferroviaria tra i paesi.

4.2.2. Valutazione dell'importanza dei parametri

La distanza coperta riveste un'importanza significativa nella valutazione della capacità poiché aiuta i gestori dell'infrastruttura ad allocare in modo efficiente la capacità e a ottimizzare l'utilizzo dei binari. Inoltre, determina il TAC, incidendo sulla generazione delle entrate e sulla pianificazione del bilancio. Inoltre, i dati dettagliati sulla lunghezza del viaggio supportano una pianificazione operativa strategica, la pianificazione della manutenzione e la fornitura puntuale del servizio. La massa del treno svolge un ruolo cruciale nel garantire la sicurezza prevenendo sollecitazioni eccessive sui binari e riducendo il rischio di deragliamento, influenzando anche l'usura delle infrastrutture e le decisioni operative, come la selezione e la programmazione del percorso. Inoltre, influisce su considerazioni finanziarie poiché i treni più pesanti potrebbero dover sostenere tariffe più elevate a causa della maggiore usura delle infrastrutture e funge da indicatore di prestazione che influenza aspetti come le capacità di accelerazione e di frenata. L'analisi del segmento di mercato fornisce approfondimenti sulle tendenze dei servizi ferroviari, guidando le decisioni sulla

On the infrastructure front, F(I) includes Electricity Supply, Train Mass, Stations/Stops, Speed, and Market Segment. These elements address the direct costs incurred by the IM and impact maintenance and usage activities. For example, Train Mass affects the track wear and the maintenance frequency, meanwhile Stations/Stops classification influences the passenger services.

4.2. Qualitative Analysis

In this section, qualitative aspects of the concerned parameters are assessed. The following subsections provide a comprehensive examination of the qualitative aspects of the parameters themselves, offering insights into their adoption, significance, flexibility, and potential for standardization or benchmarking strategies.

4.2.1. Adoption of parameters

The Network Statements, issued by the IMs, serve as a comprehensive resource containing detailed information on railway infrastructure, covering technical specifications, access regulations, tariffs, and essential details for railway undertakings operating on the network. Its role is crucial in ensuring transparency and fair access to railway infrastructure for all potential users. Therefore, to thoroughly assess regulatory frameworks across countries, examining the latest network statements is fundamental. These statements, summarized in Tab. 2, offer current insights into each country's approach to rail network management and regulations. Data analysis reveals that, while parameters, such as Distance Covered, Market Segment, Electricity Supply, and Train Mass, are commonly considered by most countries, other parameters, such as Time of Day/Week, Line Category, Network Congestion, Traffic Management, and Stations/Stops are included by only a few TAC systems. The application of Train Mass varies, with some countries combining it with Distance Covered, while others use fixed mass categories. Similarly, Speed categorization differs based on railway line speed limits among countries.

4.2.2. Evaluation of parameters' importance

Distance Covered holds significant importance in capacity assessment as it aids infrastructure managers in efficiently allocating capacity and optimizing track usage. It also shapes the TAC framework, impacting revenue generation and budget planning. Furthermore, detailed route length data supports strategic operational planning, maintenance scheduling, and punctual service delivery. In addition, Train Mass plays a crucial role in ensuring safety by preventing excessive stress on tracks and reducing the risk of derailment, while also influencing infrastructure wear and operational decisions, such as route selection and scheduling. Moreover, it affects financial considerations as heavier trains may face higher charges due to increased infrastructure wear, and it serves as a performance indicator influencing aspects like acceleration and braking capabilities. Furthermore, Market Segment analysis provides insights into railway service trends, guiding decisions on service distribution and infrastructure investments. It facilitates

Tabella 2 – Table 2

Parametri adottati dai diversi Paesi
Parameters adopted in various countries

Paese Country	Capacità Capacity						Infrastruttura Infrastructure				
	Distanza percorsa Distance Covered	Ora del giorno/ settimana Time of the day/week	Categoria di linea Line Category	Tipo di trazione Traction type	Traffico sulla rete Network Congestion	Management Management	Elettrificazione Electricity Supply	Massa del treno Train Mass	Stazioni/fermate Station/Stops	Velocità Speed	Segmento di mercato Market segment
Austria	✓			✓				✓			✓
Belgio Belgium	✓	✓			✓		✓				✓
Bulgaria	✓							✓			
Croazia Croatia	✓		✓				✓	✓			✓
Cechia Czechia	✓					✓		✓	✓		✓
Danimarca Denmark	✓						✓				
Francia France	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
Germania Germany	✓					✓				✓	✓
Grecia Greece	✓			✓				✓	✓		✓
Ungheria Hungary	✓						✓	✓		✓	✓
Italia Italy	✓			✓				✓		✓	✓
Lussemburgo Luxemburg	✓				✓	✓	✓	✓			✓
Olanda Netherlands	✓						✓	✓	✓		✓
Norvegia Norway	✓							✓			✓
Portogallo Portugal	✓	✓	✓	✓							✓
Spagna Spain	✓		✓				✓			✓	✓
Svezia Sweden	✓							✓			✓
Regno Unito UK	✓						✓	✓			✓

distribuzione dei servizi e sugli investimenti nelle infrastrutture. Facilita l’allocazione efficace della capacità riconoscendo le diverse esigenze dei segmenti di mercato e

effective capacity allocation by recognizing diverse market segment needs and supports fair pricing models tailored to each segment’s characteristics and demands. Additionally, it

supporta modelli di prezzi equi adatti alle caratteristiche e alle richieste di ciascun segmento. Inoltre, semplifica la valutazione del segmento, identifica i problemi operativi e promuove la concorrenza incoraggiando i nuovi operatori ad espandere la propria attività ferroviaria. Analizzando e confrontando qualitativamente questi parametri, la loro importanza attraverso i vari meccanismi di tariffazione può essere valutata attraverso 3 livelli di importanza come segue (Tab. 3):

- Basso: ha un'influenza minima sul meccanismo complessivo di tariffazione.
- Medio: ha un ruolo moderato nel meccanismo di tariffazione complessivo.
- Alto: diventa una componente centrale o primaria nel meccanismo di tariffazione.

4.2.3. Adattabilità e flessibilità

Anche l'adattabilità e la flessibilità dei parametri sono state classificate in tre gruppi distinti (Tab. 4):

- Flessibile: parametri stabiliti per essere perfettamente adattabili a diversi scenari con facilità e versatilità.
- Semirigido: parametri moderatamente adattabili che potrebbero non coprire tutti gli scenari potenziali ma gestire efficacemente un numero sostanziale di approcci nazionali.
- Rigido: parametri che fungono da componenti centrali o primari nel meccanismo di tariffazione, offrendo una flessibilità limitata.

4.2.4. Prospettive di standardizzazione e strategie di benchmark

Esplorare la possibilità di standardizzare determinati parametri tra paesi rappresenta un'opportunità interessante. L'allineamento di questi parametri potrebbe favorire una maggiore coerenza e comprensione reciproca tra gli operatori nazionali. L'analisi comparativa delle normative nei vari paesi europei evidenzia parametri specifici che potrebbero essere standardizzati e possibilmente adottati universalmente.

L'inclusione della categoria di linea negli schemi TAC è attualmente limitata a quattro paesi, ma i suoi vantaggi sono evidenti: stabilendo categorie distinte, le sezioni dei binari ferroviari possono dettagliare efficacemente fattori come velocità ammissibile e limiti di massa su segmenti specifici, facilitando classificazioni informative e facilmente navigabili. Allo stesso modo, l'importanza dell'ora del giorno/della settimana nella regolazione della congestione della rete, soprattutto durante le ore di punta, non è trascurabile. Sfruttare gli incentivi per i parametri non di punta consente ai gestori dell'infrastruttura di incoraggiare strategicamente le Imprese Ferroviarie a programmare le operazioni durante i periodi meno trafficati. Questa ottimizzazione mira a migliorare l'utilizzo della rete e garantire operazioni più fluide.

simplifies segment evaluation, identifies operational issues, and promotes competition by encouraging new entrants to expand their rail business. By qualitatively analysing and contrasting these parameters, their significance across various charging mechanisms can be assessed through 3 levels of importance as follows (Tab. 3):

- *Low: it has a minimal influence on the overall charging mechanism.*
- *Medium: it plays a moderate role in the overall charging mechanism.*
- *High: it becomes a central or primary component in the charging mechanism.*

4.2.3. Adaptability and Flexibility

The adaptability and flexibility of parameters have also been classified into three distinct groups (Tab. 4):

- *Flexible: parameters established to be seamlessly adaptable to diverse scenarios with ease and versatility.*
- *Semi-rigid: Moderately adaptable parameters that may not cover all potential scenarios but effectively manage a substantial number of national approaches.*
- *Rigid: Parameters serving as central or primary components in the charging mechanism, offering limited flexibility.*

4.2.4. Perspectives for standardization and benchmark strategies

Exploring the possibility of standardizing certain parameters across countries presents an intriguing opportunity. Aligning these parameters could foster greater consistency and mutual understanding among national operators. The benchmarking analysis of regulations across various European countries highlights specific parameters that could be standardized and possibly universally adopted.

The incorporation in the TAC schemes of Line Category is currently limited to four countries, yet its benefits are evident: by establishing distinct categories, railway track sections can effectively detail factors like permissible speed and mass limits on specific segments, facilitating informative and easily navigable classifications. Similarly, the significance of Time of Day/Week in regulating network congestion, especially during peak travel times, is not negligible. Leveraging incentives for off-peak parameters enables infrastructure managers to strategically encourage railway undertakings to schedule operations during less busy periods. This optimization aims to improve network usage and ensure smoother operations.

4.3. Quantitative Analysis

To ensure an equitable comparison across different charging systems employed in diverse countries, a set of reference parameters has been established to simulate a standardized scenario. These parameters, along with their corresponding assumed values, serve as a benchmark for assessing and analysing various charging mechanisms. By adopting these reference parameters, researchers and policymakers can

Importanza dei parametri nei diversi Paesi
Parameters' importance across different countries

Paese Country	Importanza Importance									
	Distanza percorsa Distance Covered	Ora del giorno/ settimana Time of the day/week	Categoria di linea Line Category	Tipo di trazione Traction type	Traffico sulla rete Network Congestion	Management Management	Elettrificazione Electricity Supply	Massa del treno Train Mass	Stazioni/fermate Station/Stops	Velocità Speed
Austria	Alta High	Bassa Low	Alta High	-	-	Alta High	-	-	-	-
Belgio Belgium	Alta High	Non considerata Not Considered	Media Medium	Alta High	-	-	Alta High	-	-	-
Bulgaria	Alta High	Bassa Low	Non considerato Not Considered	-	-	-	-	-	-	-
Croazia Croatia	Alta High	Alta High	Alta High	-	Alta High	-	-	-	-	-
Cechia Czechia	Alta High	Alta High	Media Medium	-	-	-	-	Alta High	Alta High	-
Danimarca Denmark	Alta High	Non considerata Not Considered	Non considerato Not Considered	-	-	-	-	-	-	-
Francia France	Alta High	Alta High	Alta High	Bassa Low	Alta High	-	-	Bassa Low	-	Alta High
Germania Germany	Alta High	Non considerata Not Considered	Alta High	-	-	-	-	Bassa Low	-	Bassa Low
Grecia Greece	Alta High	Bassa Low	Media Medium	-	-	Alta High	-	-	Alta High	-
Ungheria Hungary	Alta High	Media Medium	Media Medium	-	-	-	-	-	-	Bassa Low
Italia Italy	Alta High	Alta High	Alta High	-	-	Alta High	-	-	-	Alta High
Lussemburgo Luxemburg	Alta High	Alta High	Bassa Low	-	-	-	Alta High	Alta High	-	-
Olanda Netherlands	Alta high	Alta High	Bassa Low	-	-	-	-	-	Alta High	-
Norvegia Norway	Media Medium	Media Medium	Alta High	-	-	-	-	-	-	-
Portogallo Portugal	Alta High	Non considerata Not Considered	Alta High	Bassa Low	Bassa Low	Alta High	-	-	-	-
Spagna Spain	Alta High	Non considerata Not Considered	Alta High	-	-	-	-	-	-	Bassa Low
Svezia Sweden	Alta High	Bassa Low	Media Medium	-	-	-	-	-	-	-
Regno Unito UK	Alta high	Alta High	Alta High	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 4 – Table 4

Flessibilità dei parametri tra paesi
Parameters' flexibility across countries

Paese Country	Capacità Capacity						Infrastruttura Capacity				Segmento di mercato Market segment
	Distanza percorsa Distance Covered	Ora del giorno/settimana Time of Day/Week	Categoria di linea Line Category	Tipo di Trazione Traction type	Traffico sulla rete Network Congestion	Management	Elettrificazione Electricity Supply	Massa del treno Train Mass	Stazioni/Fermate/ Stations/ Stops	Velocità Speed	
Austria	Flessibile Flexible	-	-	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	-	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	Flessibile Flexible
Belgio Belgium	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible	-	Rigido Rigid	-	-	-	Flessibile Flexible
Bulgaria	Rigido Rigid	-	-	-	-	-	-	Rigido Rigid	-	-	-
Croazia Croatia	Semi-rigido Semi-rigid	-	Flessibile Flexible	-	-	-	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible
Cechia Czechia	Flessibile Flexible	-	-	-	-	Flessibile Flexible	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible	-	Flessibile Flexible
Danimarca Denmark	Rigido Rigid	-	-	-	-	-	Rigido Rigid	-	-	-	-
Francia France	Flessibile Flexible	Semi-rigido Semi-rigid	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	Semi-rigido Semi-rigid	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible	-	Semi-rigido Semi-rigid	Semi-rigido Semi-rigid
Germania Germany	Flessibile Flexible	-	-	-	-	Rigido Rigid	-	-	-	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible
Grecia Greece	Rigido Rigid	-	-	Rigido Rigid	-	-	-	Rigido Rigid	Rigido Rigid	-	Rigido Rigid
Ungheria Hungary	Flessibile Flexible	-	-	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	-	Rigido Rigid	Flessibile Flexible
Italia Italy	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible	-	-	-	Flessibile Flexible	-	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible
Lussemburgo Luxembourg	Rigido Rigid	-	-	-	Flessibile Flexible	Semi-rigido Semi-rigid	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible
Olanda Netherlands	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	-	-	-	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible	-	Semi-rigido Semi-rigid
Norvegia Norway	Flessibile Flexible	-	-	-	-	-	-	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible
Portogallo Portugal	Flessibile Flexible	Semi-rigido Semi-rigid	Semi-rigido Semi-rigid	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	-	-	-	-	Flessibile Flexible
Spagna Spain	Flessibile Flexible	-	Semi-rigido Semi-rigid	-	-	-	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible	Flessibile Flexible
Svezia Sweden	Flessibile Flexible	-	-	-	-	-	-	Flessibile Flexible	-	-	Semi-rigido Semi-rigid
Regno Unito UK	Flessibile Flexible	-	-	-	-	-	Rigido Rigid	Flessibile Flexible	-	-	Flessibile Flexible

4.3. Analisi quantitativa

Per garantire un confronto equo tra i diversi sistemi di tariffazione utilizzati nei diversi paesi, è stata stabilita una serie di parametri di riferimento per simulare uno scenario standardizzato. Questi parametri, insieme ai corrispondenti valori presunti, fungono da punto di riferimento per valutare e analizzare vari meccanismi di tariffazione. Adottando questi parametri di riferimento, ricercatori e policy maker possono valutare in modo più efficace le prestazioni e l'efficacia dei diversi sistemi di tariffazione in diversi contesti.

Di seguito si riportano i parametri individuati ed i relativi valori assunti:

- La distanza percorsa è standardizzata a 100 km, fornendo una base coerente per valutare le tariffe basate sulla distanza tra le diverse reti ferroviarie.
- La massa dei treni passeggeri pendolari è fissata a 140 t, mentre i treni merci intermodali sono ipotizzati a 2000 t, il che consente un'analisi comparativa delle tariffe basate sulla massa tra diversi tipi di operazioni ferroviarie.
- Si presume che il consumo di elettricità sia rispettivamente di 590 kWh per i treni passeggeri e 8400 kWh per i treni merci, sulla base dei dati del Manuale ferroviario [13].

Per confrontare i corrispettivi di accesso ai binari nei diversi paesi, il calcolo fa riferimento ai corrispettivi del Pacchetto Minimo di Accesso per tratte ferroviarie standard e non congestionate, concentrandosi in particolare sui servizi ferroviari a lunga percorrenza o regionali operanti a velocità convenzionali su linee elettrificate e non elettrificate, con riferimento ai gruppi di regimi tariffari standard individuati: Semplice, Semplice+, Moltiplicativo e Additivo.

I risultati sono riassunti nella Tab. 5 e commentati di seguito.

4.3.1. Meccanismo di tariffa semplice

Sulla base dei dati (Fig. 3), le tariffe della Danimarca dimostrano una notevole coerenza in tutte le categorie, a differenza di paesi come Norvegia e Germania, dove le tariffe rimangono relativamente stabili indipendentemente dall'elettrificazione. Tuttavia, in alcuni paesi (Bulgaria e Portogallo) per i servizi elettrificati vengono applicate tariffe più elevate rispetto a quelle non elettriche. Il TAC più economico viene applicato in Bulgaria e Norvegia per i servizi passeggeri e in Portogallo per i servizi merci. Vale la pena notare che, mentre la Bulgaria impone le tariffe più elevate per i servizi elettrici di trasporto merci, nel frattempo offre le tariffe più convenienti in varie altre categorie.

4.3.2. Meccanismi di tariffa semplice-più

I risultati (Fig. 4) rivelano che in Austria e Svezia il TAC non vengono influenzati dai costi dell'elettricità, mentre l'Ungheria integra l'elettricità nelle proprie strutture di ta-

more effectively evaluate the performance and effectiveness of different charging systems in different contexts.

Outlined below are the identified parameters and their corresponding assumed values:

- The travelled distance is standardized at 100 km, providing a consistent basis for assessing distance-based charges across different railway networks.
- The mass of commuter passenger trains is set at 140 t, while intermodal freight trains are assumed at 2000 t, which allow at a comparative analysis of mass-based charges across different types of train operations.
- Electricity consumption is assumed to be 590 kWh for passenger trains and 8400 kWh for freight trains, respectively, based on data from the Railway Handbook [13].

To compare track access charges across different countries, the calculation refers to Minimum Access Package charges for standard, non-congested train routes, specifically focusing on long-distance or regional train services operating at conventional speeds on electrified and not electrified lines, with reference to the identified standard charging regimes groups: Simple, Simple+, Multiplicative, and Additive.

The results are summarised in Tab. 5 and commented below.

4.3.1. Simple Charging Mechanism

Based on the data (Fig. 3), Denmark's charges demonstrate a remarkable consistency across all categories, differently from countries like Norway and Germany, where fees remain relatively stable regardless of the electrification. However, in some countries (Bulgaria and Portugal) higher charges are applied for electrified services compared to their non-electric counterparts. The cheapest TAC is applied in Bulgaria and Norway for passenger services and in Portugal for freight services. It is worth noting that while Bulgaria imposes the highest charges for freight electric services, meanwhile offers the most affordable charges in various other categories.

4.3.2. Simple Plus Charging Mechanisms

The findings (Fig. 4) reveal that in Austria and Sweden TACs remain unaffected by electricity costs, while Hungary integrates electricity into its charging structures. There are notable variations across these countries, with Hungary generally exhibiting the highest charges and Austria offering the most competitive rates.

4.3.3. Multiplicative Charging Mechanisms

The data (Fig. 5) highlights a significant discrepancy in pricing among these countries in non-electric services. Croatia stands out for offering the most affordable rates for both passenger and freight services, meanwhile Czechia maintains identical pricing mechanisms for both non-electrified and electrified services.

4.3.4. Additive Charging Mechanisms

Substantial variations emerge (Fig. 6) in pricing

Tabella 5 – Table 5

TAC calcolato per treni standard e distanza fissa (100 km)
Calculated TAC for standard trains on a fixed distance (100 km)

Regime <i>Regime</i>	Paese <i>Country</i>	TAC [EUR/treno] <i>TAC [EUR/train]</i>	TAC [EUR/treno] <i>TAC [EUR/train]</i>	TAC3 [EUR/treno] <i>TAC3 [EUR/train]</i>	TAC4 [EUR/treno] <i>TAC4 [EUR/train]</i>
		Passeggeri (non elettrificato) <i>Passenger (not electrified)</i>	Passeggeri (elettrificato) <i>Passenger (electrified)</i>	Merci (non elettrificato) <i>Freight (not electrified)</i>	Merci (elettrificato) <i>Freight (electrified)</i>
Semplice <i>Simple</i>	Bulgaria	46.51	102.85	240.03	1,044.86
	Danimarca <i>Denmark</i>	674.70	674.70	674.70	674.70
	Norvegia <i>Norway</i>	84.77	84.77	245.34	245.34
	Portogallo <i>Portugal</i>	184.00	208.00	123.00	139.00
	Germania <i>Germany</i>	319.00	319.00	524.00	524.00
Semplice+ <i>Simple+</i>	Austria	81.44	81.44	65.13	65.13
	Ungheria <i>Hungary</i>	595.19	823.99	689.00	917.80
	Svezia <i>Sweden</i>	354.13	354.13	566.16	566.16
Moltiplicativo <i>Multiplicative</i>	Croazia <i>Croatia</i>	54.16	124.89	173.84	412.63
	Repubblica Ceca <i>Czechia</i>	144.61	144.61	586.88	586.88
Additivo <i>Additive</i>	Belgio <i>Belgium</i>	1,042.15	1,051.35	194.85	326.40
	Francia <i>France</i>	520.93	841.93	982.00	1,303.00
	Grecia <i>Greece</i>	206.52	224.16	463.36	603.98
	Italia <i>Italy</i>	364.60	367.00	222.70	225.10
	Lussemburgo <i>Luxemburg</i>	1,246.49	1,398.89	650.42	802.82
	Spagna <i>Spain</i>	1,232.90	1,434.70	175.60	204.30
	Regno Unito <i>UK</i>	84.31	89.15	481.15	544.06
	Olanda <i>Netherlands</i>	921.50	933.52	1,787.2	1,958.94

rifffazione. Ci sono notevoli variazioni tra questi paesi, con l’Ungheria che generalmente mostra le tariffe più alte e l’Austria che offre le tariffe più competitive.

4.3.3. Meccanismi di tariffa moltiplicativa

I dati (Fig. 5) evidenziano una significativa discrepanza nei prezzi per i servizi non elettrici. La Croazia si distingue per offrire le tariffe più convenienti sia per i servizi passeggeri che per quelli merci, mentre la Repubblica Ceca mantiene meccanismi di prezzo identici sia per i servizi non elettrificati che per quelli elettrificati.

structures for passenger transport across the concerned countries: Luxembourg and Spain boast the highest charges for passenger transport. Conversely, the United Kingdom offers the most affordable prices for passengers. In the field of freight services, the Netherlands takes the lead with the highest TACs, meanwhile Spain stands out for providing the less expensive options for freight transport. Notably, Spain’s charging structure is strongly focusing on favouring the freight transport. The effect of the electrification is particularly relevant in France, while it is negligible in Italy.

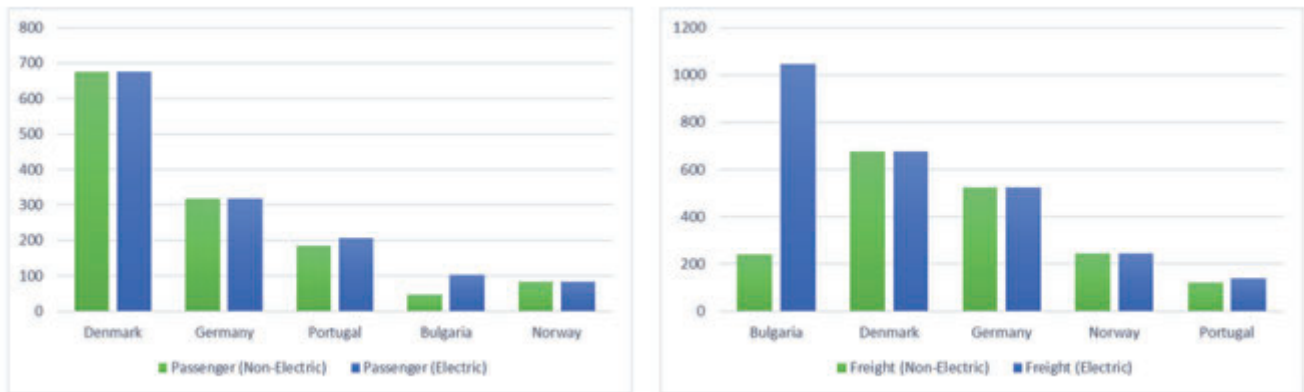


Figura 3 - Meccanismi di tariffazione semplici: servizi passeggeri (a sinistra) e merci (a destra).
 Figure 3 - Simple Charging Mechanisms: passenger (left) and freight (right) services.

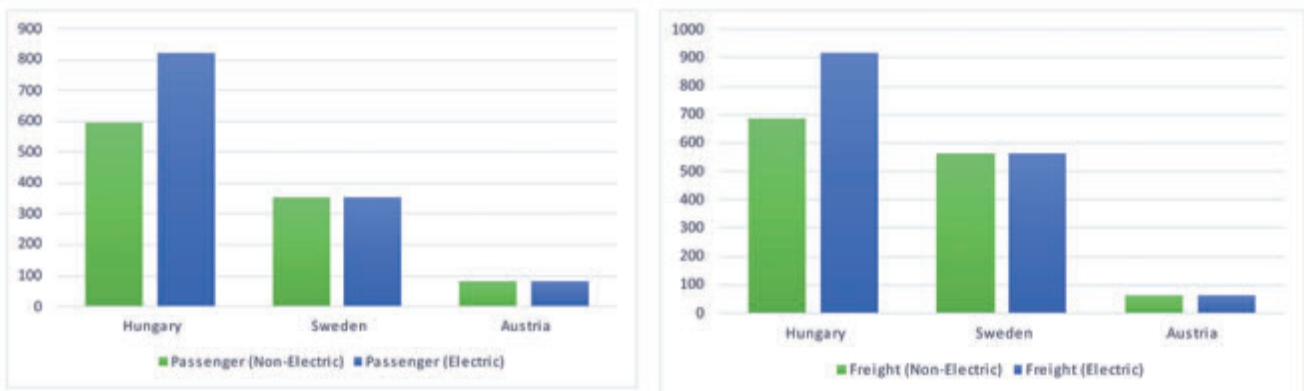


Figura 4 - Meccanismi di tariffazione Simple Plus: servizi passeggeri (a sinistra) e merci (a destra).
 Figure 4 - Simple Plus Charging Mechanisms: passenger (left) and freight (right) services.

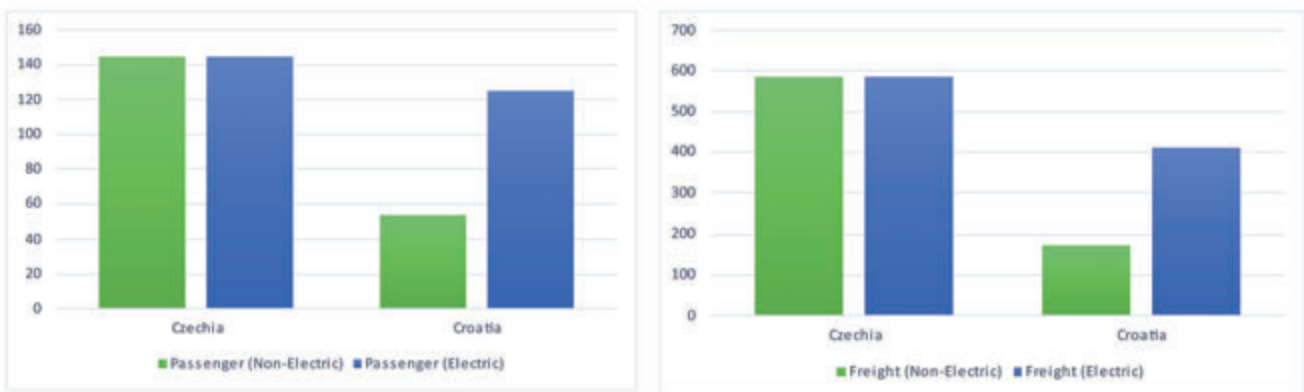


Figura 5 - Meccanismi di tariffazione moltiplicativa: servizi passeggeri (a sinistra) e merci (a destra).
 Figure 5 - Multiplicative Charging Mechanisms: passenger (left) and freight (right) services.

4.3.4. Meccanismi di carica additiva

Emergono variazioni sostanziali (Fig. 6) nei dei prezzi per il trasporto passeggeri nei paesi interessati: Lussemburgo e Spagna vantano le tariffe più elevate per il trasporto passeggeri. Al contrario, il Regno Unito offre i prezzi

4.4. Traffic intensity on the concerned networks

To thoroughly assess the effectiveness and consequences of various charging systems, a comprehensive analysis has been carried out on traffic intensity and train utilization in the various networks. Passenger traffic intensity has been

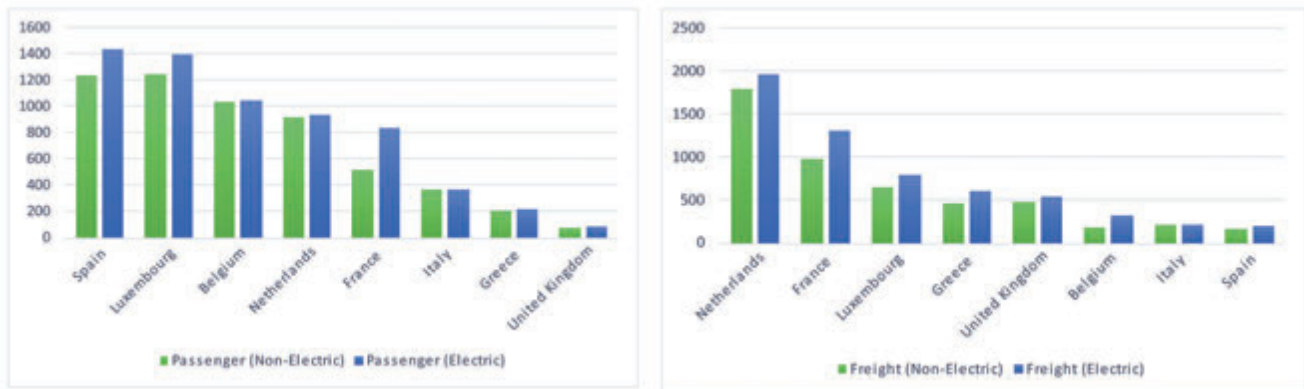


Figura 6 - Meccanismi di tariffazione additivi: servizi passeggeri (a sinistra) e merci (a destra).
 Figure 6 - Additive Charging Mechanisms: passenger (left) and freight (right) services.

più convenienti per i passeggeri. Nel settore dei servizi di trasporto merci, i Paesi Bassi sono in testa con il TAC più elevati, mentre la Spagna si distingue per offrire le opzioni meno costose per il trasporto merci. In particolare, la struttura tariffaria della Spagna è fortemente focalizzata a favorire il trasporto merci. L'effetto dell'elettrificazione è particolarmente rilevante in Francia, mentre è trascurabile in Italia.

4.4. Intensità del traffico su reti interessate

Per valutare approfonditamente l'efficacia e le conseguenze dei diversi sistemi di tariffazione è stata effettuata un'analisi approfondita dell'intensità del traffico e dell'utilizzo dei treni nelle diverse reti. L'intensità del traffico passeggeri è stata misurata dal rapporto tra treni-km e dimensione della rete, mentre l'intensità del traffico merci è stata misurata dal rapporto tra t-km lorde e dimensione della rete. Questo approccio analitico offre una comprensione completa di come le diverse strutture di tariffazione incidono su questi parametri. I risultati di questa analisi sistematica, illustrati nelle Fig. 7 e Fig. 8, forniscono preziose informazioni sulle dinamiche dell'utilizzo ferroviario all'interno di diversi quadri di tariffazione.

Per i servizi passeggeri, i Paesi Bassi sono in testa con il maggior volume di treni-km (milioni) per km di rete, seguiti da vicino da Danimarca e Regno Unito. Questi paesi operano frequenti servizi passeggeri sulla loro rete. Al contrario, Svezia, Ungheria e Repubblica Ceca presentano i valori più bassi di densità di traffico. Ciò potrebbe dipendere da fattori quali la densità di popolazione (per la Svezia) o da servizi meno attraenti rispetto a modalità di trasporto alternative. All'interno di questo gruppo, l'effetto del TAC più basso a carico dell'IF sembra avere un ruolo solo nel Regno Unito. Inoltre, emerge la necessità di considerare fattori aggiuntivi, oltre la lunghezza della rete, per indagare l'effetto incrociato tra i meccanismi dei TAC e l'intensità del traffico. I fattori di utilizzo del territorio, come la distribuzione della popolazione all'interno

gauged by the ratio between train-km and network's size, while freight traffic intensity has been measured by the ratio between gross t-km and network's size. This analytical approach offers a comprehensive understanding of how different charging structures impact these parameters. The findings of this systematic analysis, illustrated in Fig. 7 and Fig. 8, yield valuable insights into the dynamics of railway usage within different charging frameworks.

For passenger services, the Netherlands leads with the highest volume of train-km (million) per km of network, closely followed by Denmark and the United Kingdom. These countries operate frequent passenger services on their network. Conversely, Sweden, Hungary, and Czechia present the lowest values of traffic density. This might depend on factors such as population density (for Sweden) or less attractive services in comparison to alternative transport modes. Within this group, the effect of the cheapest TAC to be paid by the RU seems to play a role in the United Kingdom only. Moreover, it emerges the need to consider additional factors, beyond the length of the network to investigate the cross-effect between TAC mechanisms and traffic intensity. Land use factors, such as the distribution of the population within the national territories, as well as the central or peripheral position within the European network should be considered for deeper analysis.

Regarding freight services, the United Kingdom shows the highest value, followed by Austria. These countries operate intensively in the field of freight services. Conversely, Denmark, Norway, and Sweden exhibit lower values, suggesting comparatively less freight transport density, mainly due to the low density of population as well as industrial and commercial activity concentrated in restricted areas. Within this group, the effect of the cheapest TACs to be paid by the RU seems to play an attractive role both for Austria and the United Kingdom, as well as for Spain too. Once more, the analysis emphasizes the importance of considering factors beyond just the length of the railway network when evaluating freight transportation. Macro-economic factors, such as the robustness of the industrial and trade sectors, as well as geographical factors, such as the concentration or the di-

dei territori nazionali, così come la posizione centrale o periferica all'interno della rete europea dovrebbero essere considerati per un'analisi più approfondita.

Per quanto riguarda i servizi merci, il Regno Unito presenta il valore più alto, seguito dall'Austria. Questi paesi operano intensamente nel campo dei servizi di trasporto merci. Al contrario, Danimarca, Norvegia e Svezia mostrano valori più bassi, suggerendo una densità di trasporto merci comparativamente inferiore, principalmente a causa della bassa densità di popolazione e dell'attività industriale e commerciale concentrata in aree ristrette. All'interno di questo gruppo, l'effetto dei TAC più bassi a carico dell'IF sembra svolgere un ruolo interessante sia per l'Austria che per il Regno Unito, nonché per la Spagna. Ancora una volta, l'analisi sottolinea l'importanza di considerare fattori che vanno oltre la semplice lunghezza della rete ferroviaria nella valutazione del trasporto merci. I fattori macroeconomici, come la robustezza dei settori industriale e commerciale, così come i fattori geografici, come la concentrazione o la dispersione delle attività economiche, e la posizione centrale o periferica all'interno della rete europea dovrebbero essere considerati per un'analisi più approfondita.

5. Conclusioni

L'analisi completa delle dichiarazioni delle reti di vari paesi europei ha prodotto spunti rilevanti sull'intricata connessione tra gestione dell'infrastruttura, sistemi di tariffazione e quadri normativi all'interno del settore ferroviario. Questa esplorazione è della massima importanza, considerando il ruolo fondamentale che la rete ferroviaria europea svolge nel facilitare i trasporti e nel potenziare le infrastrutture economiche in tutto il continente. La comprensione derivante da questo approccio, sebbene ad alto livello, potrebbe essere importante per i politici e le parti interessate coinvolte nello sviluppo e nell'ottimizzazione del settore ferroviario.

Mentre ogni paese mostra le sue caratteristiche ferroviarie uniche e affronta sfide distinte, visioni condivise perseguono una maggiore efficienza e sostenibilità in una visione transfrontaliera naturale. Ciò sottolinea la necessità di promuovere iniziative di armonizzazione volte a creare una rete ferroviaria europea unificata e in-

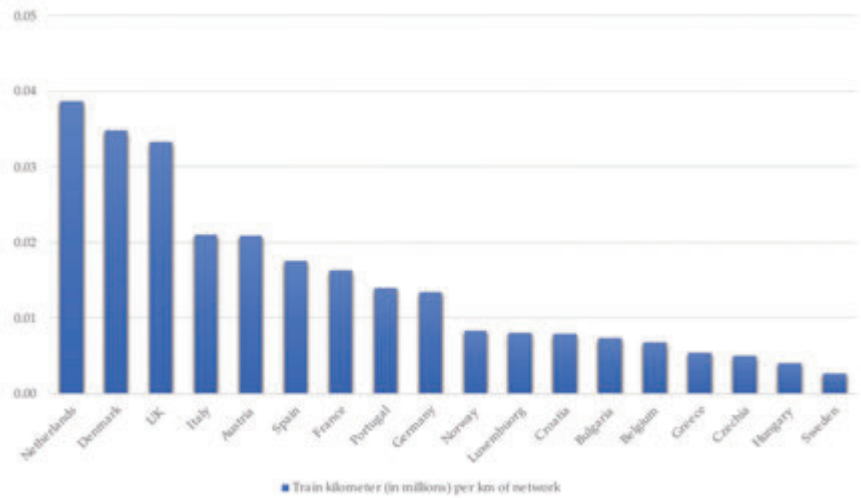


Figura 7 - Intensità del traffico passeggeri.
Figure 7 - Passenger traffic intensity.

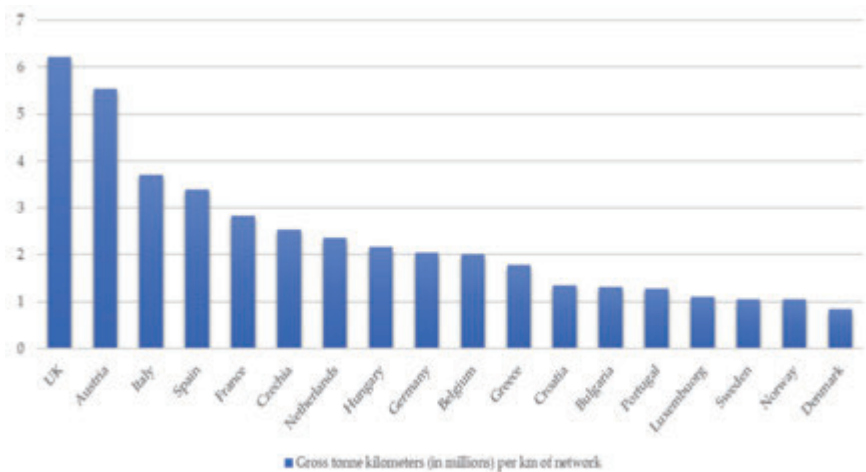


Figura 8 - Carico della rete merci.
Figure 8 - Freight network load.

dispersion of the economic activities, and the central or peripheral position within the European network should be considered for deeper analysis.

5. Conclusions

The comprehensive analysis of network statements from various European countries has yielded relevant insights into the intricate connection of infrastructure management, charging systems, and regulatory frameworks within the railway industry. This exploration is of utmost importance, considering the pivotal role that Europe's rail network plays in facilitating transportation and boosting economic infrastructure across the continent. The understanding derived from this approach, though at high level, could be important for policymakers and stakeholders involved in the development and optimization of the railway sector.

terconnessa in un delicato equilibrio tra standardizzazione e adattamento alle condizioni e ai bisogni del mercato locale.

In questo contesto, i risultati di questa ricerca dedicata a svelare le complessità del TAC mediante rigorose metodologie qualitative e quantitative potrebbero essere utili per comprendere meglio gli effetti di questi meccanismi e creare una conoscenza consolidata per direzionare il loro utilizzo e dare priorità a obiettivi quali adattabilità, inclusività e sostenibilità ambientale. Tuttavia, lo sforzo non è privo di sfide a causa delle limitazioni derivanti dalla scarsa disponibilità di dati in vari paesi e dalla necessità di focalizzare meglio le ipotesi e delineare i parametri chiave per aumentare la robustezza e la generalizzazione dei risultati.

Pertanto, i futuri sforzi di ricerca potrebbero essere rivolti all'approfondimento dello sviluppo di una strategia di tariffazione armonizzata. La raccolta di dati in tempo reale potrebbe servire a convalidare e arricchire i risultati esistenti, migliorandone così la pertinenza e l'applicabilità. Nonostante le molteplici sfide inerenti al perfezionamento del TAC, uno sforzo concertato verso la standardizzazione ha il potenziale per far avanzare in modo significativo la creazione di uno spazio ferroviario europeo unico (SERA) con soluzione di continuità.

In questa direzione, esplorando le complessità del TAC, emergono alcune raccomandazioni generali. Queste includono la promozione della coerenza transfrontaliera per semplificare le operazioni ferroviarie internazionali, l'incentivazione di pratiche ecocompatibili e l'utilizzo nelle ore non di punta per alleviare la congestione, nonché lo sfruttamento dell'integrazione tecnologica e dell'analisi in tempo reale per facilitare l'alimentazione di modelli solidi per interpretare la realtà a favore di una maggiore efficienza e sostenibilità.

While each country exhibits its unique set of railway features and navigates through distinct challenges, shared visions pursuit to enhanced efficiency and sustainability in a natural cross-border vision. This underscores the necessity of fostering harmonization initiatives aimed at creating a unified and interconnected European rail network in a delicate balance between standardization efforts and accommodation of local market conditions and needs.

In this context, the results of this ongoing research dedicated to unravelling the complexities of TAC mechanisms by rigorous qualitative and quantitative methodologies could be useful to better understanding the effects of these mechanisms and to create a consolidated knowledge to pilot towards their use to prioritize objectives, such as adaptability, inclusivity, and environmental sustainability. Nonetheless, the endeavour is not without its challenges due to limitations stemming from sparse data availability across various countries and the need to better focus key assumptions for key parameters to increase the robustness of the results and the generalizability of the findings.

Therefore, future research endeavours could delve deeper into the development of a harmonized charging strategy. Real-time data collection could serve to validate and enrich the existing findings, thereby enhancing their relevance and applicability. Despite the multifaceted challenges inherent in refining TAC frameworks, a concerted effort toward standardization holds the potential to significantly advance the establishment of a seamless Single European Railway Area (SERA).

In this direction, the navigation through the complexities of TAC frameworks, some overarching recommendations emerge. These include promoting cross-border consistency to streamline international rail operations, incentivizing eco-friendly practices and off-peak utilization to alleviate congestion, as well as leveraging technological integration and real-time analytics to make easier the feeding of robust models to interpretate the reality in favour of higher efficiency and sustainability.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] UIC (2023), "UIC Railway Statistics Synopsis" – Paris, 2023.
- [2] BOŠKOVIĆ B., BUGARINOVIĆ M., SAVIC G., DJURICIC R. (2021), "Challenges of track access charges model redesign" – Sustainability, 2021, 13-24 (DOI: 10.3390/su132413512).
- [3] KOPP M. (2015), "Track access charges in EU, Railway Costing & Pricing"- UIC, 2015.
- [4] BOŠKOVIĆ B., BUGARINOVIĆ M. (2015), "Why and how to manage the process of liberalization of a regional railway market: South-Eastern European case study" - Transport Policy, 41, 2015, 50-59.
- [5] NASH C. (2005), "Rail Infrastructure Charges in Europe - Journal of Transport Economics and Policy", 39, 3, 2005, 259-278.
- [6] ABDERRAHMAN A.A., ELIASSON J. (2019), "Railway Capacity Allocation: A Survey of Market Organizations, Allocation Processes and Track Access Charges" - VTI Working Paper, 2019:1.
- [7] BOŠKOVIĆ B., BUGARINOVIĆ M., BOJOVIĆ N. (2022), "How to design track access charges for small railways: a case study Montenegro" - Promet Traffic & Transport, 34, 4, 2022, 631-642.
- [8] OECD (2019), "Efficiency in Railway Operations and Infrastructure Management" - International Transport Forum, Roundtable 177, Paris, 2019.

- [9] CIUFFINI F., RICCI S., SITONGIA G.R. (2012), "Track access charge algorithms in EU railways: A dynamic benchmarking" - 2nd International Conference on Road and Rail Infrastructure, CETRA 2012, Dubrovnik, 2012, 161-168.
- [10] ARRIGO U., DI FOGGIA G. (2014), "Theoretical and viable charging models for railway infrastructure access: a European survey" - Management research and practice, 6, 2, 2014, 5-24.
- [11] MALAVASI G., RICCI S., RIZZETTO L., ROTOLI F., VALERI E. (2019), "Potential effects of changes in the Italian railway access charge regime on passenger services" - Ingegneria Ferroviaria, 3, 2019, 183-206 (ISSN: 0020-0956).
- [12] GIOVINE V., DI VECE M. (2009), "European Performance Regime" - Ingegneria Ferroviaria, 9, 2009, 773-789 (ISSN: 0020-0956).
- [13] IEA, UIC (2017), "Handbook 2017. Energy consumption and CO2 emissions" - Paris, 2017 (ISBN: 2-7461-2662-6).

*Publicata dal CIFI un'edizione speciale
della Rivista "La Tecnica Professionale"
(Riedizione dei contenuti del numero di settembre 2009 della Rivista)*

**LA MUSEOGRAFIA FERROVIARIA
IL MUSEO DI PIETRARSA
E
L'INAUGURAZIONE DELLA
PRIMA FERROVIA ITALIANA (1839)**

INDICE

- Introduzione
- 3 ottobre 1839 - Il Centenario della prima ferrovia Italiana
- La museografia ferroviaria prima di Pietrarsa
- Le officine di Pietrarsa
- Il museo di Pietrarsa e i musei viventi
- Le locomotive esposte al museo di Pietrarsa

Una pubblicazione di 56 pagine a colori formato 21x27.
Prezzo di copertina € 11,00. Per sconti, spese di spedizione e
modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pub-
blicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



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
- 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

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Nazionale: Avelia Stream, innovazione continua nell'alta velocità ferroviaria

Dalle sue origini negli anni '70, il versatile treno ad alta velocità a un piano Avelia Stream si è continuamente evoluto per soddisfare le esigenze del mercato ferroviario in tutto il mondo, con generazioni successive di treni migliorati attraverso una rigorosa attenzione al "ritorno sull'esperienza" e alle nuove tecnologie.

Il portafoglio Avelia è il portafoglio più ampio nel mercato ferroviario ad alta velocità. Questo portafoglio ci consente di trovare la soluzione migliore per ciascun operatore. All'interno di questo ampio portafoglio c'è Avelia Stream (Fig. 1), che è un treno a un piano progettato con un'architettura a trazione distribuita e una disposizione convenzionale del carrello. Questa è un'opzione interessante per molti operatori.

Nel complesso, è previsto un mercato abbastanza buono a livello mondiale, gli Stati Uniti stanno attualmente investendo in nuove ferrovie ad alta velocità e molte nuove opportunità stanno arrivando in Europa. Un buon esempio è il numero crescente di operatori (nuovi o storici) che annunciano pubblicamente che stanno contemplando la creazione di un nuovo servizio ad alta velocità. Poiché il mercato ferroviario cambia, la piattaforma Avelia Stream è ben posizionata per rispondere alle diverse esigenze dei clienti.

L'Avelia Stream nasce come Pendolino, o treno basculante, che gli permette di affrontare le curve ad alta velocità, guadagnando molto tempo nei viaggi interurbani. È stato

originariamente sviluppato e prodotto da Fiat Ferroviaria negli anni '70 nel sito di Savigliano in Italia, che ora appartiene ad Alstom. Il primo treno entrò in servizio qui in Italia nel 1976, operando sulla tratta Milano-Roma. Da allora, Alstom ha avuto diverse generazioni di treni, incorporando ogni volta il ritorno dell'esperienza della generazione precedente, nonché nuovi design e nuove tecnologie. Ogni generazione ha rappresentato un miglioramento rispetto alla precedente, con aggiornamenti che tengono conto anche degli standard e delle norme più recenti. Alstom è orgogliosa di dire che Avelia Stream è una vera storia di successo, con oltre 500 treni venduti in 15 paesi nel mondo.

L'architettura a piano singolo di Avelia Stream è una soluzione competitiva per molti clienti, così come la sua flessibilità, affidabilità e buone prestazioni. Il primo cambiamento importante è stato la ridenominazione del treno in Avelia Stream per riflettere il fatto che ora dovrebbe essere considerato come una gamma di prodotti, con il treno sufficientemente flessibile da essere adattato a ciascun operatore.

Nello sviluppo continuo del treno, Alstom è concentrata sulla massimizzazione della capacità dei passeggeri e sulla minimizzazione del costo totale di proprietà, che considera non solo il prezzo di acquisto dei treni ma include i costi energetici e di ma-

nutenzione. In definitiva, Alstom sta riducendo al minimo il costo totale di proprietà (TCO) per posto, e questo è importante per tutti gli operatori, ma in particolare per quelli più recenti che devono giustificare casi aziendali ambiziosi.

Uno degli obiettivi aziendali principali è offrire i treni ad alta velocità come semi-personalizzabili. Obiettivo importante è trovare e sviluppare il miglior equilibrio tra il vantaggio ottenibile da una piattaforma collaudata e affidabile e la flessibilità necessaria per soddisfare le diverse esigenze dei clienti. Ad esempio, i clienti desiderano far circolare i treni a velocità diverse tra 250 km/h e 350 km/h, ma di solito preferiscono anche che la loro identità unica si rifletta nei loro treni. Alstom anticipa quindi flessibilità, facendo comunque leva sul ritorno di esperienza su alcuni ambiti progettuali consolidati (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 30 aprile 2024).

Nazionale: Il Gruppo FSI lancia gara per la velocizzazione della Milano-Genova

Rete Ferroviaria Italiana ha avviato la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori di potenziamento infrastrutturale propedeutici alla velocizzazione della linea Milano-Genova.

I lavori consistono in interventi di manutenzione e rinforzo della struttura del ponte posto sul fiume Po in previsione del futuro incremento dei



(Fonte: Alstom)

Figura 1 – Avelia Pendolino per NTV, Trasporto AV.

volumi di traffico. La gara ha un valore di circa 41 milioni di euro, finanziati anche con fondi PNRR.

“Prosegue il nostro impegno di potenziare la rete ferroviaria – dice G. STRISCIUGLIO, Amministratore Delegato di RFI, società capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS Italiane – Gli interventi consentiranno di abbattere i tempi di percorrenza tra due dei maggiori poli industriali del Nord Italia, di incrementare il numero dei treni e i volumi delle merci su ferro in funzione anche della futura attivazione del Terzo Valico che semplificherà collegamenti e spostamenti in questi territori, da e per l’Europa”.

L’intero progetto garantirà un miglioramento in termini di affidabilità e prestazioni della linea e al tempo stesso un innalzamento degli standard di regolarità della circolazione, concorrendo al completamento degli interventi programmati necessari alla velocizzazione della relazione Milano-Genova (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI, 24 maggio 2024*).

Veneto: CEPAV DUE - AV/AC Brescia Est-Verona, completato lo scavo della galleria naturale Colle Baccotto

Alle ore 10.30 del 22 maggio 2024, nel cantiere di Peschiera del Garda, in provincia di Verona, è stato abbattuto con successo il diaframma della galleria Colle Baccotto e ultimate così le attività di scavo di una delle gallerie naturali della nuova tratta ferroviaria Alta Velocità/Alta Capacità Brescia Est -Verona.

La realizzazione del tratto AV/AC Brescia Est - Verona rientra fra le opere finanziate dal PNRR e rappresenta uno dei tasselli del Core Corridor Mediterraneo che collegherà i porti del sud della penisola iberica con l’Europa orientale, passando per il sud della Francia, Italia settentrionale, Slovenia e Croazia.

Proseguono così i lavori del Consorzio Cepav due, costituito da Saipem, Impresa Pizzarotti e Gruppo ICM, commissionati da Rete Ferroviaria Italiana con l’alta sorveglianza e la direzione lavori a cura di Italferr;

società entrambe appartenenti al Polo Infrastrutture del Gruppo FS Italiane.

Con l’abbattimento del diaframma, viene completato lo scavo della galleria naturale Colle Baccotto della lunghezza di circa 240 m. La galleria, composta da una canna singola a doppio binario, è stata realizzata con uno scavo in sotterraneo con metodo tradizionale procedendo dall’imbocco lato Verona in direzione Brescia.

Le lavorazioni, iniziate nel 2022, hanno preservato e salvaguardato i tratti dell’area sovrastante in cui si trovano la Villa De Peverelli Della Cella, ex forte Baccotto, e il relativo parco, beni di particolare interesse artistico e storico che rientrano tra le ville venete sottoposte a tutela ambientale.

Gli interventi di completamento proseguiranno nei prossimi mesi con la realizzazione del rivestimento definitivo della galleria naturale, delle gallerie artificiali lato est e ovest e si concluderanno con la posa dell’armamento ferroviario e l’installazione tecnologica (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI, 22 maggio 2024*).

Nazionale: 700 milioni per nuovi treni moderni e puliti

700 milioni per il potenziamento del parco ferroviario regionale: è quanto previsto dallo schema di decreto di riparto del ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti guidato da M. SALVINI. Nello specifico, si tratta di risorse destinate all’acquisto di treni ad alimentazione elettrica o a idrogeno.

Rispetto allo stanziamento totale, 139,3 milioni sono destinati a convogli ad alimentazione di idrogeno, 525 milioni per treni ad alimentazione elettrica e a idrogeno per il potenziamento del parco rotabile per il servizio pubblico regionale ferroviario e 35,7 milioni di euro per materiale rotabile ad alimentazione elettrica per la linea ferroviaria che collega Domo-dossola al confine svizzero. In particolare, si tratta di 11 treni a idrogeno per un valore di 139.300.000 euro: due in Campania per una spesa di 27,4 milioni, sette in Lombardia per

84,5 milioni, due in Puglia per 27,4 milioni.

I 525 milioni di euro serviti per il potenziamento del parco rotabile per il servizio pubblico regionale ferroviario, sono stati equamente distribuiti tra Mezzogiorno e Centro-Nord. Nel Sud c’è un investimento di 262,5 milioni per 32 treni.

In particolare: in Abruzzo sei treni per un valore complessivo di 37,19 milioni, per la Basilicata due treni da 18 milioni, per la Campania sette treni da 84,3 milioni, per il Molise cinque treni da 33,5 milioni, per la Puglia sei treni da 36,2 milioni, per la Sardegna due treni da 13 milioni, per La Sicilia quattro treni da 40 milioni.

Nel Centro-Nord confermati i 262,5 milioni per 28 treni. In particolare: in Emilia-Romagna due treni per 12 milioni, per il Friuli Venezia Giulia due treni da 32,1 milioni, per il Lazio tre treni da 34 milioni, per la Liguria due treni da 22,3 milioni, per la Lombardia cinque treni da 32,8 milioni, per le Marche tre treni da 18,3 milioni, per il Piemonte due treni da 17,6 milioni, per la Toscana tre treni da 22,4 milioni, per l’Umbria un treno da 14 milioni, per la Valle d’Aosta due treni da 25,2 milioni, per il Veneto un treno da 9,3 milioni, per la provincia autonoma di Bolzano due treni da 21,7 milioni.

C’è anche un investimento da 35,7 milioni per la società subalpina di imprese ferroviarie per due elettrotreni.

Grande soddisfazione da parte del vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI: “Confermiamo la determinazione ad ammodernare il Paese, con scelte che rispettano l’ambiente senza forzature ideologiche e con buonsenso” (Da: *Comunicato Stampa MIT, 22 maggio 2024*)

TRASPORTI URBANI

Lazio: Roma, la sicurezza stradale al centro dell’evento “Svolte. Sulla strada della sicurezza”

A Roma, presso il Talent Garden Ostiense, il vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI, ha partecipato all'evento "Svolte. Sulla strada della sicurezza" (Fig. 2).

L'iniziativa si inserisce all'interno di un percorso di comunicazione che prevede il lancio di una campagna per sensibilizzare soprattutto le nuove generazioni alla responsabilità civica individuale e sociale e al rispetto delle norme di educazione stradale.

All'evento, erano presenti tra gli altri i rappresentanti di: ACI Automobile Club d'Italia, Autostrade per l'Italia, Pirelli e Polizia Stradale (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 21 maggio 2024).

Piemonte: un accordo per la fornitura di 22 minibus elettrici per potenziare il servizio nella zona centrale di Torino

Gruppo Torinese Trasporti primaria azienda di trasporto pubblico e INDCAR, azienda impegnata nel settore dei minibus in Europa, hanno firmato ufficialmente il contratto per 22 minibus 100% elettrici. La firma è avvenuta il 9 maggio alle ore 14.00 durante la NME - *Next Mobility Exhibition* a Milano, alla presenza di S. LANCIONE, Amministratore Delegato di GTT, e G. QUERALT, Amministratore Delegato di INDCAR (Fig. 3).

Questo accordo formalizza l'aggiudicazione alla INDCAR, con sede

in Spagna, della fornitura generale di 30 veicoli, di cui un lotto iniziale di 22 unità con la possibilità di acquisto opzionale di altri 8. La fornitura è resa possibile grazie alle risorse del PNRR destinate alla città di Torino.

I nuovi minibus elettrici, di cui un modello è esposto allo stand INDCAR della fiera NME, integreranno la flotta GTT e contribuiranno ad attuare quanto previsto da NTT - Nuovo Trasporto Torino, l'ambizioso piano per la trasformazione del sistema di trasporto pubblico che l'azienda torinese sta portando avanti in sinergia con il Comune di Torino per un trasporto pubblico competitivo con i mezzi privati, fortemente interconnesso e intermodale.

I primi 10 bus saranno forniti a fine 2024, gli ulteriori 12 nel secondo semestre del 2025. I minibus elettrici INDCAR si integrano perfettamente nel contesto cittadino in cui andranno a svolgere servizio: con una lunghezza di 5,9 m, hanno un design compatto e grande manovrabilità, al contempo offrono la possibilità di far viaggiare fino a 33 passeggeri con oltre 200 km di autonomia.

L'allestimento tecnologico sviluppato per GTT includerà il siste-

ma *e-mirrors*, telecamere e monitor ad alta definizione in sostituzione degli specchietti e il GSR, sistema per gli avvisi di cambio corsia e controllo automatico adattivo della velocità. Tutto ciò offrirà una guida molto più sicura nell'ambiente cittadino (Da: *Comunicato Stampa GTT*, 10 maggio 2024).

TRASPORTI INTERMODALI

Liguria: Polo Logistica FS, prima locomotiva Traxx Universal DC con sistema Ultimo Miglio per aree non elettrificate

Consegnata nello stabilimento Alstom di Vado Ligure (SV), la prima locomotiva Alstom Traxx Universal DC equipaggiata con Ultimo Miglio (Fig. 4), elemento innovativo che consente il collegamento del treno



(Fonte: GTT)

Figura 3 – La firma dell'accordo tra GTT e INDCAR.



(Fonte: MIT)

Figura 2 - Roma: la sicurezza stradale al centro dell'evento "Svolte. Sulla strada della sicurezza"; l'iniziativa prevede il lancio di una campagna dedicata ai più giovani.



(Fonte: Mercitalia Logistics)

Figura 4 – La consegna nella stabilimento di Vado Ligure della prima locomotiva TRAXX a Mercitalia Logistics.

con aree non elettrificate senza l'ausilio di locomotive da manovra. Nel corso dell'evento il Polo Logistica del Gruppo FS ha annunciato l'aggiudicazione ad Alstom della gara da oltre 323 milioni di euro per la fornitura di 70 nuove locomotive (sia con Ultimo Miglio che solamente elettriche) con relativo servizio di manutenzione per 12 anni, con l'opzione per l'acquisto ulteriore fino ad un massimo di 30.

Ad accendere la locomotiva E. RIXI, Viceministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, G.R. GIAMPEDRONE, Assessore ai Lavori pubblici, Infrastrutture e Viabilità della Regione Liguria, A. BERTA, Direttore Unione Industriali Savona, S. DE FILIPPIS, Amministratore Delegato e Direttore Generale di Mercitalia Logistics, Polo Logistica Gruppo FS e M. VIALE, Direttore Generale di Alstom Italia e Presidente e AD di Alstom Ferroviaria, e S. DAMAGINI, AD di Mercitalia Rail.

“Per avere un sistema infrastrutturale moderno l'Europa deve tornare a pensare in modo differente rispetto a come ha fatto negli ultimi 30 anni – ha dichiarato E. RIXI, Viceministro delle Infrastrutture e dei Trasporti – Al momento il sistema logistico italiano gestisce il 70% del fabbisogno dell'industria nazionale e il 30% è assicurato dai porti del nord Europa, prevalentemente Nord Italia. Dobbiamo passare a una capacità del 120-130% rispetto all'attuale, per servire non solo il nostro sistema industriale ma anche quello tedesco, francese o svizzero se necessario. È una grande scommessa, stiamo investendo oltre 200 miliardi sulle ferrovie nei prossimi 12 anni. Se aggiungiamo il tema della viabilità stradale e delle opere marittime, parliamo di una vera rivoluzione infrastrutturale”.

“Questa giornata rappresenta per noi una tappa fondamentale nel percorso di rilancio del settore della logistica – ha dichiarato S. DE FILIPPIS, Amministratore Delegato di Mercitalia Logistics – perché con la consegna di queste prime locomotive con modulo *last mile* tocchiamo con mano il risultato dei nostri investimenti. A queste 20 locomotive se ne aggiungeranno altre 70 a partire da fine 2025.

Abbiamo infatti aggiudicato ad Alstom la gara da oltre 323 milioni di euro per fornitura di 70 nuove locomotive con relativo servizio di manutenzione, con l'opzione per l'acquisto di altre 30. Un ulteriore passo avanti nel rinnovamento della nostra flotta di locomotori e carri per rendere il trasporto ferroviario sempre più sostenibile ed efficiente”.

“Siamo molto felici di celebrare questa importante occasione insieme al Polo Logistica, nostro cliente di lunga data e pioniere delle locomotive elettriche ad alta potenza. La data odierna segna la consegna della prima locomotiva Traxx Universal DC equipaggiata con Ultimo Miglio, una pietra miliare significativa della nostra partnership” - ha dichiarato M. VIALE, Direttore Generale di Alstom Italia e Presidente e AD di Alstom Ferroviaria - “Nel corso degli ultimi 20 anni, solo in Europa sono state vendute oltre 2700 locomotive Traxx di cui oltre 250 in Italia. Tutte le locomotive Traxx Universal DC per il mercato italiano sono prodotte nella sede Alstom di Vado Ligure, sito d'eccellenza che da oltre cento anni si occupa di tutte le fasi della progettazione e produzione dei veicoli grazie al *know-how* di oltre 300 persone”.

La locomotiva in consegna al Polo Logistica tramite Mercitalia Rail rientra nell'ambito delle 20 locomotive opzionali che si aggiungeranno alle 40 già in servizio commerciale come parte del contratto sottoscritto a dicembre 2017.

La Traxx Universal DC a quattro assi progettata appositamente per il trasporto merci, caratterizzata dalla efficienza nel consumo di energia elettrica e dalla elevata capacità di trazione, rappresenta un'eccellenza che si adatta negli anni all'evoluzione di nuovi contesti e alle diverse necessità operative. Il design più funzionale, rispetto ai modelli precedenti, consente l'applicazione di un piano di manutenzione con intervalli più lunghi ed un numero ridotto di interventi, mantenendo elevati livelli di affidabilità e disponibilità.

L'evento rappresenta una milestone importante per il Polo Logistica,

fortemente impegnato a tragguardare gli sfidanti obiettivi del Piano Industriale del Gruppo FS, che vede, tra i principali obiettivi, il rinnovo del parco rotabile per garantire servizi sempre più efficienti e sostenibili, valorizzando l'eccellenza del made in Italy nel panorama nazionale e internazionale. Gli investimenti per il rinnovo della flotta, per il potenziamento dei terminal, per la digitalizzazione dei processi e per lo sviluppo di nuove partnership, puntano con determinazione a ridefinire il futuro del trasporto merci in ottica di maggiore integrazione ferro-gomma-mare.

Il sito Alstom di Vado Ligure conta oltre 300 persone e si estende su una superficie totale di 63.000 m² di cui 28.000 dedicati alla produzione. Da oltre un secolo, il sito ligure si occupa di diverse fasi, tra cui il sotto-assemblaggio elettrico e pneumatico, il montaggio dei carrelli, la verniciatura e l'assemblaggio finale dei veicoli, i test, le prove pioggia e la pesatura dei veicoli, nonché la riparazione dell'elettronica di potenza e di controllo (Da: *Comunicato Stampa Mercitalia Logistics, Gruppo FS*, 6 maggio 2024).

INDUSTRIA

Nazionale: torna il segno positivo ad aprile per il mercato auto italiano

Ad aprile 2024, il mercato italiano dell'auto totalizza 135.353 immatricolazioni (+7,5%, secondo i dati pubblicati del MIT) contro le 125.884 registrate ad aprile 2023. Nei primi quattro mesi del 2024 i volumi complessivi si attestano a 586.665 unità, con una crescita del 6,1% rispetto a gennaio-aprile 2023. “Ad aprile 2024, il mercato auto italiano torna ad avere il segno positivo dopo la frenata di marzo (-3,7%), con un rialzo del 7,5%, complici due giorni lavorativi in più rispetto ad aprile 2023 (20 giorni contro 18) – afferma R. VAVASSORI, Presidente di ANFIA – ma rimane da colmare un forte divario rispetto ai volumi pre-pandemia (-22,4% rispet-

to ad aprile 2019) I tassi di interesse ancora elevati e l'incertezza economica delle famiglie in generale non aiutano a raggiungere un livello di immatricolazioni che consenta di guardare gli obiettivi ambientali europei. Inoltre, il grave ritardo nell'implementazione della norma sui nuovi incentivi si aggiunge ai fattori che disegnano un quadro non positivo per il settore.

L'offerta di modelli a bassa e nulla emissione locale aumenta la possibilità di scelta degli acquirenti, ma questo sembra non essere sufficiente per riportare il mercato a livelli necessari per un efficace rinnovo del parco circolante italiano, tra i più vecchi ed inquinanti d'Europa". Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione (dati provvisori), le autovetture a benzina vedono il mercato di aprile in aumento del 14,1%, con quota di mercato al 31,2%, mentre le diesel calano del 21,1% con quota al 14,3%. Nel quadrimestre, le immatricolazioni di auto a benzina aumentano del 18,6% e quelle delle auto diesel calano del 18,3%, rispettivamente con quote di mercato del 31,1% e del 14,9%. Le auto ad alimentazione alternativa rappresentano, nel solo mese di aprile, il 54,5% del mercato, con volumi in crescita del 15% rispetto a quelli di aprile 2023; nel cumulato, crescono dell'8,4%, con una quota del 54%. Tra queste, le autovetture elettrificate rappresentano il 45,2% del mercato di aprile e il 44,5% del cumulato, in aumento del 14,2% nel mese e dell'8% nei quattro mesi. Nel dettaglio, le ibride non ricaricabili incrementano del 22,7% nel mese con una quota del 39,5%; nel cumulato crescono del 14,9%, con una quota del 38,5%.

Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili (BEV e PHEV) calano del 22,9% ad aprile e rappresentano il 5,7% del mercato del mese (ad aprile 2023 era il 7,9%); nel cumulato calano del 21,9% e hanno una quota del 6% (in calo di 2,2 punti percentuali rispetto al cumulato del 2023). Le auto elettriche (BEV) hanno una quota del 2,4% nel mese e del 2,8% nel cumulato; le vendite calano del 20% ad aprile

e sono in calo del 18,8% nel quadrimestre. Le ibride plug-in (PHEV) calano del 24,9% ad aprile e del 24,4% nel cumulato, rappresentando il 3,3% delle immatricolazioni del singolo mese e il 3,2% del totale da inizio anno. Infine, le autovetture a gas rappresentano il 9,3% dell'immatricolato di aprile, quasi interamente composto da autovetture Gpl (+17,8% nel mese). Marginale la quota delle autovetture a metano, che nel mese aumentano del 138%. Nel cumulato, le alimentate a metano crescono del 28,4% e le Gpl del 10,4%; insieme, nel quadrimestre, le due alimentazioni costituiscono il 9,5% del mercato (di cui solo lo 0,2% è metano, Fig. 5, Fig. 6).

Nel cumulato dei quattro mesi, 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 Compass risulta al nono posto nei quattro mesi, seguita da Jeep Renegade. Tra le elettriche, Jeep Avenger risulta il terzo modello più venduto dopo Tesla Model Y e Model

3, seguito da Fiat 500 al sesto posto, mentre Peugeot 208 occupa la decima posizione.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di aprile le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 34,8% del mercato, con volumi in aumento del 20,3% rispetto a quelli di aprile 2023. Le auto dei segmenti (Fig. 7, Fig. 8) medi hanno una quota dell'11,1% ad aprile 2024, con un mercato in calo del 6,1% rispetto allo stesso mese del 2023. I SUV hanno una quota di mercato pari al 50,8%, in crescita dell'1,6%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 9,2% del mercato del mese (+12,4% rispetto ad aprile 2023), i SUV compatti il 28,8% (+3,9%) e i SUV medi l'8,7% (-13,4%), mentre le vendite di SUV grandi sono il 4,2% del totale (+1,3%). Il 22,6% dei SUV venduti nel mese di aprile è di un brand del Gruppo Stellantis.

Nei primi quattro mesi del 2024, utilitarie e superutilitarie hanno una quota del 34,5% (+15,2% rispetto



(Fonte: ANFIA)

Figura 5 – Market share – Alimentazione.



(Fonte: ANFIA)

Figura 6 – Market share – Alimentazione – YTD.



(Fonte: ANFIA)

Figura 7 – Market share – Segmento.



(Fonte: ANFIA)

Figura 8 – Market share – Segmento YTD.

ai primi quattro 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 all'ottavo, e, infine, Opel Corsa al nono. Le autovetture medie (segmenti C, D ed E) hanno una quota del 10,7% (+1,2%) nel cumulato. Nella top ten dei quattro mesi, a rappresentare il gruppo Stellantis troviamo Peugeot 308 al decimo posto. I SUV, in crescita dello 0,6%, detengono una quota del 52% nel cumulato.

Continua l'ottima performance di Jeep Avenger che è prima nella top ten dei SUV piccoli con oltre 13.000 unità immatricolate da inizio anno. Stellantis è presente nella top ten con Citroen C3 Aircross al quarto posto e Opel Mokka al quinto. In classifica, al decimo posto, anche DR 3.0. Tra i SUV compatti, Peugeot 2008 è la sesta auto più venduta del segmento nel quadrimestre e Fiat 500x è la

settima, seguita da Jeep Renegade al nono posto. Alfa Romeo Tonale, tra i SUV medi, chiude il quadrimestre al secondo posto, dietro a Kia Sportage. Presente nella classifica del cumulato anche Alfa Romeo Stelvio, all'ottavo posto, e DS7, al decimo. Infine, sempre più marginale la quota di Monovolumi e Multispazio (1,5% nel cumulato, in crescita del 24,7%).

Secondo l'indagine ISTAT, ad aprile si stima una diminuzione sia dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 96,5 a 95,2, che dell'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi), che scende da 97 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 calo rispetto a marzo (da -76,1 a -77,4). Secondo le stime preliminari ISTAT, ad aprile l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,2% su base mensile e dello 0,9% su base annua (da +1,2% del mese precedente).

Il lieve rallentamento del tasso d'inflazione si deve all'ampliarsi su base tendenziale della flessione dei prezzi dei Beni energetici non regolamentati (da -10,3% a -13,9%) e alla decelerazione dei prezzi dei Servizi relativi ai trasporti (da +4,5% a +2,9%), dei Servizi vari (da +2,3% a +1,8%), dei Beni non durevoli (da +2% a +1,5%) e dei Beni alimentari non lavorati (da +2,6% a +2,2%); per contro, si registra un'accelerazione dei prezzi dei Tabacchi (da +1,9% a +3,3%), dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona (da +3,2% a +3,8%) e dei Beni energetici regolamentati (con inversione di tendenza da -13,8% a +0,8%). Nell'ambito degli Energetici non regolamentati, si registrano spinte deflazionistiche nel settore dei prezzi dell'Energia elettrica mercato libero (-3,5% sul mese) e del Gas di città e gas naturale mercato libero (-3,6% il congiunturale), mentre accelerano i prezzi del Gasolio per riscaldamento (da -1,3% a +1,5%; -0,2% da marzo), del Gasolio per mezzi di trasporto, che invertono la tendenza (da -0,1% a +2,4%; -0,2% sul mese), e quelli della Benzina (da +0,2% a +1,8%; +2,4% rispetto al mese precedente).

Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 42.615 immatricolazioni (-1,3%), con una quota di mercato del 31,5%. Nei primi quattro mesi dell'anno, le immatricolazioni complessive ammontano a 193.749 unità (+2,9%), con una quota di mercato del 33%. Sono cinque i modelli del Gruppo Stellantis nella top ten di aprile, con Fiat Panda stabile in testa alla classifica (10.230 unità), seguita, al terzo posto, da Lancia Ypsilon (3.791), e, al quarto, da Citroen C3 (3.619). Al settimo posto si colloca Peugeot 208 (2.849), che recupera due posizioni rispetto alla classifica del mese precedente, seguita, al decimo, da Jeep Avenger (2.581). Il mercato di DR Automobiles, coi suoi marchi DR, EVO, Sportequipe e ICH-X, registra un rialzo dello 0,5% nel mese, mentre cala del 18,5% nel cumulato. Il Costruttore molisano costituisce l'1,8% del mercato di aprile e l'1,5% nei primi quattro mesi del 2024. Per finire, il mercato dell'usato totalizza 446.631

trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari ad aprile 2024, il 20,7% in più rispetto ad aprile 2023. Nei primi quattro mesi del 2024, i trasferimenti di proprietà sono 1.863.589, in crescita dell'11,9% rispetto allo stesso periodo del 2023 (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 2 maggio 2024).

VARIE

Nazionale: sicurezza infrastrutture stradali, ispezionati 1.200 km di rete nei primi 4 mesi dell'anno

Nei primi quattro mesi dell'anno gli esiti delle attività di ANSFISA sulla sicurezza dell'infrastruttura stradale e autostradale confermano un andamento in linea con gli obiettivi di programmazione annuale che spaziano dalle verifiche e delibere sulle gallerie, agli audit sui Sistemi di Gestione della Sicurezza dei Gestori, alle ispezioni.

Proprio sulle ispezioni di campo, si è registrato un notevole incremento dei tratti di strada monitorati consuntivando, nel solo primo quadrimestre dell'anno, ben 1.200 km passati alla verifica degli ispettori dell'Agenzia. Un risultato che ha già superato le previsioni annuali e che è frutto di una significativa ottimizzazione delle modalità con cui viene svolta e organizzata l'attività. Una nuova procedura ispettiva ha infatti consentito di razionalizzare le attività e di focalizzarsi sugli aspetti da monitorare, concentrando tempo e attenzione sugli elementi più significativi e rilevanti. Un metodo fortemente orientato ad ottimizzare i processi, anche attraverso una migliore armonizzazione dei ruoli e delle competenze delle commissioni ispettive, valorizzando l'esperienza acquisita negli ultimi anni.

Per il 2024 il campione costruito da ANSFISA, sulla base di un'equilibrata distribuzione territoriale, ha messo sotto la lente la rete stradale secondaria, il rischio idrogeologico, l'incidentalità e la vulnerabilità strutturale.

In prospettiva questo potenziamento delle attività ispettive sarà supportato anche attraverso l'integrazione di tecnologie di ultima generazione. L'obiettivo è dotarsi di strumenti innovativi e tecnologia avanzata con cui sviluppare funzionalità evolute per mettere in priorità le criticità, elaborare analisi previsionali e modelli predittivi, ma anche uniformare e mettere in correlazione dati e valutazioni che provengono da più fonti.

Procedono al ritmo previsto anche tutte le altre attività che la Direzione Generale per la Sicurezza delle Infrastrutture Stradali e Autostradali impegnata anche sul fronte dell'aggiornamento delle Linee Guida Ponti e Gallerie, emanate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nell'agosto 2022, con l'obiettivo di sintetizzare in nuove Istruzioni Operative alcuni chiarimenti su tematiche tecniche emerse per omogeneizzare i comportamenti dei gestori.

Altro fronte in cui ANSFISA è fortemente impegnata è quello dei tavoli tecnici attivati con Comuni, Province ed altri Enti, proprietari e gestori di gran parte della rete stradale, per supportarli nella predisposizione e applicazione dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS), per prevedere e organizzare le modalità di programmazione e attuazione delle attività di esercizio e manutenzione, valutazione e mitigazione dei rischi. Dal confronto attivato, si sono affrontate anche problematiche specifiche segnalate proprio dal territorio, sempre nell'ottica di valorizzare le esperienze comuni e best practice e ricercare sinergie utili a individuare soluzioni efficaci e percorribili.

In Commissione Permanente Gallerie intanto prosegue l'impegno ad accelerare, sia dal

punto di vista normativo che operativo, il processo di adeguamento delle gallerie italiane ai requisiti di sicurezza imposti dalla direttiva europea a cui corrisponde un significativo incremento delle attività autorizzative, ispettive e di controllo dedicate specificatamente alle gallerie (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 24 maggio 2024).

Emilia Romagna: Trenitalia TPER, al via la sperimentazione delle bodycam per i capitreno

È iniziata la sperimentazione delle bodycam (Fig. 9) per i capitreno di Trenitalia Tper, un ulteriore strumento di deterrenza nei confronti di comportamenti aggressivi ai danni, in particolare, del personale di bordo. Trenta i capitreno che su base volontaria hanno aderito a questa prima fase del progetto, nato dal confronto costruttivo fra Trenitalia Tper e le principali sigle sindacali. A loro il compito di testare sul campo per circa sei mesi efficacia e facilità di utilizzo delle bodycam che, se promosse, saranno disponibili per tutti i capitreno e il personale di assistenza alla clientela (circa 480 persone) che potranno scegliere se richiederle in dotazione o meno. A seguire il processo saranno FS Security, Security Provider per le società del Gruppo FS Italiane e la struttura operativa



Figura 9 - Trenitalia TPER, in Emilia Romagna, è iniziata la sperimentazione delle bodycam per i capitreno, un progetto nato dal confronto fra azienda e sindacati (Fonte: Trenitalia TPER).

NOTIZIARI

di Trenitalia Tper, con il necessario e sempre presente coinvolgimento della Polizia Ferroviaria.

La bodycam indossata dal capotreno sarà sempre accesa, ma non in modalità di registrazione. Sarà il lavoratore a decidere se e quando attivarla. In caso di minaccia, di aggressione o di comportamenti violenti (compresi atti vandalici). Le immagini registrate verranno consegnate alle Forze dell'Ordine, uniche in possesso del sistema di decriptazione, per gli accertamenti e il seguito a norma di legge. I passeggeri del treno saranno informati della possibile presenza di personale con bodycam a bordo. Le bodycam sono potenzialmente in grado anche di registrazioni sonore e di trasmettere immagini in tempo reale alle sale

operative. L'attivazione di queste ulteriori funzioni, nei termini previsti dalla legge, sarà eventuale oggetto di futuri confronti fra azienda e lavoratori.

“Impegnarci per garantire più serenità e sicurezza sul lavoro è un dovere - è il commento di Alessandro Tullio, AD di Trenitalia Tper - ed è fondamentale per assicurare un buon servizio ai passeggeri”.

L'introduzione delle bodycam si aggiunge alle numerose azioni già intraprese a tutela della sicurezza del viaggio. Tutti i nuovi treni regionali sono dotati di telecamere e di un sistema di videosorveglianza live, in grado di mostrare sui monitor di bordo e in tempo reale le varie sezioni del treno, garantendo al capotreno una visione costante anche delle zone più lonta-

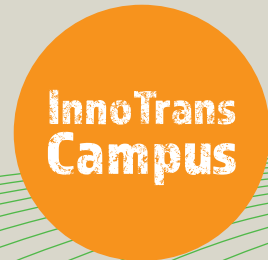
ne a lui in quel momento. In caso di necessità il capotreno può contattare direttamente, attraverso un numero dedicato, la Polizia Ferroviaria per la richiesta di intervento immediato.

Personale di FS Security svolge servizi di sicurezza con scorte mirate a bordo dei treni, compresi i regionali di Trenitalia Tper e nelle stazioni, in stretta collaborazione con gli agenti della Polizia Ferroviaria. Anche il personale di assistenza alla clientela di Trenitalia Tper, una squadra di circa cinquanta operatori, può supportare il personale di bordo con attività di controllo dei biglietti, contribuendo a contrastare il fenomeno dell'evasione, prima causa di innesco di situazioni critiche (Da: *Comunicato Stampa Trenitalia TPER*, 1 marzo 2024).



InnoTrans 2024
24 – 27 SEPTEMBER · BERLIN
International Trade Fair for Transport Technology

YOUR. FUTURE.



Ready for a career in the mobility industry?

More information at innotrans.de/en/campus

Apply now – Pick up a job!

Eurailpress Career Boost – only on 25 September, 2:00 p.m.



Messe Berlin

Notizie dall'estero

News from foreign countries

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA (RAILWAY TRANSPORTATION)

Regno Unito: da 8,8 milioni di sterline da c2c per la verniciatura e la riparazione della flotta della Classe 357

Alstom ha firmato un contratto da 8,8 milioni di sterline (10,3 milioni di euro) con l'operatore passeggeri c2c per la verniciatura e la riparazione della sua flotta Electrostar di Classe 357 (Fig. 1). Il contratto riguarderà 74 unità da quattro carrozze, inizialmente costruite presso il sito Alstom di Derby Litchurch Lane tra il 1999 e il 2002, e attualmente affittate da Angel Trains e Porterbrook. L'ambito dei lavori sui treni elettrici comprende la riparazione delle coperture dei bulloni, la corrosione delle estremità della carrozzeria, la corrosione degli sfiasi laterali, la corrosione della barra della suola, la corrosione del tetto e la riverniciatura di tutte le unità. Questo lavoro sarà svolto presso il deposito Alstom di Ilford per un periodo di 24 mesi. Ilford ha una lunga storia nell'esecuzione di programmi di manutenzione pesante, ammodernamento e ristrutturazione, impiegando circa 120 persone.

Questo nuovo contratto supporterà fino a 25 ruoli aggiuntivi presso la sede di Ilford. Nella fornitura dei materiali per questo progetto saranno coinvolti anche numerosi fornitori del Regno Unito, tra cui piccole e medie imprese (PMI), che aderiranno tutti ai requisiti etici e di sostenibilità di Alstom. Ad esempio, verranno applicate soluzioni di verniciatura a base acqua, dando priorità alla sicurezza dei lavoratori, dei passeggeri e dell'ambiente. "Siamo entusiasti di

intraprendere questo nuovo viaggio con c2c, rinnovando la flotta della Classe 357 e migliorando l'esperienza di viaggio per i passeggeri paganti. Questo contratto sottolinea l'impegno di Alstom a favore della mobilità sostenibile e dell'artigianato britannico, esemplificato dal nostro gruppo dedicato presso il deposito di Ilford", ha affermato P. BROADLEY, Amministratore delegato del servizio Regno Unito e Irlanda di Alstom. Ha aggiunto: "Attraverso questo contratto, non solo rinnoviamo la vitalità della flotta della Classe 357, ma rafforziamo anche le economie locali favorendo la creazione di posti di lavoro presso il nostro deposito di Ilford e coinvolgendo la più ampia catena di fornitura del Regno Unito, comprese le PMI".

Il deposito di Ilford di Alstom è stato inaugurato nel 1949 come deposito di unità multiple elettriche CA (EMU). Al momento, le capacità del sito includono la modernizzazione, la ristrutturazione, la verniciatura dei veicoli, il rebranding e la revisione. Il deposito fornisce anche servizi di distribuzione di manodopera fuori sede ai clienti e ad altri siti Alstom. Il sito dispone di quattro officine principali con capacità per revisioni classificate C4 (sottocarro) e C6 (carrozzeria), un centro logistico, impianti di verniciatura e un tornio. Le capacità combinate di modernizzazio-

ne, ristrutturazione e manutenzione della flotta di Ilford includono la sostituzione del sistema di trazione, l'installazione del sistema europeo di controllo dei treni (ETCS), aggiornamenti del sistema, riparazioni di corrosione pesante, modifiche strutturali e estensione della vita delle risorse, capacità di saldatura di acciaio e alluminio, riparazioni di collisioni minori e riparazione di veicoli-cablaggio. Alstom è il produttore del mercato dei servizi ferroviari, che supporta i clienti durante l'intero ciclo di vita delle risorse con il più ampio portafoglio di soluzioni di servizi. Il portafoglio FlexCare Modernize di Alstom migliora e prolunga la vita del materiale rotabile con soluzioni di modernizzazione Life, Smart e Green. Alstom soddisfa un'ampia gamma di esigenze dei clienti, tra cui la minimizzazione dei costi del ciclo di vita, la riduzione dell'impatto ambientale e il miglioramento del comfort dei passeggeri e delle prestazioni dei treni. Alstom ha modernizzato oltre 40.000 veicoli in tutto il mondo.

"Ogni anno c2c continua a raggiungere alcuni dei migliori dati di puntualità e affidabilità tra tutti gli operatori ferroviari del paese, e non è un caso che la nostra flotta di 357 treni sia alla base di questi eccellenti risultati", ha affermato R. MULLEN, amministratore delegato di c2c. Ha aggiunto: "Oltre a mantenere e riparare i nostri treni in modo che siano pronti a servire le decine di migliaia



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – Alstom si aggiudica un contratto da 8,8 milioni di sterline da c2c per la verniciatura e la riparazione della flotta della Classe 357 nel Regno Unito.

Figure 1 – Alstom secures £8.8 million contract from c2c for paint and repair of Class 357 fleet in the UK.

di clienti che trasportano ogni giorno, i nostri team dedicati di ingegneria e presentazione lavorano 24 ore su 24 per assicurarsi che siano sempre puliti e in ottime condizioni sia dentro che fuori. “I prossimi lavori di verniciatura e ristrutturazione – effettuati dai nostri partner di Alstom – vedranno tutti i nostri 74 treni Classe 357 rinnovati con l’aspetto distintivo dei nostri nuovi treni Classe 720. Siamo entusiasti della prospettiva che questo lavoro abbia inizio e non vediamo l’ora di riportare i treni rinnovati sul nostro percorso”. Di proprietà di Trenitalia, c2c gestisce servizi ferroviari per passeggeri sulla linea Londra, Tilbury e Southend – nota anche come Essex Thameside – nell’est di Londra e nel sud dell’Essex. Oltre agli Electrostar, operano anche 12 treni Classe 720 Aventra, anch’essi costruiti da Alstom a Derby (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 15 maggio 2024).

United Kingdom: £8.8 million from c2c for paint and repair of Class 357 fleet

Alstom has signed a £8.8 million (€10.3 million) contract with passenger operator c2c for the paint and repair of its Class 357 Electrostar fleet (Fig. 1). The contract will involve 74 four-car units, initially built at Alstom’s Derby Litchurch Lane site between 1999 and 2002, and currently leased from Angel Trains and Porterbrook. The scope of work on the electric trains includes the repair of huck bolt covers, body end corrosion, side vent corrosion, sole bar corrosion, roof corrosion and the repainting of all the units. This work will be undertaken at Alstom’s Ilford depot over a 24-month period. Ilford has a long-established history in the execution of heavy maintenance and modernisation and refurbishment programmes, employing approximately 120 people. This new contract will support up to 25 additional roles at the Ilford site. A number of UK suppliers – including small and medium-sized enterprises (SMEs) – will also be involved in providing the materials for this project, all of which will adhere to Alstom’s ethical and sustainability requirements. For example, water-based paint solutions will be

applied, prioritising safety for workers, passengers and the environment. “We’re thrilled to embark on this new journey with c2c, rejuvenating the Class 357 fleet and enhancing the travel experience for fare-paying passengers. This contract underscores Alstom’s commitment to sustainable mobility and British craftsmanship, exemplified by our dedicated team at the Ilford depot,” said P. BROADLEY, Service Managing Director UK and Ireland at Alstom. He added: “Through this contract, we not only renew the vitality of the Class 357 fleet but also fortify local economies by fostering job creation at our Ilford depot and engaging the wider UK supply chain, including SMEs.” Alstom’s Ilford depot opened in 1949 as an AC electric multiple unit (EMU) depot. Now, the site’s capabilities include modernisation, refurbishment, vehicle painting, re-branding and overhaul. The depot also provides off-site labour deployment services to customers and other Alstom sites. The site has four main workshops with a capability for C4 (undercarriage) and C6 (body) classified overhauls, a logistics centre, paint facilities, and a ground lathe. Ilford’s combined modernisation, refurbishment and fleet maintenance capabilities include traction system replacement, European Train Control Systems (ETCS) installation, system upgrades, heavy corrosion repairs, structural modifications and asset life extension, steel and aluminium welding capability, minor collision repairs, and vehicle re-wiring.

Alstom is the market manufacturer in rail services, supporting customers over the entire asset lifecycle with the broadest portfolio of services solutions. Alstom’s FlexCare Modernise portfolio enhances and extends the lifetime of rolling stock with Life, Smart and Green modernisation solutions. Alstom addresses a wide range of customer needs including minimising lifecycle costs, reducing environmental impact, and enhancing passenger comfort and train performance. Alstom has modernised over 40,000 vehicles around the world. “Each year c2c continues to achieve some of the best punctuality and reliability figures of any train operator in the country, and it is no coincidence that our fleet

of 357 trains are behind these excellent results,” said R. MULLEN, Managing Director at c2c. He added: “As well as maintaining and servicing our trains so they are ready to serve the tens of thousands of customers they carry each day; our dedicated engineering and presentation teams work around the clock to make sure they are always clean and in great condition both inside and out. “The forthcoming paint and refurbishment work – carried out by our partners at Alstom – will see all of our 74 Class 357 trains refreshed with the distinctive look and feel of our new Class 720 trains. We are excited at the prospect of this work starting and can’t wait to get the refreshed trains back out on our route.” Owned by Trenitalia, c2c operate rail passenger services on the London, Tilbury, and Southend line – also known as Essex Thameside – in east London and south Essex. Alongside the Electrostars, they also operate 12 Class 720 Aventra trains, which were also built by Alstom in Derby (From: Alstom Press Release, May 15th, 2024).

Svizzera: le FFS e Stadler rafforzeranno i collegamenti ferroviari con la Francia grazie a 33 nuovi FLIRT Evo

Le Ferrovie Federali Svizzere (FFS) hanno firmato un’opzione contrattuale per la produzione e la consegna di un massimo di 33 nuove unità multiple FLIRT Evo (Fig. 2). L’ordine fa parte della più grande gara d’appalto nella storia delle ferrovie svizzere per la consegna di un massimo di 510 unità multiple FLIRT a un piano. Dalla fine del 2030 le unità multiple circoleranno tra la Svizzera e la Francia per offrire collegamenti diretti efficienti sui servizi regionali ogni 30 minuti. La firma di questo contratto conferma ancora una volta il successo internazionale del modello FLIRT. Come i veicoli del primo ordine, il FLIRT Evo per la Francia sarà prodotto nel sito Stadler di Busnang (TG). Le FFS hanno firmato un’opzione contrattuale per ulteriori 33 unità multiple FLIRT. L’ordine fa parte dell’accordo quadro firmato nel 2022 tra FFS, Thurbo e RegionAlps

per lo sviluppo e la fornitura di 510 treni FLIRT a un piano. Al momento della firma dell'accordo quadro, Stadler è stata incaricata di produrre 286 treni FLIRT in un primo ordine di consegna nel 2022. Solo un anno e mezzo dopo, Stadler ha presentato al pubblico il treno con il debutto del primo dei 286 veicoli FLIRT.

Dopo l'introduzione dei collegamenti continui tra la Svizzera e la Francia nel 1997, Stadler è ora lieta di collaborare con le FFS per adattare il trasporto regionale transfrontaliero alle esigenze di uno spazio economico internazionale. I nuovi veicoli saranno utilizzati per il trasporto transfrontaliero e consentiranno collegamenti diretti più efficienti e veloci per operare tra la Svizzera nordoccidentale e l'Alsazia. Le nuove unità multiple saranno omologate in Svizzera e Francia e, dalla fine del 2030, potranno portare i passeggeri a destinazione in modo più diretto e veloce ogni 30 minuti. "Siamo orgogliosi di poter espandere i servizi ferroviari verso la Francia con il nostro collaudato modello FLIRT più venduto. La firma di questa opzione contrattuale rappresenta un significativo passo avanti per il trasporto transfrontaliero. Non vediamo l'ora di collaborare con le FFS per offrire ai passeggeri maggiore comfort e flessibilità con i nostri moderni treni FLIRT ottimizzati per soddisfare la domanda, garantendo così una migliore esperienza di viaggio", afferma P. SPÜHLER, presidente del Consiglio di amministrazione di Stadler.

- Unità multiple con caratteristiche speciali

I veicoli sono dotati di due sistemi integrati di corrente di trazione e di sicurezza ferroviaria per garantire il funzionamento sia in Svizzera che in Francia. Inoltre, in Francia possono funzionare accoppiati fino a tre FLIRT Evo. In Svizzera è possibile anche la trazione mista con altri FLIRT Evo fino alla trazione quadrupla. Ciò contribuisce all'impiego flessibile e quindi al funzionamento economico della flotta.

I treni FLIRT sono stati ottimizzati e migliorati in termini di capacità

complessiva. Offrono più spazio per riporre biciclette, passeggini e bagagli di grandi dimensioni. Allo stesso tempo, i veicoli tengono conto delle esigenze dei passeggeri a mobilità ridotta. Ogni veicolo ha una capacità totale di passeggeri di 146 posti o 292 posti in doppia trazione (Da: Comunicato Stampa Stadler, 24 maggio 2024).

Switzerland: SBB and Stadler are to strengthen rail connections with France thanks to 33 new FLIRT Evo

Swiss Federal Railways (SBB) has signed a contract option for the manufacture and delivery of up to 33 new FLIRT Evo multiple units (Fig. 2). The order is part of the largest tender in Swiss railway history for the delivery of up to 510 single-decker FLIRT multiple units. From the end of 2030, the multiple units will run between Switzerland and France to offer efficient direct connections on regional services every 30 minutes. The signing of this contract once again confirms the international success of our best-selling FLIRT model. Like the vehicles in the first call-off order, the FLIRT Evo for France will be produced at the Stadler production site in Bussnang (TG).

SBB has signed a contract option for 33 additional FLIRT multiple units. The order is part of the framework agreement signed in 2022 between SBB, Thurbo and RegionAlps for the development and delivery of 510 single-decker FLIRT trains. On signing the framework agreement, Stadler was commissioned to produce 286 FLIRT trains in an initial call-off order in 2022. Just one and a half years later, Stadler unveiled the train to the public with the debut of the first of the 286 FLIRT vehicles.

Following the introduction of continuous connections between Switzerland and France in 1997, Stadler is now pleased to be working with SBB to adapt cross-border regional transport to meet the needs of an international economic area. The new vehicles will be used for cross-border transport and will enable more efficient, faster direct connections to operate between Northwestern Switzerland and Alsace. The new multiple units will be approved in Switzerland and France and, from the end of 2030, will be able to take passengers to their destinations more directly and quickly every 30 minutes.

"We are proud to be able to expand rail services to France with our proven best-selling FLIRT model. The signing of this contract option represents a significant step forward for cross-border transport. We are looking forward to working with SBB to offer passengers more comfort and flexibility with our modern FLIRT trains optimised to meet demand, thereby ensuring a better travel experience," says P. SPÜHLER, Chairman of the Board of Directors of Stadler.

- Multiple units with special features

The vehicles have two integrated traction current and railway safety systems to ensure operation in both Switzerland and France. In addition, up to three FLIRT Evo can run coupled in France. In Switzerland, mixed traction with other FLIRT Evo up to quadruple traction is also possible.



(Fonte - Source: Stadler)

Figura 2 – Un Flirt Evo per Zurigo HB 1.
Figure 2 – A Flirt Evo Zürich HB 1.

This contributes to flexible deployment and therefore economical operation of the fleet.

The FLIRT trains have been optimised and improved in terms of overall capacity. They provide more storage space for bicycles, pushchairs, and large items of luggage. At the same time, the vehicles consider the needs of passengers with reduced mobility. Each vehicle has a total passenger capacity of 146 seats, or 292 seats in double traction (From: Stadler Press Release, May 24th, 2024).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Norvegia: CAF fornirà unità per la rete metropolitana della capitale norvegese

Sporveien, l'operatore del trasporto pubblico urbano del comune di Oslo, ha riposto ancora una volta la sua fiducia in CAF per la fornitura di veicoli destinati ad operare nel sistema di trasporto urbano della capitale norvegese. In questo caso, l'accordo con CAF prevede la fornitura di 20 treni metropolitani e dei relativi pezzi di ricambio, con la possibilità di aumentare il numero di unità fino a 90 unità aggiuntive. Il contratto base supera un valore di 150 milioni di euro, che aumenterebbe notevolmente qualora il cliente decidesse di implementare le opzioni stabilite.

La metropolitana di Oslo, o T-Bane, è uno dei mezzi di trasporto più utilizzati in città, con più di 85 km di binari, suddivisi in 6 linee. Le nuove unità M4000 per la metropolitana saranno veicoli basati sulla piattaforma metropolitana di CAF, denominata INNEO. Si tratta di unità a doppio senso di marcia da 3 auto, ognuna delle quali avrà 3 doppie porte su ciascun lato. Questo design garantirà un accesso facile e veloce, ottimizzando così i tempi di sosta in ciascuna delle stazioni.

I treni saranno progettati per operare nelle condizioni meteorologiche avverse della capitale norvegese, comprese neve e temperature estre-

me. Tutti i carrelli saranno carrelli motore, migliorando l'aderenza e la trazione dell'unità durante il funzionamento. Inoltre, i veicoli saranno dotati anche di batterie di bordo, che consentiranno loro di raggiungere la stazione successiva in caso di interruzione accidentale della corrente o di manovrare, se necessario, presso il deposito dell'operatore. Tutto quanto sopra dà priorità al consumo energetico efficiente al fine di ottenere un veicolo sostenibile. Infine, i veicoli saranno anche preparati per essere completamente automatizzati per la guida autonoma GoA4, se necessario in futuro.

Questo investimento rientra nella strategia dell'operatore Sporveien per far fronte al previsto aumento di passeggeri che utilizzeranno i suoi servizi nei prossimi anni. Ciò consentirà all'azienda di raggiungere l'obiettivo di aumentare la capacità di trasporto, contribuendo al tempo stesso a realizzare trasporti più sicuri, efficienti e sostenibili.

Questo è il terzo contratto che il Gruppo CAF si aggiudica negli ultimi anni per la città di Oslo, dopo quello stipulato nel 2022 per la fornitura di 183 autobus articolati elettrici, che circolano per le strade di Oslo dallo scorso anno, e il contratto per la fornitura di 87 tram attualmente in fase di consegna. Tutto quanto sopra conferma la riconosciuta esperienza di CAF come fornitore della gamma più ampia e all'avanguardia di soluzioni di trasporto collettivo a emissioni zero per le città attuali (Da: *Comunicato Stampa CAF*, 8 maggio 2024).

Norway: CAF to supply units for Oslo metro network

Sporveien, the public urban transport operator for the municipality of Oslo, has once again placed its trust in CAF to supply vehicles to operate in the Norwegian capital's urban transport system. In this case, the agreement with CAF includes the supply of 20 metro trains and their corresponding spare parts, with an option to increase the number of units by up to 90 additional units. The base contract exceeds

a value of €150 million, which would increase significantly should the customer decide to implement the established options.

The Oslo metro, or T-Bane, is one of the most used means of transport in the city, with more than 85 km of track, split into 6 lines. The new M4000 units for the metro will be vehicles based on CAF's metro platform, called INNEO. These are 3-car two-way units, each of which will have 3 double doors on each side. This design will ensure easy and quick access, thereby optimising stopping times at each of the stations.

The trains will be designed to operate in the severe weather conditions in the Norwegian capital, including snow and extreme temperatures. All bogies will be motor bogies, improving the grip and traction of the unit during operation. Furthermore, the vehicles will also be equipped with on-board batteries, enabling them to reach the next station in the event of an accidental power cut or to manoeuvre at the operator's depot if required. All the above prioritises efficient energy consumption in order to achieve a sustainable vehicle. Finally, the vehicles will also be prepared to be fully automated for GoA4 autonomous driving if required in the future.

This investment forms part of the operator Sporveien's strategy to meet the anticipated increase in passengers using its services in the coming years. This will enable the company to achieve its goal of increasing transport capacity while also contributing to achieving safer, more efficient and sustainable transport.

This is the third contract that the CAF Group has been awarded in the past few years for the city of Oslo, following a contract in 2022 to supply 183 electric articulated buses, which have been running on the streets of Oslo since last year, and the contract to supply 87 trams which are currently in the process of being delivered. All of the above confirms CAF's recognised expertise as a supplier of the most extensive and cutting-edge range of zero-emission collective transport solutions for towns and cities (From: CAF Press Release, May 8th, 2024).

TRASPORTI INTERMODALI ***INTERMODAL TRANSPORTATION***

USA: Maersk e Prologis lanciano un nuovo deposito di ricarica per autocarri elettrici, alimentato dalla più grande micrete nazionale

In un passo significativo verso la costruzione dell'infrastruttura della California per un trasporto pulito, Prologis, Inc. (NYSE: PLD) e Performance Team – A Maersk Company, hanno annunciato il lancio del più grande deposito di ricarica per veicoli elettrici pesanti (EV) della California meridionale (Fig. 3), situato vicino ai porti di Los Angeles e Long Beach e alimentato dalla più grande micrete per autocarri elettrici della nazione.

Situato direttamente all'uscita della Harbour (110) Freeway a Los Angeles su Denker Avenue, e nel raggio di cinque miglia dall'Interstate 405 e dalla California State Route 91 (SR91), il deposito di ricarica Denker avrà la capacità di ricaricare fino a 96 veicoli elettrici contemporaneamente. Prologis e Performance Team hanno costruito la struttura in soli cinque mesi. Performance Team utilizzerà la sua flotta di autocarri Volvo VNR elettrici che hanno un'autonomia di 240 miglia e possono ricaricarsi fino all'80% in 90 minuti.

- L'innovazione ha superato gli ostacoli nell'approvvigionamento energetico

Alla luce delle richieste della California di porre fine alla vendita di autocarri diesel e di passare ai veicoli elettrici per il trasporto entro il 2035 e ai veicoli elettrici pesanti entro il 2045, le aziende stanno investendo in infrastrutture di ricarica per supportare le operazioni. Questo progetto è un connettore chiave nell'infrastruttura necessaria per raggiungere gli obiettivi dello Stato.

Mentre i servizi pubblici lavorano per aggiornare la rete elettrica, aziende come Prologis e Maersk stanno investendo molto in California per trovare soluzioni innovative e creative che mettano immediatamente

in circolazione i autocarri elettrici. Nello sviluppo del deposito di ricarica Denker, Prologis ha installato l'infrastruttura di ricarica per contribuire ad accelerare i tempi in cui il progetto poteva essere online e i veicoli potevano circolare su strada, invece di aspettare fino a due anni per l'aggiornamento della rete. Prologis ha sviluppato una soluzione di ricarica innovativa, in collaborazione con Mainspring Energy, per costruire una micrete, ovvero una piccola rete di generatori e carichi elettrici che può essere collegata alla rete ma è in grado di funzionare indipendentemente dalla rete locale. La micrete Prologis Denker utilizza 2,75 MW di generatori lineari flessibili in combustibile e pronti all'idrogeno, abbinati a 18 MWh di batterie per fornire fino a 9 MW di capacità di ricarica.

Con 20.000 autocarri che servono i porti di Los Angeles e Long Beach, sarà necessaria una collaborazione continua tra governo, regolatori e industria privata per costruire le infrastrutture e le attrezzature necessarie a supportare la transizione del settore degli autotrasporti. I funzionari di Prologis e Performance Team hanno affermato che la consegna del progetto è stata accelerata grazie a una forte partnership con il Dipartimento dell'acqua e dell'energia di Los Angeles, che ha consentito la progettazione e la pianificazione a lungo termine, la città di Los Angeles, che ha consentito il progetto, e Southern California Gas Co., che alimentava la micrete con gas naturale. Il deposito di ricarica Denker è il terzo progetto di ricarica per veicoli elettrici per autocarri commerciali della California meridionale che Prologis Mobility e Performance



(Fonte - Source: Maersk)

Figura 3 – Performance team Los Angeles (California, USA) – Una società Maersk e Prologis lanciano un nuovo deposito di ricarica per autocarri elettrici, alimentato dalla più grande micrete dedicata della nazione
Figure 3 – Performance team Los Angeles (California, USA)– A Maersk company and Prologis launch new EV truck charging depot, powered by nation's largest EV truck microgrid.

Team hanno aperto insieme. Le strutture del Performance Team a Santa Fe Springs and Commerce, dotate dell'infrastruttura di ricarica Prologis Mobility, forniscono 4 MW di capacità di ricarica, sufficienti per caricare 38 camion elettrici.

- Nota per i lettori: Performance Team – A Maersk Company

Performance Team è una società Maersk che gestisce oltre 140 veicoli elettrici negli Stati Uniti. A.P. Moller - Maersk è un'organizzazione logistica integrata che lavora per connettere e semplificare le catene di approvvigionamento dei propri clienti. In qualità di azienda globale nei servizi logistici, l'organizzazione opera in più di 130 paesi e impiega circa 100.000 persone. Maersk punta a raggiungere zero emissioni nette entro il 2040 in tutta l'azienda con nuove tecnologie, nuove navi e carburanti verdi.

Prologis Mobility offre ai propri clienti un servizio di ricarica come servizio senza costi iniziali e soluzioni complete che includono progettazione e costruzione, approvvigionamento energetico, hardware, monitoraggio delle operazioni, soluzioni software proprietarie e manutenzione. Prologis Mobility sta inoltre sviluppando hub di ricarica per veicoli elettrici pubblici e privati per

flotte pesanti, offrendo accesso a una ricarica ridimensionata posizionata strategicamente all'interno del portafoglio immobiliare dell'azienda.

Prologis, Inc. è una azienda globale nel settore immobiliare logistico con particolare attenzione ai mercati ad alta barriera e ad alta crescita. Al 31 marzo 2024, la società possedeva o aveva investimenti, su base interamente controllata o tramite iniziative di coinvestimento, in proprietà e progetti di sviluppo per un totale stimato di circa 115 milioni di m² in 19 paesi. Prologis affitta moderne strutture logistiche a una base diversificata di circa 6.700 clienti, principalmente in due categorie principali: business-to-business e distribuzione al dettaglio/online (Da: Comunicato Stampa Maersk, 23 maggio 2024).

USA: Maersk and Prologis launch new EV truck charging depot, powered by nation's largest microgrid

In a significant step toward building out California's infrastructure for clean transportation, Prologis, Inc. (NYSE: PLD) and Performance Team – A Maersk Company, announced the launch of Southern California's largest heavy-duty electric vehicle (EV) charging depot (Fig. 3), located near the Ports of Los Angeles and Long Beach and powered by the nation's largest EV truck microgrid.

Located directly off the Harbor (110) Freeway in Los Angeles on Denker Avenue, and within five miles of Interstate 405 and California State Route 91 (SR91), the Denker charging depot will have the ability to charge up to 96 EV trucks simultaneously. Prologis and Performance Team constructed the facility in just five months. Performance Team will be using its fleet of Volvo VNR Electric trucks which have a range of 240 miles and can charge up to 80% in 90 minutes.

- *Innovation overcame energy supply hurdles*

Against the backdrop of California's requirements to end the sale of diesel

trucks and move to electric drayage trucks by 2035 and electric heavy-duty trucks by 2045, companies are investing in charging infrastructure to support operations. This project is a key connector in the infrastructure needed to meet the state's goals.

While utilities work to upgrade the electrical grid, companies like Prologis and Maersk are investing heavily in California to find innovative and creative solutions that get EV trucks on the road immediately. In developing the Denker charging depot, Prologis installed the charging infrastructure to help speed up the time the project could get online, and trucks could get on the road, rather than waiting up to two years for the grid upgrade. Prologis developed an innovative charging solution, in conjunction with Mainspring Energy, to build a microgrid, which is any small network of electrical generators and loads that may be grid-connected but can operate independently of the local grid. The Prologis Denker microgrid uses 2.75 MW of fuel-flexible, hydrogen-ready linear generators paired with 18 MWh of batteries to provide up to 9 MW of charging capacity.

With 20,000 trucks serving the ports of Los Angeles and Long Beach, it will take continued collaboration between government, regulators and private industry to build the infrastructure and equipment necessary to support the trucking industry's transition. Prologis and Performance Team officials said the project delivery was expedited thanks to a strong partnership with the Los Angeles Department of Water and Power, which enabled long-term design and planning, the City of Los Angeles, which permitted the project, and Southern California Gas Co., which powered the microgrid by natural gas. The Denker charging depot is the third Southern California commercial truck EV charging project Prologis Mobility and Performance Team have opened together. Performance Team facilities in Santa Fe Springs and Commerce, equipped with Prologis Mobility charging infrastructure, provide 4 MW of charging capacity—enough to charge 38 electric trucks.

- *Note for readers: Performance Team – A Maersk Company*

Performance Team is a Maersk company that operates over 140 electric vehicles across the United States. A.P. Moller - Maersk is an integrated logistics organization working to connect and simplify its customers' supply chains. As a company in logistics services, the organization operates in more than 130 countries and employs around 100,000 people. Maersk is aiming to reach net zero emissions by 2040 across the entire business with new technologies, new vessels and green fuels.

Prologis Mobility offers a charging-as-a-service with no upfront costs to its customers and comprehensive solutions that include design and construction, energy procurement, hardware, operations monitoring, proprietary software solutions, and maintenance. Prologis Mobility is also developing public and private EV charging hubs for heavy-duty fleets, offering access to scaled charging located strategically within the company's real estate portfolio.

Prologis, Inc. is the global company in logistics real estate with a focus on high-barrier, high-growth markets. At March 31, 2024, the company owned or had investments in, on a wholly owned basis or through co-investment ventures, properties and development projects expected to total approximately 115 million square meters in 19 countries. Prologis leases modern logistics facilities to a diverse base of approximately 6,700 customers principally across two major categories: business-to-business and retail/online fulfillment (From: Maersk Press Release, May 23rd, 2024).

INDUSTRIA MANUFACTURE

Internazionale: Leapmotor International è pronta per ampliare la vendita globale dei suoi veicoli elettrici

- Leapmotor International, un'azienda in quote 51:49 guidata da Stellantis, punta a ridefinire il futuro dei veicoli elettrici attraverso

tecnologie innovative e un modello di integrazione verticale onnicomprensivo

- I piani di sviluppo di Leapmotor International prevedono una rapida crescita, che contribuirà a generare valore sia per Leapmotor sia per Stellantis
- Leapmotor International inizierà a operare in Europa entro settembre 2024 raggiungendo entro la fine dell'anno i 200 punti vendita, per poi continuare in India & Asia Pacifico, Medio Oriente & Africa e Sud America a partire dal quarto trimestre
- I modelli T03 e C10 saranno lanciati per primi, con almeno un nuovo veicolo all'anno introdotto nei mercati per i prossimi tre anni
- La T03 è una vettura compatta elettrica del segmento A, perfetta per l'uso urbano, con un'autonomia WLTP di 265 km e uno spazio interno comparabile a quello di una vettura del segmento B
- La C10 è un SUV elettrico con dimensioni da segmento D e dotazione premium, che vanta la migliore esperienza di guida della categoria, un'autonomia WLTP di 420 km e 5 stelle nei test E-NCAP

Stellantis N.V. e Leapmotor hanno annunciato (Fig. 4) che le due società hanno ottenuto tutte le autorizzazioni necessarie per costituire la società Leapmotor International B.V., una joint venture in quote 51/49 guidata da Stellantis. Dalla sede di Amsterdam, il gruppo diretto dal CEO T. XIN, ex manager di Stellantis China, sta preparando il lancio dei modelli T03 e C10 prima nei mercati europei, ampliando poi le vendite anche in India & Asia Pacifico (esclusa la "Grande Cina"), Medio Oriente & Africa, e Sud America nel quarto trimestre 2024.

A ottobre 2023, le due società avevano annunciato l'investimento da parte di Stellantis di circa 1,5 miliardi di euro in Leapmotor, per l'acquisizione di circa il 21% delle quote di Leapmotor, un'azienda automobilistica classificata nel 2023 tra le prime 3 startup cinesi di veicoli elettrici. L'ac-



(Fonte - Source: Gruppo Stellantis)

Figura 4 – Da sinistra: C. TAVARES, CEO di Stellantis, e Z. JIANGMING, fondatore, Presidente e CEO di Leapmotor.

Figure 4 – From left: C. TAVARES, CEO of Stellantis, and Z. JIANGMING, founder, President and CEO of Leapmotor.

cordo prevedeva anche la costituzione di Leapmotor International, con diritti esclusivi per l'esportazione e la vendita, nonché la fabbricazione dei prodotti Leapmotor al di fuori della "Grande Cina". La partnership mira a incrementare ulteriormente le vendite di Leapmotor in Cina, il più grande mercato automobilistico del mondo, beneficiando al contempo della consolidata presenza commerciale di Stellantis sui mercati internazionali per aumentare le vendite del brand Leapmotor in altre regioni.

“La creazione di Leapmotor International è un grande passo in avanti per contribuire ad affrontare l'urgente problema del riscaldamento globale attraverso modelli BEV all'avanguardia, in grado di competere con i brand cinesi nei mercati chiave di tutto il mondo”, ha dichiarato C. TAVARES, CEO di Stellantis. “Sfruttando la nostra attuale presenza globale saremo presto in grado di offrire ai nostri clienti veicoli elettrici dal prezzo competitivo e tecnologicamente all'avanguardia, capaci di superare le aspettative. Grazie alla guida di T. XIN, Leapmotor International ha messo a punto un'ambiziosa strategia commerciale e industriale con cui

potenziare rapidamente i canali di distribuzione e sostenere la crescita di Leapmotor, creando valore per entrambi i partner coinvolti.”

“La partnership tra Leapmotor e Stellantis dimostra un alto livello di efficienza e qualità, e inaugura un nuovo capitolo nel processo d'integrazione globale dell'industria Cinese di veicoli elettrici intelligenti,” ha dichiarato Z. JIANGMING, fondatore, Presidente e CEO di Leapmotor. “Utilizzando le tecnologie innovative e i prodotti all'avanguardia di Leapmotor, con il supporto di Stellantis sul piano della distribuzione, dei servizi e del marketing all'estero, puntiamo a offrire ai clienti di tutto il mondo un'esperienza di guida e un comfort a bordo eccezionali. Crediamo che questa partnership possa dare a Leapmotor un ulteriore impulso per diventare un'azienda produttrice di veicoli elettrici intelligenti riconosciuta in tutto il mondo.”

L'offerta di veicoli elettrici di Leapmotor International è complementare all'attuale tecnologia e al portafoglio di brand iconici di Stellantis e garantirà ai clienti più soluzioni di mobilità economicamente accessibili. Da settembre 2024, le vendite inizie-

ranno prima in Europa (in Francia, Italia, Germania, Paesi Bassi, Spagna, Portogallo, Belgio, Grecia e Romania), utilizzando i canali di distribuzione di Stellantis e con il supporto di Managing Director dedicati. I punti vendita saranno 200 entro la fine dell'anno, compresi quelli di Stellantis & You, e arriveranno a 500 entro il 2026, per poter garantire un elevato livello di assistenza ai clienti. Alla fine del 2024 le operazioni commerciali di Leapmotor verranno estese anche al Medio Oriente & Africa (Turchia, Israele e territori d'oltremare francesi), all'India & Asia Pacifico (Australia, Nuova Zelanda, Thailandia, Malesia e India) e infine al Sud America (Brasile e Cile).

- La C10 e la T03 di Leapmotor

La Leapmotor C10 è il primo prodotto globale del brand, costruito secondo gli standard globali di design e sicurezza. La C10 si basa sull'architettura tecnologica LEAP3.0 sviluppata da Leapmotor, che si avvale di una tecnologia elettrica intelligente, oltre all'architettura elettronica ed elettrica integrata centrale, la tecnologia Cell-to-Chassis (CTC) cellula-telaio e il suo cockpit intelligente. La C10 è una vettura appartenente al segmento D completamente equipaggiata e pensata per la famiglia, con un'esperienza di guida premium migliore del segmento, un'autonomia WLTP di 420 km e un E-NCAP a 5 stelle. Dopo aver vinto l'"International CMF Design Award" nel 2023 per il suo design dall'estetica tecnologica e intuitiva, la C10 si è recentemente aggiudicata il 2024 Gold Award ai French Design Awards (FDA). La Leapmotor T03, è un'agile vettura a cinque porte ideale per l'utilizzo urbano, appartenente al segmento A ma con uno spazio interno da segmento B. La vettura non è solo elegante ma anche piacevole da guidare, con un'autonomia WLTP di 265 km. La T03 si è classificata al primo posto nell'Initial Quality Study di JD Power nel segmento delle BEV di piccole dimensioni.

- Note per il lettore: Leapmotor Fondata nel 2015, Leapmotor è

un'azienda che produce veicoli elettrici (EV) intelligenti, altamente tecnologici. Il fondatore, Z. JIANGMING, è un ingegnere elettronico con oltre 30 anni di esperienza. Leapmotor ha sede a Hangzhou, nella provincia di Zhejiang, in Cina, e la sua attività comprende la progettazione, la ricerca e sviluppo e la produzione di veicoli elettrici intelligenti, soluzioni per guida autonoma, gruppi di trasmissione per veicoli elettrici, sistemi di alimentazione a batteria, nonché soluzioni per veicoli connessi basate su cloud. Come azienda tecnologicamente innovativa, i componenti principali di Leapmotor sono sviluppati e prodotti in modo indipendente, compresi i sistemi di propulsione elettrica e i sistemi intelligenti. La percentuale di componenti sviluppati e prodotti autonomamente rappresenta il 60% del costo totale del veicolo e l'azienda ha progressivamente introdotto tecnologie intelligenti all'avanguardia per i veicoli elettrici, come il primo sistema di trazione elettrica Eight-in-One del settore, la prima tecnologia Cell-to-Chassis prodotta in serie e la prima "Four-Domain-in-One Central Integrated E/E Architecture" del settore. Leapmotor è guidata da un approccio in cui il cliente è al centro di tutto, e realizza prodotti tra cui la C10, C11, C01, T03, con propulsori 100% elettrici e Range Extender per EV. Nel 2023, Stellantis ha investito in Leapmotor. Ad inizio maggio 2024, Stellantis e Leapmotor hanno costituito una joint venture denominata Leapmotor International B.V. con il compito di cogliere tutte le opportunità offerte dal mercato internazionale.

Stellantis N.V. (NYSE: STLA / Euronext Milan: STLAM / Euronext Paris: STLAP) è uno dei principali costruttori di veicoli al mondo e ha l'obiettivo di proteggere la libertà di movimento attraverso mezzi sicuri, puliti ed economicamente accessibili. Celebre per i suoi brand iconici e innovativi – Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS Automobiles, FIAT, Jeep®, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram, Vauxhall, Free2move e Leasys, Stellantis sta attuando

Dare Forward 2030, un ambizioso piano strategico che le permetterà di trasformarsi, entro il 2038, in un'azienda tecnologica di mobilità a zero emissioni nette di carbonio, con una percentuale di compensazione a una cifra delle emissioni restanti, creando al contempo valore aggiunto per tutti gli stakeholder. (Da: *Comunicato Stampa Gruppo Stellantis*, 14 maggio 2024).

International: Leapmotor International begins operations to expand global electric vehicle sales

- *Leapmotor International, a 51/49 Stellantis-led company between Stellantis and Leapmotor, is dedicated to redefining electric vehicles through cutting-edge technology and innovation and boasting comprehensive, in-house development capabilities.*
- *Leapmotor International expansion plans will boost scale very quickly, helping drive value for both Leapmotor and Stellantis.*
- *Leapmotor International to start operations in Europe by September 2024 through 200 points of sales by the end of the year with plans to expand to India & Asia Pacific, Middle East & Africa and South America starting in the fourth quarter.*
- *T03 and C10 models will launch first with at least one new model to be introduced every year in the next three years.*
- *T03 is an urban savvy A-segment competitive electric vehicle featuring 265 km WLTP range with B-segment comparable interior space.*
- *C10 stands as a fully equipped, family-centric D-segment vehicle with best-in-segment premium ride and handling experience, featuring 420 km WLTP range, 5-star E-NCAP.*

Stellantis N.V. and Leapmotor (Fig. 4) announced that the two companies have received all required authorizations and the formation of Leapmotor

International B.V., a 51/49 Stellantis-led joint venture, is now complete. Headquartered in Amsterdam, the management team led by CEO T. XIN, a former Stellantis China executive, are now laying the groundwork for a successful introduction of the T03 and C10 first in the European markets and expanding to India & Asia Pacific (excluding Greater China), Middle East & Africa, and South America starting in the fourth quarter 2024.

In October 2023, the two companies announced a Stellantis investment of ca. €1.5 billion to acquire approximately 21% equity in Leapmotor, an automotive company ranked in the top 3 Chinese EV startup brands in 2023. The deal also outlined the formation of Leapmotor International, which would have exclusive rights for the export and sale, as well as manufacturing, of Leapmotor products outside Greater China. The partnership aims to further boost Leapmotor's sales in China, the biggest market in the world, while leveraging Stellantis' established global commercial presence to significantly accelerate Leapmotor brand sales in other regions.

"The creation of Leapmotor International is a great step forward in helping address the urgent global warming issue with state-of-the-art BEV models that will compete with existing Chinese brands in key markets around the world," said Stellantis CEO C. TAVARES. "Leveraging our existing global presence, we will soon be able to offer our customers price competitive and tech-centric electric vehicles that will exceed their expectations. Under Tian-shu Xin's leadership, they have built a compelling worldwide commercial and industrial strategy to quickly ramp-up the sales distribution channels to support Leapmotor's robust growth and create value for both partners."

"The partnership between Leapmotor and Stellantis demonstrates a high level of efficiency, opening a new chapter in the global integration of China's intelligent electric vehicle industry," said Leapmotor Founder, Chairman and CEO Z. JIANGMING. "Leveraging Leapmotor's cutting-edge technology and products, along with

Stellantis' support in areas such as overseas channels, services, and marketing, we hope that users around the world can experience the exceptional driving and riding experience brought by Leapmotor products. We believe that this cooperation can give Leapmotor a boost to become a respected world-class intelligent electric vehicle company."

Leapmotor International's EV product offering is considered complementary to Stellantis' current technology and portfolio of iconic brands and will bring more affordable mobility solutions to global customers. Leveraging Stellantis distribution channels, the launch plan will begin in Europe - France, Italy, Germany, Netherlands, Spain, Portugal, Belgium, Greece, Romania - starting in September 2024 supported by dedicated country managers and 200 points of sales by the end of the year, including Stellantis & You locations, ramping up to 500 by 2026 to ensure a high level of service for customers. In late 2024, the Leapmotor product launch roll-out will expand to the Middle East & Africa (Turkey, Israel and French Overseas), India & Asia Pacific (Australia, New Zealand, Thailand, Malaysia and India), and South America (Brazil and Chile).

- **About the Leapmotor C10 and T03**

The Leapmotor C10 is Leapmotor's first global product, built according to global design and safety standards. The C10 is based on Leapmotor's self-developed LEAP3.0 technology architecture, featuring industry-leading intelligent electric technology such as central integrated electronic and electrical architecture, cell-to-chassis (CTC) technology, and its flagship intelligent cockpit. It is a fully equipped, family-centric D-segment vehicle with best-in-segment premium ride and handling experience, featuring 420 km WLTP range, and a 5-star E-NCAP rating. After winning the "2023 International CMF Design Award" for its technological and natural aesthetic design, it recently won the 2024 Gold Award from the French Design Awards (FDA).

The Leapmotor T03 is a small five-door, A-segment urban boutique

commuter car with B-segment interior space. It is not only stylish but also a pleasure to drive and features 265 km WLTP range. It ranked No. 1 in the JD Power Initial Quality Study in the small BEV segment.

- **Notes for the readers: About Leapmotor**

Established in 2015, Leapmotor is a technology-driven intelligent electric vehicle (EV) company. The founder Mr. Zhu Jiangming is an electrical engineer who has over 30 years of technical experience. Leapmotor is headquartered in Hangzhou, Zhejiang Province, China, and its business scope covers intelligent electric vehicle design, research and development, manufacturing, intelligent driving, electric motor control, battery system development, as well as cloud computing-based vehicle networking solutions. As a technology-based enterprise, the core components of the Leapmotor are independently developed and manufactured, including electric powertrain and intelligent systems. The proportion of self-developed and self-manufactured parts accounts for 60% of the total vehicle cost and has successively launched leading intelligent electric technologies such as the industry's first Eight-in-One Electric Drive System, the industry's first mass-produced Cell-to-Chassis technology, and the industry's first "Four-Domain-in-One Central Integrated E/E Architecture". Leapmotor adheres to a customer-centric value proposition, with products on sale including C10, C11, C01, T03, offering pure electric and extended range dual power options. In 2023, Stellantis invested in Leapmotor. In early May 2024, Stellantis and Leapmotor formed a joint venture called Leapmotor International B.V. to explore the international market.

Stellantis N.V. (NYSE: STLA / Euronext Milan: STLAM / Euronext Paris: STLAP) is one of the world's leading automakers aiming to provide clean, safe and affordable freedom of mobility to all. It's best known for its unique portfolio of iconic and innovative brands including Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS Automot-

biles, FIAT, Jeep®, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram, Vauxhall, Free2move and Leasys. Stellantis is executing its Dare Forward 2030, a bold strategic plan that paves the way to achieve the ambitious target of becoming a carbon net zero mobility tech company by 2038, with single-digit percentage compensation of the remaining emissions, while creating added value for all stakeholders. For more information, visit www.stellantis.com (From: Stellantis Group Press Release, May 14th, 2024).

**VARIE
OTHERS**

Francia: Airbus fa un ulteriore passo avanti nella ricerca sulla superconduttività per gli aerei alimentati a idrogeno

Airbus UpNext, una consociata interamente controllata da Airbus, ha lanciato un nuovo dimostratore tecnologico (Fig. 5) per accelerare la maturazione delle tecnologie superconduttrici da utilizzare nei sistemi di propulsione elettrica di un futuro velivolo alimentato a idrogeno.

Conosciuto come Cryoprop, il nuovo dimostratore integrerà e maturerà un sistema di propulsione elettrica superconduttore da due megawatt raffreddato da idrogeno liquido tramite un circuito di ricircolo dell'elio e sviluppato dai team Airbus a Tolosa, in Francia, e Ottobrunn, in Germania.

“I nostri precedenti dimostratori hanno dimostrato che le tecnologie dei superconduttori sarebbero un fattore chiave per l'elettrificazione ad alta potenza dei futuri velivoli alimentati a idrogeno. Sono fermamente convinto che il nuovo dimostratore porterà a miglioramenti prestazionali del sistema di propulsione, traducendosi in un significativo potenziale di risparmio di peso e carburante”, ha affermato M. AUGELLO, CEO di Airbus UpNext.

Airbus sviluppa da diversi anni tecnologie superconduttrici per la propulsione elettrica ad alta potenza, culminate lo scorso anno con l'accen-



(Fonte - Source: Airbus)

Figura 5 – Disegno in trasparenza del sistema di propulsione dimostrativo Cryoprop.

Figure 5 – Sectional drawing of the Cryoprop demonstrator propulsion system.

sione di un sistema di propulsione criogenico integrato da 500 kW.

Cryoprop confermerà il potenziale delle tecnologie superconduttrici per le future applicazioni aeronautiche, valutando tutti gli aspetti legati alla sicurezza, all'industrializzazione, alla manutenzione e alle operazioni. Questo dimostratore darà inoltre ad Airbus l'opportunità di sviluppare competenze interne di alto livello e di promuovere un nuovo ecosistema per accelerare l'introduzione di nuovi prodotti in settori quali cavi superconduttori, motori, elettronica di potenza criogenica e sistemi di raffreddamento criogenici (Da: *Comunicato Stampa Airbus*, 23 maggio 2024).

France: Airbus takes superconductivity research for hydrogen-powered aircraft a step further

Airbus UpNext, a wholly-owned subsidiary of Airbus, has launched a new technological demonstrator (Fig. 5) to accelerate the maturation of superconducting technologies for use in electric propulsion systems of a future hydrogen-powered aircraft.

Known as Cryoprop, the new demonstrator will integrate and mature a two megawatt-class superconducting electric propulsion system

cooled by liquid hydrogen via a helium recirculation loop and developed by Airbus teams in Toulouse, France, and Ottobrunn, Germany.

“Our previous demonstrators have shown that superconducting technologies would be a key enabler for the high-power electrification of future hydrogen-powered aircraft. I truly believe that the new demonstrator will lead to performance improvements of the propulsion system, translating into significant weight and fuel saving potential” said M. AUGELLO, CEO Airbus UpNext.

Airbus has been developing superconducting technologies for high-power electric propulsion for several years, culminating in the power-on of an integrated 500 kW cryogenic propulsion system last year.

Cryoprop will confirm the potential of superconducting technologies for future aircraft applications, assessing all aspects related to safety, industrialisation, maintenance and operations. This demonstrator will also give Airbus the opportunity to develop high-level, in-house expertise and foster a new ecosystem to accelerate the introduction of new products in areas such as superconducting cables, motors, cryogenic power electronics and cryogenic cooling systems (From: Airbus Press Release, May 23rd, 2024).

IF Biblio

(Ivan CUFARI)

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, NODALI 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, 48 - 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, 48 - 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
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale non ingegnere del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*) – (copia rivista online)		25,00
- Estero	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;
- 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

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
- Normal (Italy)	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- Students (University attesting documentation required) ^(*) – (online version of IF journal)		25.00
- Foreign countries	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;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st 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

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.

349 *Building Information Modeling* orizzontale: il caso di studio della linea ferrovia Croata Gradec-Sveti Ivan Žabno

(ABBONDATI – ABRAMOVIC – BIANCARDO – DELL'ACQUA – INTIGNANO)

Horizontal Building Information Modeling: the Croatian railway Gradec-Sveti Ivan Žabno case study Ingegneria Ferroviaria, dicembre 2021, figg.16, tabb. 2. Biblio 55 titoli.

In questo articolo presentiamo il BIM del tronco ferroviario Gradec-Sveti Ivan Žabno sviluppato nell'ambito delle attività di cooperazione internazionale tra le Università di Napoli Federico II e Zagabria, al fine di evidenziare vantaggi e limitazioni della metodologia applicata ad un reale in ambito ferroviario.

350 L'attraversamento stabile dello stretto di Messina. Elementi di riflessione per la progettazione del ponte a più campate

(SACCÀ)

The stable crossing of the Strait of Messina. Elements of reflection for the design of the multi-span bridge Ingegneria Ferroviaria, febbraio 2022, pagg. 111-149, figg. 33, tabb. 5. Biblio 81 titoli.

Il presente articolo, condividendo i contenuti della relazione del GdL del MIMS e nel rispetto del principio dei progressi continui e graduali, vuole evidenziare, con numerosi riferimenti bibliografici, alcuni aspetti che potrebbero essere tenuti in considerazione nella prima fase del Progetto di Fattibilità. reale in ambito ferroviario.

273 La pandemia, sicurezza del trasporto ferroviario, requisiti psicologici e SGS

(AMORE – PATAZZINI – SIGNORETTI)

La Tecnica Professionale, settembre 2021, pagg. 4-16, fig. 1, tab. 1. Biblio 30 titoli.

Nell'ambito delle misure sanitarie e procedurali già intraprese ci sembra quindi utile introdurre un approfondimento sulle conseguenze psicologiche di questa pandemia e dei conseguenti cambiamenti, per argomentare su come poterli fronteggiare organizzativamente in ottica di sistema di gestione della sicurezza (SGS), illustrando alcune iniziative adottate a livello personale e organizzativo.

un nuovo modo di testare i Sottosistemi di Bordo ERTMS

(FEDELI – CALÀ – CUCCORESE – CADAVERO – ERMINI – MAGNANINI)

The importance of HMI interfacing in business processes – The RFI Application Case: a new way of testing the On-Board Subsystem ETRMS Ingegneria Ferroviaria, marzo 2022, pagg. 221-229, figg. 6. Biblio 2 titoli.

Il Driver Interface System (DIS) è un sistema automatico robotizzato sviluppato da RFI con l'intento di automatizzare l'esecuzione di sequenza di test volte a dimostrare la conformità di Sottosistemi Di Bordo (SSB) ERTMS alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (TSI) emanate dall'Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie (EUAR).

274 L'importanza dell'interfacciamento HMI nei processi aziendali – Il Caso Applicativo RFI:

PLASTIROMA® Srl
1966 | 2024

WWW.plastiroma.it
info@plastiroma.it

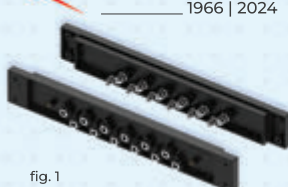


fig.1
Morsettiere per segnale ILL
PLA.14.ILL.088.A

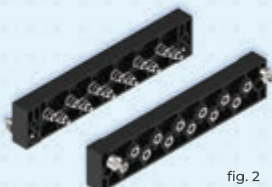


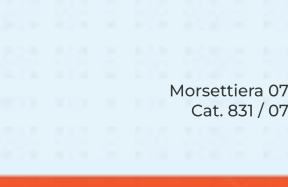
fig.2
Morsettiere arrivo cavi
Dis. 857 - 15 / D



Morsettiere 075
Cat. 831 / 075



Morsettiere 073
Cat. 831 / 073



Morsettiere 071
Cat. 831 / 071



Morsettiere 260
Cat. 825 / 260

Morsettiere Sezionabili

per impianti di segnalamento e sicurezza

Negli impianti ferroviari le morsettiere sono fondamentali elementi di collegamento dei conduttori multipolari con le apparecchiature di piazzale e della linea tra queste abbiamo:

Le morsettiere di sezionamento per segnali ferroviari, fig. 1 & 2

Le morsettiere a piastra e contropiastra sono prodotte con tecnopolimero isolante dal colore nero ed offrono la possibilità di sezionare il collegamento elettrico con spine e vite da M4 la loro caratteristica principale è di portare un numero di morsetti maggiori fino a 50 e di essere contenute all'interno di cassette lungo linea o dentro a deviatori.

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
- 1.2.4 F. SCHINA “La Costruzione del Binario” € 30,00

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 sottoindicato. 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
(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)**

Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito 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

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    

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



- Il/La sottoscritto/a
Presa 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**
- 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 - Cltù - 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, metallurgica, 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, metallurgica,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@fluryitalia.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 tranciacuni 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 deviatoio 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 pistoni, 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 telediagnostici 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: rollinstock@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.

MICROELETRICA 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: – Contattori 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 ungebordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-SOLNOVO (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@sirtelsrl.it – www.sirtelsrl.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 antivandalo - 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: vaiacar@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/railway-systems – 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 estimativi 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-SCMT-ERT-MS_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’Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professionali 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.ferrentinoconsulting.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 Giugno 2024



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



**SIAMO A INNOTRANS BERLINO
HALL 22, STAND 240**

**Installazione mensola OMNIA anodizzata,
presso Milano Centrale.**

Lo speciale trattamento ha permesso la perfetta mimetizzazione della linea di contatto con la magnifica struttura in ferro della stazione.



BONOMI RAILWAY

Dal 1928 elettrifichiamo le ferrovie di tutto il mondo con **soluzioni innovative**. Per esplorare nuovi orizzonti. Per muovere il mondo in modo moderno e sostenibile. **Scegliamo i materiali più nobili e li adattiamo agli ambienti per impattare in maniera minore sull'arredo urbano, per proporre prodotti sempre nuovi e altamente performanti.**

CARATTERISTICHE DELLA MENSOLA OMNIA

- SPECIALE LEGA D'ALLUMINIO (EN AW-6082 T6):
Ottima resistenza alla corrosione e agli agenti atmosferici;
- PESO ESTREMAMENTE RIDOTTO E MAGGIORE MANEGGIABILITÀ;
- AUMENTO ESPONENZIALE DEL CICLO DI VITA DEI COMPONENTI;
- MATERIALE ECO-FRIENDLY;
- IL POSSIBILE TRATTAMENTO DI ANODIZZAZIONE GARANTISCE ULTERIORE RESISTENZA ALLA CORROSIONE E ADATTABILITÀ IN TERMINI DI IMPATTO AMBIENTALE.

