



**Costruzioni
Linee
Ferroviarie
S.p.A.**



Promofer
Safety Services



**il futuro viaggia su
binari sicuri...**

dal 1945

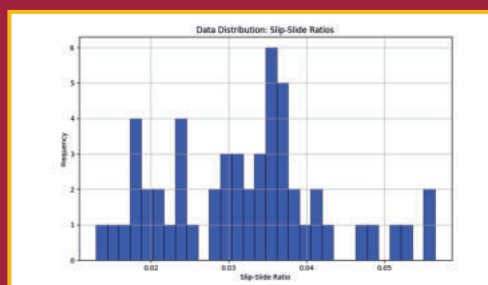
CLF con le società controllate Sifel, Sitec e Tes ha raggiunto, in oltre 70 anni di storia, un elevato grado di specializzazione nella progettazione, manutenzione e realizzazione di linee ferroviarie, tranviarie e metropolitane in Italia e all'estero. La conoscenza di tutto il processo nel campo dell'Infrastruttura e degli impianti, la propria storia, il continuo aggiornamento tecnologico e la professionalità dei propri tecnici sono la migliore garanzia per i propri Committenti.



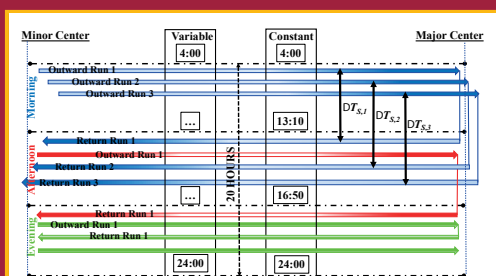
Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfspa.it - www.clfspa.com

INGEGNERIA FERROVIARIA - Marzo 2026
Poste Italiane S.p.A. - Speciazione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma
ISSN: 0020 - 0956

**In questo numero
In this issue**



**Sistemi Communication-Based Train Control nelle metropolitane su gomma
Communication-Based Train Control systems in rubber-tired metros**



**Programma di esercizio e costo standard del trasporto pubblico
Operating program and public transport standard cost**

PER SVILUPPARE LA CULTURA
DEI TRASPORTI SCEGLI I CORSI SU

CIFI Servizi



[HTTPS://WWW.FERROVIE.ACADEMY/CORSI/](https://www.ferrovie.academy/corsi/)
[HTTPS://WWW.CIFI.IT/CIFI-SERVIZI/ACQUISTO-CORSI/](https://www.cifi.it/cifi-servizi/acquisto-corsi/)

CORSI DI FORMAZIONE

FORMAZIONE SPECIALISTICA

- IS-0 Installatori di impianti di sicurezza e segnalamento di tipo elettromeccanico
- IS-1 Progettisti, verificatori, validatori di impianti di sicurezza e segnalamento
- IS-A Installatore ACC/ACCM Tradizionale e ERTMS Oriented
- Progettista funzionale ERTMS
- Esperto ERTMS
- ERTMS Certification & Authorisation (Part ETCS)
- ACC-ACCM-ERTMS: come applicare le norme CENELEC
- Esperto telecomunicazioni ferroviarie
- Installatore TLC telecomunicazioni ferroviarie
- Esperto in trazione elettrica linea di contatto
- Impianti elettrici ferroviari (LFM) Progettazione e messa in opera
- Tracciati e armamento ferroviario e impianti fissi: progettazione, costruzione e manutenzione
- Esperto diagnostica del binario
- Progettista tracciati ferroviari e stradali
- Ponti, viadotti e gallerie ferroviarie e stradali Sistemi gestione sicurezza Valutazione del rischio Manutenzione
- Esperto ponti e viadotti: progetto e costruzione
- Ingegnere del veicolo ferroviario
- Gestione e controllo dei veicoli ferroviari Sistema di controllo e TCMS
- Esperto ECM dei veicoli ferroviari: locomotive, materiale passeggeri, carri, mezzi d'opera
- Intelligenza artificiale applicata ai trasporti

FORMAZIONE FERROVIARIA

- Fondamenti di tecnica ferroviaria
- Organizzazione, tecnica e sicurezza delle ferrovie
- Ingegneria della manutenzione ferroviaria
- BIM ferroviario
- Esperto in valutazione del rischio e verifica CE dei sottosistemi ferroviari
- Esperto in Just Culture
- Railway Safety Expert
- CSM Rail Technical Expert
- HOF Rail Expert
- Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili di ferrovie
- Esperto sicurezza nei cantieri di armamento
- Esperto sicurezza elettrica in ambito ferroviario

SCARICA IL PROGRAMMA
COMPLETO DEI CORSI



CIFISERVIZI@CIFI.IT
SEGRETERIA.CIFISERVIZI@CIFI.IT



06 4742987

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA
A.N.I.A.F. - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO
FERROVIARIO - ROMA
A.N.M. S.p.A - NAPOLI
A.T.M. S.p.A. - MILANO
AET S.r.l. - NAPOLI
A12 S.r.l. - APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. - BARI
AIAS - ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
AKKODIS ITALY S.r.l. - BOLOGNA
ALLEGRI S.r.l. - ROMA
ALPINA S.p.a. - MILANO
ALSTOM FERROVIARIA S.p.a. - SAVIGLIANO (CN)
ALTEN ITALIA S.p.a. - MILANO
ANCEFERR - ROMA
ANGELSTAR S.r.l. - MOLA DI BARI (BA)
ANSFISA - FIRENZE
ANTFERR - ASS.NE NAZIONALE TECNOLOGIE 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 S.p.a. - ROMA
ASTRAL S.p.a. - ROMA
ATAC S.p.a. - ROMA
AUTORITA DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE
B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
BITECNO S.r.l. - BOLOGNA
BONIFICA S.p.A. - ROMA
BONOMI EUGENIO S.p.a. - MONTICHIARI (BS)
BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.a. - MILANO
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
BRUNO S.r.l. - BRESCIA
BTP INFRASTRUTTURE - ROMA
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.a. - MILANO
C.E.F.I. S.r.l. - NAPOLI
C.E.M.E.S. S.p.a. - PISA
C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.a. - BOLOGNA
C ENGINEERING S.r.l. - ARIANO IRPINO (AV)
CAD CONNECT S.a.s. DI SIMONE SPINACI
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
CAVUTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.a. - NAPOLI
CEMBRE S.p.a. - BRESCIA
CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
CIRCET ITALIA S.p.a. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
COET S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
COGESIRM S.r.l. - NAPOLI
COMESVIL S.p.a. - VILLARICCA (NA)
COMMEL S.r.l. - ROMA
CONSORZIO SATURNO - ROMA
CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)
D&T S.r.l. - MILANO
D'ADDETTA S.p.a. - BERCELO (PR)
D'ADIUTORIO COSTRUZIONI S.p.a. - MONTORIO AL VOMANO (TE)
DINAZZANO PO - REGGIO NELLEMI
DITECFER - PISTOIA
DUCATI ENERGIA S.p.a. - BOLOGNA
DYNASTES S.r.l. - ROMA
ELEN MACHINES S.r.l. - ALBANO LAZIALE (RM)
E.L.U.S. S.r.l. - VENEZIA MESTRE (VE)
EMMEFER SRL - MONTEMILETO (AV)
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.a. - NAPOLI
ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI DI PORTO MARGHERA S.p.a. - VENEZIA
ESIM S.r.l. - BARI
ESIN S.p.a. - NAPOLI
ESPERIA S.r.l. - PAOLA (CS)
ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA
EUROS S.r.l. - NAPOLI
FADEP S.r.l. - NAPOLI
FAVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.a. - PIOSSASCO (TO)
FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.a. - NAPOLI
FERROTRAMVIARIA S.p.a. - BARI
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI
FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI
FERROVIE DEL SUD EST E SERV. AUTOMOBILISTICI S.r.l. IN LIQUIDAZIONE - BARI
FERROVIE DELLO STATO S.p.a. - ROMA
FERROVIENORD S.p.a. - MILANO
FIBRE NET S.p.a. - PAVIA DI UDINE (UD)
FIDA S.r.l. - BRUGHERIO (MB)
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
FOR.FER S.r.l. - ROMA
FRAUSCHER SENSOR TECHNOLOGY GMBH - ZAGREB CROATIA
G.B.M. COMPAGNIA FINANZIARIA COMMERCIALE S.P.A. - MILANO
G.C.F. GEN.LE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.a. - ROMA
G.C.F.E. S.p.a. - SAN DONATO MILANESE (MI)
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO
GECO S.r.l. - GALLIATE (NO)
GEISMAR ITALIA S.p.a. - PAVIGLIO (RE)
GEMATICA S.r.l. - NAPOLI
GEOSSEC S.r.l. - PARMA
GEOSINTESI S.p.a. - GOZZANO (NO)
GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA
GETZNER WERKSTOFFE GmbH - BURS - AUSTRIA
GILARDONI S.p.a. - MANDELLO DEL LARIO (LC)
GOLDSCHMIDT ITALIA S.r.l. - RHO (MI)
GRANDI STAZIONI RAIL S.p.a. - ROMA
HARPACEAS S.r.l. - MILANO
HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
HIMA ITALIA - MILANO
HITACHI RAIL GTS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)
HITACHI RAIL STS S.p.a. - NAPOLI
HUPAC S.p.a. - BUSTO ARSIZIO (VA)
I.C.E.P. S.p.a. - INDUSTRIA CEMENTI PREFABBRICATI - BUCCINO (SA)
IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
IMAF S.r.l. - NAPOLI
IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.a. - MILANO
IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO
IMPRESA SIMEONE E FIGLI S.r.l. - (NA)
IN PROGRESS S.r.l. - CESA (CE)
INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE
INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)
INRAIL S.p.a. - GENOVA
ISALAB S.r.l. - GENOVA
ISOLGOMMA S.r.l. - ALBETTONE (VI)
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)
KNOUX GmbH - MONACO DI BAVIERA (GERMANIA)
KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG - TITTMONING (GERMANIA)
LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.a. - AREZZO
LATERLITE S.p.a. - MILANO
LEF S.r.l. - FIRENZE
LOTTRAS S.r.l. - FOGGIA
LUCCHINI RS S.p.a. - LOVERE (BG)
M. PAVANI SEGNALEAMENTO FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)
M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO
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)
MB PROGETTI S.r.l. - ROMA
MEDTEC S.r.l. - PAOLA (CS)
MERCITALIA SHUNTING & TERMINAL S.r.l. - GENOVA
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)
NET ENGINEERING S.r.l. - VERONA
NET INTEGRA CONSULTING S.r.l. - SCANDIANO (RE)
NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO
NIER INGEGNERIA S.p.a. SOCIETÀ BENEFIT - CASTEL MAGGIORE (BO)
NORD ING S.r.l. - MILANO
NOTARI SRL - ACQUI TERME - AL
PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
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
RAILWAY ENTERPRISE S.r.l. - ROMA
RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)
RINA CONSULTING S.p.a. - GENOVA
ROMA METROPOLITANE S.r.l. - ROMA
R.F.I. S.p.a. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
S.I.C.E. - CHIUSI (PI)
S.I.I.P. S.r.l. - NAPOLI
S.T.A. S.p.a. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO
S.T.E.L. S.r.l. - COLLESALVETTI (LI)
SADEL S.p.a. - CASTEL MAGGIORE (BO)
SAFECERTIFIEDSTRUCTURE INGEGNERIA S.r.l. - ROMA
SAGA S.r.l. - RAVENNA (RA)
SAIPEM S.p.a. - MILANO
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. - MILANO
SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
SIE-FER S.r.l. - MILITELLO IN VAL DI CATANIA (CT)
SIEMENS S.p.a. SETTORE TRASPORTI - MILANO
SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)
SIMPRO S.p.a. - TORINO
SINERGO S.p.a. - BOLOGNA
SINTAGMA S.r.l. - SAN MARTINO IN CAMPO (PG)
SO.CO.FER S.p.a. - ROMA
SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY - VIMERCATE (MB)
SPERI S.p.a. - ROMA
SPII S.p.a. - SARONNO (MI)
SPITEK S.r.l. - PRATO
STAMPERIA CARCANO GIUSEPPE S.p.a. - ALBESE CON CASSANO (CO)
STUDIO LEGALE ASS.TO LANIACA & LOIACONO - BARI
STUDIO TECHNE S.r.l. - FIRENZE
SVECO S.p.a. - BORGIO PIAVE (LT)
SVI S.p.a. - FIRENZE
SYSTRA S.p.a. - ROMA
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
TEB S.p.a. - TRAMVIE ELETTRICHE BERGAMASCHE SPA - RANICA (MI)
TECNOSISTEM S.p.a. - NAPOLI
TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)
TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. - AVERSA (CE)
TELEFIN S.p.a. - VERONA
TELT SAS - TORINO
TERMINALI ITALIA - VERONA
TESMEC RAIL S.r.l. - MONOPOLI (BA)
TPER S.p.a. - TRASP. PASS.RI EMILIA ROMAGNA - BOLOGNA
TRAINING S.r.l. - VERONA
TRENITALIA S.p.a. - ROMA
TRENITALIA TPER - BOLOGNA
TRENORD S.r.l. - MILANO
TRENITINO TRASPORTI S.p.a. - TRENTO
TTF S.r.l. - TECNOLOGIE TUNNEL FERROVIARI SRL - VADO LIGURE (SV)
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)
VALSECCI ARMAMENTO FERROVIARIO S.r.l. - MILANO
VALTELLINA S.p.a. - GORLE (BE)
V.I.D.R. S.r.l. - CATENANUOVA (EN)
VOUTH 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
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	pagina 227
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 228
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 263
ESSEN ITALIA S.p.A. – Roma	III copertina
BONOMI EUGENIO S.p.A. – Montichiari (BS)	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

QUOTE SOCIALI ANNO 2026

- Soci Ordinari e Aggregati **85,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)
- Soci Under 35 Ordinari e Aggregati **60,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)
- Soci Juniores **25,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (solo online)
- Soci Collettivi **600,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste in formato cartaceo e in formato elettronico (si può richiedere anche il solo recapito delle riviste in formato cartaceo oppure solo in formato elettronico)

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 e da CIFI Servizi s.r.l.

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 a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad areasoci@cifi.it
- 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 specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad areasoci@cifi.it
- Eseguendo il pagamento on-line collegandosi al sito <https://www.cifi.it/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.itMilano: 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
Virginia INFANTE
Marino LUPI
Adoardo LUZI
Gabriele MALAVASI
Giampaolo MANCINI
Vito MASTRODONATO
Elena MOLINARO
Francesco NATONI
Umberto PETRUCELLI
Luca RIZZETTO
Stefano ROSSI
Dario ZANINELLI

Consulenti - Consultants

Giovannino CAPRIO
Paolo Enrico DEBARBIERI
Giorgio DIANA
Antonio LAGANA
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

Condizioni di Associazione al CIFI 206

**OTTIMIZZAZIONE DELLO SVILUPPO DEI SISTEMI
COMMUNICATION-BASED TRAIN CONTROL NELLE
METROPOLITANE SU GOMMA TRAMITE DIMOSTRAZIONE
STATISTICA DELLE CARATTERIZZAZIONI DI SICUREZZA
OPTIMIZATION OF COMMUNICATION-BASED TRAIN
CONTROL SYSTEMS DEPLOYMENT IN RUBBER-TIRED
METROS BASED ON STATISTICAL DEMONSTRATION
FOR SAFETY-RELATED CHARACTERIZATIONS**

Mohammadjavad ASHOURI

Alberto LASAGNA

Stefano RICCI

209

**INFLUENZA DEL PROGRAMMA DI ESERCIZIO
SUL COSTO STANDARD DEL TRASPORTO PUBBLICO
IMPACT OF THE OPERATING PROGRAM
ON THE PUBLIC TRANSPORT STANDARD COST**

Marzia DE BARTOLOMEO

Umberto PETRUCELLI

Pietro VUONO

229

Notizie dall'interno 253**Notizie dall'estero***News from foreign countries*

265

**Vita del CIFI - "Porti e Ferrovie: un binario tronco o un viaggio
intermodale?" Un convegno dedicato al rapporto tra porti
e ferrovia**

277

IF Biblio 285

**Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria
Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria**

286

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI 288**Fornitori di prodotti e servizi** 290

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



Ottimizzazione dello sviluppo dei sistemi *Communication-Based Train Control* nelle metropolitane su gomma tramite dimostrazione statistica delle caratterizzazioni di sicurezza

Optimization of Communication-Based Train Control systems deployment in rubber-tired metros based on statistical demonstration for safety-related characterizations

Mohammadjavad ASHOURI^(*)

Alberto LASAGNA^(**)

Stefano RICCI^(*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.03.2026.ART.1>)

Sommario - Lo studio si concentra sull'ottimizzazione della campagna di validazione dell'odometria per un sistema di controllo dei treni basato sulla comunicazione (CBTC) all'avanguardia per una metropolitana su gomma. Poiché la soluzione implementata evita deliberatamente hardware aggiuntivo per ridurre complessità e costi, trovare un criterio statistico affidabile per caratterizzare e tenere conto dei fenomeni di slittamento per la funzione di protezione del treno senza sensori di rilevamento secondari (conta-assi, barriere ottiche, ecc.) è essenziale per la prossima generazione delle reti ferroviarie su gomma. Gli eventi di slittamento estremi sono stati modellati utilizzando la distribuzione dei valori estremi generalizzati. L'analisi indica che gli eventi di slittamento rari e gravi non possono essere ignorati e devono essere inclusi nel calcolo dei parametri di sicurezza. Il livello di ritorno viene stimato e l'incertezza delle previsioni viene valutata tramite un approccio *bootstrap*. Infine, un'analisi comparativa tra il progetto di riferimento e i nuovi set di dati del progetto ne rafforza l'applicabilità incrociata. La presente metodologia fornisce un approccio basato sui dati per ottimizzare i costi futuri di implementazione del CBTC.

1. Introduzione

Lo sviluppo delle aree urbane determina una crescita demografica, con conseguente necessità di migliorare la capacità di trasporto e i sistemi di segnalamento, sviluppati per soddisfare in modo sicuro le nuove esigenze e le

Summary - This study focuses completely on optimizing odometry validation campaign for a cutting-edge Communication-Based Train Control (CBTC) for a rubber-tired metro. Because the solution deployed deliberately avoids extra hardware to reduce complexity and cost, finding a dependable statistical criterion to characterize and account for slip-slide phenomena for train protection function without secondary detection sensors (axle-counters, optical barriers, etc.) is essential for the next generation of rubber-tired train networks. Extreme slip-slide events were modelled using the Generalized Extreme Value distribution. Our analysis indicates that severe rare slip-slide events cannot be ignored and shall be included in the computation of safety parameters. Return level is estimated and the uncertainty of the predictions are assessed by a bootstrap approach. At the end, a comparative analysis between the referenced project and the new project datasets reinforces their cross-applicability. The present methodology delivers a data-driven approach to optimize future CBTC deployment costs.

1. Introduction

An increase in cities' realms causes growth in inhabitants, leading to the need for improved transportation capacity and signaling systems, developed and adapted to safely fulfill new demands and transit capacity [1]. The need for punctual, well-organized, modern, and environmentally sustainable transportation is rising because people living in metropolitan areas, mainly in downtown areas, tend to use

^(*) Università di Roma La Sapienza - DICEA, Via Eudossiana 18, 00184, Roma, Italia.

^(**) Alstom Ferroviaria S.p.A. - Via di Corticella, 75, 40128, Bologna, Italia.

^(*) Sapienza University of Rome - DICEA, Via Eudossiana 18, 00184, Rome, Italy.

^(**) Alstom Ferroviaria Spa - Via di Corticella, 75, 40128, Bologna, Italy.

maggiori capacità di trasporto [1]. La necessità di trasporti puntuali, ben organizzati, moderni ed ecosostenibili è in aumento perché le persone che vivono nelle aree metropolitane, principalmente nelle aree più centrali, tendono a utilizzare i trasporti pubblici, in particolare la metropolitana e le ferrovie urbane [2]. Per soddisfare la nuova domanda, è possibile costruire nuove infrastrutture, spesso costose e non ancora previste dalle politiche di molti paesi, oppure aumentare l'efficienza delle infrastrutture esistenti aumentandone la velocità e la capacità, considerando che la domanda è dipendente dal tempo e varia sia lungo le linee che all'interno di esse. Di conseguenza, i ricercatori nel settore ferroviario si sono concentrati sull'incremento della capacità riducendo l'intervallo temporale tra i treni [3].

In questo contesto, per ottenere un livello di efficienza più elevato e ridurre al contempo le emissioni di anidride carbonica per favorire sviluppo sostenibile nel settore dei trasporti, è necessario passare a trasporti più autonomi e interconnessi [4][5].

Tuttavia, da un lato, il passaggio al trasporto autonomo e alla mobilità delle persone offre alla società numerosi vantaggi, come affidabilità, efficienza e riduzione delle emissioni; dall'altro, permangono preoccupazioni relative alla sicurezza. Inoltre, capacità e velocità nel settore ferroviario sono direttamente correlate all'efficacia delle apparecchiature di comunicazione (sensori) [6]. Pertanto, è necessario un sistema che soddisfi tutti i criteri sopra menzionati per garantire spostamenti in ferrovia sostenibili, ad alta capacità, veloci e sicuri.

Le moderne reti metropolitane si basano sulla tecnologia *Communication-Based Train Control* (CBTC), che supervisiona i movimenti dei treni attraverso comunicazioni continue tra treni e sezioni di blocco mobile [3]. Per ridurre in sicurezza gli intervalli funzionali e massimizzare il volume di traffico nei sistemi ferroviari, soprattutto nelle moderne tratte metropolitane, i sistemi CBTC sono stati sempre più utilizzati. Essi utilizzano un sistema di controllo automatico e costante dei treni attraverso la localizzazione, che si basa sull'odometria ed è integrato da rilevamenti secondari, come il conta-assi convenzionale, il circuito di binario, i segnalatori Eurobalise, etc. per il riconoscimento della posizione del treno. Poiché il livello di dipendenza dagli odometri nella nuova soluzione priva di rilevamento secondario è elevato, la robustezza e la precisione della localizzazione sicura del treno rivestono un'importanza cruciale per mantenere il necessario Livello di Integrità di Sicurezza 4 (SIL4) [7][8].

Tuttavia, il posizionamento basato sull'odometria si trova ad affrontare una sfida critica, ovvero il fenomeno dello slittamento che si manifesta quando cambia l'aderenza tra la superficie di rotolamento e le ruote del treno. Condizioni ambientali, come l'umidità e i contaminanti dei binari, anche in galleria, potrebbero influenzare seriamente questi fenomeni. Slittamenti si verificano rispettivamente durante frenate e accelerazioni. Il potenziale problema di sicurezza potrebbe sorgere nel caso in cui

public transportation, especially metro and urban railways [2]. To meet the new demand, it can be built new infrastructures, which are often expensive and have not been in the policy of many countries, or to increase the efficiency of existing infrastructure by increasing the speed and capacity by considering that the demand is time-dependent and varies both across and within the lines. As a result, researchers in railway sector have been concentrating on improving the capacity by diminishing the distance and headway between trains [3].

In this context, to gain a higher level of efficiency while reducing carbon dioxide as a sustainable development in the transportation sector, there is a need for a shift to more autonomous and interconnected transportation [4][5].

Nevertheless, on one hand, moving towards autonomous transportation and mobility of people offers society plenty of advantages, such as reliability, efficiency, and reduced emissions; on the other hand, concerns relating to safety are still on the table. Moreover, capacity and speed in railway sector have a direct relation with the effectiveness of the communication equipment (sensors) [6]. Hence, there is a need for a system that satisfies all the above-mentioned criteria to achieve a sustainable, high-capacity, fast and safe railway trip.

Modern metro networks rely on Communication-Based Train Control (CBTC) signaling technology which oversees train movements through continuous train-to-train communication and moving-block operations [3]. To safely decline functional headways and maximize traffic volume in railway systems, especially in the modern metro section, CBTC systems have been increasingly deployed. They use an automatic and constant train control system through train localization, which counts on odometry and is supplemented by secondary detections, such as the conventional axle counter, track circuit, Eurobalise beacons and so on, for the recognition of the train location of the train. Since the level of dependency on odometers in the novel solution that does not have secondary detection is high, it places crucial significance on the robustness and the precision of the train safe localization to retain the necessary Safety Integrity Level 4 (SIL4) on the train safe localization [7][8].

Nevertheless, the odometry-based positioning faces a critical challenge, which is the slip-slide phenomenon that emerges when the grip between the running surface and the train's wheel changes. Environmental conditions, such as humidity and track contaminants, even in the tunnel, would seriously affect these phenomena. Slides and slips occur during braking and acceleration, respectively. The potential safety issue might arise in case the impact of rare slip-slide phenomena is not properly estimated to determine the safety localization of the train. Upon safety localization being undetermined, risks can arise due to the interaction of the train signaling system with other trains and wayside entities, such as the switch. The slip-slide phenomenon shall be appropriately characterized to mitigate those criticalities [9][10].

This study focuses on evaluating slip-slide phenomena in

l'impatto di rari fenomeni di slittamento non venga adeguatamente stimato per determinare la localizzazione sicura del treno. Se la localizzazione sicura viene compromessa, possono sorgere rischi dovuti all'interazione del sistema di segnalamento del treno con altri treni ed entità lungo il binario, come i deviatoti. Il fenomeno dello slittamento deve essere opportunamente caratterizzato per mitigare tali criticità [9][10]. Questo studio si concentra sulla valutazione dei fenomeni di slittamento nei rotabili su gomma che utilizzano esclusivamente odometri per la localizzazione dei treni nel sistema di segnalamento CBTC più avanzato e innovativo. In questo studio, la base dell'analisi è completamente specificata dai dati disponibili attraverso l'utilizzo di metodi statistici del precedente progetto CBTC. In questa fase non verranno condotti né nuovi test sul campo né simulazioni hardware.

Il presente studio si propone di utilizzare i risultati empirici per fornire suggerimenti appropriati per colmare la mancanza di un quadro statistico standard per determinare il numero totale di test necessari per convalidare l'accuratezza della localizzazione dei treni in presenza di fenomeni di slittamento, che è il problema principale affrontato in questa indagine.

2. Rassegna bibliografica

Poiché i limitati riferimenti disponibili si concentrano principalmente sulla valutazione del fenomeno dello slittamento di ruote e rotaie in acciaio, esse forniscono limitati approfondimenti applicabili al materiale rotabile con pneumatici in gomma. Inoltre, il presente studio affronta un problema emerso nell'ambito dell'implementazione di nuove tecnologie. Pertanto, la letteratura su questo argomento è limitata.

Lo studio [11] dimostra che l'utilizzo di strategie per il controllo dello slittamento contribuisce a ridurre lo spazio di frenata e a mantenere un livello di aderenza pressoché ottimale, soprattutto su superfici bagnate. Un altro studio di GIBERT *et al.* [12] rivela che l'applicazione dell'approccio di normalizzazione bayesiano in una teoria dei valori estremi aumenta notevolmente il livello di rilevamento dei difetti sui binari. Uno studio di BUCKLEY JOHNSTONE [13] mostra che i modificatori di attrito sulla parte superiore della rotaia (TOR-FM) mostrano comportamenti diversi sul campo e in laboratorio. Inoltre, la modellazione del fenomeno delle rotaie bagnate dimostra che la presenza, anche minima, di acqua riduce notevolmente l'aderenza, secondo l'analisi di SEBESAN *et al.* [14] sui fenomeni di slittamento nei veicoli ferroviari di trazione. Essa rivela come le differenze nell'attrito ruota-rotaia al variare della velocità abbiano portato a fluttuazioni dello slittamento. L'integrità meccanica e le prestazioni della trazione sono influenzate negativamente dallo slittamento, nei test di laboratorio come in quelli sul campo. Un altro studio di PONTIUS *et al.* [15] è stato condotto sulle proprietà statistiche e spettrali del moto normale tra superfici rigide ruvide durante lo slittamento, utilizzando la teoria dei valori estre-

rubber-tired rolling stocks that use only odometers for train localization in the most advanced and innovative CBTC signaling system. In this study, the basis of the analysis is completely specified by available data through the utilization of statistical methods from the previous CBTC project. Neither new field tests nor hardware simulations will be conducted during this phase.

The present study aims to use empirical results to supply appropriate suggestions to fix the lack of a standard statistical framework for determining the total number of tests demanded to validate the accuracy of the localization of the trains in the presence of slip-slide phenomena is the main issue addressed in this investigation.

2. Literature Review

Since previous limited available research mainly focuses on assessing the stick-slip phenomenon of steel wheels and rails, it generates limited insights that apply to rubber-tired rolling stock. In addition, this study addresses an industrial issue that emerged within the deployment of novel technology. Because of that, there is a limited amount of literature on this topic.

*A study [11] demonstrates that using strategies in controlling slip-slide ratios helps reduce the braking distance and maintains a near-optimal adhesion level, especially on wet surfaces. Another study by GIBERT *et al.* [12] reveals that the application of the Bayesian-based normalization approach in an extreme value theory remarkably boosts the detection level of defects on tracks. A study by BUCKLEY JOHNSTONE [13] exhibits that Top-Of-Rail Friction Modifiers (TOR-FMs) show different behaviors between field conditions and laboratory conditions. Moreover, the modeling of the wet rail phenomenon demonstrates that the presence of minimal water remarkably decreases adhesion according to the analysis of SEBESAN *et al.* [14] on the slip-slide phenomena in traction railway vehicles. It reveals how differences in wheel-rail friction with slip speed led to slip-slide fluctuations. The mechanical integrity and performance of the traction were adversely impacted by slip-slide, both in lab and field tests. Another study by PONTIUS *et al.* [15] was conducted on the statistical and spectral properties of the normal motion between rigid rough surfaces during sliding used Extreme Value Theory to predict the distribution of maximum separation and reached the results that the applicability of the Extreme Value Theory (EVT) to irregular contact problems was validated as opposed to previous experimental observations. The results of the study by POPA *et al.* [16] demonstrate that slip-slide occurs during initial traction under high torque, diminished by using the acceleration sensors on the wheels of locomotives under high torque.*

Based on the reviewed previous studies, the objectives of the present research are:

- 1) *To define a robust, data-driven methodology, utilizing trusted, proven-in-use data from a reference CBTC project.*

mi (EVT) per prevedere la distribuzione della separazione massima e ha raggiunto risultati che hanno convalidato l'applicabilità della EVT a problemi di contatto irregolare, a differenza di precedenti osservazioni sperimentali. I risultati dello studio di POPA *et al.* [16] dimostrano che lo slittamento-slittamento si verifica durante l'avviamento in condizioni di coppia elevata, e viene ridotto utilizzando i sensori di accelerazione sulle ruote delle locomotive.

Tenendo conto degli studi precedenti, gli obiettivi della presente ricerca sono:

- 1) Definire una metodologia solida e basata sui dati affidabili e comprovati provenienti da un progetto CBTC di riferimento.
- 2) Modellare la probabilità di fenomeni di slittamento, che forniscano informazioni sull'importanza e la frequenza di questi eventi.
- 3) Determinare la dimensione minima del campione richiesta utilizzando un metodo basato sulla convergenza per stimare il valore di ritorno di un evento eccezionale, che porterebbe al limite la sicurezza della localizzazione del treno basata sull'odometria.
- 4) Creare linee guida per la trasferibilità statistica da un progetto di riferimento a un nuovo progetto, che consentano l'ottimizzazione di future campagne di test.

I fenomeni di slittamento nel sistema di segnalamento CBTC correlati a questo studio sono più critici. Essi possono innescare un errore dovuto al conteggio delle fermate da parte dell'odometro mentre il treno continua ad avanzare. A quel punto, il sistema CBTC può considerare il treno più indietro rispetto alla sua posizione effettiva, mettendo a repentaglio l'integrità del blocco mobile e il mantenimento della distanza di sicurezza tra i treni.

3. Metodologia

Questa sezione si propone di riassumere le tecniche statistiche per l'analisi del fenomeno dello slittamento nei sistemi CBTC. L'obiettivo principale è verificare che le posizioni fornite dagli odometri siano affidabili in condizioni estreme o rare. A tal fine si sfruttano approcci statistici avanzati sviluppati per identificare informazioni fondamentali dai dati relativi a fenomeni rari e supportarne l'inferenza probabilistica.

3.1. Distribuzioni generalizzate del valore estremo

La teoria dei valori estremi è opportunamente applicabile per analizzare eventi di slittamento, fornendo strumenti per modellare i comportamenti irregolari ma potenzialmente pericolosi [17][18][19]. Le statistiche standard solitamente considerano le medie; d'altra parte, la teoria dei valori estremi (EVT) riproduce in particolare la coda estrema di un set di dati cioè, semplificando, modella adeguatamente gli scenari peggiori. Esistono due approcci alla EVT: la distribuzione di Pareto generalizzata (GPD),

- 2) *To model the likelihood of slip-slide phenomena, which yield insights into importance and frequency of these events.*
- 3) *To determine the minimum demanded sample size using a convergence-based planning method to estimate the return value of an exceptional event that would drive to the limit the safety estimation of train localization based on odometry.*
- 4) *To create guidelines for statistical transferability from a reference project to a new project, which allows the optimization of future test campaigns.*

Slide phenomena in the CBTC signaling system related to this study are more critical. It initiates an error due to the stop counting by the odometer while the train continues to move forward. At that point, the CBTC system considers the train to be further back than its actual position, endangers the integrity of the moving Block and causes a rear-end collision.

3. Methodology

This section aims to summarize the statistical techniques for analyzing the slip-slide phenomenon in CBTC systems. The primary goal is to verify that the positions provided by the odometers are reliable in extreme or rare conditions. We leverage advanced statistical approaches developed to identify crucial insights from rare phenomenon data and support probabilistic inference.

3.1. Generalized extreme value distributions

Extreme Value Theory is appropriately applicable to analyze slip-slide events by providing tools to model their irregular but potentially hazardous behaviors [17][18][19]. Standard statistics usually look at averages; on the other hand, Extreme Value Theory (EVT) particularly imitates the extreme tail of a dataset, or in simple words, it models adequately worst-case scenarios. There are two approaches to EVT: the Generalized Pareto Distribution (GPD), which is based on data exceeding a certain threshold (Peak-over-Threshold), and the Generalized Extreme Value distribution (GEVD), which is based on Block Maxima, namely maximum values within certain intervals. Because our dataset consists of Block Maxima, the GEVD approach is the most mathematically appropriate method for this study [20].

GEVD merges with the GUMBEL, FRÉCHET, and WEIBULL approaches into a three-parameter model. Moreover, it allows for a flexible expression of extreme event behaviors. It gives a perception of the frequency and magnitude of slip-slide events, which will be an insight to conduct preventive and predictive actions for the reliability and safety of CBTC systems [20][21]. For the GEVD is:

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi} - 1} e^{-\left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}}, & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} e^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)} e^{-e^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (1)$$

che si basa sui dati che superano una certa soglia (picco sopra la soglia) e la distribuzione dei valori estremi generalizzata (GEVD), che si basa sui massimi di blocco, ovvero sui valori massimi entro determinati intervalli. Poiché il nostro set di dati è costituito da massimi di blocco, la GEVD è il metodo matematicamente più appropriato per questo studio [20].

La GEVD si fonde con gli approcci di GUMBEL, FRÉCHET e WEIBULL in un modello a tre parametri. Inoltre, consente un'espressione flessibile dei comportamenti degli eventi estremi. Fornisce una percezione della frequenza e dell'entità degli eventi di slittamento, utile per condurre azioni preventive e predittive dell'affidabilità e della sicurezza dei sistemi CBTC [20][21]. Per il GEVD è:

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\left(\frac{1}{\xi}\right) - 1} e^{-\left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\left(\frac{1}{\xi}\right)}}, & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} e^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)} e^{-e^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \exp^{-\left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\left(\frac{1}{\xi}\right)}}, & \xi \neq 0 \\ \exp^{-\exp^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Dove μ è il parametro di posizione, σ è il parametro di scala e ξ è il parametro di forma. Il valore di ξ ($=0, >0$ o <0) determina il membro specifico della famiglia della distribuzione GEV, ovvero le distribuzioni di GUMBEL, FRÉCHET O WEIBULL invertita.

La stima di massima verosimiglianza (MLE) [22] viene utilizzata per stimare i parametri che massimizzano la verosimiglianza $L(\xi, \mu, \sigma)$ dati n dati osservati X_1, X_2, \dots, X_n :

$$L(\xi, \mu, \sigma) = \prod_{i=1}^n f(X_i | \xi, \mu, \sigma) \quad (3)$$

Il metodo dei massimi di blocco segmenta il set di dati in intervalli simili e conserva solo l'osservazione più grande da ciascun segmento per modellare il GEVD.

Utilizzando quantili e periodi di ritorno, ovvero gli intervalli di tempo tra il verificarsi di eventi estremi e il superamento del limite predefinito X_T , è possibile studiare il comportamento di coda dei dati.

$$T = \frac{1}{1 - F(X_T)} \quad (4)$$

Dove $F(X_T)$ è il CDF del GEVD.

I livelli di ritorno associati a un dato periodo possono essere stimati invertendo la distribuzione GEV calibrata, consentendo di calcolare l'entità dello slittamento corrispondente a una determinata probabilità di superamento. È possibile utilizzare la seguente formula:

$$Z_p = \mu + \frac{\sigma}{\xi} \left([-\ln(1 - P)]^{-\xi} - 1 \right) \quad (5)$$

Dove Z_p è il livello di ritorno per la probabilità P , μ è il parametro di posizione, σ è il parametro di scala, ξ è il parametro di forma e $P = 1 - (1/T)$ per un periodo di ritorno T .

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \exp^{-\left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\left(\frac{1}{\xi}\right)}}, & \xi \neq 0 \\ \exp^{-\exp^{-\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Where μ is the location parameter, σ is the scale parameter, and ξ is the shape parameter. The value of ξ ($=0, >0$ or <0) determines the specific family member of the GEV distribution, namely the GUMBEL, FRÉCHET, or reversed WEIBULL distributions.

The Maximum Likelihood Estimation (MLE) [22] is used to estimate the parameters, which maximize the likelihood $L(\xi, \mu, \sigma)$ given the observed data X_1, X_2, \dots, X_n :

$$L(\xi, \mu, \sigma) = \prod_{i=1}^n f(X_i | \xi, \mu, \sigma) \quad (3)$$

The block-maxima method segments the dataset to similar intervals and retains only the largest observation from each segment for modeling the GEVD.

Through using quantiles and return periods, which are the time intervals between extreme events occurring and surpassing the predefined limit X_T , the tail behavior of the data can be studied.

$$T = \frac{1}{1 - F(X_T)} \quad (4)$$

Where $F(X_T)$ is the CDF of the GEVD.

Return levels associated with a given return period can be estimated by inverting the fitted GEV distribution, allowing the slip-slide magnitude corresponding to a chosen exceedance probability to be calculated. The following formula can be used:

$$Z_p = \mu + \frac{\sigma}{\xi} \left([-\ln(1 - P)]^{-\xi} - 1 \right) \quad (5)$$

Where Z_p is the return level for probability P , μ is the location parameter, σ is the scale parameter, ξ is the shape parameter, and $P = 1 - (1/T)$ for a return period T .

Convergence-based planning is an iterative and dynamic approach to determine the minimum sample size required to estimate the shape parameter, which is highly sensitive to the sample size of the GEVD [23]. A concept derived from sequential analysis allows for gradually examining larger subsets of data to identify when the standard error does not exceed a defined threshold [24].

To validate GEVD parameters and estimate confidence intervals, the bootstrap method with the Bias-Corrected and Accelerated (BCA) approach [25] is used as follows:

$$CI = \left[F^{-1} \left(\Phi \left(Z_0 + \frac{Z}{1 - a(Z_0 + Z)} \right) \right), F^{-1} \left(\Phi \left(Z_0 + \frac{Z}{1 + a(Z_0 + Z)} \right) \right) \right] \quad (6)$$

where: Z_0 is the Bias correction parameter, a is the acceleration parameter, accounting for skewness in the bootstrap distribution, and Φ is the standard normal CDF.

La pianificazione basata sulla convergenza è un approccio iterativo e dinamico per determinare la dimensione minima del campione richiesta per stimare il parametro di forma, che è molto sensibile alla dimensione del campione del GEVD [23]. Un concetto derivato dall'analisi sequenziale consente di esaminare gradualmente sottinsiemi di dati più ampi per identificare quando l'errore standard non supera una soglia definita [24].

Per convalidare i parametri del GEVD e stimare gli intervalli di confidenza, il metodo *bootstrap* con l'approccio *Bias-Corrected and Accelerated* (BCA) [25] viene utilizzato come segue:

$$CI = \left[F^{-1} \left(\Phi \left(Z_0 + \frac{Z}{1 - a(Z_0 + Z)} \right) \right), F^{-1} \left(\Phi \left(Z_0 + \frac{Z}{1 + a(Z_0 + Z)} \right) \right) \right] \quad (6)$$

dove: Z_0 è il parametro di correzione della polarizzazione, a è il parametro di accelerazione, che tiene conto dell'asimmetria nella distribuzione *bootstrap* e Φ è la CDF normale standard.

3.2. Raccolta dati

Questo studio utilizza i set di dati raccolti durante l'implementazione del CBTC nel progetto citato. Questo set di dati consiste nei massimi sforzi di frenatura di servizio per innescare gli scenari fisici peggiori, basati sui dati degli odometri in diverse condizioni ambientali e su diverse superfici di binario. In ogni prova, vengono spruzzate quantità crescenti di acqua e sapone per simulare condizioni favorevoli allo slittamento. I valori ricercati corrispondono allo scenario peggiore per ciascun tipo di superficie, che deve soddisfare i requisiti di sicurezza per ciascun gruppo di test. Per catturare questi eventi, la catena di acquisizione dati si basa su due set di odometri. Il primo set è montato su un asse non motorizzato e non frenato, utilizzando un sensore per lato per correggere la curvatura del binario e misurare la velocità di riferimento effettiva del materiale rotabile. Il secondo set è montato su un asse frenante per misurare la velocità delle ruote e catturare qualsiasi comportamento di slittamento durante la decelerazione. Un filtro passa-basso, specifico per la tecnologia dei sensori, viene utilizzato per attenuare le misurazioni iniziali da entrambi i set di odometri. Collegando la velocità di riferimento alla velocità di frenata, il sistema calcola un rapporto di slittamento istantaneo e adimensionale. Infine, viene utilizzato un approccio basato sui massimi del blocco per isolare i valori di picco estremi di questo rapporto su intervalli di tempo specifici. Il rapporto di slittamento viene introdotto come metrica scalare per stimare la deviazione dai valori nominali, dove il valore 1 indica che si osservano condizioni di perfetta aderenza. Un valore >1 o <1 è considerato di slittamento. L'entità del rapporto di slittamento è proporzionale all'entità dello slittamento ed è eleggibile come massimo del blocco. I risultati dell'analisi descrittiva sono riportati nella Tab. 1 e nella Fig. 1.

3.2. Data Collection

This study utilizes the proven-in-use datasets gathered during the CBTC implementation in the referenced project. This dataset consists of the maximum service braking force to trigger these worst-case physical scenarios based on odometer readings in different environmental conditions on different track surfaces. In each trial, increasing amounts of soap and water are sprinkled to imitate slippery conditions. The provided value is considered the worst-case scenario safe limit for each surface type. The extreme value that meets safety standards is the maximum acceptable circumference of each test group. To capture these events, the data acquisition chain relies on two sets of odometers. The first set is mounted on a non-motorized, unbraked axle, using one sensor per side to correct track curvature and to measure the rolling stock's true reference speed. The second set is mounted on a braking axle to measure the wheel speed and capture any sliding behavior during deceleration. A low pass filter specific to the sensor technology is used to smooth the initial measurements from both sets of odometers. By linking the reference speed with the braking speed, the system calculates a dimensionless and instant slip-slide ratio. Finally, a block-maxima approach is employed to isolate the extreme peak values of this ratio over specific time intervals. The slip-slide ratio is introduced as a scalar metric to estimate the deviation from nominal tractions, where 1.00 shows that perfect adhesion conditions are observed. A value >1 or <1 is considered sliding and slipping, respectively. The magnitude of the slip-slide ratio is proportional to the slip-slide magnitude, and the slip-slide magnitude is eligible as the block maxima. The Descriptive Analysis results are in Tab. 1 and Fig. 1.

In the second step, determining the best-fitting distribution among the options, GEV, Normal, Uniform, Beta, Triangular, Gamma, Exponential and CAUCHY for our dataset, is crucial because it enhances the reliability of the gained results. In addition, it enables data to be studied accurately and ensures that any statistical tests or models applied are based on appropriate assumptions. To evaluate how well distributions correspond to the dataset, KOLMOGOROV-SMIRNOV test [26][27] and CRAMÉR-VON MISES criterion [28][29] were employed. This study uses the modified version of these tests proposed by STEPHENS [30]. The test results for the various distributions are summarized in Tab. 2.

According to the result of the KS test, all the distributions fit well with the dataset at the 99.99% confidence level. Since the higher p-value suggests a better fit, GEV, Gamma, and CAUCHY were selected as the top three based on the KS test. Like the KS test, based on the CRAMÉR-VON MISES, the GEV, CAUCHY, and Normal distributions have been chosen as the top three. Probability Functions of the top four distributions are shown in Fig. 2. A vital visualization approach for assessing the fitness of the dataset with a specified theoretical distribution is the quantile-quantile (Q-Q) plot [31][32]. When it comes to assessing the extreme behavior in the dataset, the (Q-Q) plot shows the model's ability to capture the tail behavior [20].

Nella seconda fase, è fondamentale, per aumentare l'affidabilità dei risultati ottenuti, determinare la distribuzione più adatta tra le opzioni GEV, Normale, Uniforme, Beta, Triangolare, Gamma, Esponenziale e CAUCHY per il nostro set di dati. Inoltre, ciò consente lo studio accurato dei dati in e garantisce che tutti i test statistici o i modelli applicati siano basati su ipotesi appropriate. Per valutare la corrispondenza delle distribuzioni al set di dati, sono stati utilizzati il test di KOLMOGOROV-SMIRNOV (KS) [26][27] e il criterio di CRAMÉR-VON MISES [28][29]. Questo studio utilizza la versione modificata di questi test proposta da STEPHENS [30]. I risultati dei test per le varie distribuzioni sono riassunti nella Tab. 2.

Secondo il risultato del test KS, tutte le distribuzioni si adattano bene al set di dati con un livello di confidenza del 99,99%. Poiché un valore *P* più elevato suggerisce un adattamento migliore, GEV, Gamma e CAUCHY sono risultate le migliori in base al test KS, mentre per il test di CRAMÉR-VON MISES, le distribuzioni GEV, CAUCHY e Normale sono risultate le migliori. Le funzioni di probabilità delle distribuzioni GEV, Normale, Gamma e CAUCHY sono riportate nella Fig. 2. Un approccio di visualizzazione fondamentale per valutare l'idoneità del set di dati con una distribuzione teorica specificata è il grafico Quantile-Quantile (Q-Q) [31][32]. In particolare, quando si tratta di valutare il comportamento estremo di un set di dati, il grafico Q-Q mostra la capacità del modello di catturare il comportamento della coda [20].

Secondo il grafico Q-Q, CAUCHY presenta un adattamento complessivamente imperfetto. Gamma e Normale tracciano bene i dati, ma falliscono quando si tratta di valori estremi. La distribuzione GEV, analogamente alla distribuzione Gamma, si allinea fortemente su tutti i quantili con $R^2 = 0,978$ e cattura il comportamento degli eventi estremi nelle code. Si può concludere che, sebbene la distribuzione Gamma sia soddisfacente, la GEV è la scelta migliore per interpretare fenomeni estremi rari del nostro set di dati. Per arricchire le informazioni ottenute dai test di bontà di adattamento e dai grafici Q-Q, vengono forniti confronti percentili a vari livelli di confidenza. Per quanto riguarda la valutazione del rischio, essi forniscono una chiara misura dell'efficacia delle distribuzioni, su diversi intervalli di confidenza, nel modo in cui sono gestiscono i valori estremi [33]. I risultati dei confronti percentili sono disponibili nella Tab. 3.

La Fig. 3 visualizza le distribuzioni potenzialmente più idonee per il set di dati.

La distribuzione normale presenta le stime più basse, il che ne evidenzia gli svantaggi nel gestire valori estremi. Al contrario, la distribuzione di CAUCHY presenta i valori più alti a diversi livelli di confidenza, il che porta a sovrastimare gli eventi estremi a causa delle

Tabella 1 – Table 1

Analisi descrittiva
Descriptive Analysis

Rapporti di slittamento Slip-Slide Magnitude	
Media Mean	0.03201
Mediana Median	0.03273
Valore minimo Minimum Value	0.01297
Valore massimo Maximum Value	0.05987
Numero di dati Number of data	53

According to the Q-Q plot, CAUCHY is an imperfect fit overall. Gamma and Normal track the data well, but they fail when it comes to extreme values. The GEV distribution, likewise, the Gamma distribution, aligns strongly across all quantiles with $R^2 = 0.978$ and captures the behavior of extreme events in the tails. It can be concluded that while Gamma is satisfactory, GEV is the best choice for interpreting rare extreme phenomena of our data set. To enrich the insights attained from goodness-of-fit tests and Q-Q plots, percentile comparisons at various confidence levels are provided. When it comes to risk assessment, it delivers a clear performance of distributions over a diverse range of confidence levels in how they handle extreme values [33]. The results of percentile comparisons are available in Tab. 3.

Fig. 3 shows the visualization of a potentially better-fitted distribution for the dataset.

Normal distribution has the lowest estimates which emphasize its drawbacks of dealing with extreme values. On the contrary, the CAUCHY distribution has the highest values

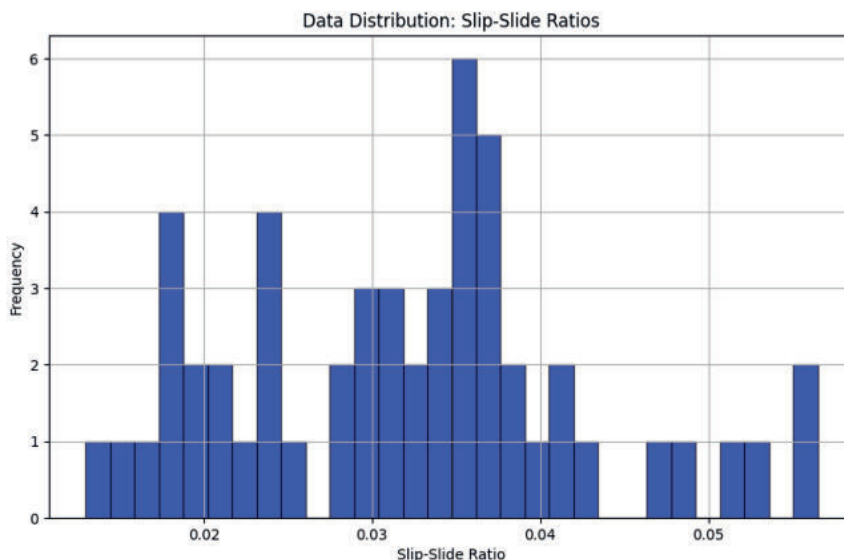


Figura 1 - Distribuzione dei rapporti di slittamento.
Figure 1 - Data Distribution of Slip-Side.

sue code pesanti. Di contro, le distribuzioni GEV e Gamma forniscono una descrizione ragionevole degli eventi estremi.

4. Risultati e discussioni

La distribuzione GEV è stata scelta dopo aver eseguito le analisi comparative per decidere la distribuzione più adatta al set di dati. La stima di massima verosimiglianza (MLE), come descritto da PRESCOTT e WALDEN [22], è il metodo utilizzato per adattare il set di dati alla distribuzione GEV per la nostra analisi e l'interpretazione dei risultati, grazie alla semplice stima degli intervalli di confidenza attraverso la matrice di informazioni empiriche [20]. I parametri adattati alla GEV sono descritti di seguito.

Il parametro di forma (ξ) è pari a 0,1191. Questo segno positivo suggerisce la famiglia di FRÉCHET, che ha una distribuzione a coda pesante. Fisicamente, significa che c'è una bassa probabilità di sperimentare un evento di slittamento considerevole. Ciò è in linea con il comportamento fisico dell'aderenza, quando la contaminazione sulla rotaia o sulla superficie di rotolamento genera una perdita di aderenza e, di conseguenza, fenomeni di slittamento di grande entità [34].

Tabella 2 – Table 2

Bontà di approssimazione per varie distribuzioni
Goodness of fit of distributions

Nome Name	KS	CRAMÉR-VON MISES
	Statistica (valore P) Statistic (P-value)	Statistica (valore P) Statistic (P-value)
GEV	0.085 (0.785) *	0.083 (0.676) *
GUMBEL	0.104 (0.547) *	0.114 (0.532) *
Normale Normal	0.103 (0.561) *	0.094 (0.615) *
Uniforme Uniform	0.240 (0.002) *	0.663 (0.015) *
Triangolare Triangular	0.124 (0.338) *	0.151 (0.389) *
Beta	0.104 (0.557) *	0.105 (0.561) *
Esponenziale Exponential	0.217 (0.009) *	0.817 (0.006) *
Gamma	0.095 (0.674) *	0.096 (0.608) *
Cauchy	0.098 (0.626) *	0.086 (0.660) *
T di Student Student's t	0.104 (0.561) *	0.094 (0.615) *

* = superamento del test al 99.99% del livello di confidenza
* = passed the test at 99.99% confidences level

at different confidence levels which leads to overestimating in extreme events because of its heavy tails. However, GEV and Gamma distributions provide a reasonable description of extreme events.

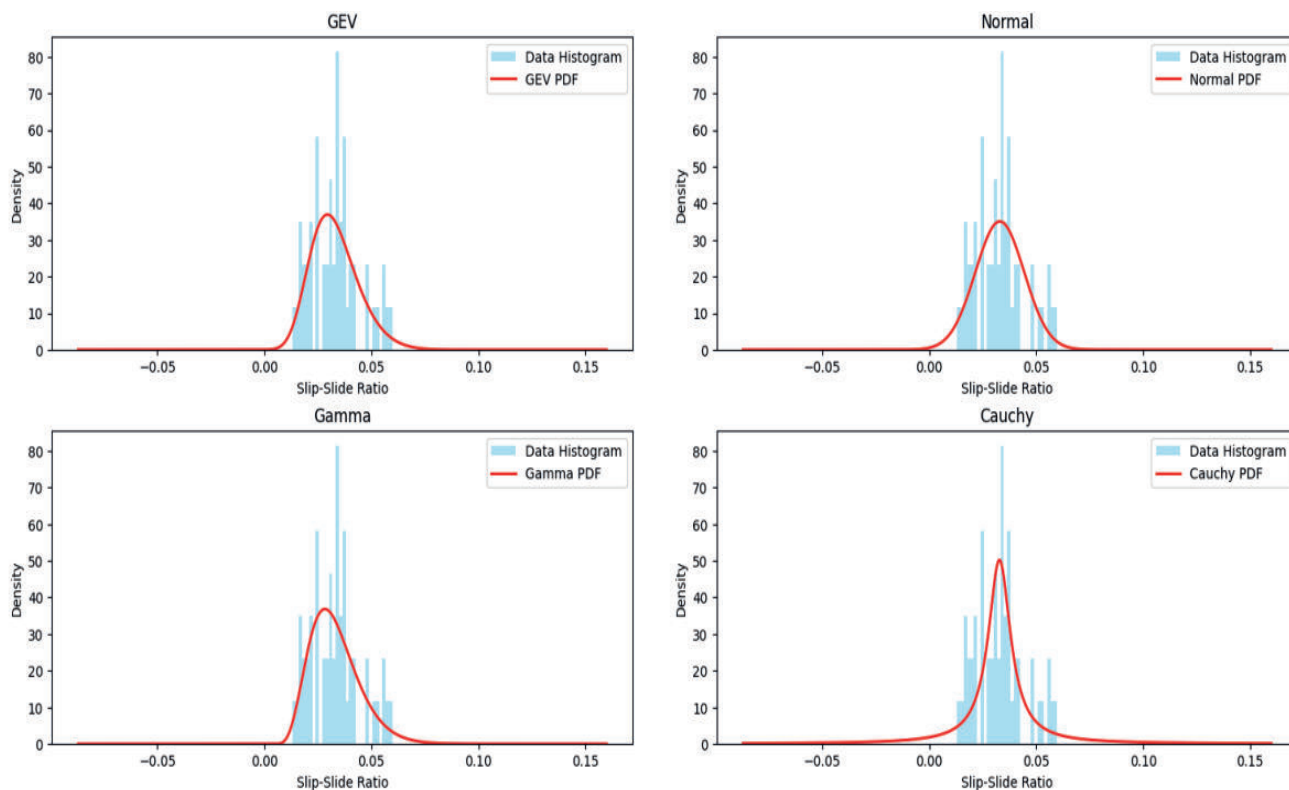


Figura 2 - Funzioni di probabilità di diverse distribuzioni.
Figure 2 - Probability Functions of different Distributions.

μ è il parametro di posizione a 0,0282, che rappresenta la tendenza centrale nella condizione di test per eventi di slittamento estremi e funge da punto per la dispersione degli slittamenti nel caso peggiore. Il parametro di scala (σ) di 0,01 implica che gli eventi di slittamento non si discostino in modo significativo da $\mu = 0,0282$. In altre parole, si verifica una bassa dispersione dei massimi attorno al parametro di posizione. Sulla base dei parametri di distribuzione GEV, si può concludere che la campagna di riferimento è esposta a rari ma significativi eventi di slittamento. Essi sono centrati attorno a un valore massimo distinto con una variazione ridotta. I dati osservati del rapporto di slittamento e la distribuzione GEV stimata sono confrontati nella Fig. 4.

4. Results and Discussion

The GEV distribution is chosen for conducting our analysis after performing all the analyses to decide the best-fitting distribution to the dataset. Maximum Likelihood Estimation (MLE) as detailed by PRESCOTT and WALDEN [22], is the method used to fit our dataset to the GEV distribution for our analysis and result interpretation, due to the uncomplicated estimation of confidence intervals through the empirical information matrix [20]. GEV-fitted parameters are described below.

The shape parameter (ξ) is equal to 0.1191. This positive sign suggests the Fréchet family, which has a heavy-tailed distribution. Physically, it means that there is a low probability of experiencing a considerable slip-slide event. This aligns with the physical behavior of adhesion, when contamination on the rail or rolling surface generates loss of gripping and, as a result, large magnitude slide phenomena [34].

μ is the location parameter at 0.0282, representing the central tendency in the tests condition for extreme slip events

Confronto percentile a vari livelli di confidenza
 Percentile comparisons at various confidence levels

Distribuzione Distribution	99 th %	99.99 th %	99.9999 th %
GEV	0.064	0.084	0.096
CAUCHY	0.234	20.216	2018.377
Gamma	0.067	0.097	0.125
Normale Normal	0.059	0.075	0.087

Tabella 3 – Table 3

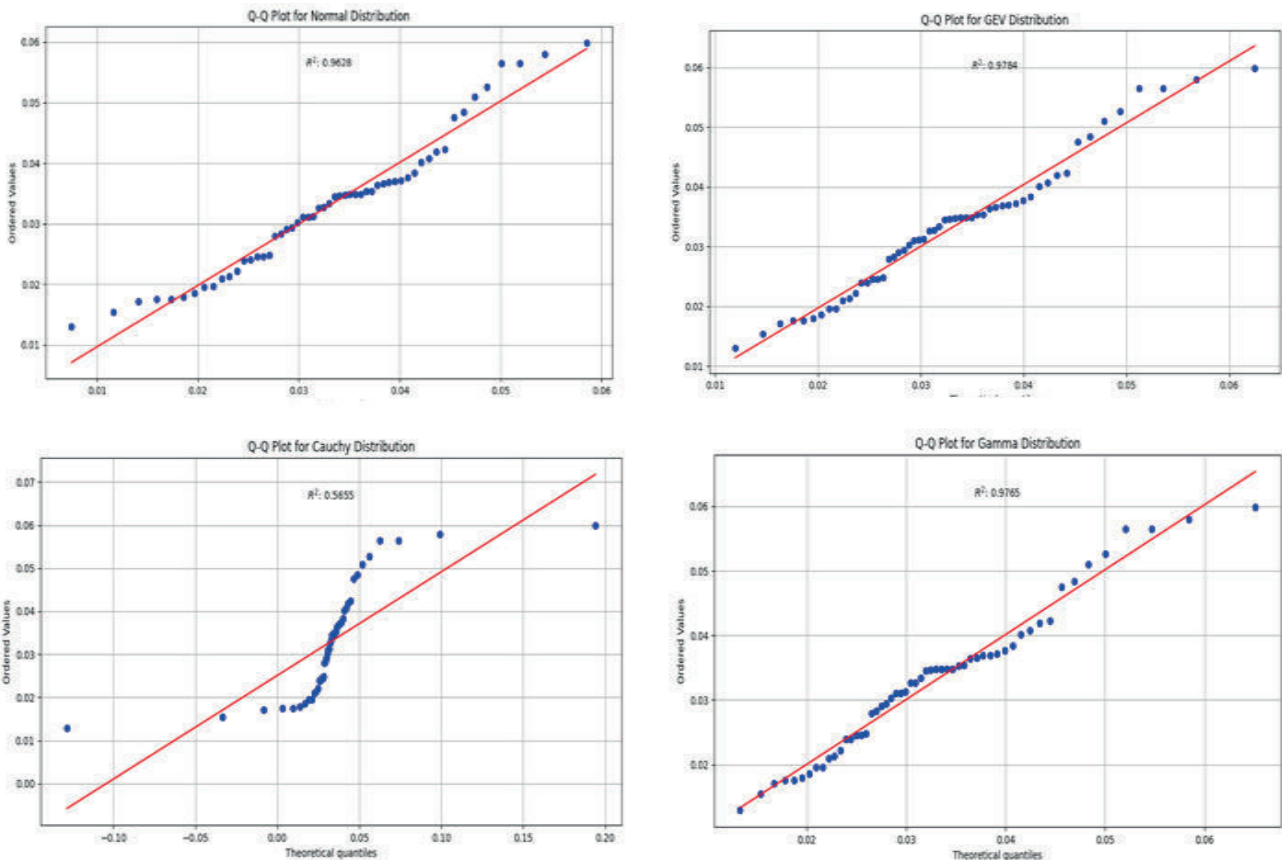


Figura 3 - Grafici Q-Q delle distribuzioni Normale, GEV, CAUCHY e Gamma.
 Figure 3 - Q-Q plot of Normal, GEV, CAUCHY, and Gamma distribution.

Il modello GEV si allinea con l'istogramma; la distribuzione rivela con precisione che i rapporti più piccoli si concentrano intorno a 0,03 e avanzano verso la coda. La riduzione incrementale della curva è dovuta alla natura a coda pesante della distribuzione GEV e sottolinea l'importanza di spiegare gli eventi estremi nell'analisi. La CDF della distribuzione GEV adattata è illustrata nella Fig. 5. Essa convalida l'accuratezza e l'affidabilità dell'adattamento attraverso un avanzamento graduale dei valori di slittamento. Evidenzia inoltre i rari ma statisticamente significativi rapporti elevati di slittamento.

Per rispondere ai criteri di sicurezza del sistema di posizionamento, vengono considerati intervalli di confidenza del 99,99% per quanto riguarda l'incertezza nelle stime dei parametri. Gli intervalli di confidenza sono stati stimati tramite il metodo *bootstrap* accelerato e corretto per i *bias* [25]. Questo approccio è stato modificato per la distorsione e l'asimmetria della distribuzione *bootstrap*, al fine di ottenere un intervallo accurato per la coda pesante nell'analisi dei valori estremi. Gli intervalli sono i seguenti: parametro di forma ξ (-0,9725, 0,3468), μ (0,0217, 0,0332) e σ (0,0072, 0,0167). L'intervallo più ampio di ξ include punti zero e una minore confidenza sugli eventi estremi poiché passa da negativo a positivo. Tuttavia, gli intervalli più stretti per i parametri μ e σ dimostrano una maggiore accuratezza nel calcolo della tendenza centrale e della variabilità dei dati, che sono le caratteristiche comuni [23].

Il livello di ritorno viene calcolato per riformulare il mo-

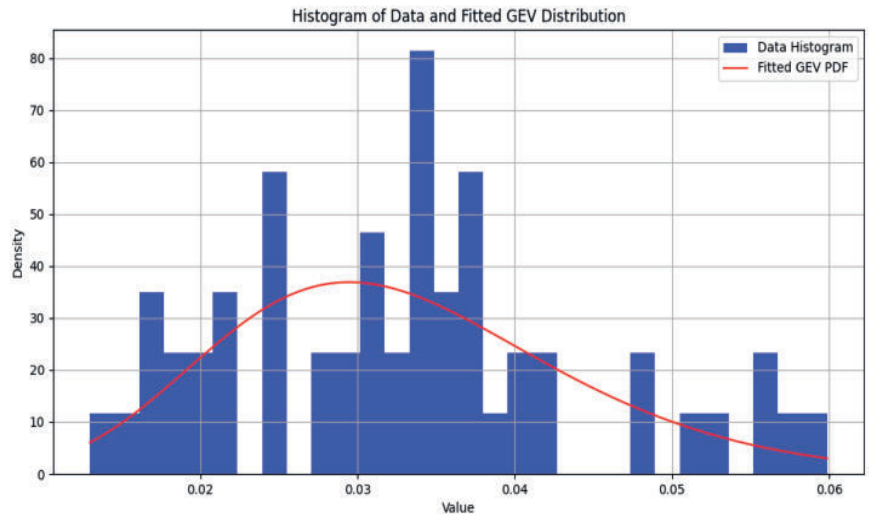


Figura 4 - Iistogramma dei rapporti di slittamento osservati sovrapposti alla funzione di densità di probabilità GEV adattata.
 Figure 4 - Histogram of observed slip-slide ratios overlaid with the fitted GEV probability density function.

and acts as the point for the dispersion of worst-case slides. The scale parameter (σ) of 0.01 implies that the slip-slide events do not remarkably deviate from $\mu = 0.0282$. In other words, there is a low scattering of the maxima around the location parameter. Based on the GEV distribution parameters, it can be concluded that the reference campaign is open to rare but significant slip-slide events. They are centered around a distinct maximum value with narrow variation. Observed slip-slide ratio data and the fitted GEV distribution are compared in Fig. 4.

The GEV model aligns with the histogram; the GEV distribution precisely reveals that smaller ratios concentrate around 0.03 and advance to the tail. The incremental taper

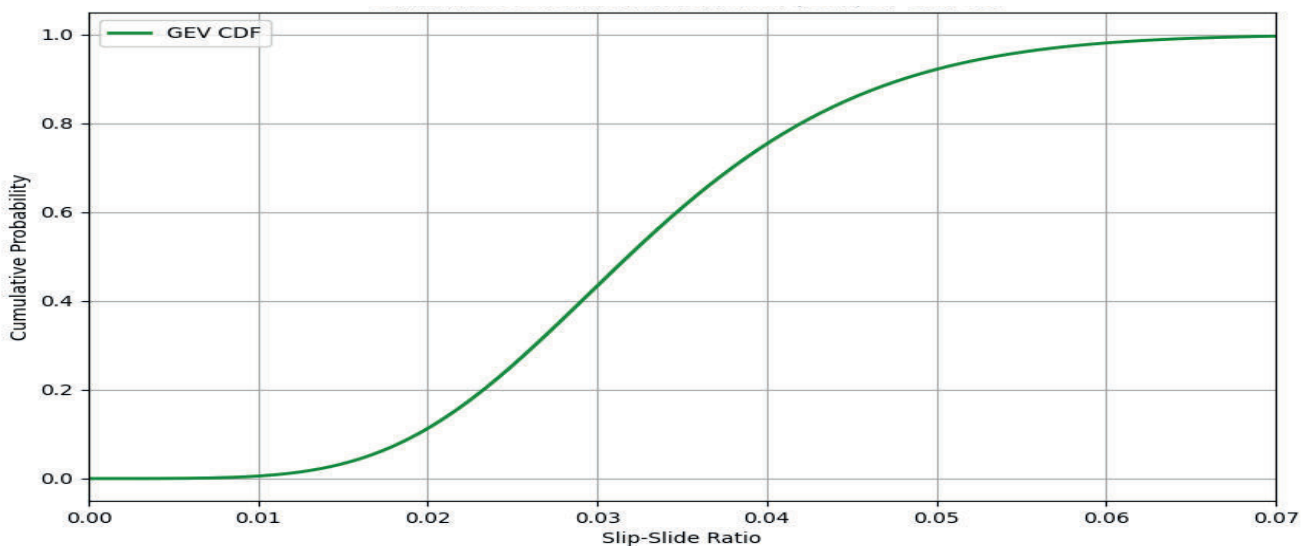


Figura 5 - CDF della distribuzione GEV adattata.
 Figure 5 - CDF of the fitted GEV distribution.

dello GEV trasformando il comportamento probabilistico della coda in livelli di ritorno, dove possiamo dimostrare prestazioni che soddisfano requisiti distintivi di probabilità di sicurezza [35]. Esso ci consente di definire margini di protezione, in contrapposizione al fenomeno di slittamento compatibile con il rischio accettabile nel segnalamento ferroviario [36]. La Tab. 4 mostra i risultati dei livelli di ritorno corrispondenti al periodo di ritorno di riferimento.

Il periodo è definito in termini di interruzioni di servizio. Il nostro studio dimostra che dopo 112,6 anni¹ di funzionamento costante, si verificherebbe un evento di slittamento di magnitudo 0,1043, corrispondente a un periodo di ritorno di oltre 422 milioni di interruzioni di servizio.

Questo valore è circa il doppio del valore massimo nel set di dati, il che fornisce un margine di sicurezza conservativo. Il risultato indica che non si prevede che si verifichi un fenomeno di slittamento critico durante l'arco di tempo di lavoro del progetto.

Poiché il progetto di riferimento ha considerato il 2% di probabilità in eccesso come criterio di arresto per la campagna, si suggerisce di terminare il nuovo progetto di caratterizzazione dello slittamento quando dimostrerà che il set di dati del nuovo progetto raggiungerà lo stesso CDF o addirittura migliore.

Per stimare l'incertezza del valore di ritorno selezionato, viene applicato il metodo *bootstrap Bias-Corrected and*

of the curve is because of the heavy-tailed nature of the GEV distribution and highlights the significance of explaining the extreme events in the analysis. The CDF of the fitted GEV distribution is demonstrated in Fig. 5. It validates the accuracy and reliability of the fit through a smooth advancement across slip-slide values. It also highlights the rare but statistically significant large slip-slide ratios.

99.99% confidence intervals are considered regarding the uncertainty in the parameter estimations to answer the safety criteria in the positioning system. Confidence intervals were estimated through the Bias-Corrected and Accelerated bootstrap method [25]. This approach was modified for the bias and the skewness of the bootstrap distribution, to achieve an accurate range for the heavy-tailed in extreme value analysis. The intervals are as follows: Shape parameter ξ (-0.9725, 0.3468), μ (0.0217, 0.0332), and σ (0.0072, 0.0167). The wider range of ξ includes zero points, and less confidence about extreme events because it changes from negative to positive. However, the narrower intervals for the μ and σ parameters demonstrate higher accuracy in calculating the central tendency and variability of the data, which are the common characteristics [23].

The return level is calculated to rephrase the GEV model through transforming the probabilistic tail behavior to return levels, where we can demonstrate performance points that fulfill distinctive safety probability requirements [35]. It enables us to define protection margins, opposed to the slip-slide phenomenon that is compatible with the acceptable risk in railway signaling [36]. Tab. 4 shows the results of return levels corresponding to the referred return period.

The period is defined in terms of service breakings. Our

Tabella 4 – Table 4

Livelli di ritorno e corrispondenti periodi di ritorno
Return level and corresponding Return period

Livello di ritorno (Rapporto di slittamento) Return level (Slip-Slide Ratio)	Periodo di ritorno (Frenatura di servizio) Return period (Service Breaking)	Periodo di ritorno (anni) Return period (Years)	Livello di confidenza Confidence level
0.05987	53.79	0.00001	0.98141052
0.06380	103.51	0.00003	0.99033866
0.07240	528.64	0.0001	0.99810835
0.07570	1,090.34	0.0003	0.99908285
0.08420	10,251.90	0.003	0.99990246
0.09140	126,865.23	0.034	0.99999212
0.09600	1.1 × 10 ⁶	0.28	0.99999905
0.10000	1.11 × 10 ⁷	2.96	0.99999991
0.10200	4.9 × 10 ⁷	13.1	0.99999998
0.10330	1.57 × 10 ⁸	41.83	0.99999999
0.10430	4.22 × 10 ⁸	112.6	1.00000000

¹ La conversione della scala di misura del periodo di ritorno da interruzioni di servizio ad anni viene effettuata dividendo ciascun valore di interruzione di servizio per (3600 [s/h] * 19 [h/giorno] * 365 [giorni/anno] * 18 treni [dimensione media della flotta] / 120 s [intervallo medio]). Il progetto della linea metropolitana di riferimento opera con una media di 18 treni per 19 ore lavorative al giorno con un intervallo di 120 s.

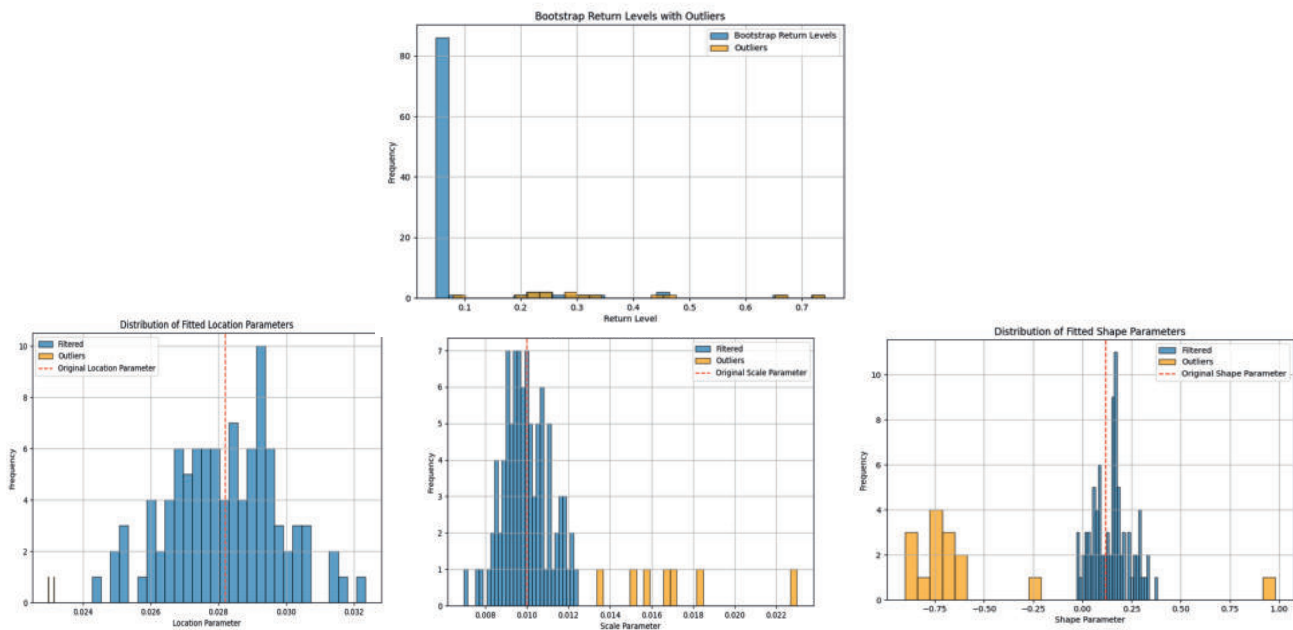


Figura 6 - Distribuzioni dei livelli di ritorno con valori anomali, presenza di valori anomali di localizzazione, scala, e parametro di forma.

Figure 6 - Distribution of Return level with outliers, presence of outlier in the fitted location, scale, and shape parameters.

Accelerated con un livello di confidenza del 99,99%. La Fig. 6 evidenzia la presenza di valori anomali in tutti i livelli di rendimento *bootstrapped*, la posizione adattata, la scala e il parametro di forma che si trova al di fuori della dimensione principale dei valori.

Abbiamo utilizzato il metodo dell'intervallo interquartile stabilito da TUKEY [37] per eliminare i parametri GEV adattati e i livelli di rendimento *bootstrap* dai valori anomali. L'applicazione di questo metodo è fondamentale nel MLE, quando l'algoritmo di ottimizzazione comprende massimi locali non realizzabili per garantire che, invece della instabilità numerica, gli intervalli di confidenza assegnati restituiscano un'incertezza accurata [38]. Si può osservare che la maggior parte dei livelli di rendimento si trova attorno al livello di rendimento originale. Al contrario, i valori anomali coprono fino a 0,7. Il risultato dopo la rimozione dei valori anomali è disponibile nella Fig. 7, il che suggerisce che il modello è coerente, poiché quasi tutte le ipotesi rientrano tra 0,05 e 0,07. Le distribuzioni dei campioni *bootstrap* sono simili a quelle originali, il che conferma la replica dei dati originali tramite questo metodo. I risultati statistici indicano che il rapporto di slittamento effettivo è compreso tra 0,0484 e 0,0722 con un livello di confidenza del 99,99%.

Il passo successivo di questo studio è la determinazione dei campioni di prova minimi necessari per raggiungere una probabilità di eccesso di 0,01858948 al livello di confidenza del 99,99%. Vengono scelte diverse dimensioni del campione, selezionando i campioni in modo casuale con sostituzione dal set di dati originale e valutando il livello di ritorno per ciascun sottocampione. Infine, viene

study demonstrates that after 112.6 years¹ of constant operation, a slip-slide event of magnitude 0.1043 would happen, corresponding to a return period of over 422 million service brakings.

This value is about double the maximum value in the dataset, which provides a conservative safety margin. The result indicates that a critical slip-slide phenomenon is not anticipated to happen during the working time span of the project.

Since the reference project considered 2% the exceedance probability as the stopping criterion for the campaign, it is suggested to finish the new slip-slide characterization project when it demonstrates that the new project's dataset will reach the same CDF or even better.

To estimate the uncertainty of the selected return value, the Bias-Corrected and Accelerated Bootstrap method at the confidence level of 99,99% is applied. Fig. 6 highlights the presence of the outliers in all the bootstrapped return levels, the fitted location, scale and shape parameter that lies outside the major dimension of values.

We used the Interquartile Range method established by TUKEY [37] to clear fitted GEV parameters and bootstrapped return levels from the outliers. Applying this method is cru-

¹ The conversion of the scale of measurement of return period from service brakings to years is done by dividing each service braking value by (3600 [s/h] * 19 [h/day] * 365 [days/year] * 18 trains [average fleet size] / 120 s [average headway]). The reference project metro line runs with an average of 18 trains for 19 working hours per day with a headway of 120 s.

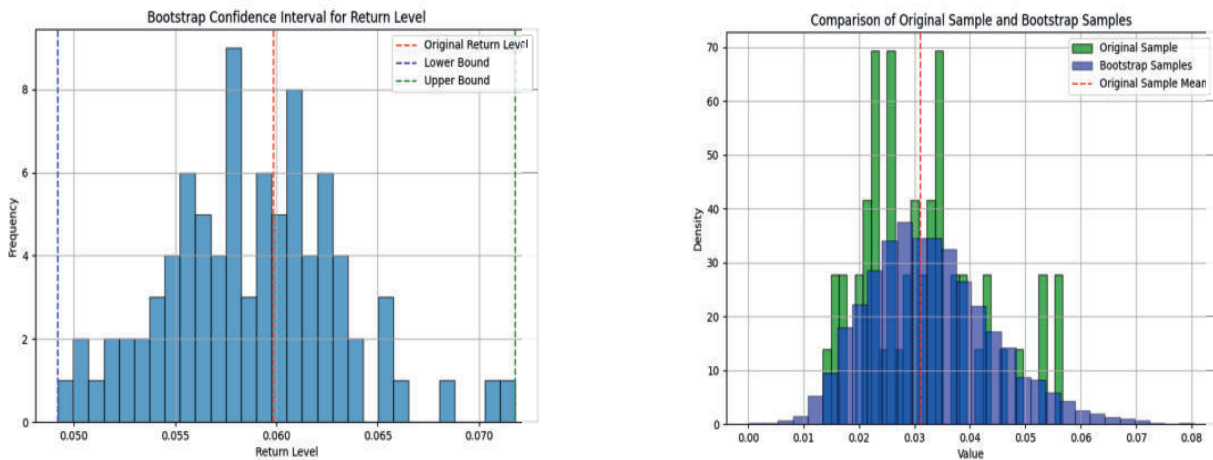


Figura 7 - Intervallo di confidenza *Bootstrap*: risultati e confronto dei campioni.
 Figure 7 - *Bootstrap confidence interval results and samples comparison.*

applicato l’approccio BCA per valutare gli intervalli di confidenza. La Tab. 5 riassume il risultato di questo passaggio e la Fig. 8 mostra l’andamento della convergenza.

Si è constatato che un gruppo con almeno 45 campioni fornisce gli stessi risultati riscontrati per l’intero set di dati. Questo insieme può essere preso in considerazione per il progetto di implementazione del segnalamento, come il nuovo progetto oggetto del nostro studio. Mentre il coefficiente di slittamento assoluto è intrinsecamente legato a specifiche caratteristiche fisiche, come il tipo di materiale rotabile e la finitura della superficie di rotolamento, la metodologia statistica dimostrata nel progetto di riferimento è altamente trasferibile. Questo insieme trasferisce l’approccio analitico a nuove implementazioni CBTC, anziché trasferire direttamente i risultati numerici come base di partenza. Adattando costantemente il set di dati di un nuovo progetto a una distribuzione GEV durante la sua campagna di test, la convergenza matematica può essere monitorata dagli ingegneri. Una volta che la curva GEV si stabilizza e l’incertezza del valore di ritorno estrapolato raggiunge una soglia accettabile, questo criterio statistico funge da punto di arresto definitivo, basato sui dati, per la campagna di test. I parametri risultanti da una distribuzione GEV adattata dal nuovo progetto con la stessa procedura della campagna di riferimento possono essere interpretati come segue: il comportamento della coda ($\xi = 0,0353$) appartiene alla famiglia di Fréchet perché è un parametro piccolo e positivo. La posizione ($\mu = 0,0296$) e la scala ($\sigma = 0,01$) hanno la stessa interpretazione del progetto di riferimento perché racchiudono quasi lo stesso valore. La Fig. 9 mostra la PDF e la CDF del nuovo progetto adattate con la distribuzione GEV.

Il livello di rendimento del nuovo progetto con una probabilità di eccesso di 0,0185894 è 0,0666, con una differenza trascurabile rispetto al progetto di riferimento. La Fig. 10 illustra l’incertezza nel valore del rendimento e nei parametri di distribuzione GEV adattati con la stessa procedura e probabilità del progetto di riferimento.

cial in MLE, when the optimization algorithm comprises unfeasible local maxima to ensure that, instead of numerical instability, the assigned confidence intervals return accurate uncertainty [38]. It can be observed that most return levels are located around the original return level. On the contrary, outliers cover up to 0.7. The result after removing outliers is available in Fig. 7, which suggests that the model is consistent, as almost all guesses fall between 0.05 and 0.07. The distributions of the bootstrapped samples are like the original one which confirms the replication of the original data through the bootstrapping method. The statistical results indicate that the effective slide ratio is in the range 0.0484-0.0722 at 99.99% confidence.

Tabella 5 – Table 5
 Livelli di ritorno e dimensioni del campione
 Sample Size Return Level

Dimensione del campione Sample Size	Livello di ritorno Return level	Campo di accettazione (0.0484-0.0722) Acceptance range (0.0484-0.0722)
15	0.08486	No
20	0.14312	No
25	0.12193	No
30	0.09661	No
35	0.07841	No
40	0.07532	No
45	0.05998	Si Yes
50	0.06000	Si Yes
55	0.05987	Si Yes

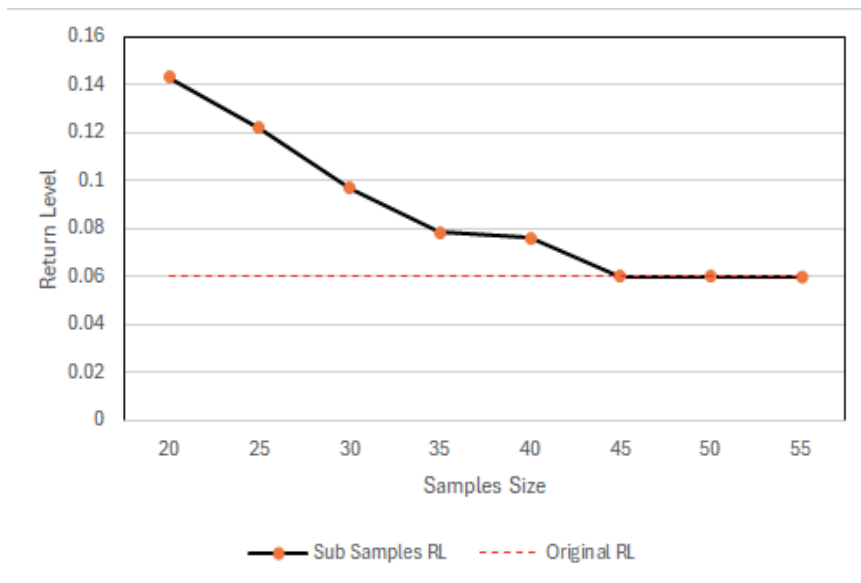


Figura 8 - Divergenza dell'intervallo di confidenza.
 Figure 8 - Divergence of Confidence Interval.

Dopo aver rimosso i valori anomali, come mostrato nella Fig. 11, le stime dell'intervallo *bootstrap* sono 0,0527-0,0803. La somiglianza tra le distribuzioni *bootstrap* e quelle del nuovo progetto dimostra di propagare gli attributi dei dati originali e che le previsioni sono valide e affidabili.

Questo allineamento statistico supporta l'ipotesi che le misure del progetto di riferimento possano fungere da standard per il nuovo progetto.

5. Conclusioni and raccomandazioni

Questo studio utilizza i dati del fenomeno di slittamento del materiale rotabile con pneumatici in gomma operanti con lo stesso processo operativo e la stessa tecnologia

The next step in this study is the determination of the minimum test samples needed to achieve an exceedance probability of 0.01858948 at the confidence level of 99.99%. Different sample sizes are chosen and select samples randomly with replacement from the original dataset and assess the return level for each subsample. Finally, the BCA approach is applied to evaluate confidence intervals. Tab. 5 summarizes the result of this step and Fig. 8 shows the trend of convergence.

It is realized that a group with at least 45 samples provides with the same results encountered for the entire dataset.

This framework can be considered for the ongoing signaling implementation project like the new project in our study. While the absolute slide coefficient is intrinsically linked to specific physical characteristics, such as the rolling stock type and the rolling surface finishing, the statistical methodology demonstrated in

the referenced project is highly transferable. This framework transfers the analytical approach to new CBTC implementations, rather than directly transferring the numerical results as a baseline. By constantly fitting a new project's dataset to a GEV distribution during its test campaign, the mathematical convergence can be watched by engineers. Once the GEV curve stabilizes and the uncertainty of the extrapolated return value reaches an acceptable threshold, this statistical criterion acts as a definitive, data-driven stopping point for the test campaign. The parameters result from a fitted GEV distribution from the new project with the identical procedure of the reference campaign can be interpreted as follows, tail behavior ($\xi = 0.0353$) belongs to Fréchet family because it is a small and positive parameter. Location ($\mu = 0.0296$) and scale ($\sigma = 0.01$) have the same interpretation as the referenced project because they enclose almost the same value. Fig. 9 demon-

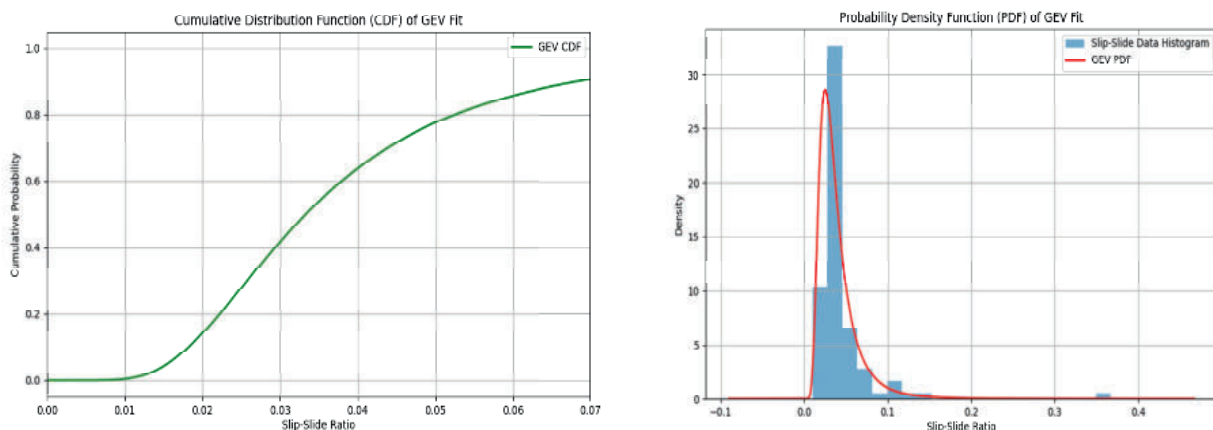


Figura 9 – Distribuzione cumulata e densità di probabilità dei valori estremi generalizzati.
 Figure 9 - CDF and PDF of the New Project fitted data to the GEV distribution.

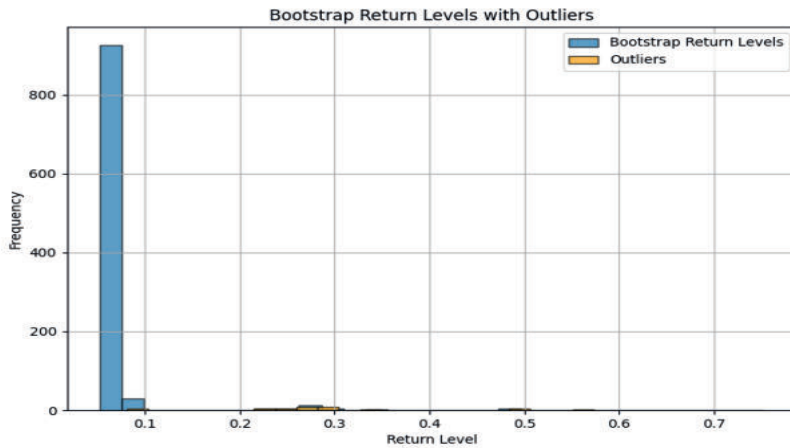


Figura 10 - Distribuzione del livello di ritorno con valori anomali, presenza di valori anomali nella localizzazione, scale, e parametri di forma.
 Figure 10 - Distribution of Return level with outliers, presence of outlier in the fitted location, scale, and shape parameters.

di segnalamento per sfruttare le caratteristiche analitiche del progetto di riferimento come *benchmark* per il nuovo progetto. Il nostro studio dimostra che la distribuzione GEV modella in modo più efficace gli eventi di slittamento estremi tra le altre distribuzioni [39]. Test di bontà di adattamento, grafici Q-Q e confronti percentili supportano

strates the PDF and CDF of the new project fitted with GEV distribution.

The return level of the new project at the exceedance probability of 0.0185894 is 0.0666, which has a negligible difference higher than the referenced project. Fig. 10 illustrates the uncertainty in return value and fitted GEV distribution parameters with the same procedure and probability of the referenced project.

After removing the outliers, as it displays in Fig. 11, the bootstrap interval estimations are 0.0527-0.0803. The resemblance between the bootstrap and the new project distributions demonstrates that the bootstrap propagates the attributes of the original data, and predictions are valid and reliable.

This statistical alignment supports the hypothesis that the referenced project measures can perform as a standard for the new project.

5. Conclusion and Recommendations

This study uses the slip-slide phenomenon data from rolling stock with rubber tires operating with the same operation-

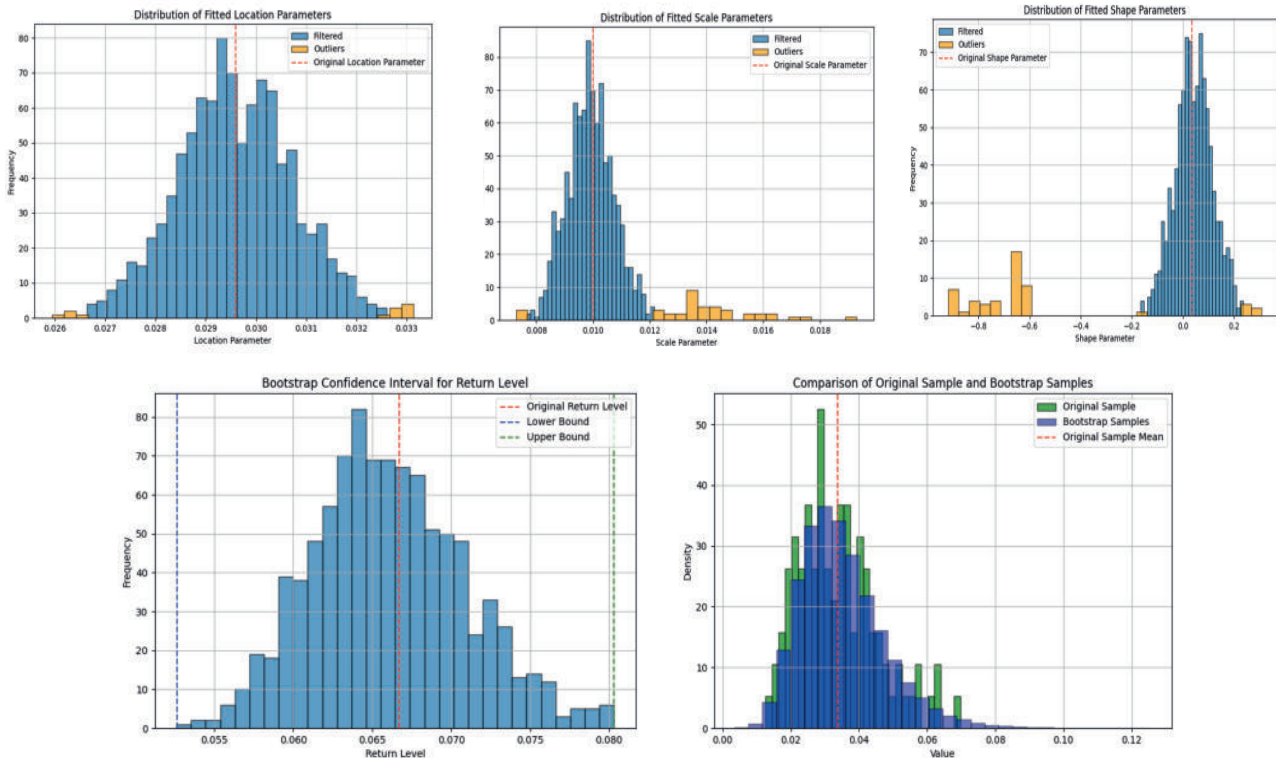


Figura 11 – Confronto degli intervalli di confidenza di risultati e campioni.
 Figure 11 - Bootstrap confidence interval results and samples comparison.

l'idoneità della distribuzione GEV per lo studio dei dati a coda pesante [40]. Il comportamento a coda leggermente pesante è spiegato dallo stesso valore del parametro di forma per entrambi i progetti, indicando che la probabilità di rari fenomeni di slittamento estremi rimane notevole ed elevata. La scala e la posizione in entrambi i progetti supportano l'ipotesi di applicabilità grazie a valori simili. Il valore del livello di ritorno con la stessa probabilità di eccesso (0,0186) per entrambi i progetti rimane entro intervalli di confidenza sovrapposti, mostrando alcune differenze statistiche tra i profili di rischio di questi due progetti [41]. La valutazione dell'incertezza dei parametri stimati indica che, mentre il parametro di forma presenta una maggiore incertezza dovuta alla natura degli eventi estremi, i parametri di posizione e scala presentano un'elevata accuratezza. Utilizzando un modello statistico collaudato da un progetto di riferimento, non è necessario sovra-testare per le nuove implementazioni. Quando i dati campione del nuovo progetto si allineano statisticamente con la funzione di distribuzione cumulativa di riferimento, la campagna di test può essere terminata e i parametri di caratterizzazione estrapolati. Inoltre, assumendo il concetto di principi di accettazione incrociata nella segnalamento ferroviario, si può concludere che se il materiale della superficie del binario, il materiale rotabile e le apparecchiature tecnologiche rimangono invariati, il criterio statistico del progetto di riferimento può impedire per il nuovo progetto una campagna di implementazione CBTC che comporta una riduzione della durata del test e dell'allocazione del budget, aumentando così significativamente la competitività della campagna di implementazione [42]. Inoltre, mentre i coefficienti di attrito specifici e i rapporti di slittamento qui analizzati sono specifici per il materiale con pneumatici in gomma, se viene raccolto un set di dati di base comparabile, la metodologia statistica è completamente replicabile per le metropolitane con ruote in acciaio.

Per ulteriori studi, si consiglia di incorporare il metodo di aggiornamento bayesiano, che affina continuamente i parametri GEV attraverso la disponibilità di nuovi dati.

al process and signaling technology to leverage the analytical features of the referenced project as a benchmark for the new project. Our study demonstrates that the GEV distribution most effectively models extreme slip-slide events among other distributions [39]. Goodness-of-fit tests, Q-Q plots, and percentile comparisons support the suitability of the GEV distribution for studying the heavy-tailed data [40]. Slightly heavy-tailed behavior is explained by the same value of the shape parameter for both projects indicating that the probability of rare extreme slip-slide phenomena remains notable and high. The scale and location in both projects support the applicability hypothesis because of similar values. The return level value with the same exceedance probability (0.0186) for both projects stay within overlapping confidence intervals showing no statistical difference among the risk profiles of these two projects [41]. The uncertainty assessment of the estimated parameters indicates that, while the shape parameter exhibits greater uncertainty due to the nature of extreme events, the location and scale parameters exhibit high accuracy. By utilizing a proven statistical model from a reference project, there is no need to over-test for new deployments. When the new project's sample data statistically aligns with the reference Cumulative Distribution Function, the test campaign can be terminated and characterization parameter extrapolated. Moreover, by assuming the concept of Cross-Acceptance principles in railway signaling, it can be concluded that if the track surface material, the rolling stock and technological equipment remains unchanged, the statistical criterion of the referenced project can prevent for the new project CBTC implementation campaign that brings a reduction in test duration and budget allocation, thereby significantly increasing the competitiveness of the deployment campaign [42]. In addition, while the specific friction coefficients and slip-slide ratios analyzed here are unique to rubber-tired stock, if a comparable baseline dataset is gathered, the statistical methodology is entirely replicable for steel wheel metros.

For further studies, it is recommended to incorporate the Bayesian updating method, which continuously refines GEV parameters through the availability of new data.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] FELEZ J., VAQUERO-SERRANO M.A. (2023), "Virtual Coupling in Railways: A Comprehensive Review". *Machines* 2023, 11, 521. doi: 10.3390/MACHINES11050521.
- [2] European Commission (2019), "EU transport in figures: Statistical pocketbook 2019". Publications Office, Luxembourg, 2019. doi: 10.2832/729667.
- [3] IEEE (2005), "Standard 1474.1-2004 for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirement", 2005.
- [4] European Commission (2020), "Sustainable and Smart Mobility Strategy: putting European transport on track for the future". Brussels, 2020.
- [5] Natural Resources Defence Council (2017), "The Paris Agreement on Climate Change". 2017. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview>.
- [6] SHAH S.A.A, AHMED E., IMRAN M., ZEADALLY S. (2018), "5G for Vehicular Communications". *IEEE Communications Magazine*, 56, 1, 111-117, 2018. doi: 10.1109/MCOM.2018.1700467.

- [7] FAROOQ J., SOLER J. (2017), "Radio Communication for Communications-Based Train Control (CBTC): A Tutorial and Survey". Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. doi: 10.1109/COMST.2017.2661384.
- [8] SENGUPTA M. (2024), "Location and speed estimation for telematic signalling in railways". University College of London, 2024.
- [9] MALVEZZI M., VETTORI G., ALLOTTA B., PUGI L., RIDOLFI A., RINDI A. (2014), "A localization algorithm for railway vehicles based on sensor fusion between tachometers and inertial measurement units". Proceedings of Institute of Mechanical Engineering. Journal of Rail Rapid Transit, 228, 4, 431-448, 2014, doi: 10.1177/0954409713481769;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER.
- [10] ZHOU Y., CHEN Q., NIU X. (2019), "Kinematic Measurement of the Railway Track Centerline Position by GNSS/INS/Odometer Integration". IEEE Access, 7, 157241-157253, 2019. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2946981.
- [11] YAMAZAKI H., KARINO Y., KAMADA T., NAGAI M., KIMURA T. (2008), "Effect of wheel-slip prevention based on sliding mode control theory for railway vehicles". Vehicle System Dynamics, 46, 4, 255-270, 2008. doi: 10.1080/00423110701338838.
- [12] GIBERT X., PATEL V.M., CHELLAPPA R. (2015), "Sequential Score Adaptation with Extreme Value Theory for Robust Railway Track Inspection". Proceedings of the IEEE international conference on computer vision workshops, 42-49, 2015.
- [13] BUCKLEY JOHNSTONE L.E. (2017), "Wheel/Rail Contact Tribology: Characterizing Low Adhesion Mechanisms and Friction Management Products, Doctoral dissertation". Department of Mechanical, University of Sheffield, 2017.
- [14] SEBESAN I., MANEA I., SPIROIU M.A., ARSENE S. (2018), "Theoretical and experimental research on the phenomenon of stick-slip at traction railway vehicles". IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Institute of Physics Publishing, 2018. doi: 10.1088/1757-899X/295/1/012037.
- [15] PONTIUS N., SCHEIBERT J., THØGENSEN K., MALTJE-SØRENSEN A., PERRET LIAUDET J. (2019), "Statistics of the separation between sliding rigid rough surfaces: Simulations and extreme value theory approach". Physical Review E, 99, 2, 2019. doi: 10.1103/PhysRevE.99.023004.
- [16] POPA G., ANDREI M., TUDOR E., VASIL I., ILIE G. (2024), "Fast Detection of the Stick-Slip Phenomenon Associated with Wheel-to-Rail Sliding Using Acceleration Sensors: An Experimental Study". Technologies (Basel), 12, 8, 2024. doi: 10.3390/technologies12080134.
- [17] PANAGIOTAKOPOULOS D., MAJUMDAR A., OCHIENG W.Y. (2014), "Extreme value theory-based integrity monitoring of global navigation satellite systems". GPS Solutions, 18, 1, 133-145, 2014. doi: 10.1007/s10291-013-0317-9.
- [18] PANAGIOTAKOPOULOS D., MAJUMDAR A., OCHIENG W.Y. (2011), "Integrity monitoring for railway applications using GNSS and EVT". Journal of Navigation, 2011.
- [19] PANAGIOTAKOPOULOS D., MAJUMDAR A., OCHIENG W.Y. (2012), "Extreme value theory for railway GNSS integrity monitoring". Proceedings of the ION GNSS Conference, 2012.
- [20] COLES S. (2001), "An Introduction to Statistical Modelling of Extreme Value". 2001, doi: 10.1007/978-1-4471-3675-0.
- [21] EMBRECHTS P., EMBRECHTS P.C., MIKOSCH T. (2013), "Modelling Extremal Events", 2013, https://books.google.com/books/about/Modelling_Extremal_Events.html?id=o-clBQAAQBAJ.
- [22] PRESCOTT P., WALDEN A.T., "Maximum likelihood estimation of the parameters of the generalized extreme-value distribution". Biometrika, 67, 3, 723-724, 980. doi: 10.1093/BIOMET/67.3.723.
- [23] HOSKING J.R.M., WALLIS J.R., WOOD E.F. (1985), "Estimation of the generalized extreme-value distribution by the method of probability-weighted moments". Technometrics, 27, 3, 251-261, 1985, doi: 10.1080/00401706.1985.10488049;CTYPE:-STRING:JOURNAL.
- [24] WALD A. (1973), "Sequential analysis". Dover Publications, 1973. https://books.google.com/books/about/Sequential_Analysis.html?id=oVYDHHzZtdIC.
- [25] EFRON B., NARASIMHAN B. (2020), "The Automatic Construction of Bootstrap Confidence Intervals". Journal of Computational and Graphical Statistics, 29, 3, 608-619, 2020, doi: 10.1080/10618600.2020.1714633.
- [26] KOLMOGOROV A., "Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione". Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari, 4, 89-91. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1572824501049496320.bib?lang=en>.
- [27] SMIRNOV N. (1948), "Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions". The Annals of Mathematical Statistics, 19, 2, 279-281, 1948, doi: 10.1214/AOMS/1177730256.
- [28] CRAMÉR H. (1928), "On the composition of elementary errors". Scandinavian Actuarial Journal, 1, 13-74, 1928. doi: 10.1080/03461238.1928.10416862.

[29] VON MISES R. (1945), “Probability theory and its application in statistics and theoretical physics”. 1945. doi: 1971993809799113380.

[30] STEPHENS M.A. (1974), “EDF statistics for goodness of fit and some comparisons, *Journal of American Statistics Association*”, 69, 347, 730-737, 1974, doi: 10.1080/01621459.1974.10480196;ISSUE:ISSUE:DOI.

[31] BARNETT V. (1975), “Probability plotting methods and order statistics”. *Journal of Applied Statistics*, 24, 1, 95-08, 1975, doi: 10.2307/2346708;SUBPAGE:STRING:ACCESS.

[32] WILK M.B. GNANADESIKAN R. (1968), “Probability plotting methods for the analysis for the analysis of data”. *Biometrika*, 55, 1, 1-17, 1968. doi: 10.1093/BIOMET/55.1.1.

[33] KHEMLANI S., TRAFTON J.G. (2014), “Percentile analysis for goodness-of-fit comparisons of models to data”. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 36, 36, 2014. <https://escholarship.org/uc/item/21k702vf>.

[34] ARIAS CUEVAS O., LI Z., LEWIS R., GALLARDO HERNÁNDEZ E.A. (2010), “Rolling-sliding laboratory tests of friction modifiers in dry and wet wheel-rail contacts”. *Wear*, 268, 3-4, 543551, 2010. doi: 10.1016/j.wear.2009.09.015.

[35] CASTILLO E. (2005), “Extreme value and related models with applications in engineering and science”. *Wiley series in probability and mathematical statistics*, 2005. doi: 1970304959925639680.

[36] KARLSEN B. (2017), “Humans: trouble, or treasure in the eyes of EN 50126-1:2017 Railway Applications”. *The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)*, 6, 2025 <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9161636>.

[37] TUKEY J. (1977), “*Exploratory Data Analysis*”. Addison Wesley publishing, 1977.

[38] HUBERT M., VAN DER VEEKEN S. (2007), “Outlier detection for skewed data”. *Journal of Chemometrics.*, 22, 3-4, 235-246, 2007. doi: <https://doi.org/10.1002/cem.1123>.

[39] IZZUAN HUSSAIN S. (2024), “Modelling extreme returns in Chinese stock market using extreme value theory and copula approach”. RMIT University, 2024. https://research-repository.rmit.edu.au/articles/thesis/Modelling_extreme_returns_in_Chinese_stock_market_using_extreme_value_theory_and_copula_approach/27582687

[40] DAI B., WU D., LI Q. (2022), “Investigation of multiple-presence factors for traffic loads on road-rail bridges based on a novel extreme value analysis approach”. *Structural Safety*, 96, 2022. doi: 10.1016/j.strusafe.2022.102199.

[41] CUMMING G., FINCH S. (2005), “Inference by eye confidence intervals and how to read pictures of data”. *American Psychologist*, 60, 2, 170-180, 2005. doi: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.2.170>.

[42] European Committee for Electrotechnical Equipment and Systems for Railways (2019), “Railway applications-Communications, signalling and processing systems-Safety related electronic systems for signalling”, 2019. <http://www.tc278.csrzic.com/qbw/upload/file/20240708/1720427674966059469.pdf>

Appendice - Appendix

Acronimo Acronyms	Definizione Definition
BCA	<i>Bias-Corrected and Accelerated</i>
CBTC	<i>Communication-Based Train Control</i>
CDF	<i>Cumulative Distribution Function</i>
EVT	<i>Extreme Value Theory</i>
GEVD	<i>Generalized Extreme Value Distribution</i>
KS	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>
MLE	<i>Maximum Likelihood Estimation</i>
PDF	<i>Probability Density Function</i>
SIL4	<i>Safety Integrity Level 4</i>

Per una mobilità urbana efficiente e sicura



Armamento ferroviario

Molatura e diagnostica binario

Energia, segnalamento e TLC

Macchine ferroviarie

Materiali ferroviari

Ingegneria e progettazione





La nuova frontiera della stabilizzazione dinamica del binario

Plasser StabilizingTrailer combina le prestazioni di una moderna stabilizzatrice dinamica del binario, con masse oscillanti variabili, alla flessibilità e convenienza di un mezzo trainato. Dotato di PLC Plasser PIC2.0, registratore DRP, sistema ARES e Datamatic, offre soluzioni moderne ed affidabili per la gestione dei dati operativi.





Influenza del programma di esercizio sul costo standard del trasporto pubblico

Impact of the operating program on the public transport standard cost

Marzia DE BARTOLOMEO ^(*)

Umberto PETRUCELLI ^(**)

Pietro VUONO ^(***)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.03.2026.ART.2>)

Sommario - Il programma di esercizio del trasporto pubblico influisce sensibilmente sul costo chilometrico del servizio ma i relativi modelli di stima (come anche quello del DM. 157/2018) non riescono a tenerne conto adeguatamente perché non considerano il differente impiego di personale e mezzi derivante da una specifica distribuzione temporale e quantitativa delle corse offerte.

Al fine di superare questo importante limite, lo studio propone una metodologia di rettifica del costo ricavato dalla maggior parte dei modelli esistenti che utilizza un coefficiente correttivo K ottenuto da una relazione statistica funzione solo di dati ricavabili dall'orario del servizio. La procedura elaborata è di validità generale ed applicabile, con una ricalibrazione mirata, anche ad aree con caratteristiche territoriali, strutturali e di domanda/offerta di mobilità differenti da quella presa come riferimento in questo studio.

1. Introduzione

Il costo standard unitario del trasporto pubblico (TP), espresso in veicoli-km, rappresenta la spesa che un operatore efficiente sostiene per erogare un determinato servizio di trasporto all'interno di un contesto operativo definito. Esso può essere interpretato come il costo minimo associato alla produzione di un servizio caratterizzato da uno specifico programma di esercizio (PdE - documento che definisce rete, itinerari, fermate, numero di corse e orario) e inserito in un preciso quadro territoriale e organizzativo. La stima del costo standard è un tema importante nei numerosi Paesi, molti dei quali compresi nell'Unione Europea [1], in cui il trasporto pubblico beneficia di sovvenzioni statali. Infatti, i rapporti economici tra ente affidante e gestore del TP nonché la distribuzione delle specifiche risorse pubbliche tra diversi ambiti territoriali sono spesso regolati sulla base del costo standard.

Summary - The public transport operating program has a significant impact on the cost per kilometer of the service, but the related estimation models (such as that of Italian Ministerial Decree 157/2018) fail to take this into account adequately because they do not consider the different use of personnel and vehicles resulting from a specific temporal and quantitative distribution of the rides offered.

In order to overcome this significant limitation, this study proposes a methodology for adjusting the cost derived from most existing models, which uses a correction coefficient K obtained from a statistical relationship based only on data derived from the service timetable. The procedure developed is generally valid and applicable, with targeted recalibration, even to areas with territorial, structural, and mobility supply/demand characteristics that differ from those taken as a reference in this study.

1. Introduction

The standard unit cost of public transport (PT), expressed in vehicle-km, represents the expenditure incurred by an efficient operator to provide a given transport service within a defined operating context. It can be interpreted as the minimum cost associated with the production of a service characterized by a specific operating program (OP - document defining the network, routes, stops, number of rides, and timetable) and included in a specific territorial and organizational framework. Estimating standard costs is an important issue in many countries, including many in the European Union [1], where public transport benefits from State subsidies. In fact, the economic relations between the contracting authority and the PT operator, as well as the distribution of specific public resources among different territorial areas, are often regulated on the basis of standard costs.

In the public transport sector, State subsidies take the

^(*) Ingegnere - Libera professionista.

^(**) Università della Basilicata – Dipartimento di Ingegneria – Potenza (umberto.petruccelli@unibas.it).

^(***) Ingegnere PhD – Libero professionista.

^(*) Engineer - Freelancer.

^(**) University of Basilicata – Department of Engineering – Potenza – Italy (umberto.petruccelli@unibas.it).

^(***) Engineer PhD - Freelancer.

Nel settore del TP, la sovvenzione statale si configura come un trasferimento di risorse dai contribuenti agli utenti, spesso intermediato dall'azienda esercente. È pertanto essenziale che questo meccanismo, oltre a perseguire obiettivi di interesse collettivo, rispetti criteri di equità allocativa ed efficienza produttiva [2]. Il sostegno pubblico al trasporto collettivo consente di mantenere basse le tariffe, favorendo un incremento della domanda e una riduzione dell'uso del mezzo privato. Ciò determina benefici ambientali e territoriali, quali la diminuzione delle emissioni inquinanti, dei consumi energetici e della pressione urbanistica legata alla realizzazione di nuove infrastrutture stradali. Inoltre, l'aumento dell'offerta reso possibile dai sussidi può generare economie di scala e di scopo, contribuendo alla riduzione del costo medio di produzione. Le sovvenzioni rappresentano infine uno strumento di politica redistributiva, in quanto permettono di sostenere gruppi di popolazione con minore capacità di accesso alla mobilità.

L'erogazione di contributi pubblici, intesa come intervento regolatorio giustificato da finalità di interesse generale, richiede un'attenzione particolare all'efficienza produttiva e, di conseguenza, alla determinazione accurata sia dei costi effettivi sia dei costi standard di riferimento. Tuttavia, la stima del costo standard presenta criticità rilevanti, soprattutto quando alcuni parametri necessari risultano non disponibili perché noti esclusivamente alle aziende esercenti. Un ulteriore elemento di complessità deriva dalla necessità di considerare l'influenza del PdE sulla produttività del personale viaggiante. Durante un turno di servizio, infatti, il conducente dedica alla guida un numero di ore inferiore alla durata complessiva del turno, poiché tra una corsa e la successiva è obbligato a sostare al capolinea in attesa dell'orario di partenza della nuova corsa da condurre. Il rapporto tra ore di guida effettive e ore di servizio tende a diminuire al ridursi del numero di corse giornaliere su una linea, a causa dell'aumento dei tempi di inattività ai capolinea. Ne consegue che, a parità di velocità commerciale, linee con poche corse determinano una minore produzione chilometrica per turno di lavoro e, quindi, un costo unitario più elevato. Tale fenomeno è ulteriormente influenzato dalla distanza tra i capolinea e da altri fattori che incidono sulla possibilità di impiegare lo stesso conducente su più linee, riducendone i tempi improduttivi.

Queste dinamiche configurano una forma di economia di scala non riferita al servizio complessivo, ma alla singola linea. Si può parlare, più precisamente, di "economia di intensità di servizio": all'aumentare della percorrenza prodotta su una linea – o del numero di corse che la servono – il costo chilometrico tende a ridursi grazie a un migliore utilizzo del personale. In altri termini, se una stessa percorrenza complessiva fosse concentrata su un numero minore di linee con un maggior numero di corse, i tempi di sosta ai capolinea diminuirebbero e i conducenti potrebbero dedicare alla guida una quota maggiore del turno di lavoro, con conseguente riduzione del costo chilometrico.

form of a transfer of resources from taxpayers to users, often mediated by the operating company. It is therefore essential that this mechanism, in addition to pursuing objectives of collective interest, respects criteria of allocative equity and productive efficiency [2]. Public support for public transport keeps fares low, encouraging an increase in demand and a reduction in the use of private vehicles. This leads to environmental and territorial benefits, such as a reduction in pollutant emissions, energy consumption, and urban pressure linked to the construction of new road infrastructure. In addition, the increase in supply made possible by subsidies can generate economies of scale and scope, contributing to a reduction in average production costs. Finally, subsidies are a tool of redistributive policy, as they make it possible to support population groups with less access to mobility.

The provision of public subsidies, understood as regulatory intervention justified by objectives of general interest, requires particular attention to production efficiency and, consequently, to the accurate determination of both actual costs and standard reference costs. However, estimating standard costs presents

significant challenges, especially when some necessary parameters are unavailable because they are known exclusively to the operating companies. A further element of complexity arises from the need to consider the influence of the OP on the productivity of traveling personnel. During a shift, drivers spend less time driving than the total duration of the shift, as they are required to wait at the terminus between rides for the departure time of the next ride. The ratio of actual driving hours to hours of service tends to decrease as the number of daily rides on a line decreases, due to the increase in downtime at the terminals. As a result, at the same commercial speed, lines with few rides result in lower mileage per work shift and, therefore, a higher unit cost. This phenomenon is further influenced by the distance between terminals and other factors that affect the possibility of using the same driver on multiple lines, reducing unproductive time.

These dynamics constitute a form of economy of scale that does not refer to the overall service, but to the individual line. More precisely, we can speak of an 'economy of service intensity': as the mileage produced on a line increases – or the number of rides serving it – the cost per kilometer tends to decrease thanks to better use of personnel. In other words, if the same total mileage were concentrated on a smaller number of lines with a greater number of rides, the time spent waiting at the terminals would decrease and drivers could devote a greater portion of their shift to driving, resulting in a reduction in the cost per kilometer.

Companies seek to optimize staff deployment through interlining practices, i.e., assigning the same driver (and sometimes the same vehicle) to multiple lines during a shift. However, this is only feasible when the distance between terminals allows for moving that is compatible with the timetable. This condition rarely occurs in urban services and only for lines that share a terminal, almost never in suburban, regional, or intercity services, which are characterized by long lines and distant terminals. Interlining is more feasible when a compa-

Le aziende cercano di ottimizzare l'impiego del personale attraverso pratiche di *interlining*, ossia l'assegnazione dello stesso conducente (e talvolta dello stesso veicolo) a più linee durante il turno. Tuttavia, ciò è realizzabile solo quando la distanza tra i capolinea consente spostamenti compatibili con gli orari delle corse. Tale condizione si verifica raramente nei servizi urbani e solo per linee che condividono un capolinea, quasi mai nei servizi suburbani, regionali o intercity, caratterizzati da linee lunghe e capolinea distanti. *L'interlining* risulta invece più praticabile quando un'azienda gestisce congiuntamente servizi urbani ed extraurbani: in questi casi, il conducente di una linea extraurbana può essere impiegato temporaneamente su una linea urbana durante l'attesa della corsa extraurbana di ritorno, migliorando significativamente il rendimento del turno grazie al realizzarsi di "economie di scopo".

Purtroppo, la maggior parte dei modelli di stima del costo (come discusso nella sezione dedicata all'evoluzione della ricerca) non incorpora le caratteristiche del PdE, trascurando quindi l'effetto dell'intensità di servizio (numero di corse per linea) sul costo unitario. Tale omissione conduce a una sottostima del costo standard nelle aree a bassa densità insediativa, dove la domanda debole e diffusa richiede linee estese servite da un numero molto ridotto di corse.

Un esempio applicativo che illustra chiaramente l'impiego del PdE sul costo chilometrico è riportato in [3].

Alla luce di tali considerazioni, il presente studio sviluppa un modello per la determinazione di un coefficiente correttivo K , applicabile al costo stimato mediante qualunque modello esistente, al fine di adeguarlo alle effettive condizioni operative del servizio. La calibrazione del modello è stata effettuata utilizzando un database fornito da un'azienda di trasporto della Basilicata (Italia) e si basa sull'impiego di un tempo di sosta convenzionale ΔT , ricavato dal quadro orario tramite un algoritmo dedicato.

Dopo la presente sezione contenente una descrizione della problematica trattata, segue (sezione 2) l'analisi bibliografica che mette in luce l'evoluzione nel tempo della ricerca sulla stima del costo standard nel trasporto pubblico stradale. Le successive due sezioni affrontano l'analisi e la modellazione del fenomeno studiato (sezione 3) e la definizione e validazione del modello (sezione 4). Infine, la sezione 5 riporta una discussione su quanto ottenuto.

2. L'evoluzione della ricerca

L'analisi della funzione di costo nella produzione dei servizi di trasporto pubblico rappresenta un elemento centrale nell'organizzazione dell'offerta. In particolare, lo studio delle economie di produzione è fondamentale per l'elaborazione di politiche regolatorie, mentre la determinazione dei costi medi e marginali è essenziale per l'implementazione di strategie tariffarie e di sovvenzione.

Nel 2001, FILIPPINI *et al.* [4] hanno correlato i costi a fattori quali lavoro, capitale e carburante, introducendo

ny jointly operates urban and extra-urban services: in these cases, the driver of an extra-urban route can be temporarily employed on an urban route while waiting for the return extra-urban ride, significantly improving shift performance thanks to the "economies of scope."

Unfortunately, most cost estimation models (as discussed in the section on the research evolution) do not incorporate the characteristics of the OP, thus neglecting the effect of service intensity (number of rides per line) on unit cost. This omission leads to an underestimation of the standard cost in areas with low population density, where weak and widespread demand requires extensive lines served by a very small number of rides.

An application example that clearly illustrates the impact of the OP on the cost per kilometer is given in [3].

In light of these considerations, this study develops a model for determining a correction coefficient K , applicable to the cost estimated using any existing model, in order to adapt it to the actual operating conditions of the service. The model was calibrated using a database provided by a transport company in Basilicata (Italy) and is based on the use of a conventional stopping time ΔT , obtained from the timetable using a dedicated algorithm.

This section, which contains a description of the issue addressed, is followed by a bibliographic analysis that highlights the development over time of research on the standard cost estimation in public road transport (section 2). The next two sections deal with the analysis and modeling of the phenomenon studied (section 3) and the definition and validation of the model (section 4). Finally, section 5 presents a discussion of the results obtained.

2. The research development

The analysis of the cost function in the production of public transport services is a central element in the organization of supply. In particular, the study of production economies is basic to settle regulatory policies, while the estimation of average and marginal costs is essential to implement fare and subsidy strategies.

*In 2001, FILIPPINI *et al.* [4] related costs with factors such as labor, capital, and fuel, introducing dummy variables to describe the terrain and stop density. This study laid the foundations for a more reliable understanding of the costs associated with public transport services. The method proposed by DALEN and GOMEZ LOBO [5] in 2002 to describe the specific economic inefficiency of transport companies over time uses a specially defined parameter.*

*Subsequently, in 2004, FRAQUELLI *et al.* [6] presented a cost function that integrates three fundamental variables: labor costs, fuel prices, and expenses for materials and services, enriched by two dummy variables relating to extra-urban and mixed services. This approach provided a more detailed picture of costs.*

A parametric model for comparing the average and mar-

variabili dummy per descrivere l'orografia del territorio e la densità delle fermate. Questo studio ha posto le basi per una comprensione più attendibile dei costi associati ai servizi di trasporto pubblico. Il metodo proposto da DALLEN e GOMEZ LOBO [5] nel 2002 per descrivere l'inefficienza economica specifica di aziende di trasporto in funzione del tempo utilizza un parametro appositamente definito.

Successivamente, nel 2004, Fraquelli et al. [6] hanno presentato una funzione di costo che integra tre variabili fondamentali: il costo del lavoro, il prezzo del carburante e le spese per materiali e servizi, arricchita da due variabili dummy relative ai servizi extra-urbani e misti. Questo approccio ha offerto un quadro dei costi più dettagliato.

Un modello parametrico per confrontare i costi medio e marginale del sistema di bus *rapid transit* con quelli del *rail rapid transit* è stato sviluppato da BRUUN nel 2005 [7]. Utilizzando dati dal database nazionale statunitense sui trasporti (U.S. National Transit Database - USNTD) l'autore ha incluso nel modello tre variabili indipendenti: le ore di servizio, i chilometri percorsi e il numero di veicoli in uso.

Con l'obiettivo di valutare l'impatto delle caratteristiche fisiche e geografiche sul costo del trasporto su autobus è stato studiato nel 2006 da CUBUKCU [8] un modello basato su una funzione di costo *TRANSLOG*. Successivamente lo stesso autore [9] ha applicato il modello proposto, utilizzando un dataset panel di 1053 osservazioni nel periodo 1996-2002, relative a 264 agenzie di trasporto pubblico negli Stati Uniti, combinato con dati geografici e fisici elaborati con tecnologia GIS.

In un'analisi svolta nel 2008, ISEKI [10] ha esaminato le economie di scala nel trasporto pubblico su autobus negli Stati Uniti, sottolineando l'assenza di risultati conclusivi nella letteratura. L'analisi ha utilizzato dati aggregati dal *National Transit Database* della *Federal Transit Administration*, coprendo il periodo dal 1992 al 2000 e mostrando che il costo orario per veicolo è più precisamente rappresentato da diverse funzioni per gruppi di agenzie con differenti livelli di sub-affidamento.

Nel 2013, il modello ANAV [11] ha considerato indirettamente il PdE attraverso le ore di guida mediamente prestate da ciascun conducente e alcuni parametri di efficienza della produzione rappresentati dall'incidenza del costo del personale di guida su quello dell'intero personale e dall'incidenza del costo di tutto il personale sul costo totale del servizio. Nello stesso anno ASSTRA [12], attraverso l'analisi dei costi dei diversi processi aziendali, ha definito un modello formalmente molto simile a quello di ANAV. Questi due approcci hanno arricchito ulteriormente la ricerca, fornendo elementi per la valutazione dell'efficienza ma non hanno permesso di rilevare l'effettiva influenza dello specifico PdE messo in atto perché hanno misurato questi elementi di efficienza attraverso valori medi nazionali calcolati sulle aziende consociate. Sempre nel 2013 due regioni italiane, Veneto [13] e Friuli-Venezia Giulia [14], hanno proposto modelli simili per il calcolo del costo standard.

ginal costs of bus rapid transit systems with those of rail rapid transit was developed by BRUUN in 2005 [7]. Using data from the U.S. National Transit Database (USNTD), the author included three independent variables in the model: hours of service, kilometers traveled, and number of vehicles in use.

With the aim of assessing the impact of physical and geographical characteristics on the cost of bus transport, CUBUKCU [8] studied a model based on a translog cost function in 2006. Subsequently, the same author [9] applied the proposed model, using a panel dataset of 1,053 observations for the period 1996-2002, relating to 264 public transport agencies in the United States, combined with geographical and physical data processed using GIS technology.

In an analysis carried out in 2008, ISEKI [10] examined economies of scale in public bus transport in the United States, highlighting the absence of conclusive results in the literature. The analysis used aggregate data from the Federal Transit Administration's National Transit Database, covering the period from 1992 to 2000, and showed that the hourly cost per vehicle is more accurately represented by different functions for groups of agencies with different levels of sub-contracting.

In 2013, the ANAV model [11] indirectly considered the OP through the average hours driven by each driver and certain production efficiency parameters represented by the incidence of driving personnel costs on total personnel costs and the incidence of total personnel costs on total service costs. In the same year, ASSTRA [12], through the analysis of the costs of different business processes, defined a model formally very similar to that of ANAV. These two approaches further enriched the research, providing elements for the assessment of efficiency, but they did not allow the actual influence of the specific OP implemented to be detected because they measured these elements of efficiency through national average values calculated on affiliated companies. Also in 2013, two Italian regions, Veneto [13] and Friuli-Venezia Giulia [14], proposed similar models for calculating standard costs.

In 2014, ABRATE et al. [15] presented a formula for long-term production costs, distinguishing between the service produced and the operational scope in relation to the costs of production factors. AVENALI et al., in addition to two statistical models proposed in 2014 [16] and 2016 [17], defined a hybrid model in 2018 [18] that combines bottom-up and top-down approaches to estimate personnel and rolling stock costs.

An innovative approach was used by PETRUCELLI and CARLEO in 2017 [19] and subsequently by DELLA LUCIA et al. in 2018 [20]. The former developed an analytical standard cost report based on an "overall efficiency indicator" that is a function of three significant parameters in public transport. Della Lucia et al., on the other hand, proposed a model that calculates the total cost of production based solely on "service time."

Of particular importance in Italy is the cost model for road public transport, established by Decree No. 157/2018 of the Ministry of Infrastructure and Transport [21], which de-

ABRATE *et al.* [15], nel 2014, hanno presentato una formula per il costo di produzione a lungo termine, distinguendo il servizio prodotto e l'ambito operativo in relazione ai costi dei fattori produttivi. AVENALI *et al.*, oltre a due modelli di tipo statistico proposti nel 2014 [16] e 2016 [17], nel 2018 [18] hanno definito un modello ibrido che combina approcci *bottom-up* e *top-down* per stimare i costi del personale e del parco rotabile.

Un approccio innovativo è stato utilizzato da PETRUCCELLI e CARLEO nel 2017 [19] e successivamente da DELLA LUCIA *et al.* nel 2018 [20]. I primi hanno sviluppato una relazione analitica del costo standard basata su un "indicatore di efficienza globale" funzione di tre parametri significativi nel TPL. DELLA LUCIA *et al.* hanno invece proposto un modello che calcola il costo totale della produzione in funzione del solo "tempo di servizio".

Particolare importanza riveste in Italia il modello di costo per il TPL su gomma, stabilito dal Decreto n.157/2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti [21] che definisce il costo chilometrico in funzione della velocità commerciale (caratteristica del prodotto, determinante sull'impiego di conducenti e mezzi), delle percorrenze del servizio (quantità di prodotto influente sulle economie e diseconomie di scala) e dell'ammodernamento del materiale rotabile (rappresentativo dell'investimento sostenuto). Il modello è costruito per regressione su un database molto esteso fornito dall'Osservatorio Nazionale delle Politiche sul TPL che raccoglie, per tutti i contratti di servizio del TPL stipulati in Italia fra enti affidanti ed aziende affidatarie, il costo chilometrico riconosciuto al netto del ribasso d'asta, la velocità commerciale media, la percorrenza annua da realizzare e il numero e le caratteristiche dei mezzi da impiegare. È evidente che alla base del modello così costruito c'è l'assunzione che i costi riportati nel data base utilizzato nella regressione siano di massima efficienza e quindi minimi. Ciò è vero, in linea di principio, dal momento che tutti i contratti a cui il data base fa riferimento sono stati stipulati con aziende selezionate attraverso una gara pubblica. Il costo calcolato con la relazione proposta risulta decrescente linearmente all'aumentare della velocità con tre inclinazioni differenti, dipendenti dall'intervallo di velocità considerato. Al crescere della percorrenza prodotta il costo disegna una curva con forma ad "U", che raggiunge il valore minimo in corrispondenza di 4 MLbus.km e resta costante per valori di percorrenza maggiori di 10 MLbus.km. Questo modello, sebbene in linea di principio affidabile perché costruito su un data-base molto esteso, manca, come la maggior parte dei modelli esistenti, di variabili rappresentative della produttività del personale di guida conseguente allo specifico programma di esercizio messo in atto, anche se tiene conto in modo convenzionale delle soste ai capolinea attraverso generiche riduzioni della velocità commerciale. Il modello del Ministero viene preso come riferimento nel presente lavoro, in quanto è uno dei tanti non sensibili al PdE ma non è qui oggetto di analisi specifiche e perciò si rimanda al testo del Decreto Ministeriale [21] per la struttura analitica del modello ed a

*finishes the cost per kilometer as a function of commercial speed (a product characteristic that determines the use of drivers and vehicles), service mileage (quantity of product influencing economies and diseconomies of scale) and the modernization of rolling stock (representative of the investment incurred). The model is constructed by regression on a very extensive database provided by the Italian National Observatory of Local Public Transport Policies, which collects, for all local public transport service contracts entered into in Italy between contracting authorities and contractors, the recognized cost per kilometer net of auction discounts, the average commercial speed, the annual mileage to be covered, and the number and characteristics of the vehicles to be used. It is clear that the model is based on the assumption that the costs reported in the database used in the regression are of maximum efficiency and therefore minimal. This is true, in principle, since all the contracts to which the database refers have been signed with companies selected through a public tender. The cost calculated using the proposed relationship decreases linearly as speed increases, with three different slopes depending on the speed range considered. As the service mileage traveled increases, the cost follows a U-shaped curve, reaching its minimum value at 4 MLbus.km and remaining constant for distances greater than 10 MLbus.km. Although this model is reliable in principle because it is based on a very extensive database, like most existing models, it lacks variables representing the productivity of driving personnel resulting from the specific operating program implemented, even though it takes into account stops at terminals in a conventional manner through generic reductions in commercial speed. The Ministry's model is taken as a reference in this work, as it is one of many that are not sensitive to the OP, but it is not the subject of specific analysis here. Therefore, please refer to the text of the Ministerial Decree [21] for the analytical structure of the model and to PETRUCCELLI *et al.* [22] for assessments and considerations on the matter.*

A study aimed at assessing the appropriate percentage of public subsidy, also developed in 2018 by BATARCE and GALILEA [23], took into account the costs and fares of public bus transport in Santiago; the authors proposed a cost function including aggregate output measures that allows the cost of transporting an additional passenger to be separated from that of an additional kilometer.

Subsequent studies, such as the work by PETRUCCELLI and RACINA in 2019 [24], adopted models that consider the operating program through appropriate explanatory variables, helping to provide more realistic tools for determining costs. In 2021, these models were refined by the same authors [25] for the two extreme service schemes of direct links between demand centers (direct link) and feeder-trunk, highlighting significantly different unit costs for these types of service.

*MEHRAN *et al.* [26] developed a cost model in 2020 to compare traditional services with on-demand services, highlighting the sensitivity of demand and the flexibility of supply in real time.*

Among the transport cost items, personnel costs are of great importance and are often broken down in analyses,

PETRUCCELLI *et al.* [22] per le valutazioni e le considerazioni in merito.

Uno studio, finalizzato a valutare la percentuale appropriata di sussidio pubblico, sviluppato sempre nel 2018 da BATARCE e GALILEA [23], ha preso in considerazione costi e tariffe del trasporto pubblico su autobus a Santiago; gli autori hanno proposto una funzione di costo comprensiva di misure aggregate di output che permette di separare il costo del trasporto di un passeggero aggiuntivo da quello di un chilometrico aggiuntivo.

Studi successivi, come il lavoro di PETRUCCELLI e RACINA del 2019 [24], hanno adottato modelli che considerano il programma di esercizio attraverso variabili esplicative appropriate, contribuendo a fornire strumenti più realistici per la determinazione dei costi. Nel 2021, i modelli in questione sono stati perfezionati dagli stessi autori [25] per i due schemi di offerta estremi del tipo a collegamenti diretti fra centri di domanda (*direct link*) e del tipo a pettine (*feeder-trunk*) evidenziando costi unitari sensibilmente diversi per le sue tipologie di offerta.

MEHRAN *et al.* [26] hanno sviluppato nel 2020 un modello di costo per confrontare i servizi tradizionali con quelli a domanda, evidenziando la sensibilità della domanda e la flessibilità dell'offerta in tempo reale.

Fra le voci del costo del trasporto ha grande importanza quella del personale che spesso nelle analisi, come proposto anche da ASEEVAA *et al.* nel 2022 [27], viene suddivisa nelle diverse componenti relative a ciascuna tipologia di lavoratori fra i quali i conducenti rappresentano la voce di costo maggiore. Quest'ultima risente sensibilmente del rendimento (inteso come rapporto fra le ore di guida e le ore di servizio rese dai conducenti) che è sempre inferiore all'unità ed è influenzata dal programma di esercizio.

Nel 2023, SIMONELLI *et al.* [28] hanno costruito un modello di calcolo che comprende tre parametri: il primo è una variabile dipendente dal contesto in cui viene svolto il servizio, il secondo è funzione delle inevitabili inefficienze conseguenti alla corrispondenza tra i turni di lavoro e l'orario del servizio ed il terzo descrive l'incidenza dei percorsi a vuoto.

Ultimamente (2025), GERIKA *et al.* [29], per valutare la sostenibilità finanziaria del servizio autobus a Suroboyo, hanno analizzando i costi attraverso un modello che distingue tra costi diretti (direttamente correlati alla movimentazione dell'autobus e cioè carburante, manutenzione, conducenti) e indiretti (gestione, amministrazione e strutture di supporto). Lo strumento utilizzato è tuttavia classificabile come un modello di analisi che pertanto richiede una conoscenza dettagliata delle singole voci di costo e non consente di risalire dalle caratteristiche del prodotto al costo come normalmente avviene per i modelli di stima.

Un quadro aggiornato, completo ed esaustivo, che descrive le peculiarità dei principali modelli di calcolo finalizzati alla determinazione del costo standard è stato fornito da PETRUCCELLI e VUONO nel 2024 [30], che hanno

as proposed by ASEEVAA et al. in 2022 [27], into the various components relating to each type of worker, among which drivers represent the largest cost item. The latter is significantly affected by productivity (understood as the ratio between driving hours and hours of service provided by drivers), which is always less than one and is influenced by the operating schedule.

In 2023, SIMONELLI et al. [28] constructed a calculation model that includes three parameters: the first is a variable dependent on the context in which the service is performed, the second is a function of the inevitable inefficiencies resulting from the correspondence between work shifts and service hours, and the third describes the incidence of empty runs.

Recently (2025), GERIKA et al. [29], in order to assess the financial sustainability of the bus service in Surabaya, analyzed costs using a model that distinguishes between direct costs (directly related to bus operation, i.e., fuel, maintenance, drivers) and indirect costs (management, administration, and support structures). However, the tool used can be classified as an analysis model, which therefore requires detailed knowledge of each cost item and does not allow the cost to be traced back from the product characteristics, as is normally the case with estimation models.

An updated, complete, and comprehensive overview describing the characteristics of the main calculation models used to determine standard costs was provided by PETRUCCELLI and VUONO in 2024 [30], who illustrated the strengths and weaknesses of most of the models found in the scientific literature. This study shows that the variables most commonly used in most models are the commercial speed and the annual mileage of the contracted service. The former is particularly influenced by the average distance between stops, but also by functional standards and traffic conditions of the infrastructure, and measures the hourly commitment of traveling personnel and vehicles for the realization of the product. The latter, on the other hand, is indicative of the economies and diseconomies of scale related to the overall quantity of the product and the operating context that can affect production efficiency.

In summary, the literature review highlighted that, in most models, in addition to shortcomings resulting from sample size, data quality, and temporality, there was an absence of variables describing the specific characteristics of the OP or the assumption of unrepresentative average values for these variables. This limitation, found in most existing models, prevents them from producing sufficiently reliable estimates of unit cost.

3. Analysis and Modeling

3.1. Process outline

The study takes as its reference the standard model referred to in Italian Ministerial Decree 157/2018 [21], hereinafter referred to as the DM model, which is assumed to be generally valid (in Italy and, with possible recalibration, in other

illustrato i punti di forza e di debolezza caratterizzanti la maggior parte dei modelli presenti nella letteratura scientifica. Da questo studio si evince che le variabili maggiormente impiegate nella gran parte dei modelli sono la velocità commerciale e la percorrenza annua del servizio appaltato. La prima è influenzata particolarmente dalla distanza media fra le fermate ma anche dagli standard funzionali e dalle condizioni di traffico dell'infrastruttura e misura l'impegno orario di personale viaggiante e mezzi per la realizzazione del prodotto; la seconda, invece, è indicativa delle economie e diseconomie di scala connesse alla quantità complessiva del prodotto e al contesto operativo che possono influire sull'efficienza della produzione.

In sintesi, la revisione della letteratura ha evidenziato nella maggior parte dei modelli, oltre a carenze conseguenti alla dimensione del campione, alla qualità dei dati e alla loro temporalità, l'assenza di variabili descrittive delle specificità del PdE oppure l'assunzione per queste variabili di valori medi poco rappresentativi. Questo limite riscontrabile nella maggioranza dei modelli esistenti non consente loro di produrre stime sufficientemente attendibili del costo unitario.

3. Analisi e Modellazione

3.1. Schema del procedimento

Lo studio assume come riferimento il modello standard di cui al DM 157/2018 [21], di seguito indicato come modello DM, del quale si assume la validità generale (in Italia e, con eventuale ricalibrazione, in altri Paesi). Questo modello rispetto ad altri in letteratura può vantare una buona attendibilità per essere stato calibrato su un data-base molto esteso comprendente tutti i servizi di trasporto pubblico locale (TPL) su gomma offerti sul territorio italiano. Peraltro comprende i principali driver di costo sebbene, come già evidenziato, non tenga conto direttamente del programma di esercizio (PdE) che influisce sensibilmente sull'utilizzo dei conducenti.

Si è costruito uno strumento che, sulla base dell'orario, fornisce, per l'intera rete o anche per ciascuna linea, un coefficiente con cui correggere il costo ottenuto dall'applicazione del modello DM o da altro modello che non tenga conto del PdE.

La costruzione del modello si è avvalsa dei turni di lavoro effettivi e del tempo di stazionamento reale dei conducenti riferiti ad un campione di 31 linee di TPL regionale offerte in Basilicata, percorse da autobus della stessa dimensione (lunghezza compresa fra 10 e 12 m), dati di cui gli autori hanno potuto disporre grazie alla collaborazione della ditta esercente i servizi ma che sono normalmente mantenuti riservati da tutte le aziende produttrici; tuttavia il modello costruito è utilizzabile disponendo solo di dati ricavabili dall'orario del servizio.

La metodologia messa a punto, finalizzata a fornire uno strumento di correzione basato esclusivamente sui dati d'orario, si articola in tre macro-fasi:

countries). Compared to other models in the literature, this model boasts good reliability because it has been calibrated on a very extensive database comprising all local public transport (LPT) services by road offered in Italy. It also includes the main cost drivers although, as already pointed out, it does not directly take into account the operating program (OP), which has a significant impact on driver utilization.

A tool has been developed which, based on the timetable, provides a coefficient for the entire network or even for each line, which can be used to correct the cost obtained from the DM model or any other model that does not take the OP into account.

The model was developed using actual work shifts and real driver stopping times for a sample of 31 regional public transport lines in Basilicata (Italy), served by buses of the same size (between 10 and 12 m in length), data that the authors were able to obtain thanks to the collaboration of the company operating the services but which are normally kept confidential by all manufacturers; however, the model constructed can be used with only data obtained from the service timetable.

The methodology developed, aimed at providing a correction tool based exclusively on timetable data, is divided into three macro-phases:

- a. *Determination of the real coefficient $K_{R,i}$ relating to each line i of the sample used, depending solely on the stopping time of drivers at the terminus (actual stopping time $\Delta T_{R,i}$), i.e., the interval spent by drivers at the terminus between one ride and the next one, mainly due to the need to start each ride at a fixed time based on the OP. $K_{R,i}$ represents the multiplier used to correct the average cost of the service calculated using any model, in order to obtain the actual cost of each line. The physical meaning of the coefficient $K_{R,i}$ in question is the ratio between the average time that drivers operating on a specific line spend waiting and the same average time across all the lines examined. This coefficient allows the standard cost per kilometer, calculated as the average value for the entire network or a set of lines, to be transformed into the standard cost per kilometer for each line, based on its specific OP. The values calculated for $K_{R,i}$ are added to the database that has been constructed.*
- b. *Definition of an estimation algorithm to deduce the time spent by drivers at the terminals $\Delta T_{S,i}$ directly from public timetables, overcoming the confidentiality of company shifts. The values calculated for $\Delta T_{S,i}$ are added to the database.*
- c. *Construction of the model that links the real correction coefficient $K_{R,i}$ to the stopping time $\Delta T_{S,i}$ (estimated from the timetable according to the procedure referred to in letter b) and other estimated operating variables to allow its application to any network for which the OP is known.*

By applying the algorithm and the model constructed, it is possible, for any line for which only the timetable and route of the services supplied are known, to obtain the estimated correction coefficient $K_{S,i}$ which, when multiplied by

- a. Determinazione del coefficiente reale $K_{R,i}$ relativo ad ogni linea i del campione utilizzato, funzione solo del tempo di stazionamento dei conducenti ai capolinea (tempo di stazionamento reale $\Delta T_{R,i}$) cioè dell'intervallo trascorso dai conducenti al capolinea fra una corsa e la successiva da condurre, in conseguenza prevalentemente della necessità di far partire ogni corsa ad un orario prefissato sulla base del PdE. $K_{R,i}$ rappresenta il moltiplicatore attraverso il quale correggere il costo medio del servizio calcolato con un qualsiasi modello, per ricavare il costo reale di ciascuna linea. Il significato fisico del coefficiente $K_{R,i}$ in questione è il rapporto tra il tempo medio che i conducenti operanti su una specifica linea trascorrono in sosta e il medesimo tempo mediato su tutte le linee esaminate. Detto coefficiente consente di trasformare il costo standard chilometrico, calcolato come valore medio di tutta la rete o di un insieme di linee, nel costo standard chilometrico relativo a ciascuna linea, in base al suo specifico PdE. I valori calcolati per i $K_{R,i}$ vanno ad integrare il data-base costruito.
- b. Definizione di un algoritmo di stima per dedurre il tempo di stazionamento dei conducenti ai capolinea $\Delta T_{S,i}$ direttamente dai quadri orari pubblici, ovviando alla riservatezza dei turni aziendali. I valori calcolati per i $\Delta T_{S,i}$ vanno ad integrare il data base costruito.
- c. Costruzione del modello che lega il coefficiente correttivo reale $K_{R,i}$ al tempo di stazionamento $\Delta T_{S,i}$ (stimato dall'orario secondo la procedura di cui alla lettera b) e ad altre variabili d'esercizio stimate per consentirne l'applicazione su qualsiasi rete di cui sia noto il PdE.

Applicando l'algoritmo ed il modello costruiti è possibile, per qualsiasi linea di cui si conosce solo l'orario ed il percorso delle corse offerte, ricavare il coefficiente correttivo stimato $K_{S,i}$ che, moltiplicato per il costo $C_{DM,i}$ ricavato dalla formula del DM o da altro modello simile, dà il costo $C_{C,i}$ corretto in funzione dei parametri dell'esercizio.

Nel seguito si descrive nel dettaglio la metodologia mentre si premettono alcune considerazioni.

L'influenza, sul costo unitario, del tempo di stazionamento dei conducenti al capolinea considerata nel presente lavoro è misurata attraverso il parametro $K_{R,i}$. Quest'ultimo è stato posto in relazione con due variabili che sono la lunghezza del percorso L e il fattore dell'ora di punta PHF , in quanto le più significative dal punto di vista statistico.

Per quanto discusso nell'introduzione, il costo unitario del servizio cresce, a parità di altre condizioni, quando aumenta l'intervallo di tempo medio ΔT_i inoperoso trascorso dai conducenti ai capolinea durante il turno di lavoro. Perciò questo tempo è la variabile da cui il costo unitario dipende, a parità delle altre condizioni, quali la velocità commerciale, la percorrenza complessivamente prodotta e l'ammmodernamento del materiale rotabile. Queste ultime variabili invece, come accennato in precedenza, sono già contemplate in molti modelli di costo, quale quello del DM qui preso come riferimento. Pertanto un coefficiente

the cost $C_{DM,i}$ obtained from the DM formula or other similar model, gives the cost $C_{C,i}$ corrected according to the operating parameters.

The methodology is described in detail below, preceded by some preliminary considerations.

The influence on the unit cost of the time drivers spend waiting at the terminus, as considered in this study, is measured using the parameter $K_{R,i}$. The latter has been related to two variables, the length of the route L and the peak hour factor PHF , as these are the most statistically significant.

As discussed in the introduction, the unit cost of the service increases, all other conditions being equal, when the average idle time ΔT_i spent by drivers at the terminals during their shift increases. Therefore, this time is the variable on which the unit cost depends, all other conditions being equal, such as commercial speed, total distance traveled, and rolling stock modernization. The latter variables, on the other hand, as mentioned above, are already included in many cost models, such as the one in the Ministerial Decree taken as a reference here. Therefore, a cost correction coefficient calculated using these models must be a function only of the average stopping time ΔT and must not be influenced, even indirectly, by the variables already included in the model used for the estimate.

That said, for each ride j , which runs on line i for k days a year, the departure and arrival times are available, and therefore the ride time t_{jk} and the distance P_{jk} traveled from one terminus to the other.

The service time T_i provided in a year on line i and the service time T provided in a year on the entire service consisting of all lines i are given respectively by:

$$T_i = \sum_k \sum_j (t_{jk}) \quad (1)$$

$$T = \sum_i T_i \quad (2)$$

The travel time t_{jk} can be easily obtained, given the departure and arrival times shown on the timetable. The equation (1) therefore provides the service time provided on line i during the k days of the year in which the line is traveled, calculated as the sum of the time taken to make each ride j that travels on line i , relative to a service that is carried out for k days per year.

It should be noted that at this stage, the actual stopping time is determined, so the model used is deterministic and based on certified and actual data. Subsequently, the actual stopping time will be compared with that estimated from the information available to everyone, i.e., from the timetable.

Similarly, the total distance traveled P_i in a year on line i and the total distance traveled P in a year by the entire service consisting of all lines i are given in order by:

$$P_i = \sum_k \sum_j P_{jk} \quad (3)$$

$$P = \sum_i P_i \quad (4)$$

Let $\Delta T_{R,i}$ be the total value of the time spent at the terminus of line i in a year by all drivers waiting to start a new

correttivo del costo calcolato con detti modelli deve essere funzione solo del tempo medio ΔT di stazionamento e non deve essere influenzato anche indirettamente dalle variabili già comprese nel modello utilizzato per la stima.

Ciò premesso, per ciascuna corsa j , che percorre la linea i , per k giorni all'anno, si dispone dell'orario di partenza e di arrivo, quindi del tempo di viaggio t_{jk} , nonché della percorrenza P_{jk} realizzata da un capolinea all'altro.

Il tempo di servizio T_i reso in un anno sulla linea i e il tempo di servizio T reso in un anno sull'intero servizio composto da tutte le linee i sono dati rispettivamente da:

$$T_i = \sum_k \sum_j (t_{jk}) \quad (1)$$

$$T = \sum_i T_i \quad (2)$$

Il tempo di viaggio t_{jk} è ricavabile facilmente, noti l'orario di partenza e quello di arrivo riportati sul quadro orario. L'equazione (1) fornisce dunque il tempo di servizio reso sulla linea i durante i k giorni dell'anno in cui la linea viene percorsa, calcolato come somma del tempo impiegato per effettuare ogni corsa j che percorre la linea i , relativamente a un servizio che viene svolto per k giorni all'anno.

È bene precisare che in questa fase si determina il tempo di stazionamento reale, dunque il modello utilizzato è deterministico e basato su dati certificati e reali. Successivamente, il tempo di stazionamento reale verrà confrontato con quello stimato dalle informazioni disponibili a tutti, cioè dal quadro orario.

Allo stesso modo la percorrenza P_i prodotta complessivamente in un anno sulla linea i e la percorrenza P realizzata complessivamente in un anno dall'intero servizio composto di tutte le linee i sono date nell'ordine da:

$$P_i = \sum_k \sum_j P_{jk} \quad (3)$$

$$P = \sum_i P_i \quad (4)$$

Detto $\Delta T_{R,i}$ il valore complessivo del tempo di stazionamento ai capolinea della linea i in un anno di tutti i conducenti in attesa di far partire una nuova corsa, determinato sulla base della conoscenza dettagliata dei turni di lavoro coperti da ciascun conducente, il tempo di stazionamento medio sull'intero servizio è:

$$\Delta T_R = (\sum_i \Delta T_{R,i}) / i \quad (5)$$

essendo i il numero di linee dell'intera rete.

Il rapporto $K_{R,i}$ fra il tempo di stazionamento ai capolinea sulla linea i e quello di stazionamento medio su tutte le linee del servizio, rilevati direttamente dai turni di servizio dei conducenti è:

$$K_{R,i} = \Delta T_{R,i} / \Delta T_R \quad (6)$$

Il prodotto di questo coefficiente correttivo $K_{R,i}$, relativo a ciascuna linea i , per il costo unitario calcolato per la stessa linea con il modello DM (o altro similare) fornisce il reale costo unitario della linea secondo la relazione (7) di seguito.

$$C_{R,i} = K_{R,i} \times C_{DM,i} \quad (7)$$

ride, determined on the basis of detailed knowledge of the shifts covered by each driver. The average time spent at the terminus for the entire service is:

$$\Delta T_R = (\sum_i \Delta T_{R,i}) / i \quad (5)$$

where i is the number of lines in the entire network.

The ratio $K_{R,i}$ between the stopping time at the terminus on line i and the average stopping time on all lines of the service, measured directly from the drivers' shifts, is:

$$K_{R,i} = \Delta T_{R,i} / \Delta T_R \quad (6)$$

The product of this correction coefficient $K_{R,i}$, relating to each line i , and the unit cost calculated for the same line using the DM model (or similar) provides the actual unit cost of the line according to the relationship (7) below.

$$C_{R,i} = K_{R,i} \times C_{DM,i} \quad (7)$$

Unfortunately, the stopping times $\Delta T_{R,i}$ cannot be determined if, as is always the case, the drivers' shifts are not available and therefore the correction coefficient $K_{R,i}$ cannot be obtained. For this reason, an algorithm has been developed to estimate parking times directly from the timetable (estimated parking times $K_{S,i}$). Since this value, as an estimate, could provide an unreliable correction coefficient if used directly in (7), a model was constructed to derive $K_{S,i}$ (estimated correction coefficient) as a function of the parking time $\Delta T_{S,i}$ estimated using the algorithm and other known operating variables.

The database constructed to develop the algorithm and model (Tab. 1) collects data on a sample of regional public transport lines operating in the Basilicata region (Italy). The sample covers a total distance of just over 3MLbus.km/year and is divided into 31 lines on which vehicles of approximately the same length run (between 10 and 12 m). For each line, the timetable and types of all rides made (school, weekday, daily, etc.), the days of operation per year, the route development, parking and drivers' shifts are available.

The row in Tab. 1 shows the type of data for the sample lines obtained from the data provided by the transport company without, for the sake of brevity, returning the numerical values for each line.

Fig. 1 shows a schematic map of the lines within the area concerned.

The block diagram of the procedure, mentioned above and described in the following sections, is shown in Fig. 2.

3.2. Evaluation of the cost of each line in the sample

The starting point for the analysis is the availability of the actual total cost of the service, consisting of the 31 lines in the sample. However, this information does not allow us to trace the specific cost of each line, which inevitably varies due to different commercial speeds and driver stopping times at the terminals.

The operating company does not have sufficiently disaggregated accounting data to attribute a precise cost to each

Purtroppo i tempi di stazionamento ΔT_{Ri} non sono determinabili se, come sempre avviene, non si dispone dei turni di servizio dei conducenti e quindi non si può ricavare il coefficiente correttivo $K_{R,i}$. Per questo motivo si è realizzato un algoritmo per stimare i tempi di stazionamento direttamente dall'orario delle corse (tempi di stazionamento stimati $K_{S,i}$). Poiché detto valore, in quanto stimato, se utilizzato direttamente nella (7) potrebbe fornire un coefficiente correttivo non affidabile, è stato costruito un modello per ricavare $K_{S,i}$ (coefficiente correttivo stimato) in funzione del tempo di stazionamento $\Delta T_{S,i}$ stimato attraverso l'algoritmo e altre variabili dell'esercizio note.

Il data-base costruito per mettere a punto l'algoritmo e il modello (Tab. 1), raccoglie i dati relativi ad un campione di linee di trasporto pubblico regionale offerte nella regione Basilicata (Italia). Il campione realizza una percorrenza complessiva di poco più di 3MLbus.km/anno ed è articolato in 31 linee sulle quali corrono mezzi all'incirca della stessa lunghezza (fra i 10 e i 12 m). Per ciascuna linea si dispone dell'orario e delle tipologie di tutte le corse effettuate (scolastica, feriale, giornaliera, ecc.), dei giorni annui di esercizio, dello sviluppo del percorso, degli stazionamenti e dei turni di lavoro dei conducenti.

La riga in Tab. 1 riporta la tipologia di dati delle linee del campione ricavati dai dati forniti dall'azienda di trasporto senza restituire, per brevità, i valori numerici riferiti a ciascuna linea.

Nella Fig. 1 è riportata una mappa schematica delle linee all'interno del territorio interessato.

Lo schema a blocchi della procedura, sopra accennata e descritta nelle sezioni successive è riportato in Fig. 2.

3.2. Valutazione del costo di ciascuna linea del campione

Il punto di partenza dell'analisi è rappresentato dalla disponibilità del costo reale complessivo del servizio, costituito dalle 31 linee del campione. Tale informazione, tuttavia, non consente di risalire al costo specifico di ciascuna linea, che risulta inevitabilmente differenziato a

line. On the contrary, the total cost of the service can be easily determined as the sum of traffic revenues (collected directly by the operator under a net-cost contract) and financial compensation recognized by the contracting authority. This cost, equal to €2.00/bus·km, can be considered standard, as it derives from a tender awarded several years ago, with virtually no discount.

Since the actual cost of the service, defined in a previous historical and contractual context, does not coincide with that obtained using the DM model developed subsequently, a calibration phase is necessary. The objective is to bring the theoretical cost calculated by the DM model back to the actual value currently observed.

A significant component of the unit cost is linked to the drivers' hourly commitment, divided into driving time and stopping time. While the former depends on commercial speed, already included in the DM model, the latter is a function of parking times at the terminals. For this reason, the correction coefficient $K_{R,i}$ has been defined exclusively in relation to the parking time recognized for drivers.

The operational database associates a driver code with each ride, allowing driving and parking times to be reconstructed for each shift. Current legislation provides that parking time is recognized in full if less than 30 minutes and only 12% for longer intervals. In addition, 50 minutes per ride are allocated for pre-departure ancillary operations. Taking into account the different types of driver contracts (permanent, fixed-term, part-time) and the weekly limit of 39 hours provided for by the CCNL (national collective labor agreement), it was possible to determine the validated annual working hours for each driver.

The coefficient $K_{R,i}$ therefore represents the inefficiency in the use of the driver due to parking times, regardless of commercial speed. For each line, the value of $K_{R,i}$ was calculated according to (6).

Applying the DM model with the total service mileage (3,023,214 bus-km/year), the average commercial speed (38.3 km/h) and the depreciation charges provided for in Annex 4 of Ministerial Decree 157/2018 for 12 m diesel ex-

Tabella 1 – Table 1

Schema del data-base delle linee del servizio preso in esame (i valori numerici riferiti a ciascuna linea sono stati omessi per brevità)

Database diagram of the service lines under consideration (the numerical values for each line have been omitted for brevity)

Linea	Q [bus.km/anno]	X1 [corse/anno]	Fs [(bus.km/anno) / (km di linea)]	Ds [km/km ²]	X1/P [(corse/anno)/km]	L [km]	Fq [giorni/anno]	ΔT [minuti] (Intervallo costante)	Tempo reale di stazionam. [minutes]	Vc media [km/h]	Numero di conducenti	PHF mattina
Bus line	Q [bus.km/year]	X1 [rides/year]	Fs [(bus.km/year) / (km of the line)]	Ds [km/km ²]	X1/P [(rides/year)/km]	L [km]	Fq [days/year]	ΔT [minutes] (Const. interval)	Actual parking time [minutes]	Vc average [km/h]	Number of drivers	PHF morning

causa delle diverse velocità commerciali e dei tempi di stazionamento dei conducenti presso i capolinea.

L'azienda esercente non dispone di dati contabili sufficientemente disaggregati per attribuire un costo puntuale a ogni linea. Al contrario, il costo complessivo del servizio è facilmente determinabile come somma dei ricavi da traffico (incassati direttamente dall'operatore nell'ambito di un contratto net-cost) e delle compensazioni economiche riconosciute dall'ente affidante. Tale costo, pari a 2.00 €/bus-km, può essere considerato standard, in quanto derivante da una gara d'appalto aggiudicata diversi anni fa, con ribasso pressoché nullo.

Poiché il costo reale del servizio, definito in un contesto storico e contrattuale precedente, non coincide con quello ottenuto tramite il modello del DM sviluppato successivamente, si rende necessaria una fase di calibrazione. L'obiettivo è ricondurre il costo teorico calcolato dal modello DM al valore reale attualmente osservato.

Una componente rilevante del costo unitario è legata all'impegno orario dei conducenti, articolato in tempo di guida e tempo di sosta. Mentre il primo dipende dalla velocità commerciale, già inclusa nel modello DM, il secondo è funzione dei tempi di stazionamento ai capolinea. Per tale ragione, il coefficiente correttivo $K_{R,i}$ è stato definito esclusivamente in relazione al tempo di sosta riconosciuto ai conducenti.

Il database operativo associa a ogni corsa un codice conducente, consentendo di ricostruire per ciascun turno i tempi di guida e di stazionamento. La normativa vigente prevede che il tempo di sosta sia riconosciuto integralmente se inferiore a 30 minuti e solo al 12% per intervalli superiori. A ciò si aggiungono 50 minuti per corsa destinati alle operazioni accessorie pre-partenza. Considerando anche le diverse tipologie contrattuali dei conducenti (tempo indeterminato, determinato, part-time) e il limite settimanale di 39 ore previsto dal CCNL, è stato possibile determinare le ore di lavoro annuali validate per ciascun conducente.

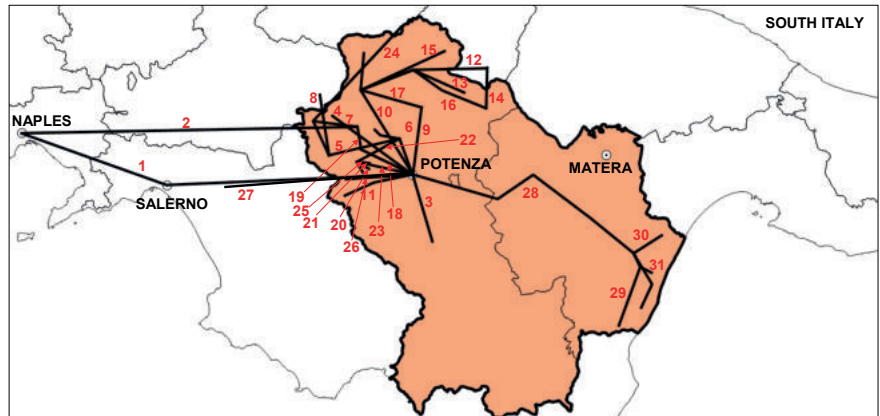


Figura 1 - Rappresentazione grafica delle 31 linee di trasporto costituenti il campione.

Figure 1 - Graphical representation of the 31 transport lines comprising the sample.

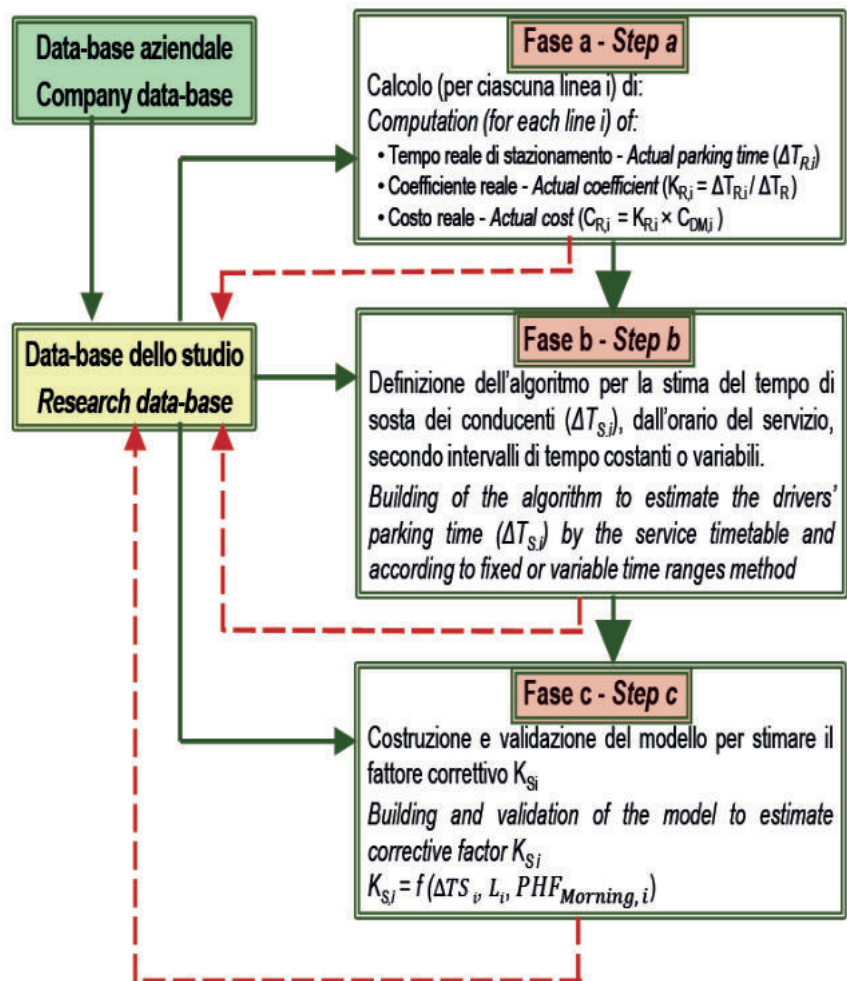


Figura 2 - Schema a blocchi della procedura.

Figure 2 - Block diagram of the procedure.

Il coefficiente K_{Ri} rappresenta quindi l'inefficienza nell'impiego del conducente dovuta ai tempi di stazionamento, indipendente dalla velocità commerciale. Per ogni linea è stato calcolato il valore di K_{Ri} secondo la (6).

Applicando il modello DM con la percorrenza complessiva del servizio (3.023.214 bus-km/anno), la velocità commerciale media (38,3 km/h) e gli oneri di ammortamento previsti dall'allegato 4 del DM 157/2018 per autobus extraurbani da 12 m a gasolio¹, si ottiene un costo unitario pari a 2,58 €/bus-km. Il rapporto tra tale valore e il costo reale (2,00 €/bus-km) è pari a 1,2905.

Successivamente, il costo di ogni linea è stato calcolato applicando il modello DM con la velocità commerciale specifica, dividendo il risultato per il rapporto 1,2905 e moltiplicandolo per il coefficiente K_{Ri} . Per garantire che la media pesata dei costi unitari risultanti coincida con il valore reale di 2,00 €/bus-km, i coefficienti K_{Ri} sono stati ulteriormente corretti. I valori finali sono riportati in Tab. 2 e rappresentati graficamente in Fig. 3. Essi costituiscono i coefficienti calibrati da utilizzare nella (7) per determinare il costo reale di linea C_{Ri} .

3.3. Algoritmo per la stima del tempo di stazionamento dall'orario

A questo punto è necessario definire una procedura per stimare il tempo di sosta ΔT_{Si} senza ricorrere ai turni di servizio ma basandosi esclusivamente sul quadro orario. Ciò perché i turni di servizio, che sono stati utilizzati per determinare i valori reali ΔT_{Ri} relativi alle linee del campione, generalmente non sono disponibili. È evidente che i due valori non potranno coincidere perfettamente.

L'algoritmo sviluppato per stimare ΔT_{Si} , illustrato in Fig. 4, è stato validato confrontando i risultati con quelli

tra-urban buses¹, a unit cost of €2.58/bus-km is obtained. The ratio between this value and the actual cost (€2.00/bus-km) is 1.2905.

Subsequently, the cost of each line was calculated by applying the Ministerial Decree model with the specific commercial speed, dividing the result by the ratio 1.2905 and multiplying it by the coefficient K_{Ri} . To ensure that the weighted average of the resulting unit costs coincided with the actual value of €2.00/bus-km, the coefficients K_{Ri} were further corrected. The final values are shown in Tab. 2 and represented graphically in Fig. 3. They constitute the calibrated coefficients to be used in (7) to determine the actual line cost C_{Ri} .

3.3. Algorithm for estimating stopping time from the timetable

At this point, we need to define a procedure for estimating the stopping time ΔT_{Si} without resorting to service shifts but based exclusively on the timetable. This is because the service shifts, which were used to determine the actual values ΔT_{Ri} relating to the sample lines, are generally not available. It is clear that the two values cannot coincide perfectly.

The algorithm developed to estimate ΔT_{Si} illustrated in Fig. 4, was validated by comparing the results with those obtained from the model used to determine the correction coefficient $K_{S,i}$. This algorithm was constructed with reference to a regional service with medium-low demand and few rides per day and is therefore usable in similar contexts. In the case of short lines served by numerous rides per day, a situation typical of urban and peri-urban areas with high demand where interlining is generally adopted, the algorithm in question must be redesigned in order to best reproduce the organization of drivers' shifts in those contexts. It should

Tabella 2 – Table 2

Valori del coefficiente K_{Ri} e del costo reale C_{Ri} per ogni linea di trasporto
Values of coefficient K_{Ri} and actual cost C_{Ri} for each transport line

Line	K_{Ri}	C_{Ri}	Line	K_{Ri}	C_{Ri}	Line	K_{Ri}	C_{Ri}
1	1.1620	1.960	12	1.4069	2.784	23	0.6566	1.320
2	1.3444	2.426	13	0.9379	1.866	24	0.5315	1.013
3	1.2740	3.334	14	1.0255	2.070	25	0.9379	1.957
4	1.1568	2.304	15	0.6592	1.764	26	1.4069	2.834
5	1.1970	2.470	16	1.5007	2.970	27	1.4382	2.471
6	1.2818	3.175	17	1.0422	2.334	28	0.8754	1.399
7	0.8441	1.753	18	0.8337	1.704	29	0.7816	1.480
8	0.6305	1.253	19	1.3444	3.708	30	0.2730	0.558
9	1.3444	2.667	20	0.5315	1.093	31	0.8129	1.599
10	1.6674	3.272	21	0.4690	1.120			
11	1.1881	2.463	22	1.2506	2.829			

¹ L'allegato 4 del DM 157/2018 [21] stabilisce per un autobus da 12 m a gasolio:
 • costo di acquisto: 221.450 € (IVA esclusa)
 • vita utile: 15 anni
 • ammortamento standard: 0.34 €/km
 • percorrenza annua standard: 44.000 km

¹ Annex 4 of Ministerial Decree 157/2018 [21] establishes the following for a 12-meter diesel bus:
 • purchase cost: €221,450 (excluding VAT)
 • useful life: 15 years
 • standard depreciation: €0.34/km
 • standard annual mileage: 44,000 km

ottenuti dal modello utilizzato per la determinazione del coefficiente correttivo $K_{S,i}$. Detto algoritmo è stato costruito con riferimento ad un servizio regionale a domanda medio-bassa con poche corse al giorno ed è quindi utilizzabile in contesti simili. In presenza di linee di lunghezza limitata servite da numerose corse al giorno, situazione tipica degli ambiti urbani e periurbani a forte domanda in cui la tecnica dell'*interlining* è generalmente adottata, l'algoritmo in questione va riprogettato con la finalità di riprodurre al meglio l'organizzazione dei turni di lavoro dei conducenti in quei contesti. È altresì da considerare che, qualora si dovesse riuscire a spostare rapidamente e con facilità i conducenti da una linea all'altra durante lo stesso turno di lavoro, i tempi di stazionamento ai capolinea potrebbero diventare anche trascurabili.

L'intervallo giornaliero di erogazione del servizio (4:00–24:00) è stato suddiviso in tre fasce temporali (mattina, pomeriggio e sera) all'interno delle quali si collocano le corse di andata e ritorno. Le corse di andata sono definite come quelle dal centro minore verso il centro maggiore; le corse di ritorno seguono il percorso inverso. Si assume che una corsa che raggiunge il centro maggiore riparta nella fascia successiva, salvo quelle serali.

Poiché generalmente il veicolo e il conducente residenti nel centro minore vi permangono durante la notte, di conseguenza non vengono considerate la prima corsa del mattino se parte dal centro minore prima dell'arrivo della prima corsa in senso opposto e l'ultima corsa di ritorno se non seguita da una corsa di andata nella stessa giornata.

Per individuare le tre finestre temporali (necessarie per la determinazione del $\Delta T_{S,i}$), il periodo giornaliero di erogazione del servizio è stato suddiviso in tre finestre temporali di riferimento assunte di ampiezza sia variabile da linea a linea, sia costante.

Nel primo caso (finestre temporali variabili), le finestre vengono adattate a ciascuna linea in modo da minimizzare gli intervalli fra l'arrivo e la partenza delle corse nelle due fasce temporali consecutive e far ricadere nella fascia successiva la partenza di tutte le corse arrivate nella fascia precedente. Le tre finestre temporali presentano quindi una diversa ampiezza per ciascuna linea: la finestra mattutina raggiunge un'ampiezza massima di 10h e 30', quella meridiana di 4h e 30', quella serale di 5h. Circa il 75% delle corse di andata ricade nella fascia mattutina. Per le

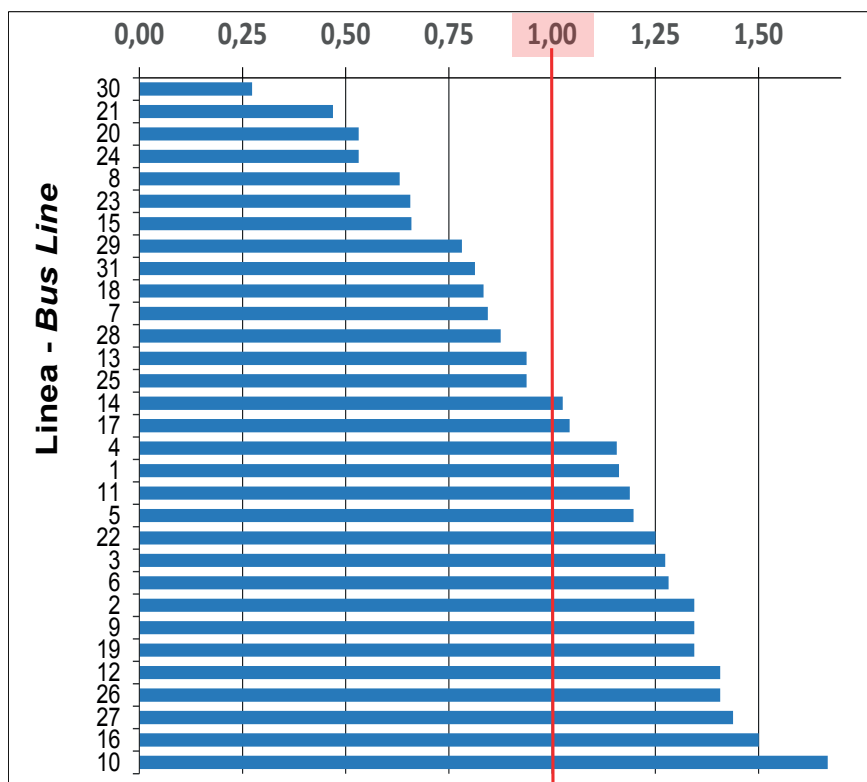


Figura 3 - Diagramma dei valori del coefficiente $K_{R,i}$ per ogni linea di trasporto in ordine di valore crescente.

Figure 3 - Diagram of the values of coefficient $K_{R,i}$ for each transport line in ascending order of value.

also be considered that, if drivers could be moved quickly and easily from one line to another during the same shift, the time spent at the terminus could become negligible.

The daily service interval (4:00 a.m.–12:00 a.m.) has been divided into three time slots (morning, afternoon, and evening) within which the outward and return rides are scheduled. Outbound rides are defined as those from the smaller center to the larger center; return rides follow the reverse route. It is assumed that a ride that reaches the larger center will depart again in the next time slot, except for evening rides.

Since the vehicle and driver generally remain in the smaller center overnight, the first ride in the morning is not considered if it departs from the smaller center before the arrival of the first ride in the opposite direction, and the last return ride is not considered if it is not followed by an outward ride on the same day.

To identify the three-time windows (necessary for determining $\Delta T_{S,i}$), the daily service period was divided into three reference time windows, assumed to be either variable in length from line to line or fixed.

In the first case (variable time windows), the windows are adapted to each line in order to minimize the intervals between the arrival and departure of rides in the two consecutive time slots and to ensure that the departure of all rides arriving in the previous slot falls within the next slot. The

linee con una sola coppia di corse giornaliere ($\approx 30\%$ del campione) le fasce sono definite in modo da far coincidere perfettamente andata e ritorno in due blocchi consecutivi, ottenendo una stima più realistica di $\Delta T_{S,i}$. Nel secondo caso, le finestre temporali assunte costanti per tutte le linee sono 4:00–13:10 la mattutina, 13:11–16:50 la pomeridiana e 16:51–24:00 la serale. Le finestre temporali individuate sono utilizzate, sia per il calcolo di $\Delta T_{S,i}$, sia per il fattore di punta PHF_i .

La stima del $\Delta T_{S,i}$ così effettuata consente anche di tener conto delle norme nazionali e locali che riconoscono in modo convenzionale ai conducenti i tempi di fermo durante il turno di lavoro secondo quanto già riportato nel paragrafo precedente. Si è assunto che, se l'orario del servizio non consente la corsa di ritorno entro i successivi 30 minuti dall'arrivo al capolinea di quella di andata (soglia entro la quale il tempo di sosta viene riconosciuto al conducente per intero), l'azienda preferisca far permanere per un maggiore tempo il conducente. Inoltre, è da evidenziare che la definizione delle tre fasce temporali è dettata anche dalla tipologia di corsa: infatti, per le corse scolastiche, che rappresentano più del 40% del campione in esame, l'inizio della fascia di intervallo pomeridiano è stata fissata all'orario di fine delle lezioni.

La Fig.4 riproduce lo schema dell'algoritmo messo a punto per determinare $\Delta T_{S,i}$ dall'orario delle corse.

La Fig. 5 mostra il confronto tra i $\Delta T_{R,i}$ rilevati dai turni di lavoro (quindi reali) e quelli stimati dall'orario delle corse con l'algoritmo proposto $\Delta T_{S,i}$, sulla base dei tre intervalli costanti per tutte le linee o diversi per ciascuna

three-time windows therefore have a different width for each line: the morning window reaches a maximum width of 10h and 30', the afternoon window 4h and 30', and the evening window 5h. Approximately 75% of outward rides fall within the morning slot. For lines with only one pair of daily rides ($\approx 30\%$ of the sample), the time slots are defined so that the outward and return rides coincide perfectly in two consecutive time-windows, obtaining a more realistic estimate of $\Delta T_{S,i}$. In the second case, the time-windows assumed to be fixed for all lines are 4:00 a.m – 1:10 p.m. in the morning, 1:11 p.m.– 4:50 p.m. in the afternoon, and 4:51 p.m.–12:00 a.m. in the evening. The identified time windows are used both for the calculation of $\Delta T_{S,i}$ and for the peak factor PHF_i .

The estimate of $\Delta T_{S,i}$ thus obtained also allows for national and local regulations that conventionally grant drivers stopping time during their shift, as already mentioned in the previous paragraph. It has been assumed that if the service schedule does not allow for the return ride within 30 minutes from the arrival of the outward ride at the terminus (the threshold within which the driver is granted the full rest period), the company prefers to keep the driver stationary for a longer period. Furthermore, it should be noted that the definition of the three-time slots is also dictated by the type of ride: in fact, for school rides, which represent more than 40% of the sample under consideration, the start of the afternoon interval slot has been set at the end-time of lessons.

Fig. 4 shows the algorithm developed to determine $\Delta T_{S,i}$ from the timetable.

Fig. 5 shows the comparison between the $\Delta T_{R,i}$ values measured during work shifts (i.e., actual values) and those

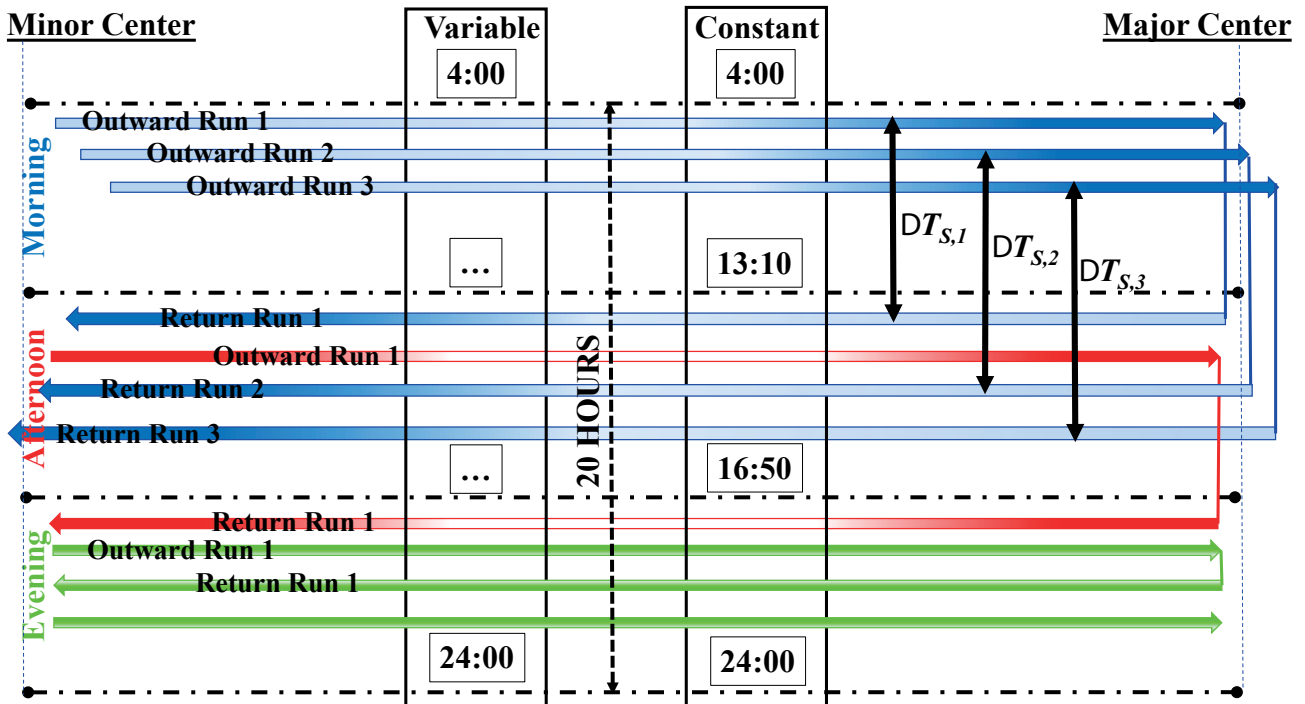


Figura 4 – Schema rappresentativo dell'algoritmo per la stima del tempo di stazionamento dall'orario.
 Figure 4 – Diagram representing the algorithm for estimating stopping time from the timetable.

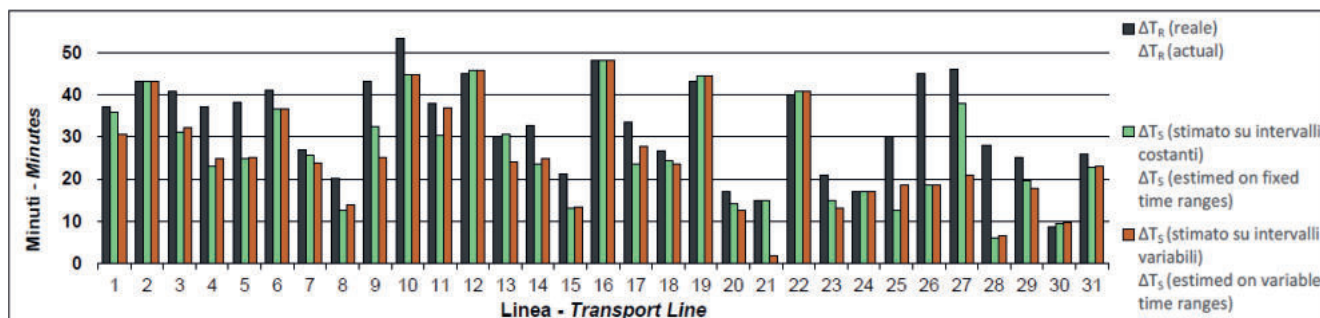


Figura 5 - Confronto tra il tempo effettivo di stazionamento e il parametro ΔT_S misurato con una finestra variabile e costante.

Figure 5 - Comparison between the actual stopping time and the parameter ΔT_S measured with a variable and constant window.

linea. Dalla figura in questione si rileva che la differenza fra valori rilevati e valori stimati risulta decisamente accettabile.

estimated from the timetable using the proposed algorithm $\Delta T_{S,b}$ based on three intervals that are constant for all lines or different for each line. The figure shows that the difference between the measured and estimated values is quite acceptable.

3.4. Modello per il calcolo del coefficiente correttivo

È stato sviluppato un modello statistico per stimare il coefficiente correttivo del costo ottenuto tramite il modello DM (oppure tramite la maggior parte dei modelli che non sono sensibili al PdE), utilizzando esclusivamente l'orario e altre informazioni pubbliche.

Sono state individuate in prima battuta diverse variabili esplicative, potenzialmente correlate al coefficiente correttivo K perché legate anche indirettamente ai tempi di stazionamento dei conducenti ai capolinea durante il turno di lavoro:

- Frequenza delle corse (X1) [corse/anno], prodotto del numero di corse al giorno per il numero di giorni in un anno in cui il servizio è offerto.
- Frequenza del servizio (Fq) [giorni/anno], numero di giorni all'anno nei quali ciascuna linea è in esercizio.
- Durata temporale media delle corse (Tc) [ore/corsa], rapporto fra le ore di servizio rese al pubblico in un anno lungo una linea e il numero di corse effettuate lungo la stessa; rappresenta la media dei tempi di viaggio di tutte le corse offerte sulla linea considerata.
- Intensità del servizio (Fs) [bus-km/anno per km di linea], rapporto fra la percorrenza complessiva realizzata sulla linea in un anno e la distanza misurata fra i capolinea; indica il numero di volte all'anno in cui il percorso fra i due capolinea viene coperto.
- Densità del servizio (Ds) [km/km²], rapporto tra la percorrenza sviluppata annualmente dal servizio e la superficie del territorio servito direttamente; detta grandezza, che è significativa essenzialmente con riferimento ad una rete di servizi, è stata qui calcolata (solo al fine di una selezione preliminare) per ogni singola linea con riferimento alla superficie dell'intera area considerata (3794 km²).

3.4. Model for calculating the correction coefficient

A statistical model has been developed to estimate the corrective coefficient of the cost obtained using the DM model (or most models that are not sensitive to OP), using only the timetable and other public information.

Several explanatory variables were initially identified that are potentially correlated with the correction coefficient K because they are also indirectly related to the stopping time of drivers at terminals during their shift:

- Frequency of rides (X1) [rides/year], product of the number of rides per day by the number of days in a year in which the service is supplied.
- Service frequency (Fq) [days/year], number of days per year on which each line is in operation.
- Average ride time (Tc) [hours/rides], ratio between the hours of service provided to the public in a year along a line and the number of rides made along that line; represents the average ride time of all rides offered on the line in question.
- Service intensity (Sis) [bus-km/year per km of line], ratio between the total distance traveled on the line in a year and the distance measured between the termini; indicates the number of times per year that the route between the two termini is covered.
- Service density (Ds) [km/km²], ratio between the distance traveled annually by the service and the surface area of the territory directly served; this quantity, which is essentially significant with reference to a network of services, has been calculated here (only for the purposes of preliminary selection) for each individual line with reference to the surface area of the entire area considered (3794 km²).
- Peak factor (PHF), ratio between the number of rides supplied during the peak period of the day and those

- Fattore di punta (*PHF*), rapporto fra il numero di corse offerte nel periodo di punta della giornata e quelle nell'intera giornata, ricondotte ad un intervallo della stessa ampiezza dell'intervallo di punta; questa variabile è stata calcolata su tre diversi periodi della giornata per individuare quello più significativo.
- Lunghezza della linea (*L*) [km], percorso fra i capolinea misurato in andata e ritorno.
- Tempo di sosta (ΔT_s) [ore] trascorso dai conducenti ai capolinea, stimato dal quadro orario per mezzo dell'algoritmo descritto nel paragrafo precedente.

Sono state analizzate correlazioni bivariate per individuare variabili ridondanti. I risultati principali sono riportati in Tab. 3.

La densità del servizio (*Ds*) mostra una correlazione trascurabile con *K* ($R^2=0,0958$), probabilmente perché il campione è composto esclusivamente da linee extraurbane con capolinea molto distanti, che non consentono

throughout the day, reduced to an interval of the same width as the peak interval; this variable was calculated over three different periods of the day to identify the most significant one.

- Line length (*L*) [km], distance between the termini measured as a round trip.
- Stopping time (ΔT_s) [hours] spent by drivers at the terminals, estimated from the timetable using the algorithm described in the previous paragraph.

Bivariate correlations were analyzed to identify redundant variables. The main results are shown in Tab.3.

*Service density (*Ds*) shows a negligible correlation with *K* ($R^2=0.0958$), probably because the sample consists exclusively of suburban lines with very distant terminals, which do not allow the driver to be used on alternative lines during the wait.*

*Multiple regressions were then performed, assuming *K**

Tabella 3 – Table 3

Sintesi dei risultati principali delle regressioni semplici
Summary of the main results of the simple regressions

Variabile dipend. Depend. variable	Variabile indipendente Independent variable		Legge analitica Analytic relationship	R ²	
K	X1		Logaritmica - <i>Logarithmic</i>	0.2089	
	L		Polinomiale 2° - <i>2nd polynomial</i>	0.1329	
	Ds		Potenza - <i>Power</i>	0.0958	
	Fs		Logaritmica - <i>Logarithmic</i>	0.2910	
	Tc		Logaritmica - <i>Logarithmic</i>	0.1021	
	Fq		Esponenziale - <i>Exponential</i>	0.1048	
	X1/ L		Potenza - <i>Power</i>	0.2103	
	ΔT	a)		Lineare - <i>Linear</i>	0.8208
				Logaritmica - <i>Logarithmic</i>	0.7546
				Potenza - <i>Power</i>	0.6964
				Esponenziale - <i>Exponential</i>	0.6738
		b)		Lineare - <i>Linear</i>	0.9172
				Logaritmica - <i>Logarithmic</i>	0.8277
				Potenza - <i>Power</i>	0.8001
				Esponenziale - <i>Exponential</i>	0.7539
	PHF (a)	Mattina - <i>Morning</i>	Polinomiale 2° - <i>2nd polynomial</i>	0.2940	
		Pomeriggio - <i>Afternoon</i>		0.3179	
		Sera - <i>Evening</i>		0.1011	
	PHF (b)	Mattina - <i>Morning</i>	Polinomiale 2° - <i>2nd polynomial</i>	0.2817	
		Pomeriggio - <i>Afternoon</i>		0.2947	
Sera - <i>Evening</i>		0.1521			
a) con finestre temporali costanti – <i>with fixed time ranges</i>					
b) con finestre temporali variabili – <i>with variable time ranges</i>					

Sintesi dei risultati principali delle regressioni multiple.
Summary of the main results of multiple regressions

Variabile dipendente Dependent variable	Variabili indipendenti Independent variables		R multiplo R multiple	R ² corretto R ² correct	Rif. Numero Ref. number
	Numero Number	Nomi Names			
K	5	X1, L, Fq, Fs, ΔT --- (b)	0.973	0.937	1
	4	X1, L, Ds, ΔT --- (b)	0.952	0.912	2
	3	X1, Fs, ΔT --- (b)	0.966	0.926	3
	3	X1, Fs, ΔT --- (a)	0.898	0.866	4
	3	X1/L, Ds, ΔT --- (a)	0.882	0.856	5
	3	ΔT--(a), L, PHF (Mattina)	0.916	0.821	6
	3	ΔT-- (b), L, PHF (Mattina)	0.963	0.921	7
a) con finestre temporali costanti – with fixed time ranges b) con finestre temporali variabili – with variable time ranges					

l'impiego del conducente su linee alternative durante l'attesa.

Sono state quindi effettuate regressioni multiple, assumendo K come variabile dipendente. I risultati, sintetizzati in Tab. 4, mostrano valori di R multiplo generalmente elevati (0,88 – 0,97). L'algoritmo basato su finestre temporali variabili risulta più performante rispetto a quello con finestre costanti, con un incremento di circa il 10% nel valore di R. Nonostante ciò, per garantire maggiore oggettività e semplicità applicativa, è stato scelto l'algoritmo con finestre temporali costanti.

4. Definizione e validazione del modello

Sebbene l'analisi riportata nella Tab. 4 indichi che la regressione multipla n. 1 rappresenti la soluzione statisticamente più performante, si è scelto di non adottarla integralmente. Tale decisione deriva dall'esigenza di evitare un modello eccessivamente articolato, caratterizzato da un numero elevato di variabili esplicative che ne complerebbero l'applicazione

Tra tutte le regressioni multiple analizzate, la n. 6 risulta quella che meglio concilia tre aspetti fondamentali: un valore elevato di R², un numero contenuto di variabili e una semplicità computazionale legata all'uso di un intervallo costante per la determinazione dei tempi di sosta. Tale modello, fondato sulle tre variabili ΔT, L e PHF, è stato pertanto selezionato come base per la formulazione definitiva. La validazione tramite test T, F e VIF è stata condotta esclusivamente su questa regressione.

Il modello ottenuto tramite regressione assume la forma:

$$K_{S,i} = 0.316 + 2.90 \times 10^{-3} \Delta T_{S,i} + 1.46 \times 10^{-4} L_i + 5.69 \times 10^{-2} PHF_{Mattina,i} \quad (8)$$

as the dependent variable. The results, summarized in Tab. 4, show generally high multiple R values (0.88–0.97). The algorithm based on variable time windows performs better than the one with constant windows, with an increase of about 10% in the R value. Nevertheless, to ensure greater objectivity and simplicity of application, the algorithm with constant time windows was chosen.

4. Definition and validation of the model

Although the analysis shown in Tab. 4 indicates that multiple regression no. 1 represents the statistically most effective solution, it was decided not to adopt it in its entirety. This decision stems from the need to avoid an overly complex model, characterized by a large number of explanatory variables that would complicate its application.

Of all the multiple regressions analyzed, No. 6 is the one that best reconciles three fundamental aspects: a high R² value, a limited number of variables, and computational simplicity linked to the use of a constant interval for determining stopping times. This model, based on the three variables ΔT, L, and PHF, was therefore selected as the basis for the final formulation. Validation using T, F, and VIF tests was conducted exclusively on this regression.

The model obtained through regression takes the form:

$$K_{S,i} = 0.316 + 2.90 \times 10^{-3} \Delta T_{S,i} + 1.46 \times 10^{-4} L_i + 5.69 \times 10^{-2} PHF_{Morning,i} \quad (8)$$

where:

ΔT_{S,i} [minutes] = total time drivers spend at the terminus of line (i); L_i [km] = length of line (i);

PHF_{Morning,i} [dimensionless] = peak factor for the morning period.

To ensure the validity of relation (8), it is necessary to

dove:

$\Delta T_{S,i}$ [minuti] = tempo totale di stazionamento dei conducenti ai capolinea della linea (i);

L_i [km] = lunghezza della linea (i);

$PHF_{Mattina,i}$ [adimensionale] = fattore di punta relativo alla fascia mattutina.

Per garantire la validità della relazione (8) è necessario verificarne la significatività complessiva mediante un test F, volto a valutare l'esistenza di una relazione lineare tra la variabile dipendente e l'insieme delle variabili esplicative. Le ipotesi da considerare sono:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0 \quad (9)$$

$$H_1: \text{almeno un } \beta_j \neq 0 \quad (10)$$

L'ipotesi nulla implica l'assenza di qualsiasi relazione lineare tra il coefficiente K e le variabili esplicative, mentre l'ipotesi alternativa afferma che almeno una di esse contribuisce significativamente alla spiegazione del fenomeno. La statistica di Fisher (F) con (p) e (n-p-1) gradi di libertà, è definita come:

$$F = MQR / MQE \quad (11)$$

dove:

(MQR) = media dei quadrati della regressione;

(MQE) = media dei quadrati degli errori.

Il valore ottenuto deve essere confrontato con il valore critico (F_U) (livello di significatività $\alpha = 0.05$), che rappresenta la soglia oltre la quale si rifiuta H_0 . Le regioni decisionali sono:

$$F > F_U \rightarrow \text{rifiuto di } H_0 \quad (12)$$

$$F < F_U \rightarrow \text{accettazione di } H_0 \quad (13)$$

Attraverso specifiche tavole si rileva il valore critico della distribuzione F_U in funzione del numero di variabili del modello p con n-p-1 gradi di libertà. Tab. 5 e Tab. 6 riportano i risultati dell'analisi statistica.

Il confronto tra il valore calcolato ($F = 46,971$) e il valore critico ($F_U = 2,95$) mostra che F è nettamente superiore alla soglia tabellare. Di conseguenza, l'ipotesi nulla viene respinta e si conferma l'esistenza di una relazione lineare significativa tra il coefficiente K e almeno una delle variabili esplicative. Il modello risulta quindi statisticamente valido.

verify its overall significance using an F-test, aimed at assessing the existence of a linear relationship between the dependent variable and the set of explanatory variables. The hypotheses to be considered are:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0 \quad (9)$$

$$H_1: \text{at least one } \beta_j \neq 0 \quad (10)$$

The null hypothesis implies the absence of any linear relationship between the coefficient K and the explanatory variables, while the alternative hypothesis states that at least one of them contributes significantly to the explanation of the phenomenon. Fisher's statistic (F) with (p) and (n-p-1) degrees of freedom is defined as:

$$F = MQR / MQE \quad (11)$$

where:

(MQR) = mean of the squares of the regression; (MQE) = mean of the squares of the errors.

The value obtained must be compared with the critical value (F_U) (significance level $\alpha = 0.05$), which represents the threshold beyond which H_0 is rejected. The decision regions are:

$$F > F_U \rightarrow \text{rejection of } H_0 \quad (12)$$

$$F < F_U \rightarrow \text{acceptance of } H_0 \quad (13)$$

Specific tables are used to determine the critical value of the F_U distribution as a function of the number of variables in the model p with n-p-1 degrees of freedom. Tables 5 and 6 show the results of the statistical analysis.

The comparison between the calculated value ($F = 46.971$) and the critical value ($F_U = 2.95$) shows that F is significantly higher than the tabulated threshold. Consequently, the null hypothesis is rejected and the existence of a significant linear relationship between the K coefficient and at least one of the explanatory variables is confirmed. The model is therefore statistically valid.

Multicollinearity was verified using the Variance Inflation Factor (VIF), defined as:

$$VIF_j = 1 / (1 - R^2) \quad (14)$$

where R_j^2 is the coefficient of determination obtained by setting the variable X_j as dependent on the others. The criteria adopted are:

- $VIF_j > 5 \rightarrow$ variable to be excluded due to strong correlation;
- $VIF_j = 1 \rightarrow$ variable completely independent;

Tabella 5 – Table 5

Analisi della varianza
Analysis of variance

	GDL	SQ	MQ	F	Significatività F Significance F	F_U (Tabellato) F_U (Table)
Regressione - Regression (*)	3	3.0856	1.0285	46.9711	7.56717E-11	2.95
Residuo - Residue (**)	27	0.5912	0.0219			
Totale - Total	30	3.6768				

(*) p = variabili del modello --- model variables = 3
(**) n-p-1 con -- with: n = numerosità del campione - sample size = 31
p = variabili del modello - model variables = 3

Tabella 6 – Table 6
Statistiche della regressione multipla
Multiple regression statistics

R multiplo – R multiple	0.9160
R²	0.8392
R²_c	0.8213
Errore Standard – Standard error	0.1079
Osservazioni - Observations	31

La verifica della multicollinearità è stata condotta tramite il *Variance Inflation Factor* (VIF), definito come:

$$VIF_j = 1 / (1 - R_j^2) \quad (14)$$

dove R_j^2 è il coefficiente di determinazione ottenuto ponendo la variabile X_j come dipendente rispetto alle altre.

I criteri adottati sono:

- $VIF_j > 5 \rightarrow$ variabile da escludere per forte correlazione;
- $VIF_j = 1 \rightarrow$ variabile completamente indipendente;
- $1 \leq VIF_j \leq 5 \rightarrow$ variabile accettabile nella formulazione del modello.

La Tab. 7 attesta che tutte le variabili presenti nel modello (8), cioè ΔT , L, $PHF_{Mattina}$, sono accettabili perché soddisfano la verifica di collinearità ($VIF < 5$).

Per valutare la capacità predittiva del modello, si è confrontato il coefficiente reale $K_{R,i}$, ricavato dai turni di servizio dei conducenti, con il coefficiente stimato $K_{S,i}$. Il primo passo è consistito nel calcolo della statistica t di Student:

$$T = r \cdot \sqrt{[(n - 2) / (1 - r^2)]} = 12,30 \quad (15)$$

- $1 \leq VIF_j \leq 5 \rightarrow$ variabile accettabile in the formulation of the model.

Tab. 7 shows that all variables in model (8), i.e., ΔT , L, $PHF_{Morning}$ are acceptable because they satisfy the collinearity test ($VIF < 5$).

To evaluate the predictive capacity of the model, the actual coefficient $K_{R,i}$, obtained from the drivers' shifts, was compared with the estimated coefficient $K_{S,i}$. The first step consisted in calculating Student's t-statistic:

$$T = r \cdot \sqrt{[(n - 2) / (1 - r^2)]} = 12.30 \quad (15)$$

where:

- $r = 0.9160$ is the correlation coefficient between the two series under examination (measured values and estimated values);
- n is the number of degrees of freedom and therefore, in this case, the number of lines in the sample. The value obtained from (15) was used to detect the probability associated with the t-distribution:

$$t = f(T; n-2) < 0.05 \quad (16)$$

The following t-test was also conducted:

$$t\text{-test} = f(\text{series } K_{R,i}; \text{series } K_{S,i}; \text{two-tailed distribution; paired test}) \rightarrow \quad (17)$$

The tests confirm that there are no statistically significant differences between the actual $K_{R,i}$ values and the estimated $K_{S,i}$ values, as shown in Fig. 6. The model is therefore reliable in representing the phenomenon.

Finally, Fig. 7 shows a comparison, with reference to each of the 31 lines in the sample, between the cost estimated by the

Tabella 7 – Table 7

Verifica della multicollinearità
Multicollinearity check

Variabile dipendente Dependent variable	Variabili indipendenti Independent variables	R multiplo R multiple	VIF	Esito della verifica Verification result
ΔT	L, PHF (Mattina - Morning)	0.6252	1.6417	Positivo - Positive
L	ΔT , PHF (Mattina - Morning)	0.3817	1.1706	Positivo - Positive
PHF (Mattina - Morning)	PHF (Mattina - Morning), L	0.6795	1.8578	Positivo - Positive

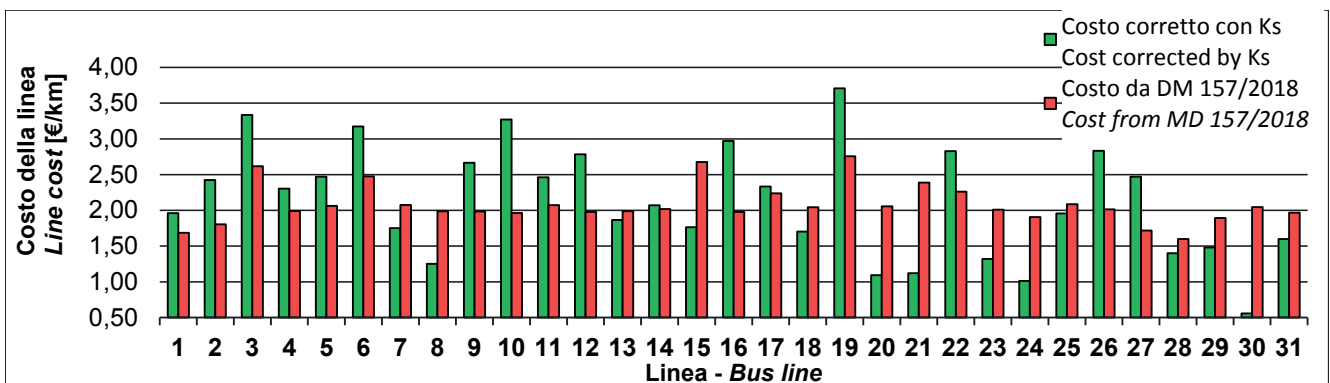


Figura 6 - Confronto tra il costo reale (D.M. 157/2018) e quello "corretto" attraverso il coefficiente K_S .
Figure 6 - Comparison between the actual cost (D.M. 157/2018) and the "corrected" cost using the K_S coefficient.

dove:

- $r = 0,9160$ è il coefficiente di correlazione tra le due serie in esame (valori rilevati e valori stimati);
- n è il numero di gradi di libertà e quindi nella fattispecie al numero di linee del campione.

Il valore ottenuto dalla (15) è stato utilizzato per determinare la probabilità associata alla distribuzione t:

$$t = f(T; n-2) < 0,05 \quad (16)$$

È stato inoltre condotto il t-test di seguito:

$$t\text{-test} = f(\text{serie } K_{R,i}; \text{serie } K_{S,i}; \text{distribuzione a due code; test accoppiato}) \rightarrow \quad (17)$$

Le verifiche confermano che non esistono differenze statisticamente significative tra i valori $K_{R,i}$ reali e quelli $K_{S,i}$ stimati, come illustrato in Fig. 6. Il modello risulta quindi affidabile nella rappresentazione del fenomeno.

Infine si riporta in Fig. 7 in confronto, con riferimento a ciascuna delle 31 linee del campione, fra il costo ricavato dal modello del DM (quindi non strettamente legato al PdE attuato) e quello ottenuto da quest'ultimo moltiplicandolo per il coefficiente correttivo K_{Si} che tiene conto espressamente del PdE attraverso i tempi di stazionamento dei conducenti ai capolinea. Le differenze più marcate emergono sulle linee caratterizzate da tempi di stazionamento elevati a cui corrispondono valori più alti di $K_{S,i}$ e quindi correzioni più sensibili. Inoltre il costo DM è inversamente proporzionale alla velocità commerciale, variabile ovviamente non presente nel modello di K ; il costo corretto diminuisce all'aumentare del numero di corse annue, riflettendo una maggiore efficienza nell'impiego dei conducenti sulle linee servite da più corse.

5. Discussione

L'analisi sviluppata in questo studio prende avvio dall'evidenza che la maggior parte dei modelli di stima del costo del trasporto pubblico (TP) su gomma non incorpora, nella propria formulazione, le caratteristiche del programma di esercizio (PdE) effettivamente attuato. Tale mancanza rappresenta un limite rilevante, poiché il PdE influenza in modo diretto l'impiego dei fattori produttivi e, di conseguenza, i costi reali del servizio. In Italia, il modello per la stima del costo standard del TPL su gomma prescritto dal D.M. 157/2018, pur presentandosi affidabile perché costruito su una base informativa molto estesa fornita dall'Osservatorio Nazionale per le Politiche del TPL, condivide il limite comune di non essere sufficientemente sensibile alle caratteristiche del PdE in quanto ne tiene conto solo attraverso riduzioni della velocità commerciale conseguenti a valori convenzionali delle soste ai capolinea.

L'obiettivo perseguito è stato quindi quello di definire una metodologia capace di superare questa criticità senza dover costruire un nuovo modello di costo la cui affidabi-

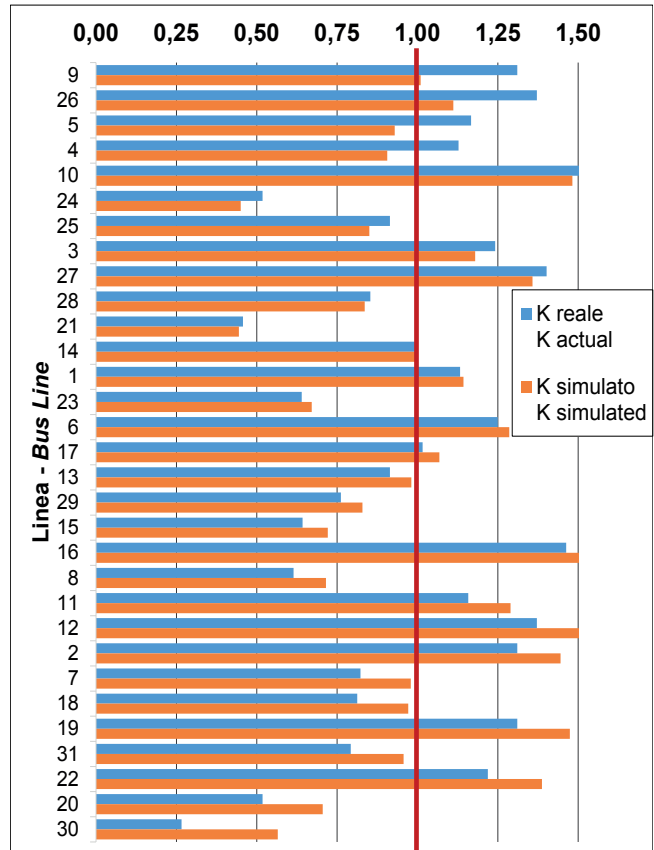


Figura 7 - Confronto tra il coefficiente K effettivo e quello stimato attraverso il modello proposto.

Figure 7 - Comparison between the actual K coefficient and the one estimated using the proposed model.

DM model (therefore not strictly linked to the OP implemented) and that estimated by the latter by multiplying it by the correction coefficient K_{Si} which expressly takes into account the OP through the stopping times of drivers at the terminals. The most marked differences emerge on lines characterized by high stopping times, which correspond to higher values of $K_{S,i}$ and therefore more significant corrections.

Furthermore, the DM cost is inversely proportional to the commercial speed, a variable that is obviously not present in the K model; the corrected cost decreases as the number of annual rides increases, reflecting greater efficiency in the use of drivers on lines served by more rides.

5. Discussion

The analysis developed in this study starts from the evidence that most models for estimating the cost of public transport (PT) by road do not incorporate the characteristics of the operating program (OP) actually implemented in their formulation. This omission represents a significant limitation, since the OP directly influences the use of production factors and, consequently, the actual costs of the service. In Italy, the model for estimating the standard cost of road local public transport

lità avrebbe richiesto la disponibilità di un campione di indagine molto esteso. La strategia adottata è consistita nell'introdurre un coefficiente correttivo K che consente di adeguare il costo stimato da modelli già disponibili, tenendo conto esclusivamente delle peculiarità del PdE. Questo approccio presenta il significativo vantaggio di poter essere applicato a qualunque modello di costo che non consideri il PdE, inclusi quelli resi obbligatori da normative nazionali. Ne deriva una metodologia flessibile e generalizzabile, utilizzabile anche con il modello imposto dal DM. 157/2018 senza modificarne la struttura e quindi conservandone l'affidabilità.

Allo scopo è stato sviluppato un modello che esprime il coefficiente correttivo K come funzione di variabili ricavabili direttamente dall'orario delle corse attraverso un algoritmo appositamente costruito. La scelta di basarsi esclusivamente su informazioni desumibili dall'orario risponde alla necessità di prescindere dai turni di lavoro dei conducenti, dati che le aziende non rendono disponibili in quanto parte del proprio know-how. Evidentemente, se tali informazioni fossero accessibili, il tempo di stazionamento ai capolinea potrebbe essere ricavato in modo diretto, rendendo superfluo il modello proposto.

La metodologia proposta, applicata per correggere il costo standard ricavato dal modello del DM, permette di ottenere un risultato più vicino al vero, in particolare per quei servizi di TPL, caratterizzati da linee lunghe esercite con poche corse al giorno, nei quali i tempi di stazionamento ai capolinea contribuiscono sensibilmente ad aumentare il numero di conducenti e mezzi necessari. Nello specifico, nell'applicare il modello di costo del DM, si dovrà determinare la velocità commerciale del servizio in esame trascurando i tempi di sosta convenzionali ai capolinea previsti dall'art. 2 della norma in questione, giacché questi ultimi sono considerati con maggiore dettaglio e precisione attraverso la metodologia di correzione del costo qui proposta. In termini di policy, una stima più realistica del costo standard rende possibile una più equa distribuzione delle risorse del Fondo Nazionale Trasporti fra le regioni e l'individuazione di un costo a base di gara più attinente allo specifico servizio da appaltare.

Lo studio ha utilizzato un data-base relativo a un servizio regionale composto da 31 linee, comprendente sia gli orari delle corse sia i turni dei conducenti messi gentilmente a disposizione degli autori, per sole finalità di ricerca, dalla ditta esercente i servizi. Questo ha permesso di calibrare il modello e di verificare la coerenza tra i tempi di stazionamento stimati attraverso l'algoritmo e quelli effettivi.

Il lavoro fornisce un duplice contributo. Da un lato, propone un procedimento che consente di perfezionare il costo stimato da un modello affidabile ma insensibile al PdE, correggendolo sulla base delle caratteristiche dell'esercizio. Dall'altro, mette a disposizione un modello specifico per il calcolo del coefficiente, fondato principalmente sul tempo di stazionamento dei conducenti ai capolinea, e un algoritmo

(LPT) prescribed by Ministerial Decree 157/2018, although reliable because it is based on extensive information provided by the Italian National Observatory for Public Transport Policies, shares the common limitation of not being sufficiently sensitive to the characteristics of the OP, as it only takes them into account through reductions in commercial speed resulting from conventional values for stops at terminals.

The objective was therefore to define a methodology capable of overcoming this critical issue without having to build a new cost model, the reliability of which would have required the availability of a very extensive survey sample. The strategy adopted consisted of introducing a corrective coefficient K that allows the cost estimated by existing models to be adjusted, taking into account only the specific characteristics of the OP. This approach has the significant advantage of being applicable to any cost model that does not consider the OP, including those made mandatory by national regulations. The result is a flexible and generalizable methodology that can also be used with the model imposed in Italy by Ministerial Decree 157/2018 without changing its structure and thus preserving its reliability.

To this end, a model has been developed that expresses the correction coefficient K as a function of variables that can be obtained directly from the timetable using a specially designed algorithm. The decision to rely exclusively on information that can be inferred from the timetable responds to the need to disregard drivers' work shifts, data that companies do not make available as part of their know-how. Obviously, if such information were accessible, the time spent at the terminals could be obtained directly, making the proposed model superfluous.

The proposed methodology, applied to correct the standard cost derived from the DM model, allows for a more accurate result, particularly for those public transport services characterized by long routes with few rides per day, in which stopping times at terminals significantly contribute to increasing the number of drivers and vehicles required. Specifically, when applying the DM cost model, the commercial speed of the service in question must be determined, disregarding the conventional stopping times at terminals provided for in Article 2 of the Regulation in question, as these are considered in greater detail and with greater precision through the cost correction methodology proposed here. In terms of policy, a more realistic estimate of the standard cost makes it possible to distribute the resources of the State fund more equitably among the regions and to identify a tender-based cost that is more relevant to the specific service to be contracted.

The study used a database relating to a regional service consisting of 31 lines, including both timetables and driver shifts, kindly made available to the authors for research purposes only by the company operating the services. This made it possible to calibrate the model and verify the consistency between the parking times estimated using the algorithm and the actual times.

The work makes a twofold contribution. On the one hand, it proposes a procedure that allows the estimated cost to be refined using a reliable model that is insensitive to the

mo che permette di stimare tale tempo a partire dal solo orario di servizio. Il modello è direttamente applicabile a contesti simili a quello utilizzato per la calibrazione. In scenari diversi, una ricalibrazione è consigliabile; per servizi con caratteristiche molto differenti (ad esempio servizi urbani ad alta frequenza), potrebbe essere opportuno introdurre ulteriori variabili più rappresentative dell'impiego di mezzi e personale. In ogni caso è evidente che in contesti urbani e comunque in presenza di linee brevi coperte da numerose corse nelle quali è quindi possibile impiegare conducenti e mezzi su più linee durante lo stesso turno di lavoro, la necessità correggere il costo calcolato con un modello insensibile al PdE è meno sentita perché i tempi di stazionamento di conducenti e mezzi ai capolinea sono molto contenuti e possono addirittura diventare trascurabili.

Le analisi condotte hanno confermato la necessità di tener conto, per queste stime di costo, della normativa italiana che impone di riconoscere ai conducenti, come tempo di lavoro, solo una quota del 12% del tempo di stazionamento eccedente i 30 minuti. Qualora tale prescrizione venisse modificata o si operasse in paesi con regole differenti, sarebbe necessaria una nuova calibrazione del modello. In contesti in cui il tempo di stazionamento non fosse riconosciuto neppure in parte come tempo di lavoro, il costo chilometrico non dipenderebbe più dal PdE e i modelli tradizionali risulterebbero sufficienti senza necessità di correzioni.

I risultati ottenuti mostrano che la metodologia proposta è in grado di riprodurre con buona accuratezza i costi unitari reali, offrendo uno strumento di stima del costo standard accessibile e sufficientemente affidabile. L'impostazione metodologica appare promettente e suscettibile di ulteriori sviluppi, tra cui l'estensione della calibrazione a un campione più ampio di servizi e aziende, al fine di aumentarne la robustezza statistica e l'applicabilità a differenti tipologie di TPL e contesti territoriali.

La possibilità di stimare un costo standard più aderente alla realtà operativa rappresenta un supporto concreto per diverse categorie di operatori, in particolare:

- enti affidanti, che possono determinare con maggiore precisione le compensazioni economiche da riconoscere alle aziende;
- pianificatori del TP, che dispongono di uno strumento utile per progettare servizi più efficienti;
- gestori del servizio, che possono formulare offerte più coerenti con i costi effettivi, favorendo una competizione più equilibrata nelle procedure di gara.

Un ulteriore punto di forza della metodologia risiede nella sua applicabilità in qualunque contesto internazionale. Poiché il modello fornisce un coefficiente correttivo e non un costo diretto, esso può essere combinato con qualsiasi modello di costo standard non sensibile al PdE, anche quelli imposti da normative locali. Il costo stimato viene semplicemente moltiplicato per il coefficiente ottenuto dal modello proposto, rendendo la metodologia utilizzabile in modo universale, con le sole ricalibrazioni necessarie per adattarla alle specificità del contesto.

OP, correcting it on the basis of the characteristics of the operation. On the other hand, it provides a specific model for calculating the coefficient, based mainly on the stopping time of drivers at terminals, and an algorithm that allows this time to be estimated from the service timetable alone. The model is directly applicable to contexts similar to the one used for calibration. In different scenarios, recalibration is advisable; for services with very different characteristics (e.g., high-frequency urban services), it may be appropriate to introduce additional variables that are more representative of the use of vehicles and personnel. In any case, it is clear that in urban contexts and in any case in the presence of short lines covered by numerous rides, where it is therefore possible to use drivers and vehicles on multiple lines during the same work shift, the need to correct the cost calculated with a model insensitive to the OP is less pressing because the stopping times of drivers and vehicles at the terminals are very limited and may even become negligible.

The analyses conducted confirmed the need to take into account, for these cost estimates, the Italian legislation that requires drivers to be recognized as working time only 12% of the parking time exceeding 30 minutes. If this requirement were to be changed or if operations were to take place in countries with different rules, a new calibration of the model would be necessary. In contexts where parking time is not recognized even partially as working time, the cost per kilometer would no longer depend on the OP, and traditional models would be sufficient without the need for corrections.

The results obtained show that the proposed methodology is able to reproduce real unit costs with good accuracy, providing an accessible and sufficiently reliable standard cost estimation tool. The methodological approach appears promising and susceptible to further development, including the extension of calibration to a larger sample of services and companies, in order to increase its statistical robustness and applicability to different types of public transport and territorial contexts.

The ability to estimate a standard cost that more closely reflects operational reality provides concrete support for various categories of operators, in particular:

- *contracting authorities, which can estimate with greater precision the financial compensation to be paid to companies;*
- *public transport planners, who have a useful tool for designing more efficient services;*
- *service operators, who can formulate bids that are more consistent with actual costs, promoting more balanced competition in tendering procedures.*

A further strength of the methodology lies in its applicability in any international context. Since the model provides a correction coefficient and not a direct cost, it can be combined with any standard cost model that is not sensitive to the OP, even those imposed by local regulations. The estimated cost is simply multiplied by the coefficient obtained from the proposed model, making the methodology universally applicable, with only the necessary recalibrations to adapt it to the specificities of the context.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] OJEU (Official Journal of the European Union, Directive), (2007), (2016). EU no. 2007/1370 of the European Commission, modified with Directive (EU) no. 2338/2016. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/2338/oj/eng>.
- [2] PETRUCCELLI U., VUONO P. (2024), “*Il fondo nazionale e le politiche del trasporto pubblico locale tra obiettivi di efficienza ed equità metodo per la stima del costo del trasporto pubblico su gomma - The National Fund and local public transport policies between efficiency and equity objectives*”. *Ingegneria Ferroviaria*, 2, 103-130. <https://doi.org/10.57597/IF.02.2024.ART.2>.
- [3] PETRUCCELLI U. (2021). “*Indicazioni per l'aggiornamento del D.M. sui costi standard per il trasporto pubblico locale*”. In Proceedings of the 4° Convegno, Sistema su Gomma nel Trasporto Passeggeri, Roma, Italia, Giornate di Studio 13 e 14 ottobre. https://www.researchgate.net/publication/366645413_Indicazioni_per_l'aggiornamento_del_DM_sui_costi_standard_per_il_trasporto_pubblico_locale_Instructions_for_updating_the_Italian_Ministerial_Decree_on_the_standard_costs_for_local_public_transport
- [4] FILIPPINI M., MAGGI R., PRIONI P. (2001), “*Cost-based Yardstick Regulation in the Swiss Regional Public Bus Industry*”. 1st Swiss Transport Research Conference, Monte Verità/Ascona. https://www.researchgate.net/publication/228603705_Costbased_Yardstick_Regulation_in_the_Swiss_Regional_Public_Bus_Industry.
- [5] DALEN D.M., GOMEZ LOBO A. (2002), “*Regulatory contracts and cost efficiency in the Norwegian Bus Industry: Do high-powered contracts really work*”. 7th Annual Conference of the Latin American and Caribbean Economic Association, Discussion Paper 6. <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/94048/1/Dalen1dp2002-06.pdf>.
- [6] FRAQUELLI G., PIACENZA M., ABRATE G. (2004), “*Regulating Public Transit Networks: How do Urban Intercity Diversification and Speed up Measures Affect Firms' Cost Performance?*” *Annals of Public and Cooperative Economics*, 75(2), 193-225. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8292.2004.00250.x>.
- [7] BRUUN E. (2005), “*Bus rapid transit and light rail: comparing operating costs with a parametric cost model*”. *Transportation Research Record*, 1927, 1. <https://doi.org/10.1177/0361198105192700102>.
- [8] CUBUKCU KM. (2006), “*Cost of Urban Bus Transit Operations and Geography of Service Territory*”. Conference of Regional and Urban Modeling, Free University of Brussels. <http://ecomod.net/sites/default/files/document-conference/ecomod2006-rum/1149.pdf>.
- [9] CUBUKCU K.M. (2008), “*Examining the cost structure of urban bus transit industry: does urban geography help?*”. *Journal of Transport Geography*, 16, 278-291. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.09.001>.
- [10] ISEKI H. (2008), “*Economies of scale in bus transit service in the USA: How does cost efficiency vary by agency size and level of contracting?*”. *Transportation Research Part A*, 42, 1086-1097. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.03.017>.
- [11] ANAV, La Sapienza University (2013), “*La determinazione del costo standard nei servizi di trasporto pubblico locale su autobus: aspetti metodologici e prime esperienze applicative*”. Residenza di Ripetta, Roma. <http://www.filt.veneto.cgil.it/sites/default/files/2014%201%202017%20COSTI%20STANDARD%20TPL.pdf>(accessed on 18 December 2015).
- [12] ASSTRA (2013), “*Un modello di calcolo del costo standard per il trasporto pubblico locale e regionale automobilistico*”. Audizione presso la IX Commissione trasporti, poste e telecomunicazioni della Camera dei Deputati. Roma. <https://www.camera.it/temiap/temi17/Asstra%20%20percorsi%20di%20sviluppo%20per%20il%20trasporto%20pubblico%20locale.pdf>.
- [13] Regione Veneto (2013), “*Costruzione del Costo Standard 2010 per il TPL su gomma e metrotram - Descrizione del metodo, delle attività svolte e delle risultanze raggiunte relazione finale*. 12 marzo 2013”, allegato G alla D.gr n. 686 del 14 maggio 2013. <https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/pubblica/DettaglioDgr.aspx?id=249942>.
- [14] Regione Friuli - Venezia Giulia (2013), “*Piano Regionale del Trasporto Pubblico Locale - Relazione Illustrativa*”. Delibera n.605/2013. https://mtom.regione.fvg.it/storage//2013_605/Allegato%201%20alla%20Delibera%20605-2013.pdf.
- [15] ABRATE G., ERBETTA F., FRAQUELLI G., VANNONI D. (2014), “*Cost function estimation of multi-service firms. Evidence from the passenger transport industry*”. Carlo Alberto Notebooks, n. 380. <http://www.carloalberto.org/assets/working-papers/no.380.pdf>.
- [16] AVENALI A., BOITANI A., CATALANO G., D'ALFONSO T., MATTEUCCI G. (2014), “*Un modello per la determinazione del costo standard nei servizi di trasporto pubblico locale su autobus in Italia*”. *Economia e Politica Industriale*, 4, 181-213. DOI 10.3280/POLI2014-004009. <https://www.francoangeli.it/riviste/articolo/52558>.
- [17] AVENALI A., BOITANI A., CATALANO G., D'ALFONSO T., MATTEUCCI G. (2016), “*Assessing standard costs in local public bus*

- transport: evidence from Italy*". Transport Policy, 52, 164-174. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X16303286>.
- [18] AVENALI A., BOITANI A., CATALANO G., D'ALFONSO T., MATTEUCCI G. (2018). "Assessing standard costs in local public bus transport: A hybrid cost model". Transport Policy, 62, 48-57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X17301245>.
- [19] PETRUCCELLI U., CARLEO S. (2017), "Cost models for local road transit". Public Transport, 9, 527-548. <https://doi.org/10.1007/s12469-017-0162-2>.
- [20] DELLA LUCIA L., MENEGUZZER C., ZOTTIS G. (2018), "Un approccio semplificato al calcolo del costo standard nel Trasporto Pubblico Locale - A simplified approach to the determination of standard cost in Local Public Transport". Ingegneria Ferroviaria, 11, 883-898. <https://www.ingegneriaferroviaria.it/web/it/content/un-approccio-semplificato-al-calcolo-del-cost-standard-nel-trasporto-pubblico-locale>.
- [21] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Decreto 28/03/2018 no.157. "Definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei criteri di aggiornamento e applicazione". Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n.126 del 1/06/2018. <https://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-157-del-28032018>.
- [22] PETRUCCELLI U., CIAMPA S., DIOMEDI M., OLITA S. (2020), "L'offerta di trasporto pubblico locale in Italia: analisi dei dati dell'Osservatorio Nazionale per le Politiche del Trasporto Pubblico Locale - Local public transport supply in Italy: analysis of data from the National Observatory for Local Public Transport Policies". Ingegneria Ferroviaria, 9, 599-632. <https://www.ingegneriaferroviaria.it/web/it/content/l%E2%80%99offerta-di-trasporto-pubblico-locale-italia-analisi-dei-dati-dell%E2%80%99osservatorio-nazionale>.
- [23] BATARCE M., GALILEA P. (2018), "Cost and fare estimation for the bus transit system of Santiago". Transport Policy, 64, 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.01.002>.
- [24] PETRUCCELLI U., RACINA A. (2019), "Stima del numero di conducenti come strumento di efficientamento dei servizi di trasporto pubblico - Assessment of the number of drivers as a tool for improving the efficiency of public transit services". Ingegneria Ferroviaria, 4, 295-315. <https://www.ingegneriaferroviaria.it/web/it/content/stima-del-numero-di-conducenti-come-strumento-di-efficientamento-dei-servizi-di-trasporto>.
- [25] PETRUCCELLI U., RACINA A. (2021). "Feeder-trunk and direct-link schemes for public transit: a model to evaluate the produced accessibility". Public Transport, 13, 301–323. <https://doi.org/10.1007/s12469-021-00262-4>.
- [26] MEHRAN B., YANG Y., MISHRA S. (2020), "Analytical models for comparing operational costs of regular bus and semi-flexible transit services". Public Transport (2020) 12:147–169. <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00222-z>.
- [27] ASEEVAA M. A., ZOLKINB A.L., CHISTYAKOV M.S., DRAGULENKOD V.V., BREUSOVAE E.A. (2022), "Personnel costs management as an important trend of competitiveness improvement of transport sector." Transportation Research Procedia 61, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.004>.
- [28] SIMONELLI F., PAPOLA A., TINESSA F., TOCCHI D., MARZANO V. (2023), "Towards a bottom-up estimation of a standard unit operating cost for bus operators: Methodology and policy implications in Italy". Transport Policy. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101017>.
- [29] GERIKA G.R., MARLENO R., MUHAMMADUN H. (2025), "Suroboyo Bus Vehicle Operating Cost Analysis". International Journal of Engineering Business and Social Science, 3, 3. <https://doi.org/10.58451/ijebss.v3i3.214>.
- [30] PETRUCCELLI U., VUONO P. (2024), "Modelli per la stima del costo del trasporto pubblico su strada: uno stato dell'arte" - Models for estimating the cost of road public transit: a state of the art. Ingegneria Ferroviaria, 10. <https://doi.org/10.57597/IF.10.2024.ART.1>.

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Lazio, Toscana: linee Roma-Firenze AV e Convenzionale, attivazione ERTMS

Circolazione ferroviaria sospesa sulla linea Alta Velocità Roma-Firenze dalla mezzanotte di sabato 11 aprile fino alle ore 15 di domenica 12 aprile per consentire l'attivazione dell'ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), il più avanzato sistema europeo di supervisione e controllo della marcia dei treni.

Prevista una riduzione dell'offerta commerciale anche nella mattina di lunedì 13 aprile con il servizio che riprenderà regolarmente martedì 14 aprile. L'intervento interesserà in particolare la tratta Orvieto-Settebagni, ultimo tratto della Direttrice AV Roma-Firenze a essere equipaggiato con la tecnologia ERTMS, completando così l'adeguamento dell'intera rete alta velocità al sistema europeo di gestione del traffico ferroviario.

Con un investimento complessivo di circa 147 milioni di euro, in parte finanziati da fondi PNRR, l'attività si inserisce nel più ampio piano di potenziamento tecnologico e infrastrutturale di Rete Ferroviaria Italiana.

Durante il periodo dei lavori le linee Roma-Firenze AV e convenzionale non potranno essere percorse dai treni. Prevista una forte riduzione dei collegamenti con soluzioni di spostamento alternative percorrendo la linea Tirrenica.

Dalle ore 15 di domenica 12 la circolazione riprenderà prevedendo inizialmente una riduzione delle corse con allungamenti dei tempi di viaggio per i treni che percorreranno la linea convenzionale alternativa a quella

alta velocità. I collegamenti saranno visibili sui canali di vendita delle imprese ferroviarie. I treni AV, Intercity e Regionali riprenderanno a circolare regolarmente a partire da martedì 14.

Nello specifico

- dalla mezzanotte di sabato 11 aprile alle ore 15 di domenica 12 aprile interruzione della tratta Rovezzano-Settebagni (Roma-Firenze AV);
- dalle ore 14 di sabato 11 aprile alle ore 5 di domenica 12 aprile interruzione della tratta Orte-Roma Tiburtina (Roma-Firenze convenzionale);
- i sistemi di vendita sono in corso di aggiornamento e saranno acquistabili solo i collegamenti previsti con le modifiche nei tempi di viaggio.

Il rinnovo delle tecnologie con l'attrezzaggio del sistema ERTMS garantirà una maggiore affidabilità dell'infrastruttura determinando un miglioramento della regolarità della circolazione e della qualità del servizio. Oltre a prestazioni più elevate, permette anche un risparmio sui costi di gestione e manutenzione rispetto ai tradizionali sistemi di segnalamento. L'intervento rientra nei 2.800 km di rete finanziati con 2,5 miliardi di euro provenienti da fondi PNRR da ultimare entro giugno 2026, in coerenza con l'obiettivo strategico di estendere questa tecnologia all'intera rete gestita da RFI (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FS*, 10 marzo 2026).

Lombardia: Trenord supera gli 11 milioni di viaggiatori nel tempo libero nel 2025.

Il treno si conferma un mezzo di trasporto per il tempo libero in Lom-

bardia: nel 2025 oltre 11 milioni di passeggeri hanno raggiunto con Trenord le mete turistiche in estate e nei weekend. E 124mila clienti hanno scelto i pacchetti delle "Gite in treno", che propongono itinerari treno+esperienza e biglietti speciali verso i grandi eventi. Il dato è cresciuto del 20% rispetto al 2024: un trend costante, che conferma la sempre maggiore tendenza a scegliere il mezzo pubblico anche nel tempo libero.

Per la stagione invernale 2025/26, l'azienda ha riproposto i "Treni della neve", pacchetti treno+navetta+skipass per una o due giornate sugli scii nei comprensori di Aprica, Piani di Bobbio, Domobianca, Madesimo e Valmalenco. Con uno sguardo alla primavera, alle proposte già attive per una gita sui Laghi di Como e d'Iseo, si aggiungeranno nuovi itinerari e proposte, verso mete naturalistiche, di sport, città d'arte, esperienze.

"Il treno è un driver del turismo: le persone sono sempre più propense a scegliere i nostri mezzi nel tempo libero e i dati sono una continua conferma – commenta L. CESARINI, Direttore Commerciale Trenord. Incoraggiamo questa tendenza con una proposta sempre più ricca e con iniziative di rinforzo: abbiamo realizzato una nuova guida con Lonely Planet, che accompagna alla scoperta di destinazioni raggiungibili in treno; in più, premiamo chi preferisce la mobilità sostenibile all'auto grazie a un programma di *loyalty*. Ora la nostra sfida è quella olimpica: i nostri treni collegano Milano, la Valtellina e l'Aeroporto di Malpensa. Abbiamo potenziato l'offerta e i canali di vendita e assistenza: per i viaggiatori abbiamo anche attivato un *voicebot*, che risponde in più di venti lingue alle domande sull'evento. Questa è per noi una grande occasione per evidenziare come il treno sia un vettore fondamentale per la mobilità e per il territorio".

I risultati 2025 e le proposte per il 2026 sono stati presentati da Trenord in occasione di BIT, Fiera internazionale del turismo, che si svolge fino al 12 febbraio a Fieramilano Rho;

l'azienda ferroviaria lombarda è allo Stand L08 M05.

- I dati del turismo in treno in Lombardia

Sono 124mila i clienti che nel 2025 hanno scelto i prodotti delle “Gite in treno” di Trenord dedicati al turismo e ai grandi eventi. In particolare, in 80mila hanno acquistato i prodotti treno+esperienza verso destinazioni turistiche lombarde.

Come meta preferita fra le “Gite in treno” di Trenord si confermano i grandi laghi: i biglietti treno+battello sono stati scelti da 62mila clienti, che hanno trascorso la giornata navigando sul Lago di Como, di Garda, Maggiore, d’Iseo e di Lugano.

In treno anche per i grandi eventi: 43mila clienti hanno scelto i biglietti speciali di Trenord per assistere a manifestazioni fieristiche, musicali, culturali e sportive nel territorio lombardo. Su tutte, il Gran Premio d’Italia di Formula 1 a Monza, che ha visto un risultato eccezionale, con 36mila titoli speciali venduti.

Il 2025 ha celebrato il fascino senza tempo del treno storico: Trenord ha previsto un calendario di undici date, fra aprile e novembre. Tutte sono andate “sold out” in poche ore, a conferma del crescente interesse verso una forma di viaggio esperienziale.

- I “Treni della neve” per la stagione 2025/26

Il 2026 è iniziato con i “Treni della neve”, biglietti treno+navetta+skipass realizzati, per il terzo anno consecutivo, in partnership con Discover, piattaforma che integra servizi turistici e di mobilità, e Snowit, hub digitale per organizzare una perfetta vacanza in montagna.

In pochi clic, sulla piattaforma si acquistano il viaggio in treno e in navetta verso i comprensori di Aprica, Valmalenco, Madesimo, Piani di Bobbio e Domobianca, più lo skipass per uno o due giorni.

- Il potenziamento per Milano Cortina 2026

In occasione dei Giochi, Trenord

ha potenziato le corse verso le gare a Milano e in Valtellina, per agevolare gli spostamenti di tifosi, appassionati e staff.

Dal 6 al 22 febbraio corrono sui binari ogni giorno 120 corse in più: le linee suburbane estendono il servizio in orario notturno su Milano e verso le principali destinazioni; sul collegamento fra Milano e la Valtellina circola un treno ogni mezz’ora fra le 4 di mattina e le 3 di notte. Per gli spostamenti da e per Malpensa Aeroporto, Malpensa Express è attivo dalle 4 di mattina alle 3 di notte. Complessivamente, l’offerta è di 2500 corse giornaliere.

Sono potenziati i presidi di personale di assistenza nelle stazioni, per il supporto ai passeggeri diretti alle gare olimpiche e a chi si sposta per altre ragioni.

Per aiutare i clienti a organizzare il viaggio, Trenord ha attivato Oly, il nuovo assistente vocale dedicato a Milano Cortina 2026. Attivo h24, Oly risponde in oltre 20 lingue a domande sugli orari dei treni, sulla circolazione in *real time*, su biglietti e assistenza e molto altro.

- Trenord premia chi viaggia in treno nel tempo libero

Grazie a Community, il programma *loyalty* di Trenord, la scelta di acquistare online i pacchetti delle “Gite in Treno” permette di accumulare Punti Verdi. L’iniziativa mira a valorizzare i viaggiatori che scelgono il treno come mezzo green per scoprire le bellezze del territorio nel proprio tempo libero, trasformando ogni escursione in un vantaggio concreto all’interno del sistema premiante dell’azienda (Da: *Comunicato Stampa Trenord*, 10 febbraio 2026).

TRASPORTI URBANI

Lazio: Piano Strade, approvato progetto fattibilità per i territori municipali

Trenta milioni di nuove risorse, più 10 milioni del Dipartimento Lavori pubblici già disponibili per la

manutenzione straordinaria. In più, 5 milioni di euro per la manutenzione ordinaria. Prosegue l’attuazione del piano straordinario di manutenzione delle strade municipali, avviato dal Campidoglio dopo gli effetti delle piogge di gennaio e febbraio. La Giunta Capitolina ha approvato il progetto di fattibilità e l’investimento dedicato alle strade municipali.

Il piano rientra in un pacchetto più ampio di circa 100 milioni di euro destinati alla manutenzione della rete stradale sia la grande viabilità sia le strade municipali.

Per la grande viabilità sono previsti 55 milioni di euro destinati a completare il programma di rifacimento delle principali arterie cittadine.

Nello stesso tempo, i Municipi stanno lavorando alla definizione dell’elenco delle strade su cui intervenire, individuando le priorità. L’approvazione del progetto generale e la definizione delle strade da parte dei Municipi – sono fondamentali per rendere concreto il piano e avviare gli interventi sul territorio.

“Con questo nuovo stanziamento confermiamo l’impegno dell’Amministrazione per la manutenzione della rete stradale della città. Negli ultimi anni abbiamo già riqualificato oltre l’80% delle strade della grande viabilità, intervenendo con un programma di lavori senza precedenti. Le fortissime piogge dei mesi scorsi hanno però reso evidente la necessità di accelerare gli interventi anche sulle strade municipali. Per questo abbiamo deciso di destinare circa 100 milioni di euro al piano straordinario che ci consentirà di intervenire in modo rapido e puntuale nei diversi quartieri, grazie al lavoro condiviso con i Municipi per individuare le priorità su cui intervenire, e di concludere anche il Piano di riqualificazione della grande viabilità. È un lavoro concreto che ci permette di migliorare la qualità delle strade e rendere più sicura la mobilità in tutta la città”, ha dichiarato il Sindaco di Roma R. GUALTIERI.

“Roma Capitale investe ancora sul patrimonio viario con nuovi fondi e

procedure rapide. I lavori saranno realizzati utilizzando gli accordi quadro già attivi del Dipartimento, uno strumento che consente di attivare celermente i singoli cantieri e intervenire con maggiore efficacia sulla rete viaria cittadina, così da avviare a stretto giro gli interventi programmati insieme ai Municipi nei diversi quadranti della città”, commenta l’Assessora ai Lavori pubblici O. SEGNALINI (Da: *Comunicato Stampa Roma Servizi per la Mobilità*, 15 marzo 2026).

TRASPORTI INTERMODALI

Emilia Romagna: Bologna si veste di nuovo, Raben Italy rafforza i collegamenti con l’Europa

Raben Group, da oltre 90 anni punto di riferimento nel mercato del trasporto groupage internazionale e Raben Italy, Business Unit italiana del Gruppo, si posizionano nel settore come leader per operatività, affidabilità e puntualità nelle consegne su tutto il territorio italiano, grazie anche al posizionamento strategico dell’Hub prioritario di Bologna per i collegamenti tra Nord e Sud.

Sul territorio italiano, Raben Italy garantisce una copertura capillare a livello nazionale, in particolare nel nord-centro Italia a Bologna. Il capoluogo emiliano consolida il proprio ruolo strategico nel panorama logistico nazionale e internazionale, diventando sempre più un punto di riferimento per le connessioni domestiche, ma anche tra l’Italia e il Centro-Est Europa. Grazie a una rete strutturata di collegamenti giornalieri, l’hub emiliano garantisce partenze regolari verso numerose destinazioni europee, con un focus particolare su Germania e Polonia, mercati chiave per l’interscambio commerciale.

Le connessioni dirette e giornaliere, con diversi hub logistici in Germania e Polonia consentono di raggiungere in modo capillare entrambi i Paesi, assicurando tempi di consegna rapidi e affidabili, generalmente com-

presi tra le 48 e le 72 ore. Un sistema efficiente che si traduce in oltre 250 spedizioni giornaliere movimentate sulle direttrici tedesche e polacche, a conferma della centralità operativa dello scalo bolognese.

Non solo. Bologna non si limita ai traffici internazionali, la filiale rappresenta infatti uno snodo fondamentale anche per la logistica nazionale, in pieno sviluppo in questo 2026: qui convergono le spedizioni provenienti dal Centro e Sud Italia, che vengono consolidate e rilanciate sulle principali linee nazionali e internazionali. La struttura, moderna e organizzata, è progettata per sostenere volumi crescenti e garantire elevati standard operativi. All’interno operano circa 30 professionisti tra personale d’ufficio, operatori di magazzino e autisti, impegnati quotidianamente nella gestione e nel coordinamento dei flussi logistici.

A supporto delle attività operative e della relazione con i clienti, Raben Italy utilizza strumenti digitali avanzati come la piattaforma myRaben, che consente di monitorare le spedizioni e stima dell’ETA e myOrder, che permette di ottenere preventivi rapidi. Altre tecnologie come SMARTOUR, che ottimizza l’efficienza operativa e il coordinamento delle consegne, semplificano ulteriormente la pianificazione delle consegne. Inoltre, gli autisti sono dotati di palmari che garantiscono aggiornamenti puntuali, mentre il sistema GPS TISLOG assicura il tracciamento continuo dei mezzi. Completa l’infrastruttura il servizio MyStock, strumento dedicato alla Contract Logistics, che consente ai clienti di affidare le proprie merci a terzi e stocarle nei magazzini di Raben Italy, assicurando qualità, affidabilità ed efficienza in ogni fase del processo logistico.

“Il potenziamento dell’hub di Bologna rappresenta un passaggio fondamentale nel nostro percorso di crescita in Emilia-Romagna e nel rafforzamento dei collegamenti sul territorio italiano, e tra l’Italia e il Centro-Est Europa”, commenta Y. PIOLETTI Branch Manager della filiale

di Bologna. “Grazie alle connessioni giornaliere verso Germania e Polonia e a una struttura moderna e organizzata, siamo in grado di offrire ai nostri clienti tempi di consegna rapidi e un servizio affidabile, con coperture capillari in 48-72 ore. Bologna non è solo un punto di transito strategico per i flussi internazionali, ma anche uno snodo centrale per la distribuzione nazionale, capace di collegare in modo efficiente Nord, Centro e Sud Italia. Questo ci consente di rispondere con flessibilità alle esigenze del mercato e di supportare concretamente lo sviluppo delle aziende del territorio.”

Con un’infrastruttura solida, collegamenti internazionali quotidiani e un ruolo sempre più centrale nella rete nazionale, Bologna si conferma così come uno dei principali poli logistici dell’Emilia-Romagna e un punto nevralgico per le connessioni tra l’Italia e l’Europa (Da: *Comunicato Stampa Raben Italy*, 3 marzo 2026).

Piemonte-Lombardia: il nord ovest italiano vale il 44% del fatturato della logistica

La Logistica riveste un ruolo strategico per il tessuto economico e produttivo del Nord Ovest, un territorio che genera il 33% del PIL nazionale, rappresenta il 38% delle esportazioni nazionali e oggi pesa per ben il 44% del fatturato della Logistica conto terzi in Italia. Secondo la ricerca dell’Osservatorio Contract Logistics del Politecnico di Milano, in questa area del paese il settore ha registrato una significativa espansione di fatturato nel biennio 2021-2022, per poi evidenziare una flessione nel 2023, dovuta principalmente alla diminuzione delle tariffe di trasporto internazionale, a cui sono seguiti due anni di moderata crescita che nel 2025 ha assestato il mercato su un valore di circa 50 miliardi di euro.

La Logistica è un comparto che pesa complessivamente per circa il 9% del PIL nazionale, il cui ruolo è riconosciuto anche dalle aziende committenti del Nord Ovest: ben il 93% considera la Logistica un’attivi-

tà strategica o rilevante per il proprio business. Il settore sta attraversando una fase di profonda evoluzione, come testimonia la crescente adozione dell'Intelligenza Artificiale.

La ricerca dell'Osservatorio Contract Logistics "Gino Marchet" del Politecnico di Milano è stata presentata durante il convegno a Torino "Innovazione, AI e sostenibilità: il futuro della Logistica". Uno dei 60 differenti filoni di ricerca degli Osservatori Digital Innovation della PoliMi School of Management (www.osservatori.net) che affrontano tutti i temi chiave dell'Innovazione Digitale nelle imprese e nella Pubblica Amministrazione.

"In una fase caratterizzata da forte incertezza e da un contesto competitivo sempre più complesso, la Logistica assume un ruolo centrale nel garantire continuità operativa, flessibilità e capacità di adattamento delle imprese - dichiara P. GIACOBBE, ricercatore dell'Osservatorio Contract Logistics - e questo è particolarmente evidente nel Nord Ovest, dove il settore ha un ruolo strategico per il tessuto economico. La Logistica non è più soltanto una funzione di supporto, ma una leva strategica che contribuisce in modo diretto alla resilienza delle filiere e alla creazione di valore per il sistema produttivo".

"L'Intelligenza Artificiale sta uscendo da una fase sperimentale per diventare uno strumento concreto a supporto dei processi logistici - afferma M. MELACINI, Direttore Scientifico dell'Osservatorio Contract Logistics-. I dati mostrano come le aziende che hanno già adottato soluzioni di AI ne abbiano riscontrato benefici tangibili, in particolare in termini di qualità dei processi e livello di servizio. La sfida oggi non è solo tecnologica, ma riguarda la disponibilità dei dati, le competenze e la capacità di integrare l'AI all'interno dei modelli organizzativi e decisionali".

"La transizione verso una Logistica innovativa e sostenibile è già avviata, ma per diventare strutturale richiede un'evoluzione dei modelli di collaborazione di filiera e un forte investimento sulle competenze - sottoli-

nea D. FROSI, Direttore dell'Osservatorio Contract Logistics -. Gli interventi sugli immobili e sulle tecnologie sono fondamentali, ma da soli non bastano: servono relazioni di filiera più mature, condivisione delle informazioni e persone in grado di governare il cambiamento. In questo senso, sostenibilità ed evoluzione organizzativa devono procedere insieme".

La Logistica in Italia e nel Nord Ovest. Il Nord Ovest concentra il 33% del PIL nazionale, il 38% delle esportazioni, il 35% degli occupati e il 29% delle imprese. E si conferma l'area a maggiore rilevanza per la Logistica conto terzi, generando il 44% del fatturato nazionale del settore.

La percezione della Logistica da parte delle imprese del Nord Ovest è profondamente cambiata negli ultimi anni. Il 61% delle aziende committenti la considera oggi un'attività strategica con forte impatto sulle prestazioni aziendali, mentre il 32% la ritiene rilevante ma con un impatto più contenuto. Solo il 7% delle imprese la valuta come attività a basso valore aggiunto, segnale di una crescente maturità nella gestione dei processi logistici e di una maggiore consapevolezza del ruolo strategico della Logistica a supporto del business.

Negli ultimi quindici anni l'incidenza della Logistica conto terzi è aumentata in modo costante in Italia, passando dal 36,4% nel 2009 a circa il 43% nel 2023. Nel Nord Ovest, oggi il 71% delle aziende committenti affida all'esterno attività logistiche tradizionali, mentre il 12% estende la collaborazione anche ad attività a valore aggiunto. Le piccole imprese tendono a coinvolgere il fornitore logistico per singole attività specifiche, mentre le aziende medio-grandi adottano modelli di outsourcing più estesi e strutturati.

Il valore riconosciuto ai fornitori di servizi logistici è legato principalmente all'aumento della flessibilità (46%) e alla possibilità di modificare la struttura costo/servizio (36%). Seguono la riduzione dei rischi e il supporto alla business continuity (22%).

- L'AI nella Logistica.

L'adozione dell'Intelligenza Artificiale rappresenta uno dei principali driver di trasformazione della Logistica. Oggi il 30% delle aziende committenti ha già adottato soluzioni di AI in attività di Logistica e Supply Chain e l'81% di queste dichiara di aver riscontrato benefici concreti. L'adozione riguarda sia processi specifici sia attività trasversali, con il 13% delle aziende che utilizza l'AI su entrambe le dimensioni, il 25% focalizzato su singoli processi e il 15% su attività trasversali.

Nell'implementazione delle soluzioni di AI sono possibili due modalità: la sostituzione del lavoro umano o il potenziamento delle capacità dei lavoratori. I risultati evidenziano che solo una minoranza di aziende (11%) ha perseguito l'obiettivo di sostituire il lavoro umano, in particolare per le attività più semplici e ripetitive. In generale, la finalità prevalente rimane il potenziamento delle capacità umane (24%). Tale tendenza si confermerà nei prossimi tre anni: si prevede che la quota di aziende orientate al potenziamento raggiungerà il 34%, mentre quelle focalizzate sull'automazione e sostituzione dell'uomo raggiungeranno il 15%.

- La sostenibilità.

La transizione green è l'altro grande driver di sviluppo della Logistica e sta assumendo un ruolo centrale nelle strategie aziendali, richiedendo investimenti strutturali e una maggiore integrazione lungo la filiera. Il 20% delle aziende considera la transizione green come la priorità strategica, con interventi che riguardano l'intero processo logistico, dal trasporto al magazzino fino al packaging. In particolare, per quanto riguarda gli immobili logistici, le aziende stanno concentrando gli investimenti soprattutto su illuminazione (28%), gestione dei materiali (23%), impiantistica (22%) e strategie operative (12%), mentre in prospettiva futura cresce l'interesse verso impiantistica (26%), illuminazione (23%) e gestione dei materiali (21%).

Nel *green building*, il trend più rilevante riguarda lo sviluppo di infrastrutture per la mobilità sostenibile

interne ai siti logistici, che nel 2025 ha coinvolto il 45% dei siti e che ha mostrato il trend di crescita più rilevante. Seguono le ribalte con portoni coibentati (21%), gli interventi di isolamento termico (16%), cool roof (9%) e soluzioni legate alla biodiversità (7%).

- Nota per il lettore.

L'edizione 2025 dell'Osservatorio Contract Logistics della PoliMi School of Management è stata realizzata in collaborazione con Assologistica, Alsea, ANITA, FIAP – Federazione Italiana Autotrasportatori Professionali e INTRALOGISTICA ITALIA e con il supporto di Consorzio Dafne, 78 fornitori di servizi nella Logistica (Adecco Outsourcing, BCUBE, CAB LOG, CAL-Servizi Logistici, Cargoful, CMA CGM – CEVA Logistics, CLO SERVIZI LOGISTICI, DACHSER & FERCAM Italia, DACHSER Italy Food Logistics, DHL Supply Chain Italia, DSV – Global Transport and Logistics, FERCAM, FIEGE Logistics Italia, GEODIS CL Italia, Gi Group, Jungheinrich Italiana, Load Manager, Logista, ManHandWork, CENTRO NAZIONALE PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE (MOST), Number 1 Logistics Group – Società Benefit, Poste Logistics, STEF Italia, Tesisquare, Transporeon, Trasporti Romagna, WCG-World Capital Group, Zucchetti Logistics; Adrilog Società Cooperativa Benefit, Alba, Gruppo Arcese, Beta 80, Bracchi, Brivio & Viganò, C.A.A. Cooperativa Autotrasporti Alimenta-

ri, CD Group, Chiapparoli Logistica, D.B. Group, ELPE, Energo Logistic, Excellera Intelligence, Futura, Genex, Geo FM, GLS Italy, Gulliver, H.ESSERS, Hyster-Yale, Icopower, iMiLOG, Innocenti Depositi, INOVYS LOGISTIC, Italtrans, J.A.S. JET AIR SERVICE, KNAPP Italia, LC3 Trasporti, LCS Group, Legur, Logistica Uno Europe, Messaggerie del Garda, Optit, Palletways Italia, PwC Italy, S.A.F.I.M., San Marino Mail Italia, Sealed Air, Servizi Logistici, Snant Logistica, Stante Logistics, TIMOCOM, TRALFO TRASPORTI E SPEDIZIONI, Tuvia Italia, UBIQUICOM, W Executive, Deenova, PHSE, Step, UPS Healthcare), e 49 aziende committenti (Ariston Group, Automobili Lamborghini, Barilla G.&R. F.lli, BasicNet, Bosch, C.O.I.M., Clementoni, Coca-Cola HBC Italia, CONAD, Consorzio Dafne, Coop Alleanza 3.0, Coop Consorzio Nord Ovest, Daikin Air Conditioning Italia, De Cecco, DECATHLON, Délifrance, De'Longhi Group, Diageo, DMO, Dr. Schär, Ecor-NaturaSì, Electrolux, Finiper Canova Group, Franke Group, Gruppo Montenegro, Gucci Logistica, Haier Europe (Italia), Herambiente, IKEA Italia Retail, Iliad Italia, Kerakoll, Keyline, L.Lavazza, LATI Industria Termoplastici, Lechler, Loacker, Max Mara, Mediaworld, Moncler, Mondo Convenienza, Mondoffice/Raja, Nestlé, ROVAGNATI, SAFILO, Samsung SDS Italia, Sapio Life, Snam, Teva Italia, Zuegg).

Il Tavolo di Lavoro sul settore Logistics Real Estate & Intralogistica è realizzato con il supporto di Confluence, Dymation, Engel & Völkers Commercial Milano Lombardia, Engineering 2K, INCAS – SSI SCHÄFER GROUP, Swisslog Italia, Verity AG, WCG-World Capital Group, Alascom, ASSA ABLOY, BEUMER Group, DEMATIC, Hardis Group – Hardis Supply Chain, Heidelberg Materials, Kopron, Moveo Servizi, ROCKWOOL ITALIA, System Logistics, TGW Logistics, TRILUX Italia (Da: *Comunicato Stampa Osservatori Digital Innovation*, 12 febbraio 2026).

Lombardia: Milano Smistamento, montate le prime tre gru

Un investimento da 120 milioni di euro per rafforzare il ruolo dell'Italia nei corridoi logistici europei. Il nuovo Terminal intermodale di Milano Smistamento entra nel vivo: TerAlp, società di FS Logistix e partecipata da Hupac, ha completato il montaggio delle prime tre gru elettriche a portale (Fig. 1).

Si tratta di un passaggio chiave nella realizzazione di uno dei progetti più rilevanti per l'intermodalità ferroviaria del Nord Italia, destinato a potenziare in modo significativo la capacità di scambio ferro-gomma e a intercettare la crescita dei flussi merci lungo l'asse Italia-Svizzera-Nord Europa, anche grazie alle gallerie ferroviarie di base del San Gottardo e del Monte Ceneri.

Le gru elettriche a portale, movimentabili su rotaia, saranno centrali nelle operazioni di carico e scarico dei container, assicurando elevati standard di efficienza, sicurezza e sostenibilità ambientale. L'installazione rientra nel contratto da circa 31 milioni di euro, firmato nell'agosto 2024 con la società austriaca Kuenz, che prevede produzione, montaggio e messa in servizio di sei gru complessive.

Parallelamente proseguono le attività di realizzazione dei sottoservizi e degli impianti tecnologici funzionali al Modulo 1, così come avanzano le



(Fonte: FS Logistix, Gruppo FSI)

Figura 1 – Un investimento da 120 milioni di euro per rafforzare il ruolo dell'Italia nei corridoi logistici europei. Il nuovo Terminal intermodale di Milano Smistamento entra nel vivo: TerAlp, società di FS Logistix (Gruppo FS) e partecipata da Hupac, ha completato il montaggio delle prime tre gru elettriche a portale.

opere di armamento ferroviario che definiranno progressivamente l'assetto operativo del terminal.

“Con il nuovo terminal intermodale di Milano Smistamento rafforziamo l'impegno del Gruppo FS nelle grandi direttrici logistiche europee e acceleriamo una scelta strategica, spostare sempre più merci dalla gomma alla rotaia – ha detto l'Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FS, S. A. DONNARUMMA - Un investimento industriale che unisce competitività e sostenibilità, potenziando l'asse con la Svizzera e il Nord Europa e contribuendo in modo concreto alla decarbonizzazione dei trasporti. Non realizziamo solo un'infrastruttura, ma un nodo chiave di una rete logistica a basse emissioni, integrata con il territorio e capace di generare valore economico, ambientale e sociale”.

“L'installazione delle prime tre gru elettriche a portale segna un avanzamento fondamentale nella realizzazione del nuovo terminal intermodale di Milano Smistamento e conferma la solidità del percorso che stiamo portando avanti – ha dichiarato S. DE FILIPPIS, AD di FS Logistix - i terminal rappresentano il cuore dell'intermodalità, trasformando capacità ferroviaria in valore reale per le imprese e per il sistema logistico. Milano Smistamento è un investimento strategico per l'integrazione dei trasporti e per sostenere la crescita dei flussi internazionali. Si inserisce in una visione europea che stiamo concretizzando attraverso interventi mirati lungo i principali corridoi logistici del continente. Ne è un esempio l'acquisizione del terminal Mainhub di Anversa, che ci consente di presidiare un hub strategico e di ampliare capacità e connessioni a livello internazionale”.

Il nuovo terminal sorgerà su un'area di circa 240.000 m quadrati e sarà dotato di tecnologie di ultima generazione. L'infrastruttura sarà composta da 15 binari lunghi almeno 740 m – 10 dedicati alle operazioni di transbordo e 5 di supporto – organizzati in due moduli, ciascuno equipaggiato con tre gru elettriche a portale.

“Siamo molto orgogliosi della par-

tnership tra il Gruppo Hupac, socio di TerAlp, e FS Logistix” - ha aggiunto B. KUNZ, Presidente TerAlp. “La nuova piattaforma del terminal di Milano Smistamento offrirà un'importante opportunità per collegare in modo ancora più efficiente il mercato italiano e i suoi porti, attraverso l'asse ferroviario di pianura e il corridoio alpino, ai principali mercati del Nord Europa, fino al Benelux, alla Germania e all'Europa orientale. L'incremento di capacità che ne deriverà costituirà inoltre un ulteriore incentivo al trasferimento di volumi di merce dalla strada alla ferrovia”.

A pieno regime potrà gestire fino a 44 treni al giorno, con una capacità potenziale di circa 395.000 UTI all'anno, contribuendo in modo concreto allo shift modale dalla strada alla ferrovia e allo sviluppo sostenibile del trasporto merci tra Italia ed Europa.

Il progetto si inserisce nel più ampio piano di investimenti di FS Logistix, orientato alla realizzazione di terminal intermodali tecnologicamente avanzati, in grado di rispondere in modo efficiente, competitivo e a ridotto impatto ambientale alla crescente domanda di trasporto merci internazionale (Da: *Comunicato FS Logistix, Gruppo FSI, 25 febbraio 2026*)

INDUSTRIA

Nazionale: Gruppo FS, perfezionata l'acquisizione del ramo d'azienda di Firema

Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane ha finalizzato l'acquisizione di un ramo d'azienda avente ad oggetto gli asset operativi di Titagarh Firema, società attiva nella progettazione e realizzazione di veicoli ferroviari.

L'operazione si inserisce nel quadro delle iniziative di rafforzamento industriale previste dal Piano Strategico 2025–2029 e contribuisce al consolidamento della filiera produttiva a supporto del programma di investimenti del Gruppo.

Nel corso del 2025 sono già state

completate iniziative di integrazione verticale nei comparti del turismo e del trasporto merci, confermando l'integrazione lungo la filiera industriale come leva strategica per rafforzare resilienza, autonomia operativa e competitività.

L'ingresso di Firema nel perimetro FS, attraverso la sua controllata FS Fabbrica Italiana Treni, consente di rafforzare le capacità industriali nel comparto del materiale rotabile e di migliorare il coordinamento tra attività di progettazione e costruzione, con benefici attesi in termini di gestione delle commesse, controllo dei costi, presidio delle forniture critiche e tempi di produzione.

L'operazione garantisce inoltre continuità industriale agli asset oggetto di acquisizione, a valle del percorso di risanamento avviato nel 2025 nell'ambito della composizione negoziata della crisi societaria, e consente la stabilizzazione delle competenze tecniche e produttive connesse (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI, 4 marzo 2026*).

Veneto: LetExpo 2026, il punto sulla logistica

Il MIT partecipa alla quinta edizione di LetExpo, la fiera di riferimento per il settore del trasporto e della logistica a Verona con la presenza del Vicepresidente del Consiglio e Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M. SALVINI. Promossa da ALIS in collaborazione con Veronafiere, LetExpo si conferma un appuntamento centrale per il confronto tra istituzioni, imprese e operatori, in una fase strategica per la crescita del Paese e il rafforzamento del sistema infrastrutturale nazionale.

Nel corso della mattinata, il Ministro SALVINI ha ribadito la centralità della logistica e dei trasporti per lo sviluppo economico e la competitività dell'Italia, richiamando alcune delle principali opere strategiche: Alta Velocità, Tunnel del Brennero e Ponte sullo Stretto, ribadendo la necessità di imprimere un cambio di passo, ridurre gli ostacoli burocratici e accelerare i processi che ancora rallentano

investimenti fondamentali per il futuro nazionale.

Un focus particolare è stato dedicato al sistema portuale. Sul fronte di Porti d'Italia S.p.A., il Ministro ha evidenziato l'impostazione introdotta dal MIT per rafforzare il coordinamento delle risorse destinate ai porti italiani, definendo priorità specifiche per i diversi scali e puntando a una gestione più efficiente degli investimenti. Nel suo intervento, Salvini ha inoltre ricordato il ruolo di Verona nei Giochi di Milano Cortina 2026, sottolineandone la centralità nella chiusura dei Giochi Olimpici e nell'apertura dei Giochi Paralimpici, sottolineando l'importanza di garantire parità e adeguato spazio agli atleti paralimpici.

A margine dell'inaugurazione, il Ministro ha visitato gli stand del MIT, realizzati in collaborazione con RAM S.p.A., il Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera e ANSFISA. Negli spazi del Dicastero si terranno ogni giorno sportelli dedicati agli incentivi e panel tematici sui principali dossier di competenza del Ministero (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 10 marzo 2026).

Nazionale: Osservatorio OICE/Informatel sulle gare pubbliche di ingegneria e architettura, aggiornamento di febbraio 2026

Forte ripresa a febbraio (132,5 mln) della domanda di servizi tecnici anche grazie al boom degli appalti integrati. Il primo bimestre 2026 (197 mln.) migliora con il dato di febbraio ma è tra i più bassi dell'ultimo decennio sui valori del 2019 (194 mln.). Rispetto al primo bimestre 2025, forte calo dei bandi sopra soglia UE (-50,0%) e crollo degli Accordi Quadro (-85,5%). Fra le gare più importanti quelle di ASPI per monitoraggi e di IRE (Infrastrutture Recupero Energia) per ospedale di Pietra Ligure.

LUPOI, OICE: "Il mercato è ai livelli del 2019, subito anticipazione obbligatoria e adeguamento delle tariffe, ormai ferme a 10 anni fa". L'ag-

giornamento dell'Osservatorio OICE/Informatel sul mercato dei servizi tecnici mostra, a febbraio, un'importante crescita del valore delle gare. Infatti, il valore dei bandi, ottenuto sommando l'importo delle gare per servizi di ingegneria (106,3 mln) al valore della progettazione esecutiva compresa negli appalti integrati (26,2 mln), raggiunge l'importo complessivo di 132,5 mln, evidenziando un'impennata nel confronto con gennaio (+104,8%). Non bene invece il raffronto con il primo bimestre del 2025, che riporta un calo del 41,9%, un dato che è frutto del miglioramento dell'ultimo mese rispetto al disastroso mese di gennaio.

Tuttavia, osservando il mercato da una prospettiva più ampia, anche sulla base dei dati raccolti nel periodo 2018-2024, continua a evidenziarsi un quadro che pare anticipare una tendenza nuovamente negativa. Infatti, confrontando il valore dei bandi del primo bimestre negli anni dal 2018 al 2026, quello dell'anno appena iniziato riporta uno tra i valori più bassi, intorno ai livelli del 2019.

Fra le gare di maggiore rilievo per l'affidamento di servizi di ingegneria e architettura emergono quelle di Autostrade per l'Italia S.p.A. che pubblica un bando per la sorveglianza visiva dei siti di interesse geotecnico, strutture di sostegno e presidio roccioso della rete in gestione ad Autostrade per l'Italia per un valore di 13,3 mln. e di IRE spa Infrastrutture Recupero Energia di Genova con un bando di progettazione per la realizzazione di

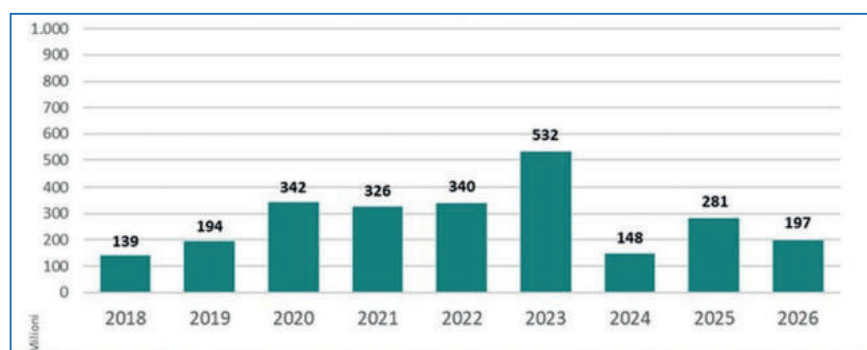
un nuovo ospedale "Santa Corona" di Pietra Ligure (Sv) (12,7 mln).

Così commenta i dati di febbraio il Presidente OICE, G. LUPOI: "Questi primi due mesi confermano la tendenza di ridimensionamento del mercato dei servizi tecnici che, a parte la pausa del 2024, aveva visto la domanda pubblica esplodere con il PNRR. Ad oggi siamo torna ai livelli del 2019 e dovremo verificare gli effetti legati alla prosecuzione degli interventi legati al PNRR che, con altre fonti finanziarie, andranno oltre le scadenze prefissate. Il tutto sullo sfondo di scenari di politica internazionale che ci si augura non compromettano i processi di internazionalizzazione in atto avviati da molte società e studi che guardano, dopo il PNRR e il Superbonus, alle opportunità dei mercati internazionali.

Sul mercato domestico emerge sempre più la necessità di ripristinare una maggiore concorrenza e trasparenza, di adeguare tariffe ormai obsolete, non congrue rispetto alle sempre maggiori prestazioni non quotate e soprattutto di rendere obbligatoria la disciplina dell'anticipazione e parificandola a quella dei lavori" (Fig. 2).

Le gare per tutti servizi di ingegneria e architettura (esclusi gli appalti integrati) rilevate a febbraio

sono state 143 e hanno raggiunto un importo di 106,3 mln, evidenziando un andamento del mercato solo apparentemente positivo. Infatti, a fronte di un'impennata su gennaio 2026 (+100,8%), il primo bimestre



(Fonte: OICE)

Figura 2 – Valore servizi tecnici nei primi due mesi dell'anno (per il valore è stato considerato l'importo dei servizi di architettura pura e quello della progettazione esecutiva affidata mediante appalto integrato).

dell'anno (con complessivi 159,3 mln) evidenzia un consistente calo del 41,9% sullo stesso periodo del 2025.

Diversamente, per quanto riguarda le gare di sola progettazione, nel mese di febbraio il mercato evidenzia un andamento estremamente positivo, sia nel lungo periodo, con un'impennata sul mese precedente (+230,9%). Il primo bimestre dell'anno (con 58,0 mln) evidenzia un +55,0% sullo stesso periodo dell'anno precedente.

I bandi per accordo quadro rilevati a febbraio sono stati 14, pari al 9,8% del totale dei bandi per servizi di ingegneria e architettura pubblicati, il loro valore di 18,5 mln. ha rappresentato invece il 17,4% dell'importo totale. Rispetto a gennaio 2026, si rileva un'impennata nel numero (+133,3%) a fronte di un +79,2 in valore.

Decisamente negativo, al contrario, il confronto del primo bimestre sullo stesso periodo dell'anno precedente, con un crollo in valore dell'85,5%. A febbraio 2026, le gare rilevate per appalto integrato sono state 79, con un importo della progettazione esecutiva compresa stimato in 26,2 mln. Rispetto al mese di gennaio, si evidenzia un'impennata sia nel numero delle gare (+113,5%), che nel valore dei servizi di progettazione compresi stimato (+123,1%).

Il confronto del primo bimestre 2026 con lo stesso periodo dell'anno precedente è decisamente positivo: +8,4% nel numero delle gare; +419,6% nel valore dei servizi relativi alla progettazione esecutiva.

A febbraio, in un contesto europeo che segna, nel breve periodo, una crescita del numero delle gare UE (+39,7% in confronto a gennaio), a fronte di una flessione del 10,8% su febbraio 2025, l'Italia, con 69 bandi, registra un deciso segno positivo, sia sul mese precedente (+72,5%), che nel confronto con febbraio 2025 (+19,0%). Anche il primo bimestre vede una crescita del 13,5% sullo stesso periodo dell'anno precedente. Per quanto riguarda gli interventi in PPP (sia avvisi per sollecitare propo-

ste da parte di promotori, sia avvisi di gara su PFTE di concessioni), che nel 2025 hanno raggiunto un valore complessivo di 9,7 mld., a tutto febbraio valgono 2,3 mld, con un +382,0% (Da: *Comunicato Stampa OICE*, 11 marzo 2026).

VARIE

Piemonte: Torino-Lione, presentata la prima talpa per lo scavo del tunnel di base in Italia

La gigantesca macchina, lunga 235 m, è stata consegnata nella fabbrica di Herrenknecht in Germania da dove verrà trasferita sul cantiere a Chiomonte, in Val di Susa

È lunga come due campi da calcio (Fig. 3), pesa migliaia di tonnellate ed è progettata per scavare in diverse situazioni geologiche con coperture fino a 2.000 m di roccia. La prima delle due maxi frese destinate al versante

italiano del tunnel di base del Moncenisio, cuore della futura linea ferroviaria Torino-Lione, è stata consegnata ufficialmente nello stabilimento Herrenknecht in Germania dove è stata costruita per il raggruppamento di imprese UXT (Itinera, Ghella e Spie Batignolles).

La TBM è destinata al cantiere di Chiomonte, in Val di Susa, dove realizzerà la seconda discenderia prima di proseguire con lo scavo della galleria sud del tunnel di base, già iniziato sul lato francese, avanzando sotto la montagna fino a Susa. A regime nei prossimi anni, saranno 7 le frese che realizzeranno il 75% degli scavi del tunnel di base in Italia e Francia.

Alla cerimonia di consegna, sancita dalla rotazione della testa della TBM, hanno partecipato il presidente D. BURSAX e il direttore generale M. BUFALINI di TELT, la società binazionale italo-francese responsabile della realizzazione e della futura ge-



(Fonte: TELT)

Figura 3 – È stata presentata nello stabilimento Herrenknecht in Germania la prima delle due maxi frese destinate a scavare il versante italiano del tunnel di base del Moncenisio della nuova linea ferroviaria Torino-Lione. La TBM, lunga come due campi da calcio e dotata di una testa dal diametro di 10,16 m, è destinata al cantiere di Chiomonte, in Val di Susa, dove realizzerà la seconda discenderia prima di proseguire con lo scavo della galleria sud del tunnel di base.

stione della sezione transfrontaliera della Torino-Lione, le imprese del raggruppamento UXT, e della direzione lavori IS2P (FS Engineering, ARX, Systra, Setec), oltre al console italiano a Friburgo P. FALCONE e la vicepresidente della Regione Piemonte, E. CHIORINO. Sono intervenuti da remoto il Vicepresidente del Consiglio dei Ministri e Ministro dei Trasporti e delle Infrastrutture italiano M. SALVINI e il Ministro dei Trasporti francese P. TABAROT.

M. BUFALINI, Direttore generale di TELT:

“In questo momento tocchiamo con mano i lavori della Torino-Lione che sono in pieno svolgimento: questa TBM ci dà la consapevolezza che l’opera entra ora in una nuova fase anche sul versante italiano. Il collegamento rappresenta una grande infrastruttura europea, pensata per rafforzare la mobilità sostenibile e l’integrazione tra i territori. Allo stesso tempo è una sfida tecnica di straordinaria complessità, resa possibile grazie al sostegno e alla collaborazione dei governi e dell’Europa, che continuano a credere nel valore strategico di questo progetto”.

D. BURSAUX, presidente di TELT:

“Mentre sono già stati scavati quasi 50 km di gallerie, di cui 20 km per il solo tunnel, il cantiere del tunnel di base del Moncenisio conoscerà una forte accelerazione nei prossimi mesi e negli anni a venire, con sette nuove frese) che scaveranno simultaneamente in Francia e in Italia. Non siamo soltanto il più grande cantiere di infrastruttura ferroviaria attualmente in attività sul nostro continente, con già più di 3.000 donne e uomini al lavoro: siamo anche i costruttori di un nuovo collegamento che ci permetterà di vivere in un’Europa meglio connessa e più sostenibile.”

W. MASI, Area Manager di Itinera e Presidente UXT:

“La consegna di questa TBM rappresenta una tappa fondamentale per l’avvio delle attività di scavo sul versante italiano del tunnel di base. Per il raggruppamento UXT è motivo di grande orgoglio poter contribuire

alla realizzazione di un’infrastruttura strategica per l’Europa, mettendo in campo competenze ingegneristiche, tecnologie avanzate e una collaborazione internazionale che sarà decisiva per affrontare una sfida costruttiva di questa portata”.

E. CHIORINO, Vicepresidente e Assessore al Lavoro della Regione Piemonte:

“La consegna della prima fresa destinata allo scavo del tunnel di base lato italiano è un momento importante e simbolico. Questa cerimonia rappresenta un passo concreto verso la realizzazione di un’infrastruttura strategica per l’Italia e l’Europa tutta. La Torino-Lione è una scelta di futuro che rafforza collegamenti, competitività e opportunità di sviluppo del territorio. Ma è anche un grande progetto di lavoro, che già attualmente coinvolge centinaia di persone nei cantieri e che nei prossimi anni genererà importanti occasioni occupazionali. Come Regione Piemonte stiamo accompagnando con decisione questo percorso e lo stiamo facendo attraverso politiche attive del lavoro e della formazione, affinché le opportunità create dalla Torino-Lione possano tradursi in lavoro e crescita per il nostro territorio. Lo facciamo nella convinzione che investire nelle infrastrutture significhi investire anche nelle competenze e nel capitale umano, nell’occupazione di qualità e nel futuro della nostra Nazione.”

- Nel cuore della mega-macchina che costruisce la galleria mentre la scava

La fresa ha una lunghezza complessiva di 235 m ed è composta da una testa dal diametro di 10,16 m e da uno scudo esterno che protegge il personale e la macchina durante lo scavo, permettendo di installare in sicurezza i conci prefabbricati che compongono il rivestimento della galleria.

La TBM è dotata di 13 motori capaci di generare una potenza totale di 4.550 kW e avanzerà di circa 10 m al giorno per mezzo di cilindri idraulici che poggiano sui conci. Il tipo di

avanzamento di questa TBM è semplice e costante lungo tutta la galleria, indipendentemente dalla qualità del terreno.

Per rispondere specificatamente ai bisogni di questo tratto di tunnel è stata costruita una TBM bimodale (“dual mode”), realizzata per attraversare sia rocce dure, operando in modalità “open mode”, sia terreni sciolti sottofalda, mediante modalità “closed mode”.

Nello scavo in “closed mode”, l’evacuazione dello smarino avviene utilizzando al posto del nastro trasportatore un circuito chiuso (*slurry system*) costituito da un frantoio capace di ridurre la dimensione delle rocce scavate e da una tubazione in grado di trasportare una miscela di acqua, bentonite e materiale frantumato fino all’esterno. Per affrontare questi tratti di scavo la TBM è dotata inoltre di una camera di compressione/decompressione iperbarica, nell’eventualità di attività umane in ambiente iperbarico, nonché di un sistema di navetta pressurizzata che consenta l’uscita del personale e la decompressione rallentata per periodi più lunghi senza pregiudicare il normale svolgimento dei lavori.

- Scavare nel cuore della montagna

La scelta di questo tipo di fresa è dovuta a diversi fattori: il tipo di geologia che caratterizza le zone di scavo, la grande profondità delle gallerie da realizzare (fino a 2000 m di sotto la montagna), la necessità di seguire ridotti raggi di curvatura in orizzontale e verticale e le alte temperature “naturali” presenti a queste profondità, messe in evidenza con il cunicolo esplorativo della Maddalena a Chiomonte che ha permesso di dimensionare questa nuova TBM.

- Il cantiere operativo CO3/4

Chiomonte è il principale cantiere italiano della sezione transfrontaliera; dal 2012 sito di interesse strategico nazionale, è il punto di accesso ai lavori per il tunnel di base del Moncenisio in Italia.

Nel cantiere sono previsti circa 30 km di scavo: con metodo tradizionale e con due frese dual mode. Oltre alle

due canne del tunnel di base saranno realizzate anche la discenderia Maddalena 2, i rami di collegamento tra le due canne, il sito di sicurezza sotterraneo di Clarea e la galleria artificiale all'imbocco Est di Susa.

Attualmente nel cantiere sono in corso le attività preparatorie per la ricezione della TBM: a gennaio sono terminati i lavori del nuovo svincolo di cantiere che consente la movimentazione di mezzi e materiali attraverso l'autostrada A32 (opera in committenza delegata Sitaf) ed è partita la realizzazione della paratia (tecnicamente "berlinese"), cui seguirà l'abbassamento del piazzale esistente per poi avviare lo scavo in tradizionale di circa 160 m della galleria Maddalena 2, da dove poi scenderà la fresa. La TBM sarà ora smontata e in un secondo momento sarà trasportata verso Chiomonte. Qui la testa con la parte dei motori sarà ri-assemblata sul piazzale per poi iniziare la sua discesa nella montagna nel 2027 dove dovrà scavare circa 10 km di tunnel per arrivare fino a Susa. Al picco delle attività, è previsto su questo cantiere l'impiego di circa 700 persone.

- Il punto sui lavori

La costruzione della sezione transfrontaliera della nuova linea Torino-Lione, 65 km tra Susa e Saint-Jean-de-Maurienne, procede sia all'aperto che in sotterraneo, in Italia e in Francia, con oltre 3.300 persone al lavoro. Un'infrastruttura complessa composta da due tunnel ferroviari paralleli, 4 discenderie e 204 *by-pass* di sicurezza. Al 28 febbraio 2026 sono stati scavati in totale più di 47 km di gallerie, di cui oltre 20 km di tunnel di base, pari a circa il 29% dei 164 km di gallerie previste per l'opera (Da: *Comunicato Stampa TELT*, 11 marzo 2026).

Nazionale: ANSFISA, Relazione Annuale delle Attività 2025, più controlli, più competenze, più innovazione

Un modello di vigilanza sempre più mirato, fondato sulla lettura del rischio e sulla conoscenza operativa delle reti: è questo il filo conduttore

della Relazione Annuale 2025 di ANSFISA, che fotografa un anno di crescita della capacità operativa e consolidamento metodologico su un perimetro infrastrutturale vasto e complesso. L'Agenzia, vigilata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, è chiamata a presidiare tre ambiti molto diversi, ferrovie, strade e autostrade, impianti fissi.

Nelle pagine della Relazione emerge con forza l'impegno a sostenere lo sforzo di tutto il settore verso la prevenzione. "Dagli adempimenti vogliamo passare alla cultura della gestione del rischio—dichiara D. CAPO-MOLLA, direttore di ANSFISA—i nostri ispettori non verificano solo la regolarità delle carte, ma valutano lo stato reale e il rischio operativo dell'opera. Sicurezza significa utilizzare l'analisi dei dati e l'osservazione diretta per intervenire preventivamente laddove i modelli matematici o l'esperienza sul campo segnalano una potenziale criticità. Superare la logica della pura conformità formale ci permette di essere molto più efficaci e di dare risposte concrete laddove il rischio è maggiore".

Nel 2025 questo approccio si è tradotto nell'intensificazione delle verifiche sul campo, nel rafforzamento degli strumenti regolatori, nelle partnership operative e nell'integrazione delle nuove tecnologie e degli strumenti digitali che rendono le attività di controllo più comparabili, tracciabili ed efficaci.

Sulle ferrovie, la vigilanza ha combinato supervisione di sistema e ispezioni operative, con una presenza più capillare sul territorio: nel corso dell'anno sono state svolte 130 attività ispettive su imprese ferroviarie, con 946 treni ispezionati e oltre 8.600 elementi verificati, affiancate da attività di audit e *follow-up* sui processi di sicurezza. Particolare attenzione è stata riservata ai punti sensibili della rete come i passaggi a livello e ai segmenti "ad alta sensibilità" come il trasporto delle merci pericolose. Al centro dei processi di vigilanza anche organizzazione, fattore umano e maturità dei sistemi di gestione della sicurezza.

Sul comparto stradale e autostradale, la sfida è quella del "rischio diffuso": un'estensione molto ampia, una pluralità di gestori e capacità operative eterogenee richiedono criteri di priorità basati sul rischio e standard di riferimento condivisi. Nel 2025 ANSFISA ha intensificato l'attività ispettiva arrivando a 3.536 km di rete ispezionati e quasi 600 opere d'arte verificate; inoltre, sulle gallerie della rete transeuropea, sono stati effettuati 50 sopralluoghi ispettivi a supporto della Commissione permanente, contribuendo ad accelerare i percorsi di messa in servizio e adeguamento secondo i requisiti della normativa europea.

Nel settore degli impianti fissi (metropolitane, tramvie, impianti a fune e altri sistemi), la Relazione evidenzia invece un incremento significativo delle attività di analisi e supervisione: 6.916 attività svolte, pari a circa +34% rispetto al 2024. In parallelo, ANSFISA ha continuato a lavorare su regole più moderne, efficienza dei procedimenti autorizzativi, qualificazione del personale e trasformazione digitale come leva di trasparenza e monitoraggio.

Un capitolo trasversale riguarda infine il dissesto idrogeologico, affrontato come fattore che incide direttamente su continuità e sicurezza delle infrastrutture del territorio. Nel 2025 il lavoro tecnico e di confronto ha portato alla pubblicazione del Libro Bianco sul dissesto idrogeologico e le infrastrutture di trasporto, che sarà accompagnato da un piano di iniziative territoriali nel 2026 per condividere conoscenze, buone pratiche e criteri di prevenzione a contatto con i contesti locali più esposti.

Tutti questi dati restituiscono una fotografia di un Paese che, pur avendo compiuto passi avanti sul fronte del monitoraggio e della capacità di intervento, deve continuare a investire in manutenzione programmata, competenze e omogeneità degli standard, per ridurre le fragilità accumulate nel tempo e rafforzare la prevenzione.

Il Direttore dell'Agenzia commentando i dati ribadisce che "la sicurezza non può essere un compito

delegato a un unico soggetto, ma il risultato finale di una sinergia tra chi progetta, chi gestisce e chi controlla. ANSFISA ha il ruolo di presidiare i metodi, definire gli standard e verificare il rispetto delle regole, anche per tale motivo ha finalizzato dei

protocolli di intesa con alcune Procure che danno la possibilità di interpretare le norme, gli eventi calamitosi e le cause dei disastri naturali o antropici in maniera univoca. Tuttavia, la manutenzione quotidiana e la gestione operativa restano respon-

sabilità dirette dei soggetti competenti. Solo se ogni anello della catena mette la prevenzione al centro del proprio operato, il sistema Paese potrà contare su infrastrutture davvero resilienti” (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 23 febbraio 2026)

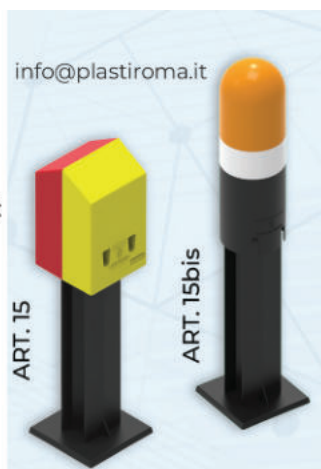
PICCHETTI INDICATORI in materiale plastico

I Picchetti indicatori sono enti di piazzale di diverse forme e funzioni, quelli da noi proposte sono i seguenti:

- Picchetto indicatore per circuiti di binario CdB
- Picchetto indicatore punto informativo posticipato (PI posticipato)
- Picchetto limite speciale per CdB per im mobilizzazione dei deviatori telecomandati.
- Picchetto indicatore della posizione dei pedali di comando dei P.L. automatici
- Picchetto indicatore della posizione dei pedali B.E.

Proprietà migliorative:

- Peso (≈ 4 Kg), decisamente ridotto rispetto al prodotto in uso;
- Maggior stabilità del prodotto in condizioni di pietrisco, grazie allo storico supporto utilizzato per la messa in posa delle cassette da CdB;
- Maggior durata delle colorazioni nel corso degli anni grazie al materiale plastico PC colorato sottoposto a trattamento anti-UV che compone il picchetto di cui è formato e la verniciatura dello stesso con i colori indicati;
- Prezzo estremamente ridotto rispetto al prodotto tradizionale, grazie al materiale, al peso ridotto, manutenzione, e facilità di gestione.

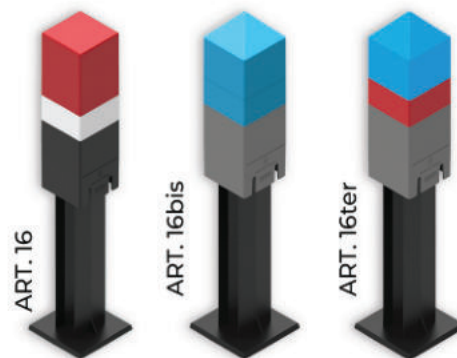


info@plastiroma.it



Copertura in plastica per picchetto indicatore in calcestruzzo da CdB

Per eliminare il problema della sverniciatura del picchetto, la nostra azienda propone una copertura in materiale plastico verniciato con trattamento anti-UV.



IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE

La rivoluzione con il ferro

Il tesoro nascosto per la rigenerazione delle città italiane

Claudio Cipollini - Giovanni Costa



Intero € 40,00
Sconto Soci CIFI 20%

PER INFO E PRENOTAZIONI

info@cifi.it



+39 - 064742986 - 064882129



CIFI
COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI

Notizie dall'estero

News from foreign countries

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA **RAILWAY TRANSPORTATION**

Finlandia: la prima trazione automatica di un treno con ETCS e ATO nella regione nordica

Siemens Mobility ha raggiunto un traguardo storico in Finlandia, effettuando la prima trazione automatica di un treno nella regione nordica su una linea principale dotata di ETCS. La dimostrazione, svoltasi con successo sul tratto di 19 km tra Juurikorpi e Hamina, ha evidenziato la perfetta integrazione della trazione automatica con il Sistema Europeo di Controllo dei Treni (ETCS) di Livello 2. Utilizzando un treno modernizzato di proprietà di Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy (JKOY) e gestito da VR-Yhtymä Oyj (VR), Siemens Mobility ha dimostrato la tecnologia ferroviaria digitale all'avanguardia, garantendo arresti automatici precisi, accelerazione fluida e frenata controllata. Queste corse di prova semiautomatiche (GoA2) hanno sottolineato la stabilità, la ripetibilità e l'innovazione del sistema in condizioni reali di linea principale, segnando un significativo passo avanti nella digitalizzazione dell'infrastruttura ferroviaria finlandese. Sfruttando al massimo le infrastrutture esistenti, il sistema ATO basato su ETCS migliora la capacità, l'efficienza e la puntualità del traffico ferroviario principale, offrendo vantaggi concreti per le operazioni ferroviarie.

“L'introduzione dell'ATO su ETCS in Finlandia – e per la prima volta nei Paesi nordici – rappresenta una pietra miliare nella modernizzazione del sistema ferroviario”, afferma M. Lu-

dwig, CEO Rail Infrastructure di Siemens Mobility. “Questa dimostrazione segna un passo significativo verso un trasporto ferroviario più efficiente e sostenibile in Finlandia. Siamo orgogliosi di guidare questa trasformazione insieme al programma Digirail. Grazie alla nostra tecnologia, i nostri clienti possono aumentare la capacità del 30%, migliorare significativamente la puntualità e risparmiare oltre il 30% di energia.”

“L'automazione dei treni, combinata con moderni sistemi di sicurezza, aumenta la capacità, migliora la sicurezza e garantisce una maggiore prevedibilità delle operazioni ferroviarie. La fase di test rappresenta un passo importante verso il trasporto ferroviario automatizzato ed è il risultato concreto di anni di stretta collaborazione”, dichiara E. SIRKIÄ, Direttore del programma Digirail presso l'Agenzia finlandese per le infrastrutture di trasporto.

“Queste prove dimostrano chiaramente cosa si può ottenere quando gli operatori del settore ferroviario collaborano strettamente per raggiungere un obiettivo comune. L'automazione dei treni consente operazioni più sicure, puntuali ed efficienti dal punto di vista energetico, permettendo al contempo un utilizzo più efficiente della rete ferroviaria. La Finlandia vanta una solida esperienza nello sviluppo del traffico ferroviario e iniziative come questa fanno progredire costantemente l'intero settore verso il futuro del trasporto ferroviario”, afferma S. JÄRVENPÄÄ, CEO di Fintraffic Railway Ltd.

In queste prove, Siemens Mobility ha dimostrato come il treno abbia effettuato un arresto automatico da 100

km/h con una precisione da 30 a 80 cm, dimostrando al contempo un'accelerazione fluida e una frenata controllata sotto la supervisione dell'ATO (*Automated Tracking Operator*). Il test ha evidenziato la perfetta interazione tra il Sistema Europeo di Controllo dei Treni (ETCS) di Livello 2 e l'automazione di bordo, garantendo operazioni stabili, ripetibili ed efficienti in condizioni reali di esercizio su linea principale.

L'ETCS è un sistema standardizzato di segnalamento e controllo che migliora la sicurezza ferroviaria monitorando costantemente la velocità e l'autorità di movimento dei treni. Sostituisce i sistemi nazionali frammentati con uno standard europeo comune. Partendo da queste basi, ATO integra ETCS automatizzando attività operative chiave come accelerazione, decelerazione, frenata e arresto, ottimizzando ulteriormente la puntualità, il flusso del traffico e il consumo energetico.

- Digitalizzazione del sistema ferroviario finlandese

Nel 2024, Siemens Mobility si è aggiudicata due contratti a supporto dell'innovativa iniziativa finlandese Digirail per la modernizzazione dell'infrastruttura ferroviaria. Nell'ambito di questo progetto, Siemens sta equipaggiando, a scopo di test, due treni con tecnologia di bordo, che consente una comunicazione continua tra treni e infrastruttura ferroviaria. Questo sistema avanzato di controllo dei treni aumenterà la capacità della rete, migliorerà la sicurezza e ridurrà le interruzioni operative.

Inoltre, Siemens Mobility sta modernizzando la prima tratta commerciale (EKA) della linea Tampere-Pori/Rauma utilizzando Signaling X, una piattaforma virtualizzata predisposta per il cloud che sfrutta hardware commerciale standard (COTS). Questa soluzione innovativa semplifica l'infrastruttura, garantisce operazioni efficienti e definisce un nuovo standard per i sistemi ferroviari digitali. Il primo tratto dovrebbe entrare in funzione entro il 2029, segnando una tappa fondamentale per un trasporto

ferroviario più sicuro e sostenibile in Finlandia.

Sotto la guida del Ministero dei Trasporti finlandese, Digirail implementerà il sistema ETCS a livello nazionale, sostituendo i sistemi obsoleti per garantire un servizio ferroviario più sicuro, efficiente e sostenibile. Siemens Mobility è un partner fondamentale nella realizzazione di questo progetto trasformativo (Fonte: Siemens Mobility, 10 marzo 2026).

Finland: Nordic Region's First Automated Train Drive with ETCS and ATO

Siemens Mobility achieved a historic milestone in Finland, conducting the Nordic region's first-ever automated train operation on an ETCS-equipped mainline. The successful demonstration, held on the 19-kilometer-long route between Juurikorpi and Hamina, showcased the seamless integration of Automatic Train Operation with the European Train Control System Level 2. Using a modernized train owned by Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy (JKOY) and operated by VR-Yhtymä Oyj (VR), Siemens Mobility demonstrated state-of-the-art digital rail technology, delivering precise automated stops, smooth acceleration, and controlled braking. These semi-automatic (GoA2) test runs underscored the stability, repeatability, and innovation of the system in real-world mainline conditions, marking a significant step forward in the digitalization of Finland's rail infrastructure. By maximizing the use of existing infrastructure, the ATO system based on ETCS enhances the capacity, efficiency and punctuality of mainline traffic, offering clear benefits for rail operations.

"Introducing ATO over ETCS to Finland – and for the first time to the Nordic countries – is a major milestone in modernizing the railway system," says M. LUDWIG, CEO Rail Infrastructure at Siemens Mobility. "This demonstration marks a significant step toward more efficient and sustainable rail transport in Finland. We are proud to drive this transformation alongside the Digirail programme. With our tech-

nology, our customers can increase capacity by 30%, significantly improve punctuality, and save over 30% energy."

"Train automation combined with modern safety systems increases capacity, enhances safety, and brings greater predictability to rail operations. The testing phase marks a significant step toward automated rail transport and stands as a concrete result of years of close collaboration," says Director E. SIRKIÄ, who is responsible for Digirail programme in Finnish Transport Infrastructure Agency.

"These test runs clearly demonstrate what can be achieved when railway stakeholders work closely together towards a shared goal. Train automation enables safer, more punctual and more energy-efficient operations, while also allowing the rail network to be used more efficiently. Finland has strong expertise in developing rail traffic, and initiatives like this move the entire sector steadily forward towards the future of rail traffic," says S. JÄRVENPÄÄ, CEO of Fintraffic Railway Ltd.

In these runs, Siemens Mobility showcased how the train performed an automated stop from 100 km/h with a precision of 30 to 80 cm, while also demonstrating smooth acceleration and controlled braking under ATO supervision. The test highlighted the seamless interaction between the European Train Control System (ETCS) Level 2 and onboard automation, ensuring stable, repeatable, and efficient operations in real-world mainline conditions.

ETCS is a standardized signaling and control system that enhances rail safety by continuously supervising train speed and movement authority. It replaces fragmented national systems with a common European standard. Building on this, ATO complements ETCS by automating key operational tasks like acceleration, coasting, braking, and stopping, further optimizing punctuality, traffic flow, and energy consumption.

- **Digitalizing Finland's Rail System**

In 2024, Siemens Mobility secured two contracts supporting Finland's

forward-thinking Digirail initiative to modernize its railway infrastructure. As part of this effort, Siemens is equipping, for test purposes, two trains with onboard unit technology, enabling seamless communication between trains and rail infrastructure. This advanced train control system will increase network capacity, enhance safety, and reduce operational disruptions.

Moreover, Siemens Mobility is modernizing the first commercial section (EKA) of the Tampere–Pori/Rauma line using Signaling X, a cloud-ready, virtualized platform that leverages commercial off-the-shelf (COTS) hardware. This innovative solution simplifies infrastructure, ensures efficient operations, and sets a new standard for digital rail systems. The first segment is scheduled to be operational by 2029, marking a major milestone for safer and more sustainable rail transportation in Finland.

Led by Finland's Ministry of Transport, Digirail will implement ETCS nationwide, replacing aging systems to deliver safer, more efficient, and sustainable rail operations. Siemens Mobility is a vital partner in shaping this transformative project (From: Siemens Mobility, March 10th, 2026).

India: inaugurato il corridoio Delhi–Meerut

Inaugurata la nuova linea Delhi–Meerut, primo tratto del corridoio Rapid Rail Transit System-Namo Bharat, una delle infrastrutture ferroviarie più strategiche dell'India settentrionale.

Un traguardo di particolare rilievo per FS Engineering, società di ingegneria del Gruppo FS Italiane, impegnata in joint venture con la spagnola Ayesa nel ruolo di General Consultant per il Corridoio Delhi-Ghaziabad-Meerut, primo sistema di trasporto rapido regionale dell'India dedicato agli spostamenti interurbani ad alta velocità. La società ha supportato tutte le fasi di sviluppo dell'opera mettendo a disposizione competenze ingegneristiche di livello globale e una consolidata esperienza nella realizzazione di sistemi ferroviari complessi e ad

alta capacità. Per FS Engineering, l'entrata in esercizio del corridoio rappresenta una milestone strategica e conferma il valore del contributo tecnico del Gruppo FS nei principali programmi infrastrutturali internazionali.

L'attivazione della nuova tratta rappresenta un passo determinante per lo sviluppo del sistema di trasporto rapido nel Nord dell'India e costituisce un elemento chiave nella trasformazione della mobilità quotidiana nell'area della National Capital Region (NCR) e nello Stato dell'Uttar Pradesh. L'infrastruttura progettata per consentire ai treni di viaggiare a una velocità massima di 180 km/h garantirà tempi di spostamento fra Delhi e Meerut inferiori ai 60 minuti. Una importante particolarità di questo progetto consiste nell'utilizzo della stessa infrastruttura per la metropolitana nel tratto Meerut-Modipuram, con la velocità operativa di 120 km/h, configurandola come la metropolitana più veloce del Paese. Il valore complessivo dell'opera è di circa 2,7 miliardi di euro.

La nuova stazione di Sarai Kale Khan, inaugurata anch'essa in occasione della cerimonia che ha visto la presenza del Primo Ministro indiano Narendra Modi e dello Chief Minister dell'Uttar Pradesh Yogi Adityanath, assume un ruolo strategico nell'intermodalità della capitale indiana consentendo collegamenti diretti con la metropolitana di Delhi, la stazione ferroviaria di Hazrat Nizamuddin e il terminal bus ISBT Vir Haqiqat Rai. La struttura rappresenterà inoltre un nodo di convergenza con le linee Delhi-Meerut, Delhi-Panipat-Karnal e Delhi-SNB-Alwar, attualmente in fase di realizzazione. A opere ultimate, la rete di trasporto pubblico dell'area metropolitana di Delhi raggiungerà circa 750 km.

FS Engineering consolida così la propria presenza nel mercato indiano dove è impegnata in numerosi programmi strategici: dalla progettazione e project management della linea ferroviaria Rishikesh-Kanpur, che include il Tunnel

dell'Himalaya nello Stato di Uttarakhand, ai servizi di General Consultancy per le metropolitane di Kanpur e Agra. La società del Gruppo FS ha inoltre contribuito alla realizzazione delle linee metropolitane di Mumbai-Linea 2B e Linea 7, inaugurata a gennaio 2023, e alla progettazione e supervisione lavori del ponte ferroviario Anji Khad, opera iconica che attraversa l'omonimo fiume collegando il Kashmir alle regioni nord-occidentali del Paese.

Con il suo know-how altamente specialistico riconosciuto a livello internazionale e all'impiego di metodologie digitali avanzate, FS Engineering si conferma tra i principali player globali nel campo dell'ingegneria ferroviaria, convenzionale e alta velocità, nel trasporto metropolitano e stradale, contribuendo allo sviluppo delle infrastrutture strategiche per la mobilità del futuro (Da: *Comunicato Stampa FS Engineering, Gruppo FSI*, 13 marzo 2026).

India: Delhi-Meerut Corridor Inaugurated

The new Delhi-Meerut line, the first section of the Rapid Rail Transit System-Namo Bharat corridor, one of the most strategic railway infrastructures in northern India, has been inaugurated.

This is a particularly significant milestone for FS Engineering, an engineering company within the FS Italiane Group, which is involved in a joint venture with Spain's Ayesa as General Consultant for the Delhi-Ghaziabad-Meerut Corridor, India's first regional rapid transit system dedicated to high-speed intercity travel. The company supported all phases of the project's development, providing world-class engineering expertise and consolidated experience in the construction of complex, high-capacity railway systems. For FS Engineering, the corridor's entry into service represents a strategic milestone and confirms the value of the FS Group's technical contribution to major international infrastructure programs.

The opening of the new line rep-

resents a crucial step in the development of the rapid transit system in Northern India and is a key element in transforming daily mobility in the National Capital Region (NCR) and the state of Uttar Pradesh. The infrastructure, designed to allow trains to travel at a maximum speed of 180 km/h, will ensure travel times between Delhi and Meerut of less than 60 minutes. A key feature of this project is the use of the same infrastructure for the Meerut-Modipuram metro line, with an operating speed of 120 km/h, making it the fastest metro in the country. The overall value of the project is approximately €2.7 billion.

The new Sarai Kale Khan station, also inaugurated during a ceremony attended by Indian Prime Minister Narendra Modi and Uttar Pradesh Chief Minister Yogi Adityanath, plays a strategic role in the Indian capital's intermodal transport system, providing direct connections to the Delhi Metro, the Hazrat Nizamuddin railway station, and the ISBT Vir Haqiqat Rai bus terminal. The station will also serve as a hub for the Delhi-Meerut, Delhi-Panipat-Karnal, and Delhi-SNB-Alwar lines, currently under construction. Once completed, the Delhi metropolitan area's public transport network will extend approximately 750 km.

FS Engineering thus consolidates its presence in the Indian market, where it is involved in numerous strategic programs: from the design and project management of the Rishikesh-Kanpur railway line, which includes the Himalayan Tunnel in the state of Uttarakhand, to general consultancy services for the Kanpur and Agra metros. The FS Group company also contributed to the construction of the Mumbai metro lines—Line 2B and Line 7, inaugurated in January 2023—and to the design and construction supervision of the Anji Khad railway bridge, an iconic structure spanning the Anji Khad River, connecting Kashmir to the country's northwestern regions.

With its highly specialized, internationally recognized expertise and its use of advanced digital methodologies, FS Engineering confirms its

position as a leading global player in conventional and high-speed railway engineering, metropolitan and road transport, contributing to the development of strategic infrastructure for the mobility of the future. (From: FS Engineering, FSI Group Press Release, March 13th, 2026)

Svezia: Manutenzione di undici anni per i treni di Västtågen

Alstom conferma la sua solida posizione in Svezia attraverso la prosecuzione della partnership con Statens Järnvägar (SJ) per la gestione e la manutenzione della flotta di Västtågen. Västtrafik, l'ente responsabile del trasporto pubblico nella Svezia occidentale, ha assegnato all'operatore SJ il nuovo contratto di gestione della flotta, con Alstom che continuerà a essere il partner locale di SJ per la manutenzione del materiale rotabile, in base a un accordo del valore di poco inferiore a 200 milioni di euro (Fig. 1). Alstom contribuisce così a garantire servizi ferroviari sicuri, affidabili e di alta qualità per i viaggiatori della regione.

“Questo accordo conferma l'impegno e la qualità che contraddistinguono il nostro lavoro. Insieme ad Alstom, abbiamo costruito una partnership solida e duratura che crea le condizioni stabili per continuare a sviluppare Västtågen e offrire servizi affidabili ai passeggeri”, afferma H. ISAKSSON, CEO di SJ Götalandståg.

“Siamo molto lieti di aver ricevuto ancora una volta l'incarico per la manutenzione e lo sviluppo del materiale rotabile di Västtågen, frutto della nostra solida collaborazione con SJ. Desidero inoltre ringraziare sentitamente i nostri tecnici e tutti gli altri dipendenti che al momento lavorano a questo progetto. È grazie al loro impegno e all'elevata qualità del servizio che abbiamo consolidato la nostra posizione nella regione”, afferma M. GRANBERG, Responsabile Manutenzione Materiale Rotabile per i Paesi Nordici di Alstom.

• Un forte impegno per l'eccellenza

L'accordo di manutenzione, della durata di 11 anni, entrerà in vigore a dicembre 2027. Prevede una maggiore responsabilità in materia di manutenzione, che ora include la manutenzione pesante di veicoli e componenti, nonché una forte attenzione allo sviluppo e all'implementazione delle soluzioni di manutenzione digitale di Alstom. I lavori sono già iniziati con una fase preparatoria di circa 20 mesi. La natura a lungo termine del contratto fornisce una solida base per continuare a sviluppare nel tempo il Centro di Prestazioni di Manutenzione di Alstom a Göteborg. Grazie alla sua competenza specialistica e alle sue capacità avanzate, il centro supporta tutte le attività di manutenzione di Alstom nella regione.

La controllata di SJ AB, SJ Götalandståg, gestisce i servizi di Västtågen dal 2012 e Alstom è responsabile della manutenzione del materiale rotabile della flotta da oltre un decennio. Per Alstom, l'incarico dimostra il suo costante impegno per la mobilità sostenibile, l'eccellenza operativa e lo sviluppo delle competenze in Svezia, nonché il supporto sia per le flotte di materiale rotabile esistenti sia per l'introduzione di nuovi treni che Alstom consegnerà durante il periodo contrattuale (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 11 marzo 2026).

Sweden: 11-year maintenance agreement for Västtågen trains

Alstom is confirming its strong position in Sweden through a continued partnership with Statens Järnvägar (SJ) for the operation and maintenance of the Västtågen fleet. Västtrafik, responsible for public transport in Western Sweden, has awarded the operator SJ the new fleet operation contract, with Alstom continuing as SJ's local partner for rolling stock maintenance, under an agreement worth slightly below 200 million euros. Alstom is thereby contributing to the safe, reliable, and high-quality rail services for travellers in the region (Fig. 1).

“This is a confirmation of the commitment and quality that characterise our work. Together with Alstom, we have built a strong and long-term partnership that creates stable conditions for continuing to develop Västtågen and deliver reliable services for passengers,” says H. ISAKSSON, CEO of SJ Götalandståg.

“We are very pleased to have been entrusted once again with responsibility for the maintenance and rolling stock development of Västtågen, the result of our strong collaboration with SJ. I would also like to extend a sincere thank you to our technicians and all other employees working with in this tday. It is thanks to their commitment and consistently high quality of delivery that we have strengthened our position in the region,” says M. GRANBERG,



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – Dal 2012, Västtågen è il marchio commerciale delle linee ferroviarie regionali gestite da Västtrafik nella Svezia occidentale.

Figure 1 – Since 2012, Västtågen has been the commercial brand name for the regional railway lines operated by Västtrafik in western Sweden.

Rolling Stock Maintenance for Nordics at Alstom.

- *A strong commitment to excellence*

The 11-year maintenance agreement will start in December 2027. It includes a greater maintenance responsibility now encompassing heavy maintenance of vehicles and components, as well as a strong focus on the development and implementation of Alstom's digital maintenance solutions. Work is now starting with a preparation phase of approximately 20 months. The long-term nature of the contract provides a solid foundation to continue developing Alstom's Maintenance Performance Centre in Gothenburg over time. With its specialised expertise and advanced capabilities, the centre supports Alstom's entire maintenance operations in the region.

SJ AB's subsidiary, SJ Götalandståg, has operated Västtågen services since 2012, and Alstom has been responsible for rolling stock maintenance of the fleet for more than a decade. For Alstom, the assignment demonstrates its continued focus on sustainable mobility, operational excellence and expertise development in Sweden, as well as support for both existing rolling stock fleets and the introduction of new trains which Alstom is delivering during the contract period (From: Alstom Press Release, March 11th, 2026).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Internazionale: consolidamento del corridoio intermodale Duisburg - Milano

Salgono da sei a dieci i collegamenti settimanali di TX Logistik per ciascuna direzione. FS Logistix, società del Gruppo FS, aumenta la frequenza dei collegamenti intermodali tra Duisburg e Milano operati dalla controllata tedesca TX Logistik. Dall'inizio del 2026, le due sedi operative sono collegate da dieci round trip settimanali, con due collegamenti giornalieri per ciascuna direzione. In

precedenza, le corse A/R settimanali erano sei.

Sulla tratta tra la regione della Ruhr e la Lombardia vengono trasportati merci e beni di consumo di ogni tipo. Ogni treno può trasportare 1.600 tonnellate distribuite su 34 unità di carico in entrambe le direzioni. Non sono previste restrizioni al trasbordo dalla strada alla ferrovia; è possibile caricare qualsiasi tipo di merce, dai semirimorchi ai container da 30 e 45 piedi, fino ai container cisterna da 20 e 25 piedi. Grazie al sistema di movimentazione NIK (Neutral Intermodal Key, ex Nikrasa) sviluppato da TX Logistik, in soli due minuti è possibile caricare su rotaia in modo rapido e semplice anche qualsiasi tipo di semirimorchio non movimentabile.

Tuttavia, il trasbordo delle merci nella seconda città più grande d'Italia non verrà più gestito da Milano Segrate, ma dal Terminal di Milano Smistamento, Smistamento (MIST e Messina). Questo cambiamento offrirà a TX Logistik maggiori capacità di smistamento per processi scorrevoli e più spazio operativo nel terminal ferroviario. Ciò consentirà inoltre una lavorazione più rapida e una maggiore flessibilità con un miglioramento delle prestazioni complessive a vantaggio dei clienti intermodali dell'azienda.

A Duisburg, lo "Ziel Terminal", di cui TX Logistik detiene una partecipazione, rimane l'hub per i collegamenti con l'Italia. Si trova nella zona portuale di Duisburg a Hohenbudberg e dispone di sette binari di trasbordo, ciascuno lungo 720 m, due binari di smistamento e due potenti gru a ponte per il trasbordo tra strada e ferrovia.

Secondo TX Logistik, l'aumento della capacità risponde a una domanda sempre più sostenuta di trasporto merci tra Germania e Italia. Fornendo capacità aggiuntiva, l'obiettivo è quello di offrire a spedizionieri e trasportatori una flessibilità e una sicurezza di pianificazione ancora maggiori per il trasporto delle loro merci su rotaia (Da: *Comunicato Stampa Logistix, Gruppo FS*, 28 gennaio 2026).

International: Consolidation of the Duisburg-Milan Intermodal Corridor

TX Logistik's weekly connections in each direction are increasing from six to ten. FS Logistix, a company of the FS Group, is increasing the frequency of intermodal connections between Duisburg and Milan operated by its German subsidiary TX Logistik. Since the beginning of 2026, the two operating locations will be connected by ten weekly round trips, with two daily connections in each direction. Previously, there were six weekly round trips.

The route between the Ruhr region and Lombardy transports all types of goods and consumer goods. Each train can carry 1,600 tons distributed across 34 load units in both directions. There are no restrictions on transferring from road to rail; any type of goods can be loaded, from semi-trailers to 30- and 45-foot containers, and even 20- and 25-foot tank containers. Thanks to the NIK (Neutral Intermodal Key, formerly Nikrasa) handling system developed by TX Logistik, even any type of non-movable semi-trailer can be quickly and easily loaded onto the rails in just two minutes.

However, freight transshipment in Italy's second-largest city will no longer be handled by Milano Segrate, but by the Milano Smistamento, Smistamento Terminal (MIST and Messina). This change will provide TX Logistik with increased sorting capacity for smoother processes and more operating space in the rail terminal. This will also enable faster processing and greater flexibility, improving overall performance for the company's intermodal customers.

In Duisburg, the "Ziel Terminal," in which TX Logistik holds a stake, remains the hub for connections to Italy. It is located in the Duisburg port area in Hohenbudberg and has seven transshipment tracks, each 720 m long, two marshalling tracks, and two powerful overhead cranes for transferring goods between road and rail.

According to TX Logistik, the capacity increase responds to an increasingly strong demand for freight transport between Germany and Italy. By

providing additional capacity, the aim is to offer freight forwarders and carriers even greater flexibility and planning certainty for the transport of their goods by rail. (From: Logistix Press Release, FSI Group, January 28th, 2026)

**TRASPORTI URBANI
URBAN TRANSPORTATION**

USA: quattro nuovissimi treni Alstom entrano in servizio all'aeroporto internazionale di Tampa

L'aeroporto di Tampa (TPA) ha ordinato un totale di 16 treni Innovia R di ultima generazione per sostituire i treni APM (anch'essi prodotti da Alstom) di 30 anni, che hanno percorso oltre 1 milione di miglia ciascuno (Fig. 2). Il modello di terza generazione è più silenzioso, più facile da mantenere e più efficiente dal punto di vista energetico. Gli interni presentano un'illuminazione migliorata, schermi informativi video aggiornati e porte con sistemi di rilevamento degli ostacoli. Inoltre, Alstom sta installando il suo sistema di controllo automatico dei treni Urbalis Flo, che consente ai treni di circolare con maggiore frequenza, aumentando la capacità del sistema e riducendo i tempi di attesa dei passeggeri.

“Dal 1971 Alstom collabora con l'aeroporto di Tampa per garantire spostamenti rapidi e affidabili ai passeggeri; alcuni dei veicoli che abbiamo fornito hanno percorso oltre un milione di miglia. Siamo orgogliosi di celebrare un nuovo traguardo in questa partnership decennale, introducendo in servizio i nostri veicoli APM più recenti e avanzati, progettati e prodotti negli Stati Uniti”, ha dichiarato M. KEROUILLÉ, Presidente di Alstom America. “Questo rappresenta un passo importante del nostro impegno più ampio a supporto del miglioramento del sistema di navette dell'aeroporto”.

“Le navette, fiore all'occhiello dell'aeroporto di Tampa, risalgono alla sua apertura nel 1971 e, al loro



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 – Uno dei quattro nuovi APM di Alstom entrati in servizio presso l'aeroporto internazionale di Tampa, in Florida
Figura 2 – One of the four new Alstom APMs that entered service at Tampa International Airport in Florida.

debutto, furono le prime del loro genere in qualsiasi aeroporto del mondo”, ha affermato M. STEPHENS, CEO dell'aeroporto internazionale di Tampa. “Ora siamo orgogliosi di offrire un'altra novità assoluta: Tampa è il primo aeroporto al mondo a offrire queste nuovissime navette, abbinate alla nuova tecnologia e al sistema operativo che le gestirà”.

- Una partnership di lunga data

Questo traguardo rappresenta l'ultimo capitolo della collaborazione cinquantacinquennale tra Alstom e l'Aeroporto Internazionale di Tampa (TPA). Tutto ebbe inizio con l'apertura del TPA nell'aprile del 1971, quando venne installato un sistema APM (*Automatic Passenger Management*) prodotto da Alstom per collegare i viaggiatori dal terminal centrale ai quattro terminal di imbarco. Fu la prima volta al mondo che un sistema di trasporto senza conducente venne impiegato in un aeroporto, un'innovazione che è stata ampiamente imitata ed è ora una caratteristica standard della progettazione aeroportuale. Alstom si è occupata anche della manutenzione del sistema APM a Tampa sin dalla sua entrata in funzione.

I primi quattro veicoli Innovia R sono attualmente in servizio come navette Blue da e per i terminal A e C (noti come “airside”). Entro la fine dell'anno, i collegamenti APM con tre dei quattro terminal di imbarco

dell'aeroporto saranno dotati di nuovi veicoli e del nuovo sistema di segnalazione. Alstom sta inoltre costruendo le guide, il sistema di segnalamento e i veicoli per il futuro Airside D, la cui apertura è prevista per il 2028.

Tutti i veicoli APM sono prodotti nello stabilimento Alstom di West Mifflin, in Pennsylvania, vicino al sito in cui i primi APM furono sviluppati e testati negli anni '60.

- Leader di mercato

Leader di mercato da oltre 50 anni, il sistema di trasporto automatico di persone (APM) senza conducente Innovia è una soluzione di trasporto efficiente, appositamente progettata per offrire un servizio rapido e conveniente ai pendolari tra i terminal aeroportuali, da e per gli aeroporti o all'interno delle città. I treni sono composti da singole vetture accoppiate tra loro per garantire la massima flessibilità operativa. Si muovono su una guida dedicata, sotterranea, a livello del suolo o sopraelevata, evitando interferenze con il traffico stradale o di pista circostante. Oltre 30 sistemi APM di Alstom sono stati consegnati in tutto il mondo e sono operativi in 13 degli aeroporti più trafficati a livello globale. Il sistema di segnalamento all'avanguardia Urbalis è utilizzato su oltre 190 linee metropolitane in 32 paesi, di cui 74 operano in modalità completamente automatica e senza conducente.

Alstom è l'azienda leader negli Stati Uniti per materiale rotabile e servizi ferroviari, avendo consegnato oltre 12.000 veicoli nuovi o ristrutturati per le compagnie ferroviarie nazionali e per i sistemi APM aeroportuali. Alstom è anche il principale operatore privato del paese e gestisce e/o si occupa della manutenzione dei sistemi APM negli aeroporti di Atlanta, Dallas-Fort Worth, Denver, New York, Orlando, San Francisco, Phoenix e Tampa, trasportando milioni di viaggiatori ogni giorno (Fonte: Comunicato Stampa Alstom, 13 marzo 2026).

USA: four brand new Alstom vehicles enter service at Tampa International Airport

TPA has ordered a total of 16 state-of-the-art Innovia R cars to replace 30-year-old APM cars (also made by Alstom) which have logged more than 1 million miles each (Fig. 2). The third-generation model is quieter, easier to maintain, and more energy efficient. Interiors feature improved lighting, updated video information screens and doors with obstacle-detection systems. In addition, Alstom is installing its Urbalis Flo automatic train control system, which allows trains to run more frequently, increasing the system's capacity and reducing passenger wait times.

"Since 1971 Alstom has worked with the Tampa airport to keep passengers moving swiftly and reliably; some of the cars we've provided have logged over 1 million miles. We're proud to celebrate a new milestone in this decades-long partnership, introducing our latest and most advanced APM vehicles into service, designed and manufactured in the United States," Alstom America's President M. KEROUILLÉ said. "This is an important part of our broader commitment to support the improvement of the airport's shuttle system."

"TPA's signature shuttles go back to our opening in 1971 and were the first of their kind at any airport in the world when they debuted," Tampa International Airport CEO M. STEPHENS said.

"Now we are proud to offer another first, with TPA being the first airport in the world to offer these brand-new shuttles coupled with the new technology and operating system that will be guiding them."

- *A long-standing partnership*

The achievement is the latest chapter in Alstom's 55-year-long collaboration with Tampa International Airport (TPA). It started when TPA opened in April 1971 with an Alstom-made APM system to connect travellers from its central terminal to four airside concourses. That was the first time a driverless transportation system was employed at an airport anywhere in the world, an innovation that has been widely imitated and is now a standard feature of airport design. Alstom has also maintained the APM system at Tampa since it began operation.

The first four Innovia R vehicles are serving as the Blue shuttles to and from the A and C concourses (known as "airsides"). By the end of the year, the APM connections to three of the airport's four airside concourses will be equipped with new vehicles and the new signalling system. Alstom is also building the guideways, signalling system and vehicles for the future Airside D, which is expected to open in 2028.

All of the APM vehicles are manufactured at Alstom's plant in West Mifflin, Pennsylvania, near the site where the first APMs were developed and tested in the 1960s.

- *A market leader*

Market leading for 50+ years, driverless Innovia automated people mover (APM) is an efficient transportation solution, specially designed to offer quick and convenient service for commuters between airport terminals, to and from airports or within cities. The trains are made up of single cars that are coupled together for highly flexible operations. They operate on a dedicated guideway underground, on ground level or elevated, avoiding interference with surrounding road or runway traffic. Over 30 of Alstom's APM systems have been delivered around the world and are in operation at 13 of the world's busiest airports.

The state-of-the-art Urbalis signalling system is used on over 190 metro lines in 32 countries with, including 74 that operate in a complete automatic, driverless basis.

Alstom is the leading rolling stock and rail service company in the U.S., having delivered more than 12,000 new or renovated vehicles for domestic rail agencies and airport APM systems. Alstom is also the number one private operator in the country and operates and/or maintains APM systems at airports in Atlanta, Dallas-Fort Worth, Denver, New York City, Orlando, San Francisco, Phoenix and Tampa, moving millions of travellers daily (From: Alstom Press Release, marzo 13th, 2026).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Regno Unito: FS Advisory, società di consulenza, vede la luce

Parte dell'unità trasporti e infrastrutture, con accesso alla capacità operativa del Gruppo FS Servizi di consulenza per governi e operatori coinvolti in complessi progetti di mobilità globale (Sede a Londra).

FS Advisory, società appartenente al Gruppo FS Italiane e specializzata in consulenza per i trasporti e le infrastrutture, ha visto la luce. Con sede a Londra, fornirà servizi di consulenza a governi, investitori istituzionali, operatori, sviluppatori di infrastrutture e imprese di costruzione e ingegneria coinvolte in complessi progetti di mobilità globale.

FS Advisory risponde a una chiara esigenza di mercato: la crescente domanda di competenze integrate nel settore dei trasporti, che coprono aree tradizionalmente segmentate tra diversi fornitori di consulenza – come i quadri normativi, lo sviluppo delle infrastrutture e la gestione operativa – in modo unificato e coerente.

La nuova società di consulenza si trova in una posizione privilegiata per supportare clienti pubblici e privati nell'ottimizzazione delle loro

infrastrutture di trasporto a livello internazionale, grazie alla consolidata esperienza del Gruppo FS Italiane, che gestisce oltre 17.000 km di linee ferroviarie con più di 2.100 gallerie, 23.000 ponti e viadotti e 2.200 stazioni, e 32.000 km di strade.

L'obiettivo dell'azienda è affrontare le nuove sfide della digitalizzazione, della sostenibilità e della connettività multimodale nel settore dei trasporti, attraverso consulenti esperti che comprendono sia le specificità degli obblighi di servizio pubblico sia le dinamiche operative e commerciali.

FS Advisory supporterà clienti pubblici e privati nella riorganizzazione delle loro unità di trasporto, fornendo soluzioni di mobilità digitale – come piattaforme di ticketing e sistemi di monitoraggio delle prestazioni già ampiamente adottati in Europa – e competenze specialistiche in materia di trasporti e infrastrutture lungo l'intera catena del valore. L'offerta è completata da servizi di Shadow Management e Interim Management, pensati per supportare transizioni di governance, processi di nazionalizzazione e cambiamenti operativi.

FS Advisory sarà guidata da E. SICILIA, ex CEO di Trenitalia UK, responsabile delle attività ferroviarie del Gruppo FS nel Regno Unito per quasi un decennio.

“La nostra espansione internazionale è ambiziosa per scelta. Abbiamo deciso di lanciare FS Advisory perché il prossimo decennio sarà caratterizzato da investimenti senza precedenti nelle infrastrutture di trasporto globali. Tuttavia, affinché questo capitale venga impiegato con successo, abbiamo bisogno di quadri normativi e modelli operativi adeguati”, ha dichiarato S. A. DONNARUMMA, AD e DG del Gruppo FS. “FS Advisory rappresenta il naturale passo avanti, per mettere a disposizione dei nostri clienti in tutto il mondo la nostra esperienza operativa, offrendo loro un partner in grado di affrontare e risolvere queste sfide su larga scala”.

Il lancio di FS Advisory si inseri-

sce nella strategia di crescita internazionale del Gruppo FS, presentata al mercato nel 2025, e completa l'espansione strutturale attraverso FS International. La business unit comprende le attività di trasporto in Spagna, Francia, Germania, Regno Unito, Paesi Bassi e Grecia, con un fatturato di circa 3 miliardi di euro e 12.000 dipendenti.

FS Advisory opererà come società di consulenza indipendente con accesso alla capacità operativa di FS Group, combinando obiettività strategica e comprovata esperienza nell'implementazione per supportare le riforme delle politiche pubbliche globali e gli investimenti infrastrutturali (Da: Gruppo FS, 9 febbraio 2026).

United Kingdom: FS Advisory consultancy company sees the light

Part of the transport and infrastructure unit, with access to FS Group's operational capacity Advisory services for governments and operators involved in complex global mobility projects Based in London.

FS Advisory, a company belonging to FS Italiane Group, and specialising in transport and infrastructure consulting, has seen the light. Based in London, it will provide advisory services to governments, institutional investors, operators, infrastructure developers and construction and engineering companies involved in complex global mobility projects.

FS Advisory addresses a clear market need: the growing demand for integrated expertise in the transport sector, covering areas traditionally segmented among several consultancy providers - such as regulatory frameworks, infrastructure development and operational management - in a unified and consistent manner.

The new consulting company is in a distinctive position to support public and private clients in optimising their transport assets internationally, thanks to FS Italiane Group's consolidated track record, managing over 17K kilometres of railway lines with more

than 2,100 tunnels, 23,000 bridges and viaducts and 2,200 stations, and 32K km of roads.

The company's aim is addressing the new digitisation, sustainability and multimodal connectivity challenges in the transport sector, through expert consultants who understand both the specifics of public service obligations and the operational and commercial dynamics.

FS Advisory will support public and private clients in reorganising their transport units, by providing digital mobility solutions - such as ticketing platforms and performance monitoring systems already adopted on a large scale in Europe - and expert transport and infrastructure expertise along the entire value chain. The offer is complemented by Shadow and Interim Management services, designed to support governance transitions, nationalisation processes and operational changes.

FS Advisory will be led by E. SICILIA, former Trenitalia UK CEO, in charge of FS Group's rail operations in the UK for almost a decade.

“Our international expansion is ambitious by choice. We decided to launch FS Advisory because the next decade will be characterised by unprecedented investments in the global transport infrastructure. However, for this capital to be successfully deployed, we need proper regulatory frameworks and operating models” said S. A. DONNARUMMA, FS Group CEO and GM. “FS Advisory is the natural step forward, to provide our operational knowledge to our customers around the world, in need of a partner who can address and solve these challenges on a large scale.”

The launch of FS Advisory is part of FS Group's international growth strategy presented to the market in 2025 and completes its structural expansion through FS International. The business unit includes transport activities in Spain, France, Germany, the UK, the Netherlands and Greece, with a turnover of around EUR 3 billion and 12K employees.

FS Advisory will operate as an independent advisory firm with access to

FS Group's operational capacity and combining strategic objectiveness and proven implementation expertise to support global public policy reforms and infrastructure investments (From: FSI Group, February 9th, 2026).

Internazionale: FS Engineering alla tavola rotonda Italia-Finlandia

FS Engineering ha preso parte alla tavola rotonda (Fig. 3) imprenditoriale Italia-Finlandia organizzata dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale presso la Farnesina, contribuendo al confronto sulle prospettive di sviluppo delle infrastrutture di trasporto europee e sulla cooperazione bilaterale nel settore ferroviario.

Nel proprio intervento, FS Engineering ha evidenziato come le infrastrutture di trasporto strategiche rappresentino un pilastro dell'integrazione europea, rafforzando la resilienza economica, migliorando la competitività e accelerando la transizione verso una mobilità sostenibile e multimodale.

Un'attenzione particolare è stata dedicata alla forte presenza dell'azienda nei Paesi Baltici, resa possibile dai contratti attivi nell'ambito del progetto Rail Baltica per i sottosistemi ENE (energia) e CCS (control-

lo-comando e segnalamento), nonché dalle attività di supervisione dei lavori svolte a supporto della società ferroviaria lettone EDZL per la *main line* in Lettonia. Tale impegno è sostenuto da una presenza stabile a Riga, a conferma del ruolo di FS Engineering come partner tecnico affidabile e di lungo periodo.

Nel quadro del dialogo Italia-Finlandia, FS Engineering ha richiamato il valore di una cooperazione volta a sviluppare corridoi transfrontalieri più moderni, sicuri e "future proof", in grado di supportare l'integrazione infrastrutturale dell'area baltica e il rafforzamento dei flussi commerciali europei.

A partire da questo posizionamento, sono state illustrate le principali opportunità di collaborazione con la Finlandia, fra cui:

- lo sviluppo del corridoio TENT-T North Sea – Baltic, fondamentale per l'interconnessione dei Paesi dell'Europa settentrionale;
- l'ammodernamento della rete ferroviaria finlandese, con un'attenzione particolare a sicurezza, digitalizzazione e resilienza climatica;
- il potenziamento del trasporto mass transit locale, per città più efficienti, accessibili e sostenibili.

FS Engineering ha confermato la propria disponibilità a mettere a di-

sposizione competenze, metodologie e know-how maturati nei progetti internazionali, contribuendo alla realizzazione di infrastrutture ferroviarie all'altezza delle sfide europee di decarbonizzazione, sicurezza e competitività (Da: *Comunicato Stampa FS Engineering, Gruppo FSI, 2 marzo 2026*).

International: FS Engineering at the Italy-Finland Round Table

FS Engineering participated in the Italy-Finland business round table (Fig. 3) organized by the Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation at the Farnesina, contributing to the discussion on the development prospects for European transport infrastructure and bilateral cooperation in the railway sector.

In its presentation, FS Engineering highlighted how strategic transport infrastructure represents a cornerstone of European integration, strengthening economic resilience, improving competitiveness, and accelerating the transition to sustainable and multimodal mobility.

Particular attention was paid to the company's strong presence in the Baltics, made possible by active contracts under the Rail Baltica project for the ENE (energy) and CCS (control-



(Fonte - Source: Fs Engineering)

Figura 3 – FS Engineering alla tavola rotonda Italia-Finlandia: cooperazione strategica per infrastrutture europee più connesse e sostenibili.

Figure 3 – FS Engineering at the Italy-Finland round table: strategic cooperation for more connected and sustainable European infrastructures.

mand and signaling) subsystems, as well as by the supervision of works carried out in support of the Latvian railway company EDZL for the main line in Latvia. This commitment is supported by a stable presence in Riga, confirming FS Engineering's role as a reliable and long-term technical partner.

As part of the Italy-Finland dialogue, FS Engineering emphasized the value of cooperation aimed at developing more modern, safe, and future-proof cross-border corridors capable of supporting the infrastructure integration of the Baltic region and strengthening European trade flows.

Based on this positioning, the main opportunities for collaboration with Finland were outlined, including:

- *the development of the TENT-T North Sea – Baltic corridor, crucial for interconnecting Northern European countries;*
- *the modernization of the Finnish railway network, with a particular focus on safety, digitalization, and climate resilience;*
- *the strengthening of local mass transit transport for more efficient, accessible, and sustainable cities.*

FS Engineering confirmed its willingness to provide the skills, methodologies, and know-how acquired in international projects, contributing to the construction of railway infrastructure capable of meeting the European challenges of decarbonization, safety, and competitiveness (From: FS Engineering Press Release, FSI Group, March 2, 2026).

VARIE OTHERS

Internazionale: Ariane 6 decolla per la prima volta con quattro razzi ausiliari

Il 12 febbraio 2026, quattro razzi ausiliari P120C si sono accesi e hanno portato Ariane 6 in orbita (Fig. 4). Il successo di questo lancio conferma la prontezza dell'Europa nella capacità di lancio di carichi pesanti ed è fon-

damentale per gli sforzi dell'ESA volti a garantire un accesso autonomo allo spazio per gli europei.

Questo primo lancio della versione a quattro razzi ausiliari di Ariane 6, operato da Arianespace, ha portato 32 satelliti per la costellazione Leo di Amazon in orbita terrestre bassa. Il decollo è avvenuto alle 16:45 GMT/17:45 CET dal Centro Spaziale Europeo nella Guyana francese, con la separazione degli ultimi satelliti dopo 114 minuti.

- Potenza senza precedenti per Ariane

Questa è la versione più potente di Ariane 6 fino ad ora. Il vettore di lancio a tre stadi può essere adattato a ciascuna missione con due o quattro razzi ausiliari, nonché con la lunghezza della carenatura, ovvero la parte terminale del razzo che protegge il carico utile dall'ambiente circostante ostile.

Ariane 6, nella sua configurazione a quattro razzi ausiliari, nota come Ariane 64, raddoppia le prestazioni del razzo rispetto alla versione a due razzi ausiliari, che ha effettuato cinque voli, incluso il volo inaugurale del 2024. I razzi ausiliari P120C utilizzati da Ariane 6 sono tra i motori monoblocco più potenti attualmente in produzione. Volare con quattro razzi ausiliari porta Ariane 6 in una categoria di razzi completamente nuova. Grazie alla spinta aggiuntiva fornita da due razzi ausiliari in più, Ariane 6 può portare in orbita terrestre bassa circa 21,6 tonnellate, più del doppio delle 10,3 tonnellate che potrebbe portare in orbita con soli due razzi ausiliari. Il lancio ha dimostrato le prestazioni di quattro razzi ausiliari che lavorano in sinergia con lo stadio principale in volo reale.

- Con i suoi 32 satelliti Amazon Leo, questo è il razzo Ariane 6 più alto mai costruito. Con la sua carenatura alta 20 m, Ariane 64 raggiunge un'altezza di 62 m, circa quanto un edificio di 20 piani.

L'unità di propulsione ausiliaria dello stadio superiore di Ariane 6 ha permesso un rapido dispiegamento dei satelliti Amazon Leo. La separa-

zione dei 32 satelliti è avvenuta in meno di due ore dal decollo, dimostrando la capacità di Ariane 6 di dispiegare costellazioni spaziali. Lo stadio superiore è stato poi acceso una terza volta per garantire un de-orbitamento sicuro e consentire ad Ariane 6 di rispettare la procedura di avvicinamento a zero detriti.

“Con il potente rombo dei quattro razzi ausiliari al decollo, l'Europa porta in orbita più del doppio della massa utile”, afferma il Direttore Generale dell'ESA, J. ASCHBACHER, “riportando l'Europa in prima linea nel lancio di tutti i satelliti in tutte le orbite. Con il lancio odierno la nostra flotta di razzi è ora completa, ma non ci fermeremo. Sono già in corso gli aggiornamenti per i lanci futuri, a cominciare dal lancio del nostro cacciatore di pianeti Plato, che sarà lanciato con una versione potenziata di Ariane 6”.

“Questo lancio ha dimostrato le potenzialità di Ariane 6 nella sua versione più potente. Questo primo volo di Ariane 64 garantisce all'Europa un accesso autonomo allo spazio. Possiamo trasportare carichi utili di piccole e grandi dimensioni in orbite vicine o lontane con la flotta completa di razzi dell'ESA, composta da Vega-C, Ariane 62 e Ariane 64”, ha dichiarato il Direttore del Trasporto Spaziale dell'ESA, T. T. NIELSEN.

- Lo sviluppo di Ariane 6 è un esempio lampante di cooperazione europea.

L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) collabora con una rete industriale in 13 paesi europei, guidata dal contraente principale e responsabile della progettazione ArianeGroup. L'agenzia spaziale francese CNES gestisce le operazioni del poligono di tiro presso lo spazioporto europeo nella Guyana francese. Arianespace è il fornitore di servizi di lancio.

- Prossimi passi

Nel prossimo futuro, i razzi ausiliari P120C saranno sostituiti dai modelli P160C aggiornati. Testato il 24 aprile 2025, il motore P160C è stato qualificato sul banco prova per razzi ausiliari a propellente solido ge-



(Fonte - Source: ESA)

Figura 4 – Alle 16:45 GMT/17:45 CET il primo razzo Ariane 6 con quattro booster è decollato dal cosmodromo europeo nella Guyana francese il 12 febbraio, portando in orbita 32 satelliti Amazon Leo.

Figure 4 – At 16:45 GMT/17:45 CET the first Ariane 6 rocket with four boosters lifted off from Europe’s Spaceport in French Guiana on 12 February, taking 32 Amazon Leo satellites to orbit.

stato dall’Agenzia Spaziale Francese CNES. Il nuovo motore è sviluppato congiuntamente da ArianeGroup e Avio attraverso la loro joint venture Europropulsion. Il motore P160C è più lungo di un metro rispetto al P120C e trasporta oltre 14 tonnellate di propellente solido in più, aumentando considerevolmente le prestazioni, la capacità di carico utile e la competitività di Ariane6 e Vega (Da: *Comunicato Stampa ESA*, 12 febbraio 2026)

International: more power, Ariane 6 lifts off with four boosters for the first time

On 12 February 2026, four P120C boosters ignited and lifted Ariane 6 to the skies (Fig. 4). The success of this launch confirms Europe’s readiness in heavy lift launch capability and is key to ESA’s efforts to ensure autonomous access to space for Europeans.

This first launch of the four-booster version of Ariane 6, operated by Arianespace, took 32 satellites for Amazon’s Leo constellation to low-Earth orbit. Liftoff occurred at 16:45 GMT/

17:45 CET from Europe’s Spaceport in French Guiana, with separation of the last satellites occurring after 114 minutes.

• *Unprecedented Ariane power*

This is Ariane 6’s most powerful version yet. The three-stage launch vehicle can be adapted according to each mission with either two or four boosters as well as the length of the fairing – the tip of the rocket which shields payloads from the harsh surrounding environment.

Ariane 6 in its four-booster configuration, known as Ariane 64, doubles the rocket’s performance compared to the two-booster version that has flown five times including the inaugural flight in 2024. The P120C boosters used by Ariane 6 are one of the most powerful one-piece motors in production in the world. Flying with four boosters takes Ariane 6 to a whole new class of rockets. With the extra thrust from two more boosters Ariane 6 can take around 21.6 tonnes to low Earth orbit, more than double the 10.3 tonnes it could bring to orbit with just two boosters. The launch demonstrat-

ed the performance of four boosters working together with the main stage in real flight.

- *Housing 32 Amazon Leo satellites, this is the tallest Ariane 6 ever built. With its 20 m tall fairing Ariane 64 is 62 metres tall, roughly the same as a 20-storey building.*

The auxiliary propulsion unit on the Ariane 6 upper stage allowed for a quick deployment of the Amazon Leo satellites. Separation of the 32 satellites occurred less than two hours after liftoff demonstrating Ariane 6’s capacity for constellation deployment. The upper stage was then fired a third time to ensure a safe deorbit and allowing Ariane 6 to adhere to the zero debris approach.

“With the powerful roar of four boosters at liftoff, comes more than double the payload mass to orbit,” says ESA’s Director General J. ASCHBACHER, “setting Europe back on stage for launching all satellites to all orbits. With this launch our rocket fleet is now complete, but we will not rest. Upgrades are already in progress for future launches, starting with the launch of our planet-hunter Plato that is set to launch on an upgraded Ariane 6.”

“This launch demonstrated Ariane 6 in its most powerful version. This first flight of Ariane 64 sustains Europe’s autonomous access to space. We can transport small to large payloads to close or faraway orbits with ESA’s complete fleet of rockets Vega-C, Ariane 62 and Ariane 64,” said ESA’s Director of Space Transportation T. T. NIELSEN.

- *The development of Ariane 6 is a prime example of European cooperation.*

The European Space Agency works with an industrial network in 13 European countries, led by prime contractor and design authority ArianeGroup. French space agency CNES manages the range operations at Europe’s Spaceport in French Guiana. Arianespace is the launch service provider.

- *Next steps*

In the near future, the P120C

NOTIZIARI

boosters will be replaced by upgraded P160C models. Tested on 24 April 2025, the P160C motor was qualified on the solid-propellant booster test stand operated by the French Space

Agency CNES. The new motor is developed jointly by ArianeGroup and Avio through their joint venture Europropulsion. The P160C motor is one metre longer than the P120C and carries over

14 tonnes more solid fuel, increasing considerably Ariane 6 and Vega performance, payload capacity and competitiveness (From: ESA Press Release, February 12th, 2026)



“Porti e Ferrovie: un binario tronco o un viaggio intermodale?” Un convegno dedicato al rapporto tra porti e ferrovia

Riccardo GENOVA, Vice Presidente CIFI Area Nord - Presidente Istituto Internazionale delle Comunicazioni
 Carola CODOGNOTTO, Event & Communication Assistant, Istituto Internazionale delle Comunicazioni (IIC)

Il 18 marzo si è tenuta a Genova, nella prestigiosa cornice del Salone di Prima Classe (Fig. 1) della Stazione Marittima di Ponte dei Mille, la seconda edizione del convegno “Porti e ferrovie: un binario tronco o un viaggio intermodale?”.

L’iniziativa, promossa dall’Istituto Internazionale delle Comunicazioni in collaborazione con Stazioni Marittime e il CIFI (Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani) – Area Nord, e sostenuta da autorevoli patrocini istituzionali e associativi, si è confermata un appuntamento di elevato profilo tecnico-scientifico. Tra i Patrocinatori Regione Liguria, Comune di Genova, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, Camera di Commercio di Genova, Assarmatori, Federagenti, Federlogistica, Spediporto e Assagenti.

L’evento, trasmesso anche in modalità webinar per i soci CIFI di tutta Italia, ha registrato una partecipazione particolarmente ampia e qualificata. Al centro del dibattito, le principali innovazioni normative e tecnologiche in corso, volte a rendere sempre più efficace e integrata la relazione tra il sistema portuale e quello ferroviario.

Significativa anche la presenza in sala, con oltre 160 partecipanti e un parterre di relatori tra i più autorevoli esponenti del settore. Le tavole rotonde hanno approfondito i complessi temi della gestione del trasporto intermodale, con particolare attenzione alle sfide della logistica globale e al ruolo della ferrovia nella catena logistica, in termini di infrastrutture, efficienza, competitività e formazione.



Figura 1 – Salone di Prima Classe e platea.

Un focus rilevante è stato dedicato alla gestione operativa delle manovre e delle locomotive nei terminal, evidenziando il ruolo strategico delle imprese ferroviarie e degli operatori, nonché l’importanza della governance, delle reti di impresa e dell’integrazione nei sistemi logistici. Gli interventi delle aziende leader del settore sono stati arricchiti da dati concreti, utili a delineare scenari non solo di breve periodo, ma anche prospettive di medio-lungo termine.

Ad aprire i lavori, la sintesi espressa del Vice Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, E. RIXI, che ha sottolineato la rilevanza strategica del tema per il sistema Paese, evidenziando come l’integrazione tra infrastrutture portuali, ferroviarie e stradali rappresenti oggi un elemento chiave

per una crescita sinergica e sostenibile del porto e della città: “Il titolo di questo incontro – “Porti e Ferrovie: un binario tronco o un viaggio intermodale?” – coglie con efficacia la sfida che abbiamo di fronte. La risposta, dal punto di vista del Governo, è chiara: non possiamo permetterci binari tronchi. Dobbiamo costruire un sistema integrato, efficiente e competitivo, capace di mettere in connessione infrastrutture, territori e mercati.”

Riccardo Genova, Vice Presidente CIFI Area Nord e Presidente dell’IIC – Istituto Internazionale delle Comunicazioni, introducendo i lavori e moderando il convegno insieme a C. CODOGNOTTO, Event & Communication Assistant dell’IIC, ha portato i saluti di M. TORASSA, Preside CIFI Genova, e di G. SPADI, Preside CIFI Milano.

I saluti istituzionali sono stati affidati a E. MONZANI, Presidente di Stazioni Marittime, S. BALLEARI, Presidente del Consiglio Regionale della Liguria, l'Ammiraglio Ispettore A. RANIERI, Direttore Marittimo della Liguria, A. POZZOBON, Responsabile dell'Ufficio Marketing dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale, e G. COSTA, Vicepresidente di Confindustria Genova.

In apertura dei lavori, il Segretario Generale del CIFI, V. GIOVINE (Fig. 2), ha sottolineato il valore strategico di momenti di confronto come questo, fondamentali per favorire il dialogo tra tutti gli attori del settore e per accrescere la consapevolezza sull'importanza dell'integrazione tra i diversi sistemi di trasporto.

Nel suo intervento ha inoltre approfondito il ruolo del CIFI (Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani), storica associazione tecnico-scientifica che promuove la diffusione della cultura ferroviaria, l'aggiornamento professionale e il confronto tra esperti, istituzioni e operatori del comparto. V. GIOVINE ha quindi rimarcato la necessità di rafforzare la collaborazione tra esercenti, costruttori e stakeholder, orientandola verso un approccio sempre più sinergico e innovativo. In particolare, ha evidenziato come sia prioritario lavorare per rendere intermodali anche i numerosi – ma ancora poco valorizzati – binari tronchi presenti sul territorio nazionale, trasformandoli in opportunità concrete per migliorare l'efficienza e la competitività del sistema logistico italiano.

G. LONGO, nella doppia veste di Preside CIFI Trieste e Docente Universitario, ha sottolineato l'importanza di una collaborazione tra i reporti italiani, presentando il porto di Trieste come esempio virtuoso da cui trarre indicazioni. Il sistema portuale di Trieste è un nodo logistico intermodale di primo piano in Italia, specializzato nel traffico ferroviario verso l'Europa centro-orientale, con collegamenti verso Germania, Austria, Slovenia, Croazia e Ungheria. Con oltre 2.500 treni movimentati nel 2024, è il primo porto italiano a gestire direttamente i propri binari, av-

valendosi di un sistema di sicurezza integrato.

LONGO ha inoltre evidenziato come il sistema ferroviario debba essere flessibile, sottolineando la necessità di considerarlo non come una semplice infrastruttura, ma come un insieme complesso che comprende imprese ferroviarie, servizi, gestione e manovra, operando in sinergia per garantire efficienza e competitività dell'intera catena logistica.

Entrando ancora più nel vivo del dibattito, l'attenzione si è subito concentrata sulle nuove sfide della logistica globale, con particolare riferimento al tema strategico dell'ultimo miglio, settore nel quale Genova e tutti i porti in generale presentano criticità significative.

Un primo elemento di dibattito (Fig. 3) è stato lanciato da M. RICCARDI Direttore Ports, Terminals & Logistics worldwide di Ignazio Messina & C. che afferma come "Subiamo colli di bottiglia, inefficienze operazioni e cantieri per lavori in corso, che tutti insieme mettono fuori mercato la soluzione ferroviaria, per cui occorre sincronizzare gli interventi per non limare la competitività del trasporto su rotaia".



Figura 2 – V. GIOVINE, Segretario Generale CIFI, nei saluti iniziali.

Gli ha fatto eco F. FILIPPI, Direttore Generale di Medway e Medlog Italia – Gruppo MSC, che evidenzia una difficoltà già evidente: l'intermodale è sempre meno competitivo rispetto al mezzo stradale, anche su tratte dove prima dominava il treno (come tra i porti liguri e il Veneto). Il punto delicato è soprattutto l'"ultimo miglio", dove i costi operativi elevati (manovre e soste) rendono il trasporto ferrovia-



Figura 3 - Tavola rotonda - Trasporto intermodale: le nuove sfide della logistica globale.

rio meno conveniente. “Fino a oggi ci siamo concentrati su raddoppio dei binari, PNRR ed efficientamento della rete ferroviaria – ricorda F. FILIPPI – ma ora dobbiamo prendere in mano le infrastrutture portuali, perché sono proprio queste a determinare il gap competitivo del servizio intermodale”.

Secondo gli operatori del trasporto merci, il problema non riguarda solo alcune attuali carenze infrastrutturali, ma anche i costi di utilizzo. La grande penalizzazione sotto la Lanterna, rispetto ad altre realtà portuali, è rappresentata proprio dal costo dell'ultimo miglio, che spesso supera quello del trasporto su gomma, come conferma Fabrizio Filippi.

“Dipenderà da come sapremo intervenire sulle infrastrutture e sull'armonizzazione dei nodi logistici – aggiunge FILIPPI – perché la gestione efficace dell'ultimo miglio è fondamentale per rendere competitivo il servizio intermodale. Se non riusciamo a portare il modulo treno fino a 750 m dal terminal, rischiamo di compromettere tutta la catena logistica”. Filippi conclude sottolineando che, sebbene ci si sia concentrati sul PNRR e sugli investimenti futuri, è necessario agire immediatamente sulle criticità attuali: “Le difficoltà a portare i treni nei porti oggi mettono in crisi l'intermodalità, ed è su questo che dobbiamo intervenire subito”.

A. MINOIA, AD di Stazioni Marittime, ha fornito un'ampia panoramica sulla situazione del porto di Genova, soffermandosi in particolare sugli effetti delle opere già realizzate e di quelle future legate al Terzo Valico. Minoia ha sottolineato che, anche prima della completa operatività, il Terzo Valico sarà in grado di offrire benefici concreti grazie a una buona percentuale di tracce residue disponibili fin da subito, che permetteranno di ottimizzare i flussi ferroviari e aumentare l'efficienza dei collegamenti tra porto e hinterland. Ha inoltre evidenziato come questi interventi potranno esprimere pienamente il loro potenziale una volta autorizzato il transito dei treni PC80 – P400 con semirimorchi lungo l'asse Genova-

Novara, consentendo di migliorare significativamente la competitività del servizio intermodale e ridurre i tempi e i costi dell'ultimo miglio.

L'Ing. G. PORTA, AD di FuoriMuro Servizi di Manovra, ha dichiarato: “In un momento di instabilità internazionale, il traffico nei porti risente in modo significativo delle tensioni geopolitiche e, di conseguenza, anche la logistica ferroviaria portuale è chiamata ad affrontare sfide sempre più complesse. Per questo è fondamentale creare ulteriori occasioni di confronto tra operatori, istituzioni e stakeholder, così da individuare soluzioni condivise che favoriscano l'incremento della componente ferroviaria e l'ottimizzazione dell'intera catena logistica.” L'intervento ha inoltre evidenziato non solo la qualità del programma del Convegno, ma anche e soprattutto l'importanza della presenza di relatori di alto profilo e l'approccio multidisciplinare delle diverse tavole rotonde che hanno offerto spunti preziosi per approfondire scenari e prospettive di sviluppo del sistema portuale e ferroviario, in particolare nel contesto strategico della Liguria.” L'integrazione della ferrovia nella catena logistica, con particolare riferimento a infrastrutture, efficienza, competitività e formazione, è stata al centro della seconda tavola rotonda.

FuoriMuro Impresa Ferroviaria è la Società che, dal 2012, collega quotidianamente varie località del nord Italia alla Francia. Per i propri servizi di trazione, la Società utilizza locomotive elettriche di ultima generazione, avvalendosi in particolare della piattaforma Siemens Vectron, modello scelto per garantire elevate prestazioni, affidabilità e piena rispondenza ai requisiti di interoperabilità. Nel 2012 la Società è stata il primo operatore italiano a ordinare le Vectron DC, ri-

cevedendo due unità – 191 002 e 191 003 – costruite presso lo stabilimento Siemens di Monaco-Allach. La famiglia Vectron, progettata secondo una piattaforma modulare, garantisce versatilità e upgrade tecnologico nel tempo, grazie alla possibilità di realizzare versioni adattabili ai diversi sistemi elettrici europei. Le versioni in uso presso FuoriMuro appartengono alla categoria Vectron DC, alimentate a 3 kV in corrente continua, caratterizzate da una potenza oraria di 6.400 kW e una velocità massima di 160 km/h, valori pienamente adeguati ai servizi merci pesanti su lunga percorrenza. Il rodiggio Bo'Bo' assicura un'elevata capacità di trazione e uno sforzo allo spunto fino a 300 kN, fondamentale per la movimentazione di treni cisterna e convogli industriali come quello ritratto nell'immagine (Fig. 4).

M. RABINO, Responsabile Sviluppo Infrastruttura Nord-Ovest di RFI, ha approfondito il tema del traffico ferroviario merci, illustrandone l'andamento negli ultimi vent'anni, con particolare attenzione ai valichi e ai principali porti nel periodo 2022–2025. Ha evidenziato come, nel periodo post-Covid, i volumi siano diminuiti del 9%, a fronte di un aumento del 12% registrato tra il 2014 e il 2019, fase coincidente con la ripresa economica successiva alla crisi finanziaria che, negli anni precedenti, aveva fortemente ridotto i traffici. RFI è attualmente impegnata nello sviluppo di strategie ingegneristiche volte a favorire il trasporto merci su ferro, con l'obiettivo di ridurre non solo l'impatto ambientale, ma anche i volumi dei mezzi su gomma circolanti, aumen-



Figura 4 - Locomotiva 191 003 di FuoriMuro.

tando al contempo velocità e sostenibilità della logistica. Nel breve periodo, l'obiettivo è offrire alle imprese la possibilità di ottenere tracce di maggiore qualità in tempi più rapidi. È in corso un processo a livello sovranazionale finalizzato ad aumentare flessibilità e qualità dell'offerta merci, azione che contribuirà significativamente a ottimizzare l'utilizzo della capacità disponibile. La rete sarà resa più elastica grazie alla realizzazione di aree per la piccola manutenzione, scali merci "polmone", potenziamenti diffusi degli impianti e la messa a disposizione di aree di proprietà RFI a supporto della logistica. Per quanto riguarda il medio e lungo periodo, le azioni previste si concentreranno principalmente sull'incremento delle prestazioni della linea, consentendo l'accesso a treni di maggiore massa, parallelamente a interventi sulla trazione elettrica e sulla pendenza massima, per permettere la circolazione di convogli fino a 2.500 tonnellate. Tra i nuovi interventi infrastrutturali si prevedono la costruzione di nuove linee, raddoppi e quadruplicamenti, con l'installazione di tecnologie avanzate. Particolare attenzione sarà dedicata al potenziamento delle principali direttrici di valico — Domodossola, Brennero, Modane e Chiasso — per incrementare capacità e puntualità del servizio. Il rafforzamento della rete permetterà, entro il 2034, il collegamento di 11 porti e di un terminal logistico.

Fabrizio Mansueto, Direttore Infrastrutture di AdSP del Mar Ligure Occidentale, che ha illustrato i principali e strategici interventi viabilistici e ferroviari, oltre al *cold ironing*, nel Porto di Genova ha ribadito come "Il piano di interventi del programma straordinario riguarda l'ultimo miglio di tutti i tipi – sottolinea Fabrizio Mansueto, Direttore Tecnico Infrastrutture di AdSP – quindi in ambito terrestre, ferroviario, marittimo e aereo. Gli interventi ferroviari sono tutti in corso di esecuzione: alcuni sono già avanzati, altri appena iniziati e altri conclusi, ma contiamo entro pochi anni di portarli tutti a termine". Molti di questi interventi sono realizzati in collaborazione con RFI, creando una

sinergia ottimale tra l'Autorità di Sistema e il gestore dell'infrastruttura. Tra le opere già concluse, Mansueto cita il collegamento del Parco Ruggina con la linea Sommergibile per l'uscita verso il nord Italia, mentre sono in corso i lavori più rilevanti, tra cui la realizzazione di binari a modulo 750 m nel parco Fuorimuro, con collegamento diretto al nodo ferroviario di Genova e alla direzione Campasso, nonché l'ACC (Apparato Centrale Computerizzato) all'interno del porto. Particolare attenzione è stata dedicata alla nuova galleria sotto la Lanterna, già realizzata, che sostituirà quella esistente dove sarà realizzato lo sbocco del tunnel stradale "subportuale". Mansueto ha sottolineato come il rafforzamento del sistema e della rete ferroviaria consentirà di ridurre in maniera significativa l'impatto dell'incremento dei traffici, migliorando l'efficienza operativa e la sostenibilità dell'intero porto, garantendo una gestione più fluida e integrata dei convogli in arrivo e in partenza (Fig. 5).

Il Direttore Commerciale e Tecnico di Serform, D. GUERRIERI, ha sottolineato quanto siano strategici i centri di formazione, veri e propri punti di riferimento per lo sviluppo delle professionalità specialistiche nel set-

tore ferroviario. Si tratta di strutture riconosciute da ANSFISA, che si occupano di formare tecnici e operatori attraverso percorsi mirati, combinando competenze tecniche e pratiche per rispondere alle esigenze operative e di sicurezza del settore.

FS Logistix si posiziona come protagonista nell'innovazione del trasporto merci, combinando in modo integrato le modalità marittima, stradale e ferroviaria. Grazie alle sue società operative, il gruppo propone soluzioni logistiche complete che puntano non solo a soddisfare le esigenze dei clienti, ma anche a promuovere processi più sostenibili ed efficienti lungo tutta la filiera dei trasporti. Tra le realtà del gruppo, MIST (Mercitalia Shunting & Terminal) si distingue come leader in Italia nella gestione delle manovre ferroviarie per porti, terminal e stazioni. Con una rete capillare di servizi, MIST garantisce precisione ed efficienza per il traffico merci e passeggeri su tutto il territorio nazionale. La società dispone di oltre 90 cantieri di manovra e più di 200 locomotori, ed è uno dei principali gestori di terminal intermodali in Italia, offrendo servizi completi di movimentazione, manutenzione e verifica grazie a un team di 1.000 professionisti. L. RAVERA, AD di



Figura 5 – Tavola rotonda - L'integrazione della ferrovia nella catena logistica.

MIST, ha illustrato come la gestione della manovra ferroviaria si concilia con la fluttuazione dei traffici e ha presentato i programmi strategici di sviluppo della società.

Nora Rossi, Direttore Generale di Oceanogate, ha sottolineato come il contesto economico internazionale stia attraversando una fase di progressivo ridimensionamento della globalizzazione, accompagnata da un crescente processo di *reshoring*, con il conseguente ritorno di parte delle produzioni nei Paesi del Mediterraneo. Questo importante cambiamento storico sta contribuendo a rafforzare il ruolo dei traffici *short sea* e, in particolare, del trasporto intramediterraneo, dove l'Italia sta consolidando la propria posizione di leadership. In questo scenario, appare evidente come il traffico di semirimorchi sia destinato a crescere in maniera significativa. I trailer offrono infatti maggiore flessibilità operativa, sia nelle operazioni di carico e scarico sia nella gestione degli interscambi tra unità (pieno e vuoto), risultando particolarmente adatti alle esigenze di una logistica sempre più dinamica e integrata. Alcuni porti italiani, come Trieste, Ancona e Livorno, sono già attrezzati per gestire efficacemente questo tipo di traffico, mentre i porti liguri si configurano come un'alternativa strategica di rilievo, sia a livello nazionale sia mediterraneo. Rossi ha tuttavia evidenziato come la gestione dei semirimorchi comporti specifiche esigenze infrastrutturali e organizzative, tra cui la necessità di attrezzature dedicate per la movimentazione, un elevato impiego di spazi di piazzale e un sistema efficiente e strutturato per la gestione dei flussi interni, dalla nave Ro-Ro fino al caricamento sui treni. In questo contesto, l'integrazione tra trasporto marittimo e ferroviario si conferma un elemento chiave per garantire efficienza, competitività e sostenibilità lungo l'intera catena logistica. Durante l'intervento sono emerse le principali opportunità e criticità del sistema logistico nazionale. In particolare, è stato evidenziato come l'Italia possa rafforzare il proprio ruolo di hub logistico nei processi Southbound e Northbound,

intercettando i flussi provenienti dalle coste del Nord Africa e rilanciandoli verso il Nord Europa, valorizzando così la posizione strategica del Paese nel Mediterraneo. In questo contesto, è prevista una crescita della quota di traffico intermodale, con un maggiore utilizzo della ferrovia e un incremento dei carichi sui treni attraverso unità di trasporto intermodale dirette verso il Nord Europa. Questo sviluppo contribuirà anche alla riduzione delle esternalità negative, in linea con gli obiettivi fissati dal Libro Bianco europeo per il 2030 e il 2050 in materia di sostenibilità e decarbonizzazione dei trasporti (Fig. 6).

Un ruolo decisivo è svolto dal Terzo Valico, e in particolare dalla nuova linea AV/AC tra Genova e Milano e tra Genova e Novara, destinata ai treni merci diretti verso i corridoi del Nord Europa, con particolare riferimento al corridoio TEN-T Mare del Nord - Reno - Mediterraneo. L'infrastruttura rappresenta un elemento chiave per lo sviluppo dell'intermodalità, essendo conforme allo standard P400, il quale consente una piena integrazione con la rete ferroviaria svizzera già adeguata a tali parametri e favorisce il trasporto intermodale di semirimorchi e container *high-cube*.

La sagoma PC80 - P400 permette il trasporto ferroviario di semirimorchi fino a 4 m di altezza, misurata tra il piano del carro e il tetto del trailer, oltre a container *high-cube* di 2,89 m. Queste caratteristiche tecniche risultano fondamentali per rendere competitivo il trasporto ferroviario rispetto alla gomma, favorendo un trasferimento modale coerente con gli obiettivi europei di sostenibilità. Il gruppo Contship, a Genova, dispone già di moli attrezzati per ricevere navi Ro-Ro, come nel caso di Vado Ligure, sebbene permangano criticità legate alla disponibilità di spazi adeguati per i piazzali dei terminal destinati a navi di grande capacità. N. Rossi ha infine sottolineato la necessità di adottare nuove modalità operative per aumentare l'efficienza dei terminal. Tra gli interventi principali figurano: la valorizzazione del costo dell'attività di manovra, riconoscendo il ruolo strategico di queste operazioni nella gestione dei flussi ferroviari; l'utilizzo di locomotive "ultimo miglio", che consentono l'autoproduzione della trazione e facilitano l'accesso ai binari all'interno dei terminal; e una gestione più differenziata delle attività, distinguendo chi pianifica ingressi e uscite dei convogli ferroviari



Figura 6 - Tavola Rotonda – La gestione operativa della manovra e delle locomotive nei terminal.

da chi esegue materialmente le manovre. Queste misure mirano a rendere più efficiente e sicuro il flusso merci, ottimizzando l'interazione tra porto e ferrovia e supportando l'incremento del traffico intermodale.

Durante il panel dedicato alle tecnologie e alla gestione operativa della manovra e delle locomotive nei terminal, sono state presentate esperienze industriali che hanno messo in luce il complesso rapporto tra il sistema ferroviario e le aree portuali, evidenziando sfide, soluzioni innovative e best practice operative.

Al convegno Bertolotti (Fig. 7), rappresentata da S. DE PAOLIS, Sales Manager, ha presentato una visione innovativa che trasforma i nodi logistici tradizionali in un unico ecosistema intelligente, capace di connettere porto, ferrovia e industria in un flusso operativo continuo, senza interruzioni.

Superando il concetto tradizionale di fornitura del singolo mezzo, l'azienda integra meccanica pesante e intelligenza digitale, offrendo soluzioni trasversali che rispondono in maniera coordinata alle sfide della Logistica 4.0. La forza di Bertolotti risiede proprio nella trasversalità delle sue soluzioni. Dal punto di vista fisico, l'azienda propone locomotive di manovra innovative, carri pianali, AGV e sistemi di sollevamento automatizzati, progettati per operare in piena sinergia e garantire massima efficienza nelle operazioni di movimentazione. Sul fronte dell'automazione avanzata, Bertolotti implementa sistemi di carico e scarico per treni e camion dotati di scansione 3D, ottimizzando i flussi e incrementando la sicurezza nelle operazioni. A com-

pletare l'offerta, il "cervello digitale" di Bertolotti si basa su architetture software proprietarie che permettono una supervisione predittiva, la gestione integrata dei flussi logistici e il coordinamento delle flotte autonome. Grazie a queste soluzioni, l'azienda è in grado di orchestrare la complessità tecnologica dei processi, rendendo ogni nodo logistico parte di un ecosistema interconnesso e intelligente. Con questa strategia, Bertolotti si conferma un partner industriale d'avanguardia, capace di ridefinire i confini della movimentazione e di collegare concretamente il futuro delle infrastrutture globali attraverso un'ingegneria innovativa e integrata.

Nel quadro dell'evoluzione dei sistemi logistici integrati porto-ferrovia, la disponibilità di locomotive di manovra a basse emissioni rappresenta un fattore abilitante per l'efficienza operativa e la sostenibilità ambientale. In tale contesto si inserisce l'attività di Bertolotti S.p.A., gruppo industriale con consolidata esperienza nella progettazione e realizzazione di sistemi complessi, che ha recentemente esteso le proprie competenze allo sviluppo di veicoli ferroviari.

L'organizzazione industriale del gruppo si basa su una filiera integrata che copre l'intero ciclo produttivo del veicolo, dalla realizzazione dei principali sottoassiemi strutturali fino all'assemblaggio finale, integrazione dei sistemi e prove dinamiche su infrastrutture dedicate. Questo assetto consente un elevato controllo progettuale e realizzativo, elemento chiave nello sviluppo di nuove piattaforme di locomotori.

Tra i progetti più rilevanti di Bertolotti si colloca una locomotiva di

manovra completamente elettrica alimentata a batterie, concepita per operazioni in ambito urbano, portuale e intermodale. La soluzione adotta batterie all'ossido di litio-titanato (LTO), caratterizzate da elevata durabilità (maggiore di 20.000 cicli), lunga vita utile e tempi di ricarica compatibili con cicli operativi intensivi. Dal punto di vista della sicurezza e dell'esercizio, la tecnologia LTO garantisce elevata stabilità termica e operatività in un ampio intervallo di temperatura, risultando particolarmente idonea per applicazioni ferroviarie gravose. L'architettura di trazione è ottimizzata per massimizzare l'efficienza energetica nelle fasi di manovra e nei cicli *stop-and-go* tipici dei terminal logistici. Un elemento distintivo del progetto è l'adozione di un'architettura di bordo completamente ridondata. I sottosistemi critici sono duplicati e distribuiti su canali indipendenti, garantendo continuità operativa anche in condizioni degradate e riducendo il rischio di indisponibilità del mezzo. Particolare attenzione è stata inoltre dedicata alla compatibilità infrastrutturale e alla capacità di operare in contesti geometricamente e funzionalmente complessi, tipici delle reti urbane e dei terminal ferroviari, con requisiti stringenti in termini di raggio di curvatura e pendenze. L'impiego di locomotive *full electric* consente l'azzeramento delle emissioni locali e una significativa riduzione dell'impatto acustico, con benefici rilevanti nelle aree portuali e urbane. A ciò si aggiunge una riduzione dei costi operativi lungo il ciclo di vita, grazie alla maggiore efficienza energetica e alla minore necessità di manutenzione. Su tali basi tecnologiche sono in corso sviluppi evolutivi orientati a



Figura 7 - Complesso tecnologico della Logistica 4.0 di Bertolotti.

piattaforme multi-alimentazione, in grado di integrare modalità a batteria, alimentazione da linea elettrificata e sistemi di generazione ausiliaria, al fine di garantire la massima flessibilità operativa su reti eterogenee. L'approccio adottato evidenzia come l'integrazione tra competenze ingegneristiche, architetture energetiche avanzate e filiera produttiva controllata rappresenti un elemento determinante per lo sviluppo di locomotive di nuova generazione, in grado di rispondere alle esigenze di sostenibilità ed efficienza del trasporto ferroviario contemporaneo.

Cz Loko, rappresentata da M. DANZI, *Sales & Business Development*, ha presentato al convegno l'ampia gamma di locomotori del costruttore ceco, evidenziando le caratteristiche e le potenzialità dei diversi modelli destinati al mercato italiano. Tra questi, il 741 diesel, *entry-level*, progettato con funzionalità essenziali e prestazioni su misura per l'impiego in manovra o come mezzo d'opera; il 744 diesel EffiShunter 1000, locomotiva universale da manovra e da treno, conforme alle più recenti normative e dotata delle ultime innovazioni tecnologiche; e il 744 bimodale DualShunter 2000 (Fig. 8) concepito per l'ultimo miglio, che unisce i vantaggi del motore diesel alla presenza del pantografo, offrendo fino a 2.200 kW sotto catenaria.

Cz Loko ha inoltre illustrato i propri studi e le ricerche sulle nuove tecnologie, con particolare riferimento ai combustibili alternativi come l'HVO, e alle soluzioni di propulsione a batterie e *fuelcell*, per le quali i rotabili sono già predisposti. L'azienda ha ribadito il proprio impegno verso il settore portuale, dove vanta una presenza consolidata, dimostrando stabilità e affidabilità sia sotto il profilo tecnico e operativo, sia sul piano normativo ed economico, con attenzione alla sostenibilità sociale e ambientale. In pochi anni, Cz Loko ha conquistato una posizione di rilievo in Italia per la fornitura di locomotive diesel e bimodali destinate alla manovra e ai servizi di trasporto merci, molte delle quali impiegate quotidianamente nei

porti e nei terminal italiani. Queste locomotive, spesso ammiraglie delle flotte locali, garantiscono produttività ed efficienza operativa, elementi fondamentali per la competitività dell'intermodalità ferroviaria e portuale. Realizzate in conformità agli standard europei di interoperabilità, rispondono ai requisiti più recenti in termini di emissioni e rumorosità. Particolare attenzione è stata dedicata al comfort, alla visibilità e alla sicurezza attiva e passiva degli operatori, con tecnologie che rendono disponibili immediatamente le caratteristiche di coppia massima e sfruttano l'elasticità dei motori asincroni di trazione. Le locomotive diesel possono utilizzare carburante vegetale HVO e sono predisposte per eventuali sostituzioni con batterie o *fuel cell*, senza modificare la catena di trazione. Il mercato italiano dispone già di locomotive bimodali, che mantengono le prestazioni in diesel e permettono di commutare in marcia tra diesel e pantografo, raddoppiando la potenza sotto catenaria e ottimizzando il modello operativo. Cz Loko dispone quindi di una piattaforma modulare e universale, declinata sulle specifiche esigenze italiane e supportata da strutture efficienti per manutenzione e ricambistica, pronta a rispondere alle sfide dell'elettrificazione, dell'ETCS e dei treni più lunghi e pesanti, in linea con gli obiettivi europei di sostenibilità e competitività della logistica intermodale.

V. ZIA, *Director of Sales and Marketing* di Zephir, ha portato il proprio contributo sull'importanza del collegamento operativo tra porto e ferrovia e sul ruolo strategico delle manovre ferroviarie nei contesti portuali e intermodali. L'intervento ha sottolineato come il valore aggiunto non dipenda solo dalla disponibilità del mezzo, ma dalla capacità di rendere le operazioni più semplici, flessibili e sicure. Le soluzioni strada-rotaia sviluppate da Zephir (Fig. 9) riducono la complessità operativa, limitano la necessità di infrastrutture dedicate e contenendo i costi rispetto a soluzioni tradizionali più rigide. Con oltre 55 anni di esperienza e più di 3.000 macchine prodotte, Zephir ha evidenziato la crescente richiesta di soluzioni adattabili ai diversi contesti applicativi, sia diesel sia elettriche, orientate



Foto 8 - Locomotiva bimodale di CZ Loko per MIST.



Figura 9 - Locotrattore Zephir.

a una logistica più efficiente e sostenibile. Un focus particolare è stato dedicato alla sicurezza operativa, sempre più centrale nei terminal e nelle aree portuali complesse, supportata da sistemi avanzati di controllo delle manovre per garantire continuità e affidabilità nelle attività quotidiane.

La tavola rotonda finale, moderata da G.E. DUCI, ha aperto con una riflessione sullo stato della portualità italiana: “I numeri dimostrano che la nostra è una portualità sostanzialmente ferma in questi anni – ha spiegato DUCI – Siamo stati capaci di compensare le micro-problematiche che hanno interessato i mercati di riferimento, ma per mettere davvero a reddito gli investimenti sulla diga e accedere a mercati più ampi, è indispensabile ampliare i collegamenti.

Per distanze inferiori ai 300 km siamo ancora competitivi con la strada, anche se con qualche criticità, mentre i mercati a lungo raggio si possono raggiungere solo tramite ferrovia.” Tra i partecipanti alla tavola rotonda su “Governance, reti d’impresa e integrazione nei sistemi logistici” erano presenti D. FALTERI, Presidente di Federlogistica; P. PESSINA, Presidente di Federagenti; F. MONTARESI, SG dell’Ad-SP Mar Ligure Orientale; e G. BOTTA, DG di Spediporto. G. BOTTA ha sottolineato l’importanza della crescita intermodale dei porti, evidenziando come questa debba essere accompagnata, o quantomeno seguita, dallo sviluppo dei servizi, in particolare quelli digitali. “Allo stato attuale – ha dichiarato BOTTA – dobbiamo essere resilienti, e per farlo è necessario costruire un modello collaborativo tra

operatori portuali e intermodali, che valorizzi al massimo lo sforzo progettuale e finanziario di questi anni.” L’intervento ha messo in luce come la competitività futura del sistema portuale dipenda non solo dall’infrastruttura fisica, ma anche dalla capacità di integrare servizi, reti d’impresa e tecnologie digitali, creando un ecosistema logistico coerente e sostenibile.

L’appuntamento è quindi per la terza edizione del convegno, ormai consolidato come punto di riferimento nazionale per addetti ai lavori ed esperti del settore, un’occasione imperdibile di aggiornamento e confronto sulle sfide e le innovazioni della logistica intermodale, del sistema portuale e delle ferrovie, con particolare attenzione all’integrazione tra porto e sistema ferroviario nazionale.

IF Biblio

Arbra BARDHI, Massimiliano BRUNER, 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 IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2026

(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 solo 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. 06.4827116 - 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 compreso di spedizione; 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 2026

(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: +39.06.4827116 - 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 (print) € 9.50 with shipping included; € 7.50 digital article (PDF).

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

	IF Biblio	<i>Sicurezza dell'esercizio ferroviario</i>	19
	<p>275 Un approccio a più criteri per la valutazione della sicurezza e il miglioramento dei Passaggi a Livello (ARETOULIS – DOLIANITIS – PYRGIDIS) <i>A Multi-Criteria based Approach for Safety Assessment and Improvement of Railway Level Crossings (RLCs)</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, febbraio 2023, pp. 145-164, figg. 6, tabb. 7. Biblio 39 titoli. Il presente documento sviluppa uno "strumento decisionale" che aiuta i gestori dell'infrastruttura ferroviaria a</p>	<p>stabilire gli interventi da effettuare a un determinato passaggio a livello ferroviario della rete, al fine di migliorare la sicurezza per il traffico ferroviario e per gli utenti della strada. La ricerca attuale si basa sull'analisi multicriterio, utilizzando la metodologia PROMETHEE. <i>The present paper develops a "decision tool" that helps railway infrastructure managers decide the interventions to make at a given railway level crossing of the network in order to improve safety for rail traffic and road users. The current research is based on multicriteria analysis using the PROMETHEE methodology.</i></p>	

	IF Biblio	<i>Trasporti non convenzionali</i>	29
	<p>55 Innovazioni normative, tecnologiche ed operative nei trasporti a fune (PETRUCCELLI – FABRIZIO) <i>Regulatory, technological and operational innovations in cableway transport</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, febbraio 2023, pagg. 113-144, figg. 9, tabb. 6. Biblio 20 titoli. Con riferimento agli impianti di trasporto a fune ed in particolare a quelli aerei il lavoro presenta una disamina cri-</p>	<p>tica delle novità intervenute nell'ultima decade in termini normativi, tecnologici ed operativi e delle possibili conseguenze sulle caratteristiche progettuali, sulle prestazioni, sulla sicurezza e sui costi delle realizzazioni. <i>With reference to cableway transport systems and in particular to aerial ones, this work presents a critical analysis of the regulatory, technological and operational innovations that have occurred in the last decade and of the possible consequences on design features, as well as on performances, safety and costs of the built facilities.</i></p>	

L'ALTA VELOCITA' 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.



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
- 1.1.10 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
- 1.2.5 F. NATONI “Gli scambi ferroviari” € 30,00

1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” € 30,00
- 1.3.18 N. TILLI – C. SPALVIERI – “Compendio di Trazione Elettrica Ferroviaria” € 60,00

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 – “Infortunati: 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
- 2.23 F. CIUFFINI - “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 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
- 2.36 G.P. PAVIRANI “La Manutenzione della Infrastruttura” € 36,00
- 2.37 V. VALFRÈ – G. STANZANI – D. OCCHIENA “Le Protezioni da Doppie Contatti Ordinati e Separati Con Verifica Dimensionale dei Parametri di Linea” Formato Digitale PDF € 34,00
- 2.38 M. GERLINI – P. MORI – R. PAIELLA “Architettura Ferroviaria” € 120,00
- 2.39 C. CIPOLLINI – G. COSTA – “La Rivoluzione con il Ferro” € 40,00

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
- 3.7. V. GUADAGNO – “Economia e Ferrovie Preunitarie fra “Ante Storia” e primo periodo (1839-1848)” € 50,00

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	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
6.12.	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite,			

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

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgia, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario
- S** Servizi assicurativi

A **Lavori ferroviari, edili e stradali
Impianti di riscaldamento e sanitari
Lavori vari**

B **Studi e indagini
geologiche-palificazioni**

C **Attrezzature e materiali
da costruzione**

MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica, 109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG) – Tel. 075/597211 – Fax 075/395348 – www.margaritelli.com –

Progettazione e produzione di manufatti per armamento ferroviario, tranviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato precompresso, legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

MEFA ITALIA, VIA GB MORGAGNI 16/B, 20005 POGLIANO M.SE (MI), T. 02 93 54 01 95, HYPERLINK “mailto:info@mefa.it”info@mefa.it, HYPERLINK “http://www.mefa.it”www.mefa.it Vendita e dimensionamento di elementi di supporto e fissaggio di impianti, sistemi modulari di sostegno anche antisismici, collari per tubazioni, giunti, raccordi, stazioni di allarme per impianti antincendio.

D **Meccanica, metallurgia,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica). Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morsetteria in CuNiSi ad alta resistenza meccanica per tutti i tipi di filo di contatto, terminali, morse di amarro e giunti a innesto rapido per fune portante. Pendini tradizionali e regolabili in altezza, pendini elastici – smorzatori per usi su alta velocità e linee tradizionali. Dispositivi di messa a terra e corto circuito. Soluzioni personalizzate e speciali su misura.

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di: videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezio-

ne dei beni e delle persone, e per l'efficiamento dei processi e dei servizi.

CANAVERA & AUDI S.p.A. Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO) - Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 - E-mail: info@canavera.com - Sito web: www.canavera.com - Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg - Lavorazioni meccaniche - Taglio laser, piega, saldatura e assemblaggio in acciaio e alluminio di serbatoi, componenti e strutture per carri, carrozze, tram e metropolitane.

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, piastrelle, 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.

G.C.F.E. 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.

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 comunicazione 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.

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.

GEOSEC S.r.l. – Via Mercalli 2/a, 43126 Parma – Tel. 0521/339323 - E-mail: commerciale@geosec.it - <http://www.geosec.it> - GEOSEC S.r.l. è specializzata nel consolidamento dei rilevati ferroviari attraverso iniezioni mirate di polimeri ad espansione controllata, con monitoraggio degli effetti tramite tomografia della resistività elettrica (ERT 3D), anche in configurazione wireless e senza interruzione del traffico ferroviario. Offriamo inoltre: Interventi di iniezione per la riduzione e il blocco delle infiltrazioni d'acqua nelle gallerie. Posa di pali presso-infissi per barriere antirumore. Iniezioni di polimeri espandenti per la mitigazione del rischio di liquefazione del terreno.

GOLDSCHMIDT ITALIA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

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.

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.

M. PAVANI SEGNALAMENTO FERROVIARIO S.r.l. – Via Per Mirandola, 24 - 41033 Concordia sulla Secchia (MO) – Tel. 0386 565128 - E-mail: admin@mpavani.com - www.mpavani.com - Progettazione, installazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione e

di segnalamento - Fornitura e installazione di Kit cavi RED, ADP e QDS - Installazione e messa in servizio di impianti di videosorveglianza e antintrusione - Realizzazione di impianti per la copertura radio, rilevamento e spegnimento incendi, diffusione sonora - Progettazione, produzione, fornitura e installazione di apparecchi illuminanti.

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 plano 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.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – E-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

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, Apparati 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.spil.it – info@spil.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettro-

meccanici, 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.

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 Siste-

mi 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 ITALY S.r.l. - Via Alessandria, 91 – 00198 Roma – Tel. 06/84241106 – E-mail: railwaysystems-italy@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Progettazione, Consulenza, Produzione, Service e Logistica di Scambi ferroviari A.V., Apparecchi di binario convenzionali e tranviari, Rotaie Vignole e a gola, Casse di manovra ferroviarie e segnalamento completo tranviario – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e per materiale rotabile.

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.

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

D&T srl – Largo Promessi Sposi - 20142 Milano – Tel. 3486979791 - E-mail: dt.marketing@datatech.net - http://www.datatech.com/ - Shrail è una divisione di D&T, azienda che crea sofisticati simulatori per mezzi di trasporto (treni, tram, metro, filobus) e di apparati cen-

trali. Fornisce anche simulazioni di folle e un simulatore 3D per supportare la formazione sulla manutenzione ferroviaria.

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.

BONIFICA S.p.A. – Via della Camilluccia 67, 00135 Roma – Tel. 06 415391 – PEC: bonificaspa@legalmail.it. Società Italiana di ingegneria civile specializzata nella progettazione, direzione lavori e project management di infrastrutture di trasporto. Opera nei settori stradale, ferroviario, portuale, oltre che in ambito ambientale e idraulico. Fornisce servizi

di ingegneria multidisciplinare dalla fattibilità alla progettazione esecutiva, supporto alle gare e controllo dei progetti. Dal 2015 BONIFICA S.p.A. adotta la metodologia BIM operando ai più elevati livelli di maturità del processo, con esperienze concrete nel 4d e 5d Modeling.

R Trasporto materiale ferroviario

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

S Servizi assicurativi

ASSIFIDI SPA – Piazza del Sole 81 – 00144 Roma – tel.06.87652053 – E-mail: info@assifidi.it - <http://www.assifidi.it> - Broker di Assicurazioni specializzato nel settore degli appalti, delle costruzioni e professioni tecniche. Assistenza nella partecipazione a gare d'appalto, affidamenti cauzioni, analisi dei bandi di gara, per quanto attiene aspetti fideiussori ed assicurativi, collocamento delle garanzie e coperture previste in caso di aggiudicazione. Responsabilità Civile Professionale, RC Progettista "ex Merloni", Responsabilità Civile verso Terzi e Dipendenti, All Risks studio professionale, Tutela Legale, Cyber Risk, Piani Sanitari.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di aprile 2026
Printed in February 2026



ESSEN ITALIA

Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularità e Flessibilità



Maggiore velocità
in sicurezza



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia "Ponti ESSEN" per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.

Qualità e Sicurezza

Forte di un "curriculum" d'eccellenza, la tecnologia "Ponti ESSEN" garantisce, nelle sue diverse configurazioni di utilizzo, elevati standard di qualità e sicurezza all'esercizio ferroviario.



Soluzioni chiavi in mano



BONOMI RAILWAY

IL MEGLIO DELL'ELETTRIFICAZIONE FERROVIARIA IN UN **CLICK**



Scopri l'e-catalogue completo

