

Costruzioni Linee Ferroviarie



il futuro corre su binari sicuri

dal 1945

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

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



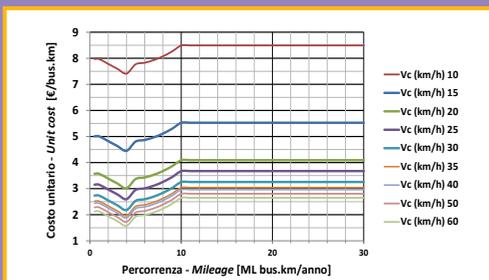
Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfsa.it - www.clfsa.com

INGEGNERIA FERROVIARIA - Ottobre 2024

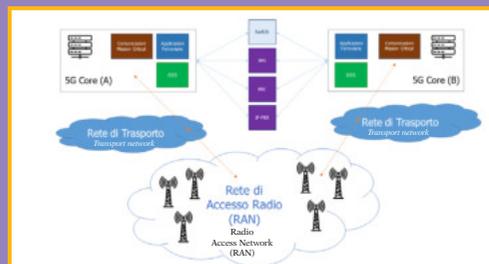
ISSN: 0020 - 0856

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

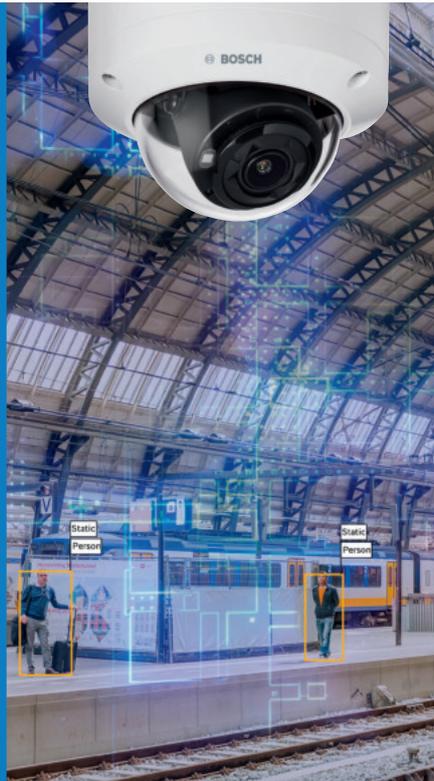
In questo numero
In this issue



Costo del trasporto pubblico
su strada
*Cost of road public
transit*



Reti mobili per le linee ferroviarie
del futuro
*Mobile networks for the
future railway*



Soluzioni basate su AI per ferrovie e metropolitane

Telecamere con Intelligenza Artificiale (AI)
per applicazioni di sicurezza e per scelte
basate sui dati



5-anni
di garanzia



Certificati
Cybersecurity



Protezione
privacy



AI a bordo
telecamera

Sistemi e soluzioni AI

#PowertoPredict

Per maggiori informazioni: [boschsecurity.it](https://www.boschsecurity.it)

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

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

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	I copertina
ROBERT BOSCH S.p.A. – Milano	II copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 746
ISOIL S.p.A. - Cinisello Balsamo (MI)	pagina 775
SALCEF GROUP S.p.A. - Roma	pagina 776
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 795
Orologio CIFI-Perseo “Infrangibile”	III copertina
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2024

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

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

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

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

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

- Carta di credito/prepagata sul sito www.cifi/shop/.

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

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

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

Contatti - Contacts

Tel. 06.4742987

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

Servizio Pubblicità - Advertising Service

Roma: 06.47307819 - areasoci@cifi.it

Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

Direttore - Editor in Chief

Stefano RICCI

Vice Direttore - Deputy Editor in Chief

Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione - Editorial Board

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

COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI

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

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

Partita IVA 00929941003

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

Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

Indice

Anno LXXIX | **Ottobre 2024** | 10**Condizioni di Associazione al CIFI 718****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**

Umberto PETRUCCELLI

Pietro VUONO

721**RETI MOBILI DI NUOVA GENERAZIONE
PER LE LINEE FERROVIARIE DEL FUTURO
NEXT-GENERATION MOBILE NETWORKS
FOR THE FUTURE RAILWAY**

Flavio MASCHIETTI

Alessio BARBARESÌ

Salvatore RAGO

Simone MAMMUCARI

Girolamo CLEMENZA

747**Notizie dall'interno 769****Notizie dall'estero***News from foreign countries***777****Vita del CIFI - Convegno "Le ferrovie ad uso turistico:
esperienze e prospettive" 791****IF Biblio 793****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria
Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria 794****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI 796****Fornitori di prodotti e servizi 798**

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

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

La collaborazione è aperta a tutti.

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

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

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

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

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

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

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

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

The articles can be presented both in English and/or Italian language. The publication is anyway bilingual. The admission of a paper does not imply acknowledgment or approval by the journal of theories and opinions presented by the Authors.

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

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

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

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

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



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

UMBERTO PETRUCCELLI (*)

Pietro VUONO (**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.10.2024.ART.1>)

Sommario - La determinazione del costo standard del trasporto pubblico locale (TPL) è un tema di grande interesse nei paesi che sovvenzionano con risorse pubbliche questi servizi, in quanto risulta essenziale per regolare i rapporti economici fra l'ente affidante e l'azienda affidataria ma anche per garantire una giusta distribuzione delle specifiche risorse statali fra gli enti locali competenti. L'argomento è stato affrontato da alcuni studiosi che hanno prodotto modelli di stima supportati da relazioni matematiche più o meno complesse, dipendenti da variabili di diversa natura.

Questo lavoro illustra i maggiori risultati presenti nella letteratura scientifica e pone l'accento sulla capacità interpretativa di ciascun modello proposto, valutata attraverso la rappresentatività delle variabili utilizzate e dei parametri di calibrazione. In particolare, per ogni modello vengono discusse le variabili su cui si basa, l'impostazione metodologica e la forma analitica, l'ampiezza e valenza del campione di riferimento, e ne vengono evidenziati i punti di forza ed i limiti. L'obiettivo del lavoro consiste nel sistematizzare le conoscenze attuali sui modelli di stima del costo dei servizi di TPL su gomma fornendo indicazioni per la ricerca futura con particolare attenzione all'importanza delle variabili da considerare.

1. Introduzione

In Italia, il trasporto pubblico locale (TPL) è realizzato su strada per circa il 60% delle percorrenze ed è esercitato in regime di monopolio di Stato e delegato alle regioni che di solito affidano i servizi ad aziende esterne. In tutti i paesi europei in cui il TPL viene sovvenzionato è necessario

Summary - The estimate of the local public transport (LPT) standard cost is a topic of great interest in countries that subsidise these services with public resources, as it is essential to regulate the economic relations between the entrusting authority and the entrusted company but also to guarantee a fair distribution of the specific state resources among the competent local authorities. The subject has been addressed by some scholars who have produced estimation models supported by more or less complex mathematical relations, dependent on variables of a different nature.

This work illustrates the major results in the scientific literature and emphasises the interpretative capacity of each proposed model, assessed through the representativeness of the variables used and the calibration parameters. In particular, for each model, the variables on which it is based, the methodological approach and analytical form, the breadth and value of the reference sample are discussed, and its strengths and limitations are highlighted. The aim of this work is to systematise current knowledge on models for estimating the cost of LPT services by road, providing indications for future research with particular attention to the importance of the variables to be considered.

1. Introduction

In Italy, local public transport (LPT) is carried out by road for about 60% of mileage and is exercised under a State monopoly and delegated to the regions, which usually entrust services to external companies. In all Euro-

(*) Università della Basilicata – (email: umberto.petruccelli@unibas.it).

(**) Università della Basilicata.

(*) University of Basilicata - (email: umberto.petruccelli@unibas.it).

(**) University of Basilicata.

determinarne il costo di riferimento da utilizzare nelle gare pubbliche di affidamento [1].

Per costo di riferimento o costo standard si intende generalmente il costo di produzione per unità di prodotto (veicolo-km o posto-km), calcolato per un'azienda massimamente efficiente, tenendo conto delle specificità dei prodotti e delle reali condizioni operative all'interno di un contesto territoriale chiaro e ben definito [2][3]. A livello micro, il costo di riferimento è alla base del meccanismo di quantificazione delle sovvenzioni da erogare alle aziende che esercitano il servizio. A livello macro, invece, lo stesso costo può essere utilizzato per supportare una equa ripartizione delle risorse fra le regioni di uno stesso paese che deve essere basata sulle effettive necessità in termini di quantità di servizio e di costi unitari da sostenere [4]. Di fatti, il principio del costo standard nel finanziamento dei servizi pubblici è entrato formalmente da molto tempo nell'ordinamento italiano per assicurare una equa distribuzione e un più efficiente uso delle risorse pubbliche [5] anche se, nonostante gli sforzi normativi fino ad oggi profusi, l'obiettivo di una giusta ripartizione delle risorse statali è ancora piuttosto lontano [6]. Seppur in presenza di precise istruzioni predisposte da fonti istituzionali, come l'Autorità di Regolazione dei Trasporti (ART), il Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile (MIMS) e le Regioni, la maggiore complessità nella definizione e nello sviluppo dei modelli di calcolo di tale costo risiede nella scarsa omogeneità dei dati forniti dalle aziende [3].

Negli ultimi vent'anni la letteratura scientifica sul tema della stima del costo kilometrico dei servizi di TPL su gomma si è arricchita di numerosi modelli dipendenti da più variabili fra cui generalmente sono comprese la velocità commerciale (che condiziona l'impegno temporale dei conducenti e dei veicoli) e la quantità di servizio prodotta (che riflette le eventuali economie e diseconomie di scala). Purtroppo la maggior parte dei modelli esistenti non utilizza variabili in grado di descrivere anche indirettamente le caratteristiche del programma di esercizio (PdE) che influiscono sensibilmente sull'efficienza degli operatori e dei rotabili e ciò ne limita l'attendibilità dei risultati. Infatti lo stesso numero di ore di servizio reso al pubblico (conseguenza diretta della percorrenza realizzata e della velocità commerciale) può essere realizzato utilizzando un numero differente di conducenti e di mezzi dipendente dal progetto delle linee e dell'orario, con evidenti conseguenze sulla percorrenza media annua di ciascun conducente e di ciascun mezzo.

L'incidenza del PdE sul costo kilometrico del servizio è chiarita dall'esempio riportato in [7], a cui si rimanda, che evidenzia il differente utilizzo di conducenti e macchine su due linee extraurbane identiche, servite da un numero di corse molto diverso.

Nell'analisi dei costi elaborata partendo dalle effettive voci di spesa, l'influenza del PdE sul numero di conducenti e di mezzi necessari è automaticamente considerata, a differenza di quanto accade nella stima elaborata a partire dalla quantità e dalle peculiarità del prodotto reso. Infatti

pean countries where LPT is subsidised, it is necessary to determine the reference cost to be used in public tenders [1].

Reference or standard cost is generally understood to be the cost of production per unit of product (vehicle-km or seater-km), calculated for a maximally efficient company, taking into account product specificities and actual operating conditions within a clear and well-defined territorial context [2][3]. At the micro level, the reference cost is the basis for quantifying the subsidies to be paid to the companies operating the service. At the macro level, on the other hand, the same cost can be used to support an equitable distribution of resources between the regions of the same country, which must be based on actual needs in terms of quantity of service and unit costs to bear [4]. Actually, the principle of standard cost in the financing of public services formally entered the Italian legal system a long time ago to ensure a fair distribution and a more efficient use of public resources [5] even though, despite the regulatory efforts made to date, the objective of a fair distribution of state resources is still some way off [6]. Although there are precise instructions prepared by institutional sources, such as the Italian Transport Regulatory Authority (ART), the Italian Ministry of Infrastructure and Sustainable Mobility (MIMS) and the Regions, the greatest complexity in defining and developing models for calculating this cost lies in the lack of homogeneity in the data provided by the companies [3].

Over the last twenty years, the scientific literature on the estimating the cost per km of LPT road services has been enriched by numerous models dependent on several variables, which generally include commercial speed (which affects the use time of drivers and vehicles) and the quantity of service produced (which reflects any economies and diseconomies of scale). Unfortunately, most existing models do not use variables describing even indirectly the characteristics of the service operating program (SOP) that significantly affect the efficiency of operators and rolling stock, and this limits the reliability of the results. In fact, the same number of hours of service supplied to the public (a direct consequence of the distance travelled and the commercial speed) can be realised using a different number of drivers and vehicles depending on the design of the lines and the timetable, with obvious consequences on the average annual mileage travelled by each driver and each vehicle.

The impact of the SOP on the cost per km of the service is clarified by the example given in [7], to which we refer, which highlights the different use of drivers and buses on two identical extra-urban lines served by very different numbers of rides.

In the cost analysis worked out from the actual expense items, the influence of the SOP on the number of drivers and vehicles required is automatically taken into account, unlike in the estimation elaborated from the quantity and characteristics of the product made. In fact, estimation

i modelli di stima sono in grado di tener conto delle caratteristiche del PdE solo se comprendono variabili che lo rappresentano, o direttamente, o indirettamente attraverso parametri indicativi dell'efficienza dei conducenti, quali la percorrenza media annua o il rapporto medio giornaliero fra ore di guida e ore di servizio. In particolare, se si utilizzano modelli che tengono conto indirettamente del PdE attraverso parametri indicativi dell'efficienza dei conducenti e dei mezzi, è possibile ottenere stime affidabili del costo unitario del servizio solo se si attribuiscono a questi parametri valori medi validati, riferiti a servizi che presentano le stesse caratteristiche di quelli in esame. Considerando che il costo del personale di guida incide all'incirca per il 50% del totale, è chiaro che utilizzare modelli che non tengono conto delle caratteristiche del PdE conduce ad una stima del costo scarsamente rappresentativa dello specifico servizio.

I modelli riportati nel presente lavoro sono stati tratti in prima battuta da studi pubblicati da autori che hanno affrontato più volte, con approfondimenti successivi, il tema. Successivamente si è ampliata notevolmente l'area di indagine comprendendo altri lavori rilevanti sebbene meno noti. Questo ha portato a selezionare 19 modelli di calcolo che costituiscono un campione sufficientemente rappresentativo del fenomeno studiato.

I 19 modelli di stima esaminati (riportati in Fig. 1 in ordine cronologico con il nome degli autori) sono stati confrontati sulla base delle seguenti specificità:

- le variabili utilizzate e l'attendibilità delle stime;
- la metodologia di costruzione e la forma analitica;
- l'ampiezza e valenza del campione di dati sui quali sono stati costruiti.

La prevalenza in letteratura di studi riguardanti il contesto italiano è conseguenza dell'importanza crescente che il costo standard ha assunto in Italia negli ultimi quarant'anni nella determinazione delle compensazioni economiche

models are able to take into account the characteristics of the SOP only if they include variables that represent it, either directly or indirectly, through parameters indicative of driver efficiency, such as average annual mileage or the average daily ratio of driving hours to service hours. In particular, when using models that indirectly account for SOP through parameters indicative of driver and vehicle efficiency, it is possible to obtain reliable estimates of the service unit cost only if validated average values are attributed to these parameters, referring to services with the same characteristics as those under consideration. Considering that the cost of driving staff accounts for approximately 50% of the total, it is clear that using models that do not take into account the characteristics of the SOP leads to a cost estimate that is poorly representative of the specific service.

The models analysed in this work were initially taken from studies published by authors who have addressed the topic several times, with subsequent in-depth studies. Afterwards, the area of investigation was significantly expanded to include other relevant, although less well-known, works. This led to the selection of 19 calculation models that constitute a sufficiently representative sample of the phenomenon studied.

In the following, 19 estimation models were examined (shown in Fig. 1 in chronological order, by the authors' names) and were compared on the basis of the following features:

- *the variables used and the reliability of the estimates;*
- *construction methodology and analytical form;*
- *the size and value of the data sample on which they were constructed.*

The prevalence in the literature of studies regarding the Italian context is a consequence of the growing importance that the standard cost has assumed in Italy over the last forty years in determining the economic

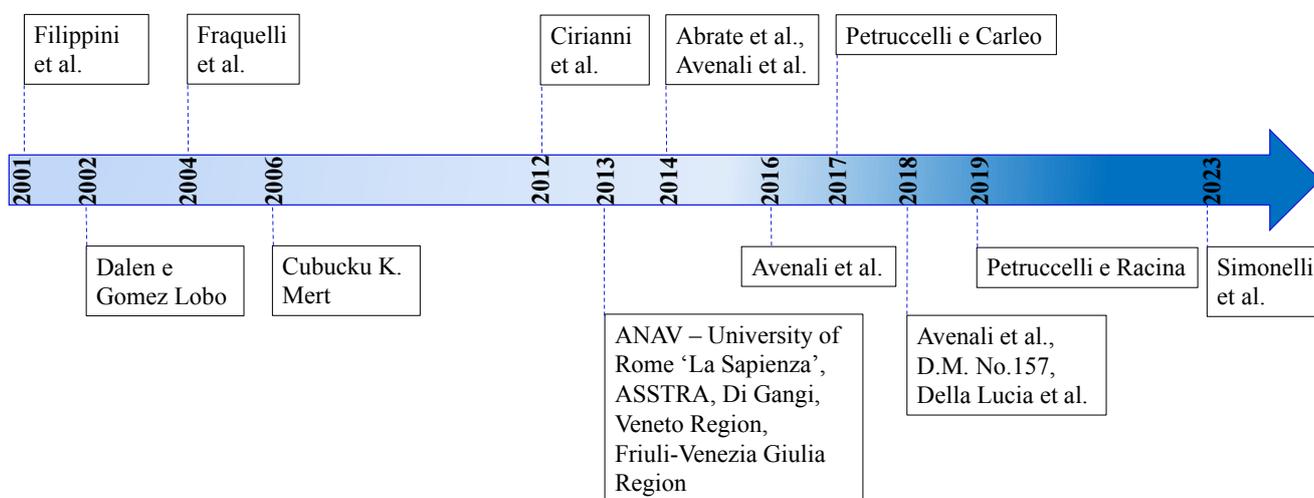


Figura 1 - Ordine cronologico dei modelli esaminati.
 Figure 1 - Chronological order of the models examined.

riconosciute dagli enti pubblici committenti alle aziende che esercitano il TPL. Tale importanza è comprovata anche dalla emanazione, da parte Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, di uno specifico Decreto Ministeriale (il 157/2018) che ha stabilito metodi e modelli per il calcolo del costo standard avvalendosi dei dati raccolti negli ultimi anni dall'Osservatorio Nazionale per le Politiche del Trasporto Pubblico Locale.

L'originalità del lavoro qui presentato risiede nell'aver proposto un confronto critico (fino ad oggi mancante nella letteratura del settore) fra i modelli esistenti, e nell'aver illustrato e valorizzato le variabili influenzate dallo specifico PdE che incidono sensibilmente sul costo dei servizi di TPL e che, purtroppo, nonostante ciò, sono trascurate nella maggior parte dei modelli attuali.

2. Variabili dei modelli e attendibilità delle stime

Si classificano di seguito i modelli in tre categorie sulla base delle variabili utilizzate e si raccolgono in Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3, discutendone poi le caratteristiche nei relativi sottoparagrafi. In particolare, si distinguono:

- Categoria 1: modelli in cui le caratteristiche del programma di esercizio (PdE) vengono descritte in modo completo ed esaustivo attraverso opportune variabili rappresentative.
- Categoria 2: modelli in cui le caratteristiche del PdE vengono descritte solo parzialmente attraverso variabili derivate o variabili discontinue o fittizie (*dummy*).
- Categoria 3: modelli che non tengono in alcun conto delle specificità del PdE limitandosi ad utilizzare variabili rappresentative di aspetti generali del servizio, quali la velocità commerciale e la quantità di servizio prodotto.

2.1. Categoria 1

Fra i modelli ricadenti nella prima categoria, cioè quelli in cui le caratteristiche del programma di esercizio (PdE) vengono descritte in modo esaustivo e diretto attraverso variabili rappresentative, ne sono stati selezionati tre.

Il modello proposto da PETRUCCELLI e CARLEO (2017) [2] basa la stima del costo su un parametro denominato "Indicatore di Efficienza Globale" (E_G), in grado di rappresentare sinteticamente l'efficienza del PdE e dell'azienda, come prodotto fra i tre fattori:

- il coefficiente di utilizzazione medio degli autisti, consistente nel rapporto fra le ore di guida rese mediamente da ciascun conducente e le ore di lavoro, che misura l'efficienza del programma di esercizio e rappresenta un parametro esogeno all'azienda, cioè non controllabile da quest'ultima;
- l'incidenza del costo degli autisti sul costo complessivo del lavoro ($C_{cond}/C_{pers.}$), già utilizzato da ANAV [12] e ASSTRA [13] (si veda il successivo paragrafo 2.2), che misura in modo indiretto l'efficienza aziendale e rap-

compensation recognized by public contracting bodies to companies that operate TPL. This importance is also demonstrated by the issuing, by the Ministry of Infrastructure and Transport, of a specific Ministerial Decree (157/2018) which established methods and models for calculating the standard cost using data collected in recent years by the National Observatory for Local Public Transport Policies.

The originality of the work presented here lies in proposing a critical comparison (up to now lacking in the sector literature) between present models and in illustrating and valorising the variables influenced by the specific PdE that significantly affect the cost of TPL services and which, unfortunately, despite this, are neglected in most current models.

2. Model variables and estimate reliability

In the following, the models are classified into three categories on the basis of the variables used and are gathered in Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3 and then discussed in the relevant subsections. In particular, we distinguish:

- *Category 1: models in which the characteristics of the service operating program (SOP) are fully and comprehensively described by appropriate representative variables.*
- *Category 2: Models in which the characteristics of the SOP are only partially described through derived variables or discontinuous or dummy variables.*
- *Category 3: models that take no account the specificities of the SOP because they merely use variables representing general aspects of the service, such as the commercial speed and the quantity of service produced.*

2.1. Category 1

We selected three of the models falling into the first category, i.e. those in which the characteristics of the service operating program (SOP) are comprehensively and directly described through representative variables.

The model proposed by PETRUCCELLI and CARLEO (2017) [2] bases the cost estimation on a parameter called the 'Global Efficiency Indicator' (E_G), which is able to synthetically represent the efficiency of the SOP and the company, as a product between the three following factors:

- *average driver utilisation coefficient, consisting of the ratio between the average driving hours rendered by each driver and the number of hours worked, which measures the efficiency of the SOP and is a parameter external to the company, i.e. not controllable by the latter;*
- *cost of drivers on all staff cost ratio (C_{driv}/C_{staff}), already used by ANAV [12] and ASSTRA [13], which indirectly measures company efficiency and represents an endoge-*

Tabella 1 – Table 1

Sintesi dei modelli di calcolo relativi alla categoria tipologica n°1
 Summary of the calculation models for type category n° 1

CATEGORIA 1 CATEGORY 1		
Modello (autori) Model (authors)	Variabili utilizzate - Variables used	
	Variabili rappresentative del PdE Representative variables of SOP	Altre variabili Other variables
PETRUCELLI e CARLEO (2017) [2]	$H_{G,cond}, T_C, D_S, F_S, P_F$	v_c, Q
PETRUCELLI e RACINA (2019) [4]	X1, X2	
SIMONELLI <i>et al.</i> (2023) [8]	$\pi, \alpha, \delta, \varepsilon, N_{depotruns}, W_{age}$	v_c, Q
Legenda variabili - Variable legend: $H_{G,cond}$ = numero di ore di guida - number of driving hours; T_C = durata temporale media delle corse - average running time of the rides; D_S = densità del servizio - service density; F_S = intensità del servizio - service intensity; P_F = fattore dell'ora di punta del servizio - peak hour factor of the service; v_c = velocità commerciale - commercial speed; Q = percorrenza annuale del servizio - annual mileage of the service. $X1$ = numero di corse offerte - number of supplied rides; $X2$ = tempo di percorrenza medio delle corse - average travel time of the rides; π = variabile che dipende dal contesto in cui viene svolto il servizio - variable depending from the context in which the service is performed; α = tasso standard di assenteismo dei conducenti ovvero del numero medio di giornate annue lavorate - parameter describing the standard rate of driver absenteeism, i.e. the average number of days worked per year; δ = parametro che descrive le inevitabili inefficienze conseguenti alla corrispondenza tra i turni di lavoro e l'orario del servizio - parameter describing the inevitable inefficiencies resulting from the correspondence between work shifts and service hours; ε = parametro che descrive l'incidenza dei percorsi a vuoto, cioè dello spostamento degli autobus da e per il deposito, all'inizio e alla fine del servizio - parameter describing the incidence of empty journeys, i.e. the movement of buses to and from the depot, at the beginning and end of the service; $N_{depotruns}$ = numero minimo di spostamenti "vuoti" ovvero da e per il deposito, all'inizio e alla fine del servizio - minimum number of 'empty' journeys i.e. to and from the depot, at the beginning and end of the service; W_{age} = fattore correttivo che tiene conto della percentuale di autobus con età maggiore della vita utile standard assunta pari a 15 anni - correction factor taking into account the proportion of buses older than the assumed standard service life of 15 years.		

presenta un parametro endogeno dell'impresa; infatti un'azienda più efficiente realizza valori più alti di questo rapporto perché riesce a contenere il numero di unità del personale diverso dai conducenti;

- l'incidenza del costo totale del lavoro sul costo complessivo del servizio (C_{pers}/C), anche questo già presente nei modelli ANAV e ASSTRA, è un parametro solo parzialmente endogeno in quanto descrive in parte l'efficienza aziendale ed in parte quella del programma di esercizio.

Gli autori hanno definito, su base regressiva, una relazione analitica che consente di determinare l'indicatore di efficienza globale in funzione di sei variabili descrittive del PdE, che sono: la percorrenza annuale del servizio, la velocità commerciale media del servizio, la durata temporale media delle corse, la densità e l'intensità del servizio e il fattore dell'ora di punta dello stesso. Noto il valore di E_G e dopo aver determinato le ore annue di servizio reso, la stima del costo è immediata. Questo modello presenta il vantaggio della semplicità del calcolo e dell'approccio metodologico nonché dell'utilizzo di soli input noti anche al di fuori dell'azienda.

nous parameter of the company; in fact, a more efficient company achieves higher values of this ratio because it manages to contain the number of staff units other than drivers;

- all staff cost on the total service cost ratio (C_{staff}/C), which is also already present in the ANAV and ASSTRA models (see subsection 2.2), is only partially an endogenous parameter as it partly describes the efficiency of the company and partly that of the SOP.

The authors defined, on a regression basis, an analytical relationship that makes it possible to determine the overall efficiency indicator as a function of six descriptive variables of the SOP, which are: the annual mileage of the service, the average commercial speed, the average time of the rides, the density and intensity of the service, and the peak hour factor of the service. Once the value of E_G is known and the annual service hours are determined, the cost estimate is immediate. This model has the advantage of the simplicity in the calculation and methodological approach as well as the use of only inputs known also outside the company.

Sintesi dei modelli di calcolo relativi alla categoria tipologica n°2
 Summary of calculation models for type category n° 2

CATEGORIA 2 CATEGORY 2			
Modello (autori) Model (authors)	Variabili Variables		
	Variabili rappresentative del PdE Representative variables of SOP		Altre variabili Other variables
	Continue Continuous	Discontinue (o dummy) Discontinuous (or dummy)	
FILIPPINI <i>et al.</i> (2001) [9]		DEN ² , REGIO	Q, n, T
FRAQUELLI <i>et al.</i> (2004) [10]		DINT, DMIX,	v _c , Q, y _{VC}
CIRIANNI <i>et al.</i> (2012) [11]	H _{L,cond} , Q _{cond}		v _c , Q, v _{utile}
ANAV (2013) [12]	H _{G,cond}		v _c
ASSTRA (2013) [13]	H _{G,cond}		v _c
DI GANGI (2013) [14]	H _{L,cond}		v _c , Q, v _{utile}
Veneto Region (2013) [15]		5 categorie di servizio - 5 service categories	v _c
Friuli V. G. Region (2013) [16]	H _{G,cond}		v _c
AVENALI <i>et al.</i> (2018) [17]	H _{G,cond} , v _{utile} , a _v		v _c , Q, Km _v , D _{KM1} , D _{KM2}
DELLA LUCIA <i>et al.</i> (2018) [3]	t _u , t	α ₁ , α ₂ , α ₃	h

Legenda variabili – Variable legend:
 DEN² = fattore che dipende dal numero di fermate per km di rete servito - factor dependent on stops number per km of served network;
 REGIO = fattore dipendente dal contesto territoriale in cui viene svolto il servizio di trasporto - factor dependent on the territorial context in which the transport service is provided;
 Q = percorrenza annuale del servizio - annual running time of service;
 n = lunghezza della rete - length of network;
 T = parametro che descrive le possibili fluttuazioni nel tempo - parameter describing possible fluctuations over time;
 DINT e DMIX = variabili dummy relative, rispettivamente, al servizio extra-urbano e misto - dummy variables relating to extra-urban and mixed service, respectively;
 v_c = velocità commerciale - commercial speed;
 y_{VC} = fattore che descrive l'errore stocastico della funzione di costo - factor describing the stochastic error of the cost function;
 H_{L,cond} = numero di ore lavorative del personale di guida - number of working hours of the driving staff;
 Q_{cond} = media dei km percorsi da ogni conducente in un anno - average number of kilometres driven by each driver per year;
 v_{utile} = vita utile di ogni autobus - useful life of each bus;
 H_{G,cond} = ore di guida nette di ogni conducente all'anno - number of driving hours for each driver in a year;
 Le 5 categorie di servizio, proposte dalla Regione Veneto, riguardano i seguenti ambiti territoriali:
 - urbano, in comuni con una popolazione inferiore a 150.000 abitanti;
 - urbano, in comuni con una popolazione maggiore o uguale a 150.000 abitanti;
 - extra-urbano, su percorsi pianeggianti o collinari (con quote fino a 600 m s.l.m.);
 - extra-urbano, su percorsi montani (con quote superiori a 600 m s.l.m.);
 - urbano, con mezzi a guida vincolata (metrotram).
 The 5 service categories, proposed by the Veneto Region, cover the following territorial areas:
 - urban, in municipalities with a population of less than 150,000 inhabitants;
 - urban, in municipalities with a population of 150,000 inhabitants or more;
 - extra-urban, on flat or hilly routes (with altitudes up to 600 m above sea level);
 - extra-urban, on mountain routes (with altitudes above 600 m above sea level);
 - urban, with guided vehicles (metrotram).
 a_v = età media dei veicoli - average age of the vehicles;
 Km_v = numero totale di bus.km/anno per ogni veicolo - total annual number of bus.kilometres/year for each vehicle;
 D_{KM1} e D_{KM2} = variabili dummy che garantiscono la relazione tra gli altri costi e la quantità del servizio prodotto - dummy variables that make it possible to define the relationship between the other costs and the quantity of service produced;
 t_u = tempo di servizio corrispondente ad un "servizio base" – service time for a base service;
 t = volume di produzione espresso in termini di tempo di servizio erogato al pubblico – production volume expressed in terms of service time provided to the public;
 α₁ = coefficiente rappresentativo del costo per ammortamenti, trazione e manutenzione connessi alle tipologie di bus e motorizzazione ed all'utilizzo - coefficient representing the cost for depreciation, traction and maintenance associated with the types of buses and engines and their use;
 α₂ = coefficiente che descrive i fattori di costo indipendenti dalla velocità commerciale, legati agli assetti logistici ed alle scorte tecniche del parco mezzi - coefficient describing the cost factors independent from commercial speed, linked to logistical assets and technical stocks of the fleet;
 α₃ = coefficiente che descrive il peso dei costi fissi di struttura - coefficient describing the weight of fixed structural costs;
 h = fattore di elasticità del costo rispetto alla quantità prodotta – coefficient of the cost elasticity with respect to the quantity produced.

Sintesi dei modelli di calcolo relativi alla categoria tipologica n°3
 Summary of the calculation models for type category n° 3

CATEGORIA 3 – CATEGORY 3	
Modello (autori) Model (authors)	Variabili non rappresentative del PdE Variables used not representative of SOP
DALEN e GOMEZ LOBO (2002) [18]	$X_{imt}, Y_m, \mu_{imt}, \epsilon_{imt}, I_{imt}$
CUBUKCU K. MERT (2006) [19]	$Q, H_{DENSITY}, H_{STREET}, H_{SLOPE}$
ABRATE <i>et al.</i> (2014) [20]	$Q_U, Q_I, Q_H, \pi, \phi, \tau$
AVENALI <i>et al.</i> (2014, 2016) [5, 21]	$v_c, Q, A, D_{VC1}, D_{VC2}, D_{KM1}, D_{KM2}$
D.M. 157 (2018) [22]	$v_c, Q, A,$
Legenda variabili - Variable legend: X_{imt} = variabili specifiche dell’azienda in funzione del tempo - <i>transport company-specific variables as a function of time</i> ; Y_m = fattore che descrive le caratteristiche della rete stradale - <i>factor describing the characteristics of the road network</i> ; μ_{imt} = inefficienza economica specifica di un’azienda - <i>company-specific economic inefficiency</i> ; ϵ_{imt} = fattore rappresentativo dell’errore stocastico - <i>factor representing stochastic error</i> ; I_{imt} = variabile dummy indicativa della tipologia di contratto - <i>dummy variable indicative of the type of contract</i> ; Q = percorrenza annuale del servizio - <i>annual mileage of the service</i> ; $H_{DENSITY}$ = densità di popolazione nell’area servita - <i>population density in the served area</i> ; H_{STREET} = lunghezza media del tronco stradale compreso tra due intersezioni successive - <i>average length of road section between two successive intersections</i> ; H_{SLOPE} = percentuale di terreno pianeggiante - <i>percentage of flat land</i> ; Q_U = quantità di servizio prodotta in ambito urbano - <i>quantity of service produced in urban area</i> ; Q_I = quantità di servizio prodotta in ambito interurbano - <i>quantity of service produced in extra-urban area</i> ; Q_H = quantità di servizio prodotta a noleggio - <i>quantity of service produced for hire</i> ; π, ϕ, τ = parametri che consentono la trasformazione Box-Cox - <i>parameters allowing Box-Cox transformation</i> ; v_c = velocità commerciale - <i>commercial speed</i> ; A = ammodernamento del materiale rotabile per unità di servizio - <i>rolling stock modernisation per service unit</i> ; $D_{VC1}, D_{VC2}, D_{KM1}, D_{KM2}$ = variabili dummy, utili a modellare l’andamento lineare a tratti della velocità commerciale e della dimensione del servizio - <i>dummy variables, useful for modelling the linear trend in commercial speed and service size</i> .	

Solo pochi dei modelli di costo proposti in letteratura comprendono variabili rappresentative dalla produttività dei conducenti. Quest’ultimo è un fattore esogeno all’azienda produttrice in quanto dipendente quasi esclusivamente dal programma di esercizio messo in atto ma difficilmente determinabile al di fuori dell’organizzazione produttiva perché misurabile solo a valle della costruzione dei turni di lavoro. Il modello sviluppato da PETRUCCELLI e RACINA [4] fa emergere questo importante driver di costo confrontando uno schema di offerta con collegamenti tutti diretti (*direct-link*) ed uno con collegamenti tutti integrati del tipo a pettine (*feeder-trunk*), a servizio della stessa area e caratterizzati dalla stessa percorrenza complessiva. Come dimostrato dagli autori con l’applicazione ad un caso reale, questi due schemi realizzano una produttività per conducente molto diversa. In particolare il secondo si dimostra molto più efficiente del primo perché è costituito da linee più brevi servite da un numero di corse più elevato e quindi consente un maggiore utilizzo dei conducenti durante il turno di lavoro. Ciò si traduce in una maggiore percorrenza prodotta da ciascun conducente e perciò in un minore costo chilometrico. Si evidenzia così quanto una stima del costo chilometrico basata su un valore della percorrenza per conducente ricavato come media da un campione di aziende conduca ad un risultato errato in quanto indipendente dallo specifico PdE messo in atto.

Only a few of the cost models proposed in the literature include variables representative of driver productivity. The latter is a factor that is exogenous to the production company as long as it depends almost exclusively on the SOP but it is difficult to know outside the production company because it can only be measured downstream in the construction of the work shifts. The model developed by PETRUCCELLI and RACINA [4] brings out this important cost driver by comparing a supply scheme with all-direct links (*direct-link*) and one with all-integrated links i.e. *comb type (feeder-trunk)*, serving the same area and characterised by the same overall mileage. As the authors demonstrate with the application to a real case, these two schemes reach very different productivity per driver. In particular, the latter proves to be much more efficient than the former because it consists of shorter links served by a higher number of rides and therefore allows for a higher use of drivers during the work-shift. This results in a greater mileage travelled by each driver and therefore a lower cost per km. This shows how an estimate of the cost per km based on a value of the mileage travelled per driver taken as an average from a sample of companies leads to an incorrect result because it is independent of the specific SOP implemented.

To allow the number of drivers to be estimated with reference to the specific SOP, without knowing the work-

Per consentire di determinare il numero di conducenti con riferimento allo specifico PdE senza conoscere i turni di servizio, gli autori hanno costruito due modelli regressivi, uno per ciascuno dei due schemi di offerta esaminati, basati su due variabili descrittive del PdE risultate maggiormente significative fra diverse analizzate, che sono il “numero di corse offerte” e il “tempo di percorrenza medio delle corse”. Pertanto è possibile utilizzare le relazioni messe a punto per determinare il numero di conducenti effettivamente necessario ad attuare lo specifico PdE e utilizzare questo valore in altri modelli di stima del costo standard quali ad esempio quelli ANAV o ASSTRA sostituendo in questi ultimi, alla percorrenza media di ciascun conducente ricavata come valore medio campionario, il valore determinato sull'effettivo PdE messo in atto.

Con la finalità di supportare le aziende di TPL nel miglioramento delle performance, SIMONELLI *et al.* (2023) [8] hanno seguito un differente approccio per la stima del costo operativo che ha condotto ad un modello basato su variabili di contesto e variabili di servizio. Il costo totale è calcolato come somma delle principali voci di costo rappresentate dai conducenti, dal servizio marketing e personale amministrativo, dall'ammortamento ed altri fissi, dalla manutenzione e personale dei depositi e dalla trazione. Il modello in esame, prendendo spunto da alcuni studi presenti in letteratura, determina il numero medio di ore di guida annue realizzato da ogni conducente come il prodotto tra un valore standard e una variabile dipendente dal contesto in cui viene svolto il servizio. Il primo fattore è funzione del numero massimo di ore di guida annuali consentito dai regolamenti e del numero medio di giornate annue lavorate. Il secondo fattore invece dipende da due parametri, di cui uno descrive le inevitabili inefficienze conseguenti alla corrispondenza tra i turni di lavoro e l'orario del servizio e l'altro descrive l'incidenza dei percorsi a vuoto, cioè dello spostamento degli autobus da e per il deposito, all'inizio e alla fine del servizio. Oltre al diverso approccio nella determinazione del numero di autobus e conducenti, il modello si distingue dagli altri in letteratura, per il calcolo del costo di ammortamento di ogni autobus. Detta voce è funzione anche di un fattore correttivo che tiene conto della percentuale di autobus con età maggiore della vita utile standard assunta di 15 anni. I risultati hanno mostrato la capacità del modello di stimare un valore di costo molto vicino alla realtà nonché valutare correttamente le inefficienze di un'azienda in funzione delle specifiche peculiarità del servizio e del contesto in cui viene svolto.

2.2. Categoria 2

Fra i modelli appartenenti alla seconda categoria un contributo significativo in tema di stima del costo standard è stato dato dal modello ANAV (Associazione Nazionale Autotrasporto Viaggiatori) – Università di Roma “La Sapienza” [12]. Questo metodo tiene conto indirettamente del PdE, attraverso il numero medio di ore di guida rese da ogni conducente ($H_{G,cond}$) e considera parametri di efficienza della produzione rappresentati dall'incidenza del costo del personale di guida su quello dell'intero personale ($C_{cond}/$

shifts, the authors constructed two regression models, one for each of the two supply schemes considered, based on two descriptive variables of the SOP, which were found to be the most significant among several analysed, namely the 'number of rides supplied' and the 'average trip time of the rides'. It is therefore possible to use these relations to estimate the number of drivers actually required for the specific SOP and to use this value in other standard cost estimation models such as the ANAV or ASSTRA models by substituting in the latter, for the average mileage travelled by each driver obtained as an average sample value, the value estimated on the actual SOP.

*With the aim of supporting LPT companies in improving performance, SIMONELLI *et al.* (2023) [8] followed a different approach for estimating the operating cost that led to a model based on context and service variables. The total cost is calculated as the sum of the main cost items represented by drivers, marketing and administrative staff, depreciation and other fixed costs, depot maintenance and staff, and traction. This model, taking its cue from a number of previous studies, determines the average number of annual driving hours achieved by each driver as the product between a standard value and a variable dependent on the context in which the service is carried out. The first factor is a function of the maximum number of annual driving hours permitted by regulations and the average number of annual days worked. The second factor, on the other hand, depends on two parameters, one of which describes the inevitable inefficiencies resulting from the correspondence between the work-shifts and the service timetable and the other describes the incidence of empty runs, i.e. the movement of buses to and from the depot, at the beginning and end of the service. In addition to the different approach in estimating the number of buses and drivers, the model differs from others in the literature since it calculates the depreciation cost of each bus. This is also a function of a correction factor that takes into account the percentage of buses with an age greater than the assumed standard service life of 15 years. The results showed the model's ability to estimate a cost value very close to the real one as well as correctly assessing the inefficiencies of a company according to the specific characteristics of the service and the context in which it is carried out.*

2.2. Category 2

Among the models belonging to the second category, a significant contribution to standard cost estimation was made by the model of ANAV (Italian Associazione Nazionale Autotrasporto Viaggiatori – Italian National Travellers' Road Transport Association) and University of Rome “La Sapienza” [12]. This method indirectly takes into account the SOP, through the average number of driving hours rendered by each driver ($H_{D,driv}$) and considers production efficiency parameters represented by ratio of the driving staff cost on that of the entire staff (C_{driv}/C_{staff}) and the ratio of the entire staff cost on that

C_{pers}) e dall'incidenza del costo dell'intero personale sul costo totale del servizio (C_{pers}/C). Per ottenere un costo minimo ed uno massimo, tutti i parametri utilizzati vengono assunti con due valori medi estremi, ricavati da un campione di aziende di trasporto consociate ad ANAV, distinte in base alla tipologia di servizio prodotto, in urbano o extraurbano. La procedura si basa sulla determinazione del costo kilometrico dei conducenti, da cui, noti i rapporti (C_{cond}/C_{pers}) e (C_{pers}/C) sopra definiti, si ricava il costo kilometrico totale; a quest'ultimo vanno aggiunti l'utile di impresa e l'IRAP. Il costo kilometrico dei conducenti si ottiene dividendo il costo annuo di ciascuna unità per la percorrenza media sviluppata. Quest'ultima scaturisce dal prodotto delle giornate di lavoro annue di ciascun conducente per le ore giornaliere di guida rese mediamente da ciascuna unità e per la velocità commerciale media del servizio. Il parametro che ha maggior peso e che è strettamente legato alle caratteristiche del PdE è quindi l'efficienza dei conducenti, espressa dal numero di ore di guida giornaliero. Per questo parametro gli autori forniscono valori medi rilevati sul campione selezionato dal modello di ANAV.

Un'altra metodologia di interesse applicativo è definita dal modello ASSTRA (Associazione Trasporti) [13] che prevede una suddivisione dei costi per i vari processi aziendali e valuta l'efficienza, non solo del singolo fattore produttivo, ma dell'intera area di processo. Pertanto, vengono individuate quattro aree principali con le relative voci di costo riportate in Tab. 4.

Come nel modello ANAV, il costo unitario finale viene incrementato della remunerazione del capitale (utile di impresa) e dell'IRAP. Il procedimento operativo è lo stesso del modello ANAV, con la differenza che vengono forniti valori leggermente diversi dei parametri ricavati dal campione di aziende consociate, che sono messi a confronto nella Tab. 5.

E' da ravvisare che i modelli ANAV e ASSTRA, seppur siano stati elaborati ormai una decina di anni fa circa, rappresentano un riferimento nella metodologia stima del costo standard, distinguendosi il primo per un approccio di tipo macro-analitico che mette in relazione il costo del servizio con parametri di produttività, mentre il secondo per un approccio di tipo micro-analitico che analizza tutte le voci di costo del processo produttivo di un'azienda di trasporto, il che consente di valutare l'evoluzione di ogni singolo fattore della produzione. Una caratteristica in comune è la valutazione di due scenari, il migliore e il peggiore, in base ai valori assunti dai parametri considerati. Presentano molte similitudini e concettualmente sono ineccepibili, ma il loro limite consiste nell'utilizzare valori dei parametri ricavati da un campione di aziende consociate, non validati all'esterno delle stesse associazioni. Peraltro detti parametri sono valutati distinguendo solo il servizio urbano da quello extraurbano senza tener conto di altre caratteristiche dell'offerta, quali l'estensione delle linee e la frequenza delle corse, che influenzano sensibilmente il costo unitario.

Il modello proposto dalla Regione Friuli-Venezia Giulia [16], invece, mira a fornire una conferma della congruità del corrispettivo attuale che, in questo contesto territoria-

of the total service (C_{staff}/C). In order to obtain a minimum and a maximum cost, all the parameters used are assumed to have two extreme average values, taken from a sample of transport companies associated with ANAV, distinguished on the basis of the type of service produced, whether urban or extra-urban. The procedure is based on the estimate of the cost per km of the drivers, from which, given the ratios (C_{driv}/C_{staff}) and (C_{staff}/C) defined above, the total cost per km is derived; to the latter must be added company profit and IRAP (Italian Regional tax on productive activities). The cost per km of the drivers is obtained by dividing the annual cost of each unit by the average mileage travelled by each one. The latter is derived from the product of the average annual working days of each driver, for the average daily driving hours performed by each one and the average commercial speed of the service. The parameter that has the greatest weight and is closely linked to the characteristics of the SOP is therefore the efficiency of the drivers, expressed by the number of daily driving hours. For this parameter, the authors provide average values measured on the sample selected by ANAV Model.

Another methodology of application interest is defined by the ASSTRA (Italian Transport Association) model [13], which provides a cost splitting between the various business processes and evaluates the efficiency, not only of the individual production factor, but of the entire process area. Therefore, four main areas are identified with their corresponding cost items shown in Tab. 4.

As in the ANAV model, the final unit cost is increased by the return on capital (business profit) and IRAP. The operating procedure is the same as in the ANAV model, the difference being that slightly different values are given for the parameters derived from the sample of affiliated companies, which are compared in Tab. 5.

It should be noted that, although the ANAV and ASSTRA models were developed around ten years ago, they represent a reference in the standard cost estimation methodology. In particular, the former distinguishing itself by a macro-analytical approach that relates the cost of the service to productivity parameters, while the latter by a micro-analytical approach that analyses all the cost items of the production process of a transport company, which allows the evolution of each individual factor of production to be assessed. A common feature is the evaluation of two scenarios, the best and the worst, based on the values assumed by the parameters considered. They have many similarities and are conceptually unimpeachable, but their limitation is that they use parameter values taken from a sample of member companies, not validated outside the associations themselves. Moreover, these parameters are evaluated by distinguishing only between urban and extra-urban services without taking into account other characteristics of the offer, such as the extension of the lines and the frequency of rides, which significantly influence the unit cost.

The model proposed by the Friuli-Venezia Giulia (F.V.G.) Region (Italy) [16], on the other hand, aims to

Tabella 4 – Table 4

Area e voci di costo nel modello ASSTRA [13]
Areas and cost items in the ASSTRA model [13]

Area di costo <i>Cost area</i>	Voce di costo <i>Cost Item</i>
Esercizio <i>Operation</i>	Personale di guida, personale di movimento, personale di deposito, carburante, lubrificante, pneumatici, ammortamento dell'autobus e delle rimesse, Information and technology, costi fissi connessi gli autobus, altri costi. <i>Driving staff, movement staff, depot staff, fuel, lubricant, tyres, depreciation of bus and depots, information and technology, bus-related fixed costs, other costs.</i>
Manutenzione <i>Maintenance</i>	Personale di manutenzione, altri costi di manutenzione. <i>Maintenance staff, other maintenance costs.</i>
Marketing, comunicazione e qualità <i>Marketing, communication and quality</i>	Costo del personale commerciale. Altri costi marketing e comunicazione. <i>Cost of commercial staff. Other marketing and communication costs.</i>
Amministrativa <i>Administrative</i>	Costo del personale amministrativo. Altri costi (consumi, godimento beni di terzi, oneri diversi di gestione, altri ammortamenti). <i>Cost of administrative staff. Other costs (consumption, leases and rentals, miscellaneous operating expenses, other depreciation).</i>

Tabella 5 – Table 5

Raffronto fra i valori dei parametri utilizzati nei modelli ANAV [12], ASSTRA [13] e F.V.G [16]
Comparison of parameter values used in ANAV [12], ASSTRA [13] and F.V.G [16] models

Parametro <i>Parameters</i>	Modello ANAV <i>ANAV model</i>				Modello ASSTRA <i>ASSTRA model</i>				Modello F.V.G <i>F.V.G. Model</i>	
	Scenario peggiore <i>Worst case</i>		Scenario migliore <i>Best case</i>		Scenario peggiore <i>Worst case</i>		Scenario migliore <i>Best case</i>		Urbano <i>Urban</i>	Extraurb. <i>Extraurban</i>
	Urbano <i>Urban</i>	Extraurb. <i>Extraurban</i>	Urbano <i>Urban</i>	Extraurb. <i>Extraurban</i>	Urbano <i>Urban</i>	Extraurb. <i>Extraurban</i>	Urbano <i>Urban</i>	Extraurb. <i>Extraurban</i>		
Giornate lavorative annue <i>Annual working days</i>	255	255	255	255	250	250	250	250	255	255
Velocità commerciale minima (km/h) <i>Minimum commercial speed (km/h)</i>	17	30	17	30	15	28	16,5	30	17,27	39,05
Ore di guida al giorno <i>Driving hours per day</i>	5,5	4,5	5,75	4,75	5,25	4,50	5,25	4,50	5,50	4,50
Costo annuo di un conducente (Euro) <i>Annual cost of a driver (Euro)</i>	42.000	42.000	42.000	42.000	40.552	40.552	40.552	40.552	43.470	43.470
Costo conducenti/costo lavoro totale (C _{cond} /C _{pers}) Driver cost/total labour cost (C _{driv} /C _{staff})	75%	75%	80%	80%	73%	66%	76%	76%	77%	77%
Costo del lavoro sul costo totale (C _{pers} /C) Labour cost on total cost (C _{staff} /C)	50%	50%	52%	52%	60,6%	52,1%	54,8%	43,6%	52%	52%
IRAP da coprire <i>Local taxes</i>	0,09	0,06	0,08	0,06	0,11	0,08	0,10	0,06	-	-

le, fa registrare un soddisfacente utile d'impresa, nonché a provvedere un riferimento per la valutazione degli attuali livelli di efficienza aziendale. La procedura operativa è quella introdotta da ANAV, con input contestualizzati al territorio regionale (cfr. Tab. 5). La stima del corrispettivo standard, condotta utilizzando il modello in questione ha fornito risultati di approssimazione accettabile alla scala di Piano. In particolare, il corrispettivo standard stimato con lo strumento in questione è maggiore di quello che si sarebbe ottenuto applicando rigorosamente il metodo ANAV dal momento che, nella procedura di calcolo, non sono stati considerati i ricavi standard (pari al 35% dei costi) bensì quelli effettivi, che sono sensibilmente inferiori. Per gestire la grande quantità di dati ed effettuare accurate valutazioni economiche, gli autori hanno usufruito di un "simulatore tecnico-economico" che ricostruisce i conti economici aziendali sulla base dei parametri di tipo tecnico, economico e produttivo, permettendo di sviluppare analisi comparative su indicatori omogenei e simulazioni d'impatto di variazioni di efficienza e produttività.

FILIPPINI *et al.* (2001) [9] hanno messo in relazione il costo con alcuni fattori come il lavoro, il capitale e il carburante a cui si aggiungono due variabili fittizie che descrivono la densità delle fermate e l'orografia del territorio. È da evidenziare tuttavia che le variabili considerate, pur rappresentative di alcune caratteristiche del PdE, non risentono in alcun modo dei tempi trascorsi dai conducenti ai capolinea durante il turno di servizio in attesa dell'orario della corsa di ritorno e quindi non sono rappresentative dell'influenza di questo importante aspetto del PdE sulle percorrenze annue prodotte dal personale di guida. I risultati che si ottengono consistono in costi unitari di produzione, in funzione dei valori assunti dalle due variabili dummy e della produzione in bus/km, utilizzabili per aziende che operano nel settore del TPL su gomma come un "parametro di valutazione" al fine di limitare le distorsioni tra i costi definiti dal regolatore e quelli sostenuti dal soggetto regolato, così come specificato dagli autori.

FRAQUELLI *et al.* (2004) [10] invece, hanno proposto una funzione di costo comprendente variabili che riguardano gli oneri del lavoro, del carburante e dei materiali e servizi oltre che due variabili discontinue specifiche del servizio per le aziende extra-urbane e miste, proprio perché si voleva verificare la presenza di eventuali economie di scopo derivanti da una produzione mista che unisce urbano e extraurbano. Il modello in questione contempla anche la velocità commerciale media per portare in conto le differenti condizioni di traffico e quelle geografiche dell'area in cui il servizio viene offerto nonché un fattore che descrive l'errore stocastico complessivo. Il numero dei conducenti, sebbene non compaia espressamente nel modello proposto, influenza la variabile rappresentativa del costo di lavoro. Dall'analisi risulta la possibilità di ottenere economie di scala attraverso la realizzazione di fusioni tra aziende di TPL operanti su una rete integrata urbana ed extraurbana.

DI GANGI (2013) [14], invece, ha proposto una metodologia leggermente differente che consiste, nel definire, attra-

provide a confirmation of the congruity of the current economic compensation (which, in this territorial context, allows a satisfactory business profit), as well as to cater a reference for the evaluation of current levels of business efficiency. The operating procedure is the one introduced by ANAV, with inputs contextualised to the regional territory (see Tab. 5). The estimate of the standard economic compensation, conducted using the model in question, provided results of acceptable approximation at the plan scale. In particular, the standard economic compensation estimated with the tool in question is greater than that obtained by rigorously applying the ANAV method since, in the calculation procedure, the standard revenues (equal to 35% of the costs) were not considered, but rather the actual revenues, which are significantly lower. In order to manage the large quantity of data and to carry out accurate economic evaluations, the authors made use of a 'technical-economic simulator' that reconstructs the company's profit and loss accounts on the basis of technical, economic and production parameters, allowing comparative analyses to be developed on homogeneous indicators and simulations of the impact of changes in efficiency and productivity.

FILIPPINI et al. (2001) [9] related cost to certain factors such as labour, capital and fuel to which they added two dummy variables describing the density of stops and the orography of the territory. It should be pointed out, however, that the variables considered, although representative of certain characteristics of the SOP, are in no way affected by the time spent by drivers at the terminus, during their work-shift, waiting for the time of the return journey and are therefore not representative of the influence of this important aspect of the SOP on the annual mileage produced by drivers. The results obtained consist of unit production costs, as a function of the values assumed by the two dummy variables and the production in bus/km, which can be used for companies operating in the road LPT sector as an evaluation parameter in order to limit the distortions between the costs defined by the regulator and those sustained by the regulated subject, as specified by the authors.

FRAQUELLI et al. (2004) [10], on the other hand, proposed a cost function comprising variables concerning labour, fuel and material and service charges as well as two service-specific discontinuous variables for extra-urban and mixed companies, precisely because they wanted to verify the presence of possible economies of scope deriving from a mixed production combining urban and extra-urban transit. The model in question also includes the average commercial speed to take into account the different traffic and geographical conditions of the area in which the service is supplied as well as a factor describing the overall stochastic error. The number of drivers, although it does not explicitly appear in the proposed model, influences the variable representing labour costs. The analysis shows the possibility of obtaining economies of scale through mergers between LPT companies

verso un'analisi quantitativa, le risorse utili a fornire un determinato servizio di trasporto una volta nota la domanda esistente e la struttura tariffaria adottata. In particolare, il modello, si compone delle seguenti fasi:

- individuazione delle attività svolte per l'erogazione del servizio sulla linea;
- determinazione della tipologia di risorse impiegate per lo sviluppo delle singole attività;
- determinazione del costo di acquisizione di tali risorse;
- determinazione delle quantità di risorse impiegate sulla linea;
- calcolo dei costi diretti di linea per attività.

Dal punto di vista analitico, la formulazione che consente di determinare il costo dipende da tre vettori degli attributi che descrivono, il primo il servizio prodotto, la dimensione complessiva del programma e gli aspetti tecnologici, il secondo gli aspetti temporali connessi al servizio prodotto, il terzo la componente rigida del costo e la componente additiva che varia con la quantità di servizio prodotto. A questo punto, il costo operativo totale viene determinato attraverso la somma del costo di trazione, di manutenzione, del personale, degli impianti e veicoli e delle spese generali. Il costo unitario dei conducenti è stato determinato sulla base della velocità commerciale media del servizio e delle ore di guida medie giornaliere rese da ogni conducente, desunto da valori medi relativi ad un determinato campione di aziende. Questo modello propone una metodologia per la stima e la valutazione di costi, dove ogni PdE può essere descritto attraverso diversi parametri come la struttura delle linee, la localizzazione delle fermate, le frequenze, i tempi di percorrenza tra fermate adiacenti, gli orari, la capacità dei veicoli, ecc. Si definisce così uno strumento utile che consente, alle autorità, di determinare preventivamente l'ordine di grandezza delle risorse da erogare per consentire l'espletamento dei servizi programmati in maniera ottimale.

La metodologia proposta da CIRIANNI *et al.* (2012) [11] provvede alla determinazione del fabbisogno di conducenti in servizio di trasporto pubblico locale ricavandolo dalla percorrenza media annua prodotta da ciascuno. Quest'ultimo valore viene stimato da un campione di aziende su una produzione di 24.000 km/driver.

Il modello proposto dalla Regione Veneto [15] determina il costo standard come sommatoria di diciotto voci i cui valori di riferimento sono stati ottenuti dalle elaborazioni statistiche sia dei dati direttamente raccolti sia delle loro successive trasposizioni. In particolare, la procedura adottata determina una serie di costi chilometrici specifici per ciascuna categoria omogenea di servizio. All'interno della stessa categoria, tuttavia i servizi differiscono per la percorrenza prodotta, per la dimensione dell'azienda esercente, per l'ambito specifico di svolgimento, per politiche industriali e per l'entità degli investimenti. Nella fattispecie, il processo di costruzione del costo standard a km ha previsto cinque diverse tipologie di servizio, di cui quattro

operating on an integrated urban and extra-urban network.

DI GANGI (2013) [14], on the other hand, proposed a slightly different methodology that consists in defining, through a quantitative analysis, the resources useful for providing a given transport service once the existing demand and the fare structure are known. In particular, the model consists of the following steps aimed to quantify:

- *the activities carried out to provide the service on the line;*
- *the type of resources used for the development of individual activities;*
- *the acquisition cost of these resources;*
- *the resources deployed on the line;*
- *direct line costs by activity.*

From an analytical point of view, the formulation to determine the cost depends on three attribute vectors describing, the first the service produced, the overall size of the service and the technological aspects, the second the time aspects related to the service produced, the third the rigid cost component and the additive component that varies with the amount of service produced. At this point, the total operating cost is determined through the sum of the cost of traction, maintenance, staff, plant and vehicles, and overheads. The unit cost of the drivers was determined on the basis of the average commercial speed of the service and the average daily driving hours rendered by each driver deduced from average values for a given sample of companies. This model proposes a methodology for estimating and evaluating costs, where each SOP can be described through various parameters such as line structure, location of stops, frequencies, travel times between adjacent stops, timetables, vehicle capacity, etc. This defines a useful tool that allows the authorities to determine in advance the economic resources to be provided to enable the planned services to be carried out in an optimal manner.

*The methodology proposed by CIRIANNI *et al.* (2012) [11] provides for the estimation of the drivers needed in local public transport services by deriving it from the average annual mileage produced by each one. The latter value is estimated from a sample of companies on a production of 24,000 km/driver.*

The model proposed by the Veneto Region (Italy) [15] determines the standard cost as the summation of eighteen items whose reference values were obtained from statistical processing of both directly collected data and their subsequent transpositions. In particular, the procedure adopted quantifies a series of specific kilometric costs for each homogeneous category of service. Within the same category, however, the services differ in terms of the mileage travelled, the size of the operating company, the specific area in which the services are carried out, industrial policies and the extent of investments. In this case, the process of constructing the standard cost per km

sono definite secondo le condizioni di esercizio (condizioni ambientali) e la quinta categoria si contraddistingue per la tecnologia impiegata (metrotram). Le categorie di servizio riguardano:

- urbano in comuni con una popolazione inferiore a 150.000 abitanti;
- urbano in comuni con una popolazione maggiore o uguale a 150.000 abitanti;
- extra-urbano su percorsi pianeggianti o collinari (con quote fino a 600 m s.l.m.);
- extra-urbano, su percorsi montani (con quote superiori a 600 m s.l.m.);
- urbano, con mezzi a guida vincolata (metrotram).

Nel complesso è emerso che circa la metà dei modelli proposti si avvale della velocità commerciale come input principale, a differenza del modello di PETRUCCELLI e RACINA (2019) [4] (sopra descritto) e di quello di DELLA LUCIA *et al.* (2018) [3] che calcola il costo totale della produzione solo in funzione del tempo di servizio e di altri coefficienti. Quest'ultimo presenta il vantaggio della rapidità in quanto pone il costo standard in funzione del solo tempo di servizio. Il modello si basa sulle seguenti ipotesi:

- la presenza di costi variabili (quali i costi di trazione e del personale di guida) connessi solo al tempo di servizio;
- la variabilità dei costi fissi (quali quelli legati al personale di struttura, alla logistica ed alle caratteristiche geografiche in cui il servizio è prodotto), in relazione alla dimensione della produzione;
- la presenza di economie di scala variabili in modo non lineare.

Gli autori hanno costruito una formula esponenziale per determinare il costo totale della produzione, nella quale la variabile è il tempo di servizio riferito ad un'offerta base al fine di neutralizzare gli effetti delle produzioni ridotte per le quali si riscontra una forte dispersione dei valori di costo. Nella formula sono inoltre presenti due parametri: il primo rappresenta dal costo da sostenere per erogare un servizio di tipo extraurbano considerato quale servizio base ed il secondo da un coefficiente adimensionale che descrive l'effetto delle caratteristiche strutturali specifiche del servizio indipendenti dalla velocità commerciale nonché della diffusione sul territorio e del policentrismo organizzativo. Quest'ultimo è determinato dal prodotto di tre parametri, di cui uno rappresenta i fattori di costo relativi agli ammortamenti, ai costi di trazione ed ai costi di manutenzione connessi alle tipologie di autobus e di motorizzazione ed al loro utilizzo nei diversi servizi; un altro descrive i fattori di costo indipendenti dalla velocità commerciale, legati agli assetti logistici ed alle scorte tecniche del parco mezzi e l'ultimo considera il peso dei costi fissi di struttura.

Nel 2018, AVENALI *et al.* [17] hanno proposto un modello ibrido che dunque sfrutta i benefici dell'approccio statistico e di quello ingegneristico (cfr. paragrafo 3). Il modello si

provided for five different types of service, four of which are defined according to operating conditions (environmental conditions) and the fifth category is distinguished by the technology used (metrotram). The service categories concern:

- *urban in municipalities with a population of less than 150,000 inhabitants;*
- *urban in municipalities with a population of 150,000 or more;*
- *extra-urban on flat or hilly routes (up to 600 m above sea level);*
- *extra-urban, on mountain routes (at altitudes above 600 m above sea level);*
- *urban, with captive guided vehicles (metrotram).*

*Overall, we turned out that about half of the proposed models use commercial speed as the main input, in contrast to the model of PETRUCCELLI and RACINA (2019) [4] (described above) and that of DELLA LUCIA *et al.* (2018) [3]. The latter, which calculates the total cost of production only as a function of the service time and other coefficients, has the advantage of speed use as it places the standard cost as a function of service time only. This model is based on the following assumptions:*

- *the presence of variable costs (such as traction and driving personnel costs) related only to service time;*
- *the variability of fixed costs (such as those related to structural staff, logistics and the geography in which the service is produced), in relation to the size of production;*
- *the presence of non-linearly varying economies of scale.*

The authors have constructed an exponential formula to determine the total cost of production, in which the variable is the service time referred to a basic service in order to neutralise the effects of reduced productions for which there is a strong dispersion of cost values. There are also two parameters in the formula: the first, that is the cost to be supported to provide an extra-urban service considered as a basic service, and the second, by an adimensional coefficient describing the effect of the specific structural characteristics of the service independent of the commercial speed, as well as of the supply spread over the territory and of organisational polycentrism. The latter is the product of three other parameters, one of which represents the cost factors relating to depreciation, traction and maintenance costs associated with the types of buses and their use in the various services; another describes the cost factors independent of commercial speed, linked to the logistical set-up and technical stocks of the fleet and the last considers the weight of fixed structural costs.

*In 2018, AVENALI *et al.* [17] proposed a hybrid model that thus exploits the benefits of both statistical and engineering approaches (see section 3). The model makes*

avvale dell'approccio *bottom-up*, per la stima dell'onere del personale di guida e del parco rotabile mentre ricorre all'approccio *top-down* per la stima delle restanti voci. In particolare, il costo del personale di guida dipende dalle ore di guida medie annue prodotte dai conducenti dedotte da un campione di aziende. Il costo del capitale è basato sul tasso minimo di rendimento dell'investimento netto ed è funzione dell'età media dei veicoli. Gli autori rilevano l'esistenza di un legame non lineare tra gli "altri costi" (cioè quella parte del costo totale che viene determinata attraverso l'approccio di tipo "Top-Down") e la velocità commerciale nonché la presenza di deboli economie di scala. In particolare, le economie di riducono al crescere della dimensione del servizio fino a trasformarsi in diseconomie quando viene superata la soglia dei 6 milioni di autobus/km. Gli autori sostengono che, al fine di migliorare l'efficienza aziendale, le diseconomie di scala non debbano essere considerate nel calcolo del costo standard unitario perché così le regioni caratterizzate da un servizio di trasporto esteso, sarebbero incentivate a perseguire l'efficienza riducendo la dimensione media dei lotti da appaltare. Pertanto, la relazione analitica che consente il calcolo degli altri costi deve tenere conto solo delle economie di scala fino alla soglia dei 6 milioni di bus-km.

2.3. Categoria 3

Infine si richiamano i principali modelli che non prendono in considerazione le caratteristiche del PdE. In ordine cronologico, il primo è quello di DALEN e GOMEZ LOBO (2002) [18] che si avvale di un approccio diverso dagli altri e cioè, anziché studiare i costi di produzione analizza l'efficienza economica di alcune imprese di trasporto nel tempo, attraverso un parametro appositamente definito. La relazione costruita dipende anche da parametri relativi all'azienda ed alle caratteristiche della rete stradale nonché da una variabile dummy indicativa del tipo di contratto e da un termine rappresentativo dell'errore stocastico. Lo studio intendeva rilevare in che modo le performance di un'azienda vengono influenzate dalla diversa tipologia di contratto. Dall'analisi dei risultati, in contraddizione con alcuni studi riportati in letteratura ma coerentemente con il fenomeno empirico osservato relativo alle aziende norvegesi, è emersa l'assenza di una relazione tra l'efficienza economica aziendale e il passaggio ad un contratto incentivante.

Nel 2006, CUBUKCU [19] ha proposto un modello il cui scopo è quello di verificare se le caratteristiche fisiche e geografiche di un contesto territoriale siano in grado di influenzare il costo del trasporto su autobus. I risultati dimostrano che il costo totale diminuisce con l'aumentare della densità di popolazione nell'area servita, della lunghezza media del tronco stradale compreso tra due intersezioni successive e della percentuale di percorso pianeggiante. Sono inoltre individuate, nei vari casi, le soglie di produzione oltre le quali il costo unitario dell'offerta aumenta.

ABRATE *et al.* (2014) [20], invece, hanno definito una formula per determinare il costo di produzione nel lungo periodo, distinguendo il quantitativo di servizio prodotto e

use of the bottom-up approach for the estimation of the burden of driving staff and rolling stock while it makes use of the top-down approach for the estimation of the remaining items. In particular, the cost of driving staff depends on the average driving hours per year produced by drivers deducted from a sample of companies. The capital cost is based on the minimum rate of return on net investment and is a function of the average age of vehicles. The authors note the existence of a non-linear link between "other costs" (i.e. that part of the total cost that is determined through the top-down approach) and commercial speed as well as the presence of weak economies of scale. In particular, economies of scale decrease as the size of the service increases and turn into diseconomies when the threshold of 6 million of bus-kms is exceeded. The authors argue that, in order to improve efficiency, diseconomies of scale should not be taken into account in the calculation of the standard unit cost because then regions with a large transport service would have an incentive to pursue efficiency by reducing the average size of the lots to be tendered. Therefore, the analytical relation allowing the calculation of the other costs must only take into account economies of scale up to the threshold of 6 million of bus-km.

2.3. Category 3

Finally, the main models that do not take the characteristics of SOP into account are recalled. In chronological order, the first is that of DALEN and GOMEZ Lobo (2002) [18] which uses an approach different from the others, i.e. instead of studying production costs, it analyses the economic efficiency of certain transport companies over time by means of a specially defined parameter. The relationship constructed also depends on parameters relating to the company and the characteristics of the road network as well as a dummy variable indicative of the type of contract and a term representing the stochastic error. The aim of the study was to find out how the performance of a company is influenced by the different contract type. The analysis of the results, in contradiction to some studies reported in the literature but consistent with the observed empirical phenomenon concerning Norwegian companies, revealed the absence of a relationship between company economic efficiency and switching to an incentive contract.

In 2006, CUBUKCU [19] proposed a model whose purpose is to test whether the physical and geographical characteristics of a spatial context are able to influence the cost of bus transit. The results show that the total cost decreases with increasing population density in the area served, the average length of the road section between two successive intersections and the percentage of flat route. The thresholds above which the unit cost increases are also identified in the various cases.

ABRATE et al. (2014) [20], on the other hand, have defined a formula to determine the cost of production in the

l'ambito operativo (urbano, extraurbano e a noleggio), in funzione del costo dei fattori produttivi e in particolare, del lavoro in ciascun settore, del capitale e del carburante. Lo scopo del lavoro è quello di ricercare eventuali economie derivanti da fusioni tra aziende o integrazioni tra servizi di tipo diverso, cioè urbano, extraurbano e a noleggio. Dette economie sono state rilevate solo nel caso di accorpamento fra aziende multiservizio con un livello di produzione relativamente basso. Inoltre, è emerso che i servizi extraurbani sono quelli che più facilmente possono essere combinati con i servizi urbani e con quelli noleggio ma se l'azienda è caratterizzata da piccole dimensioni e opera in un'area limitata, per aumentare la propria efficienza, dovrebbe perseguire economie di scopo oltre che di scala e, in particolare, puntare sull'integrazione dei servizi extra-urbani con quelli urbani piuttosto che con quelli a noleggio. Dunque, si evidenzia come le aziende integrate di piccole dimensioni, che operano nello stesso ambiente presentano economie di scala e di scopo, viceversa le aziende integrate di grandi dimensioni presentano evidenti diseconomie di scala.

Nel 2014, AVENALI *et al.* [5] hanno sviluppato un modello in grado di determinare il costo unitario chilometrico di un servizio di trasporto pubblico locale su gomma in funzione della velocità commerciale, della quantità di servizio prodotta e del livello di ammodernamento del parco rotabile nonché di alcune variabili *dummy*, utili a modellare a tratti l'andamento lineare del costo al variare della velocità commerciale e della dimensione del servizio. I risultati hanno dimostrato come, all'aumentare della velocità commerciale, il costo standard per km diminuisce a tassi marginali decrescenti. Rispetto alla dimensione del servizio, invece, la funzione di costo presenta inizialmente un andamento decrescente per poi crescere, dunque, si rileva la presenza di economie di scala fino a un valore soglia, che gli autori, indicano pari a 4 milioni di bus.km/anno, oltre il quale, al contrario si evidenziano diseconomie. Il modello proposto, individuando un legame funzionale tra costo unitario e variabili in parte non controllabili dagli operatori, quali la velocità commerciale e i km offerti, incentiva le regioni e gli enti locali sia a migliorare le condizioni di contesto in cui vengono offerti i servizi di trasporto pubblico locale su autobus, sia a individuare la dimensione ottimale dei bacini fornendo così importanti indicazioni di policy.

Con riferimento allo stesso data-base e alle medesime variabili, nel 2016, gli stessi autori hanno ottimizzato il modello e, attraverso un'analisi statistica e coerentemente ad alcune osservazioni dedotte da interviste somministrate a dirigenti aziendali, hanno formulato delle relazioni analitiche relativamente a tre tipologie di modelli [21]. I risultati evidenziano, come l'incidenza della velocità commerciale sul costo unitario diminuisce all'aumentare della stessa, e che le economie di scala risultano deboli e tendono a divenire diseconomie quando la dimensione del servizio raggiunge una soglia di 4 milioni di bus.km all'anno.

Una particolare attenzione, in quanto riveste in Italia il ruolo di norma, merita il modello di costo standard per i servizi su autolinea introdotti dal D.M. 157/2018 del Mini-

long run, distinguishing the quantity of service produced and the operational context (urban, extra-urban and chartering), according to the cost of production factors and in particular, labour in each sector, capital and fuel. The purpose of the work is to search for possible economies resulting from mergers between companies or integrations between services of different types, i.e. urban, extra-urban and chartering. Such economies were found only in the case of mergers between multi-service companies with a relatively low level of production. In addition, it emerged that extra-urban services are those that can most easily be combined with urban services and chartering services, but if the company is characterised by small size and operates in a small area, in order to increase its efficiency, it should pursue economies of purpose as well as economies of scale and, in particular, focus more on the integration of extra-urban services with urban ones than with chartering ones. Thus, small integrated companies operating in the same territorial context show economies of scale and scope, while large integrated companies show clear diseconomies of scale.

In 2014, AVENALI et al. [5] developed a model able to estimate the unit cost per km of a road LPT service as a function of commercial speed, the amount of service produced and the level of modernisation of the rolling stock, as well as some dummy variables, useful for modelling the linear trend of the cost as commercial speed and the size of the service change. The results showed how, as commercial speed increases, the standard cost per km decreases at decreasing marginal rates. With respect to the size of the service, on the other hand, the cost function initially presents a decreasing trend and then grows, therefore, the presence of economies of scale is detected up to a threshold value, which the authors indicate is equal to 4 million bus.km/year, beyond which, on the contrary, diseconomies are revealed. The proposed model, by identifying a functional link between unit cost and variables that are in part uncontrollable by operators, such as commercial speed and km supplied, provides an incentive for regions and local authorities both to improve the contextual conditions in which local public transit services are supplied and to identify the optimal size of the basins, thus providing important policy indications.

With reference to the same data base and the same variables, in 2016, the same authors optimised the model and, by means of a statistical analysis and consistent with certain observations deduced from interviews administered to company executives, they formulated analytical reports for three types of models [21]. The results show, how the incidence of commercial speed on the unit cost decreases as it increases, and that economies of scale are weak and tend to become diseconomies when the size of the service reaches a threshold of 4 million bus.km per year.

Special attention, as it plays the role of a standard in Italy, deserves the standard cost model for bus-line services introduced by Ministerial Decree 157/2018 of the

stero delle Infrastrutture e dei Trasporti [22]. Lo strumento, che è costruito per regressione sulla base dei dati raccolti dall'Osservatorio Nazionale per le politiche del Trasporto Pubblico Locale, fa dipendere il costo da tre variabili, che sono la velocità commerciale, la quantità di servizio prodotta e l'ammmodernamento materiale rotabile per unità di servizio. Per una migliore comprensione dell'andamento dei valori calcolati attraverso questo modello è molto utile riferirsi ai risultati di una recente analisi condotta da [23]. Qui si evidenzia che il costo determinato secondo il DM in questione diminuisce linearmente all'aumentare della velocità commerciale con tre inclinazioni differenti delle rette rappresentative, in base all'intervallo di velocità considerato e al variare della quantità di servizio prodotta. Nello specifico, si verifica che, nell'intervallo compreso fra 12 e 17 km/h, il costo standard mostra la massima sensibilità alla velocità commerciale realizzando riduzioni del primo dell'ordine del 15% in conseguenza di un aumento della seconda pressappoco della stessa entità. Di conseguenza, soprattutto in ambito urbano, aumentare la velocità di marcia degli autobus attraverso la riduzione della congestione del traffico stradale consente di raggiungere notevoli economie nei costi di esercizio oltre che notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale in conseguenza di un regolare deflusso veicolare. Per velocità maggiori di 17 km/h, l'andamento del costo riduce sensibilmente la propria pendenza e ulteriormente oltre i 32 km/h (cfr. Fig. 2a). L'aspetto principale riguarda, coerentemente con AVENALI *et al.* 2014 [5], l'andamento con forma ad "U" della curva del costo unitario al variare della quantità prodotta, che raggiunge il minimo in corrispondenza di 4 milioni di bus.km e resta costante per valori di percorrenza maggiori di 10 milioni di bus.km (cfr. Fig. 2b). Ne consegue la constatazione che se un'amministrazione appaltante divide i servizi in lotti da 4 milioni di bus.km cadauno, otterrà un costo a base d'asta minimo, se invece accorpa i servizi in lotti di dimensione uguale o maggiore di 10 milioni di bus.km sarà costretta ad associare ad essi un maggior costo a base d'asta compreso fra il 14% ed il 70% a seconda della velocità commerciale. Pertanto, qualche perplessità, in termini di affidabilità, suscita l'andamento dei costi al variare della quantità, seppur questo risulti coerente con quanto rilevato da alcuni studi [20][24]. Comunque è evidente che le tre variabili su cui la funzione di costo è costruita non consentono di portare in conto le specificità del PdE messo in atto che invece è in grado di influire sensibilmente sul numero di conducenti necessario e sulla percorrenza da questi sviluppata. Ciò rappresenta un limite importante all'affidabilità della stima effettuata con il modello del D.M. 157/2018.

3. Metodologia e forma analitica del modello

I modelli di costo possono anche distinguersi, sulla base del tipo di approccio, nelle tre tipologie di seguito descritte [2]:

- *Top-down* o statistico: definisce il costo sulla base di legami funzionali e di analisi statistiche desunte dai dati

*Italian Ministry of Infrastructure and Transport [22]. The tool, which is constructed by regression on the data collected by the National Observatory for Local Public Transport Policies, makes the cost depend on three variables, which are commercial speed, quantity of service produced and rolling stock modernisation per service unit. For a better understanding of the trend of the values calculated through this model, it is very useful to refer to the results of a recent analysis conducted by [23]. Here it is shown that the cost calculated according to the DM in question decreases linearly as the commercial speed increases with three different inclinations of the representative straight lines, according to the speed range considered and as the quantity of service produced varies. Specifically, it is verified that, in the interval between 12 and 17 km/h, the standard cost shows the greatest sensitivity to commercial speed by realising reductions in the former of the order of 15% as a consequence of an increase in the latter of approximately the same magnitude. Consequently, especially in urban areas, increasing bus speeds by reducing road congestion achieves considerable savings in operating costs as well as considerable environmental benefits as a result of smooth vehicle flow. For speeds above 17 km/h, the cost trend drops significantly and further above 32 km/h (see Fig. 2a). The main aspect concerns, consistently with AVENALI *et al.* 2014 [5], the U-shaped trend of the unit cost curve as the quantity produced varies, which reaches a minimum at 4 million bus.km and remains constant for travel values greater than 10 million bus.km (see Fig. 2b). It follows that, if a contracting authority divides the services into lots of 4 million bus.km each, it will obtain a minimum basic tender cost; if, on the other hand, it merges the services into lots of size equal to or greater than 10 million bus.km, it will be forced to associate with them a higher basic tender cost of between 14% and 70% depending on the commercial speed. Therefore, some perplexity, in terms of reliability, arises from the trend in costs as the quantity varies, although this is consistent with the findings of some studies [20][24]. However, it is evident that the three variables on which the cost function is constructed do not take into account the specificities of the SOP implemented, which on the other hand is capable of significantly influencing the number of drivers required and the mileage travelled by them. This represents a major limitation to the reliability of the estimate made with the model of Ministerial Decree 157/2018.*

3. Methodology and analytical form of the model

Cost models can also be distinguished, based on the type of approach, into the three types described below [2].

- *Top-down or statistical: it defines the cost on the basis of functional links and statistical analyses deduced from accounting and operational data provided by transport companies operating in the territory; it follows that, if the efficiency of the companies in the*

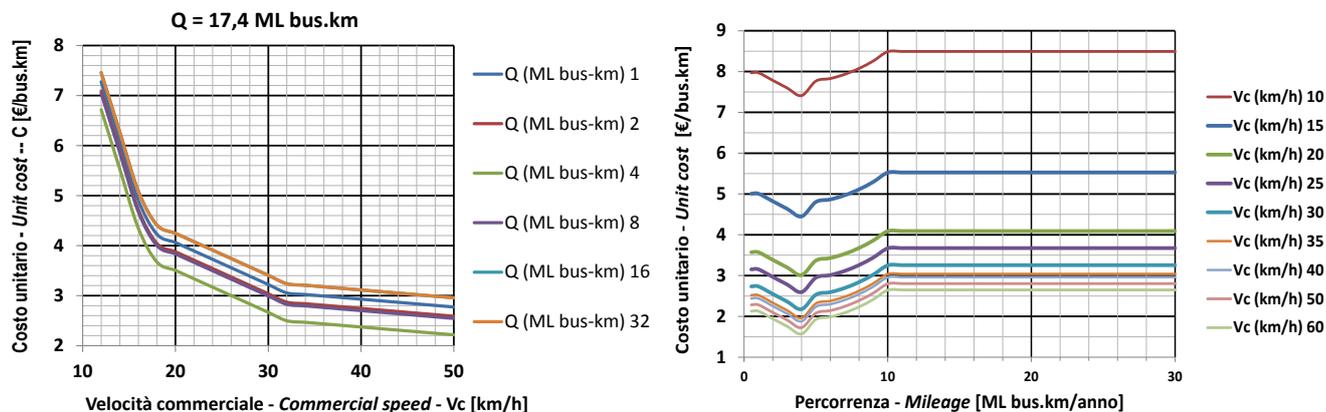


Figure 2a e 2b - Andamento del costo standard per il TPL su gomma, secondo il modello proposto dal D.M. 157/2018 al variare della velocità commerciale e delle percorrenze complessive del servizio.
 Figures 2a and 2b - Trend of the standard cost for road local public transport, according to the model proposed by Ministerial Decree 157/2018 with variations in commercial speed and overall service mileage.

contabili e operativi forniti da aziende di trasporto operanti sul territorio; ne consegue che, se l'efficienza delle aziende del campione non è accertata, le stime possono essere influenzate dalla specificità delle aziende; naturalmente se non si dispone dei dati aziendali il modello non è utilizzabile.

- *Bottom-up* o Ingegneristico: definisce il costo in maniera analitica a partire dagli standard produttivi e tecnologici e necessita di accurate analisi dei costi sostenuti nelle specifiche aree aziendali; pertanto l'applicazione di tali modelli, presuppone una padronanza dei processi produttivi, dei singoli fattori e dei rispettivi costi e presenta il rischio di determinare un valore di costo "ideale" cioè slegato dalle effettive condizioni operative del contesto produttivo.
- Ibrido: presenta caratteristiche intermedie tra le due metodologie appena richiamate e quindi può, se correttamente impostato, ridurre le criticità connesse a ciascuna di queste.

Circa il 70% degli autori della casistica esaminata ha privilegiato nella costruzione dei modelli l'approccio di tipo statistico che supera la necessità di conoscere in modo chiaro e dettagliato i processi produttivi ma comporta una stima sensibilmente influenzata dalla rappresentatività dei dati del campione selezionato e ovviamente non fornisce indicazioni sui legami funzionali tra il costo e le variabili del modello. Alla categoria top-down appartengono i modelli proposti da FILIPPINI *et al.* (2001), DALEN e GOMEZ LOBO (2002), FRAQUELLI *et al.* (2004), CUBUKCU (2006), ANAV (2013), ABRATE *et al.* (2014), AVENALI *et al.* (2014, 2016), PETRUCCELLI e CARLEO (2017), DELLA LUCIA *et al.* (2018), il D.M. n.157 (2018) e PETRUCCELLI e RACINA (2019). La Regione Friuli-Venezia Giulia (2013), invece, ha adottato un approccio di tipo "semplificato", che può considerarsi comunque appartenente alla categoria dei modelli statistici. Ricadono invece nella categoria bottom-up, il modello proposto da CIRIANNI *et al.* (2012), dall'ASSTRA (2013), dalla Regione Ve-

sample is not ascertained, the estimates may be influenced by the specificity of the companies. Of course, if company data is not available, the model cannot be used.

- *Bottom-up* or Engineering: defines cost analytically from production and technology standards and requires accurate analysis of costs incurred in specific business areas. The application of such models, therefore, presupposes a mastery of production processes, individual factors and their respective costs, and presents the risk of determining an 'ideal' cost value, i.e. unrelated to the actual operating conditions of the production context.
- Hybrid: it presents intermediate characteristics between the two methodologies just mentioned and can therefore, if correctly set up, reduce the criticalities associated with each of them.

Approximately 70% of the authors here cited favoured the statistical approach in constructing their models, which overcomes the need for a clear and detailed knowledge of the production processes, but entails an estimation that is significantly influenced by the representativeness of the data in the selected sample and obviously does not provide indications of the functional links between the cost and the model variables. The models proposed by FILIPPINI *et al.* (2001), DALEN and GOMEZ LOBO (2002), FRAQUELLI *et al.* (2004), CUBUKCU (2006), ANAV (2013), ABRATE *et al.* (2014), AVENALI *et al.* (2014, 2016), PETRUCCELLI and CARLEO (2017), DELLA LUCIA *et al.* (2018), Ministerial Decree no.157 (2018) and PETRUCCELLI and RACINA (2019) belong to the top-down category. The Friuli-Venezia Giulia Region (2013), on the other hand, adopted a simplified approach which can nevertheless be considered as belonging to the category of statistical models. Instead, the model proposed by CIRIANNI *et al.* (2012), the ASSTRA (2013), the Veneto Region (2013), DI GANGI (2013) and SIMONELLI *et al.* (2023) fall into the bottom-up category. Only in one case, (AVE-

neto (2013), da DI GANGI (2013) e da SIMONELLI *et al.* (2023). Solo in un caso (AVENALI *et al.*, 2018), come anticipato, è stata adottata una strategia numerica avanzata rappresentata da un modello ibrido, in grado di combinare efficacemente l'approccio *bottom-up* per determinare l'aliquota di costo relativa al personale di guida ed al parco veicolare, affiancato da un approccio *top-down* per la stima delle restanti voci di costo.

Per quanto riguarda invece la forma analitica è stato riscontrato, per la casistica vagliata, che gran parte dei modelli ha impiegato una procedura matematica abbastanza consolidata, rappresentata da una funzione di costo con forma trans-logaritmica. Nella fattispecie, hanno adottato questa formulazione FILIPPINI *et al.* (2001), DALEN e GOMEZ LOBO (2002), FRAQUELLI *et al.* (2004), CUBUKCU (2006) e ABRATE *et al.* (2014). In particolare, CUBUKCU (2006) ha impiegato una funzione di tipo trans-logaritmica sviluppata in precedenza da altri autori e rappresentata in questo caso, in via approssimata, attraverso lo sviluppo di Taylor arrestato al secondo ordine, mentre Abrate *et al.* (2014) hanno definito una formula per determinare il costo standard sulla base della relazione introdotta nel 1992 da PULLEY e BRAUNSTEIN [25] denominata modello econometrico della funzione di costo composita. Altri autori, invece, hanno impiegato una funzione di costo desunta attraverso procedure di tipo statistico basate sulla regressione lineare multipla. È questo il caso adottato da PETRUCCELLI con CARLEO (2017) e con RACINA (2019) oltre che dal MIT nella metodologia dettata nel D.M. n.157/2018. Quest'ultimo utilizza la regressione lineare per costruire il modello di costo relativo alle autolinee e quello per le ferrovie regionali mentre, per le tramvie e le metropolitane, per le quali non si disponeva di un data base sufficientemente esteso, ha indicato una ben definita procedura di calcolo per la quale sono stati forniti anche i valori di molti parametri. Il metodo dei minimi quadrati è stato scelto da AVENALI *et al.* nel 2014 e 2016 e un approccio matematico analogo è stato adottato anche nel modello ibrido del 2018 limitatamente al calcolo di una parte delle voci di costo, nonché da DELLA LUCIA *et al.* (2018), per definire una relazione esponenziale. Esistono poi dei modelli che determinano il costo del servizio di TPL attraverso l'analisi delle singole voci che compongono l'intero processo produttivo. Un approccio così fatto è stato applicato dal modello di CIRIANNI *et al.* (2012), ANAV (2013), ASSTRA (2013), Regione Veneto (2013), DI GANGI (2013) e da SIMONELLI *et al.* (2023).

Nelle Tab. 6 e Tab. 7 si raggruppano i modelli per tipologia di approccio e forma analitica.

4. Ampiezza e valenza del campione di dati

La dimensione e solidità del data base utilizzato nella costruzione e validazione di un modello ha un peso notevole sull'affidabilità dei risultati che quest'ultimo è in grado di produrre. Tuttavia è da considerare che la capacità del data base di riflettere il costo dei servizi di TPL è condizionata anche dall'epoca alla quale fanno riferimento i valori in esso contenuti che risentono certamente delle diverse

NALI et al., 2018), as anticipated, an advanced numerical strategy was adopted represented by a hybrid model, able to effectively combine the bottom-up approach to determine the cost rate related to the driving staff and the vehicle fleet, flanked by a top-down approach to estimate the remaining cost items.

As far as the analytical form is concerned, on the other hand, it was found for the case history examined that most of the models employed a fairly well-established mathematical procedure, represented by a cost function with a trans-logarithmic form. FILIPPINI et al. (2001), DALEN and GOMEZ LOBO (2002), FRAQUELLI et al. (2004), CUBUKCU (2006) and ABRATE et al. (2014) adopted this formulation. In particular, CUBUKCU (2006) employed a trans-logarithmic function previously developed by other authors and represented, in this case, in an approximate way, by means of second-order arrested Taylor development, while ABRATE et al. (2014) defined a formula to determine the standard cost on the basis of the relationship introduced in 1992 by PULLEY and BRAUNSTEIN [25] called the econometric model of the composite cost function. Other authors, conversely, have employed a cost function deduced through statistical procedures based on multiple linear regression. This is the case of PETRUCCELLI with CARLEO (2017) and RACINA (2019) as well as of the methodology dictated in Italian Ministerial Decree no.157/2018. The latter uses linear regression to construct the cost model for bus lines and that for regional railways while, for tramways and metros, for which a sufficiently extensive database was not available, it indicated a well-defined calculation procedure for which the values of many parameters were also provided. The method of least squares was chosen by AVENALI et al. in 2014 and 2016, and a similar mathematical approach was also adopted in the 2018 hybrid model limited to the calculation of part of the cost items, as well as by DELLA LUCIA et al. (2018), to define an exponential relationship. There are also models that determine the cost of the LPT service by analysing the individual items that make up the entire production process. Such an approach has been applied by the model of CIRIANNI et al. (2012), ANAV (2013), ASSTRA (2013), Veneto Region (2013), DI GANGI (2013) and by SIMONELLI et al. (2023).

In Tab. 6 and Tab. 7, models are grouped according to approach type and analytical form.

4. Size and validity of the data sample

The size and robustness of the database used in the building and validation of a model has a considerable weight on the reliability of the results it is able to produce. However, it should be considered that the ability of the database to reflect the cost of LPT services is also conditioned by the time to which the values contained in it refer, which are certainly affected by the different rules that have regulated the valuation of standard costs and compensations over time, as well as the mechanisms

norme che hanno regolato nel tempo la determinazione dei costi standard e dei corrispettivi nonché dei meccanismi di affidamento dei servizi. Sicuramente, l'aspetto che più rafforza l'attendibilità del data base e del modello da questo costruito riguarda la qualità dei dati dimostrata attraverso la validazione da parte di un organismo certificatore indipendente. Infatti, mentre i valori ricavati direttamente da uno specifico servizio sono certi in quanto effettivamente riscontrati nella realtà anche se non necessariamente rappresentativi di una produzione di massima efficienza, quelli desunti da un campione di aziende possono risultare notevolmente disomogenei se queste presentano forme e dimensioni diverse fra loro o producono servizi differenti per caratteristiche e dimensioni o contesto operativo. Mentre in un campione sufficientemente esteso è possibile raggruppare i diversi servizi secondo la percorrenza, la velocità com-

for entrusting services. Undoubtedly, the aspect that most reinforces the reliability of the database and of the model constructed from it concerns the quality of the data demonstrated through validation by an independent certifying body. In fact, while the values obtained directly from a specific service are certain insofar as they are actually found in reality, even if they are not necessarily representative of a production of maximum efficiency, those deduced from a sample of companies may be considerably inhomogeneous if they present different shapes and sizes or produce services that differ in terms of characteristics and size or operating context. While in a sufficiently large sample it is possible to group the different services according to travel distance, commercial speed, urban or extra-urban area of implementation or according to other characteristics, it is generally difficult,

Tabella 6 – Table 6

Modelli di costo suddivisi per tipo di approccio
Cost models by type of approach

Approccio - Approach	Autori - Authors
"Top Down" o Statistico <i>"Top Down" or Statistical</i>	FILIPPINI <i>et al.</i> , DALEN e GOMEZ LOBO, FRAQUELLI <i>et al.</i> , CUBUKCU, ANAV – Università di Roma "La Sapienza", Regione Friuli-Venezia Giulia, ABRATE <i>et al.</i> , AVENALI <i>et al.</i> (2014 e 2016), PETRUCCELLI e CARLEO, DELLA LUCIA <i>et al.</i> , D.M. 157/2018, PETRUCCELLI e RACINA.
"Bottom Up" o Ingegneristico <i>"Bottom Up" or 'Engineering</i>	CIRIANNI <i>et al.</i> , Regione Veneto, ASSTRA, DI GANGI, SIMONELLI <i>et al.</i>
Ibrido - Hybrid	AVENALI <i>et al.</i> (2018)

Tabella 7 - Table 7

Modelli di costo suddivisi per forma analitica
Cost models by analytical form

Forma Analitica Analytical Form	Autori Authors
Trans-logaritmica - Metodo dei minimi quadrati generalizzati (GLS) <i>Trans-logarithmic - Generalised Least Squares Method (GLS)</i>	FILIPPINI <i>et al.</i>
Trans-logaritmica - Regressione iterata apparentemente non correlata <i>Trans-logarithmic - Iterated Seemingly Unrelated Regression (ISUR)</i>	FRAQUELLI <i>et al.</i>
Trans-logaritmica (generico) <i>Trans-logarithmic (eneric form)</i>	DALEN e GOMEZ LOBO, CUBUKCU
Trans-logaritmica generalizzata (GT) - Modello econometrico della funzione di costo composito <i>Generalized Trans-log (GT) - Composite Cost Function Econometric Model</i>	ABRATE <i>et al.</i>
Modello Econometrico, Relazione Lineare - Metodo dei minimi quadrati <i>Econometric Model, Linear Relation - Least Squares Method (OLS)</i>	AVENALI <i>et al.</i> (2014, 2016, 2018)
Relazione Esponenziale - Metodo dei minimi quadrati <i>Exponential Relation - Method of least squares</i>	DELLA LUCIA <i>et al.</i>
Metodo statistico della regressione multipla lineare <i>Linear multiple regression statistical method</i>	PETRUCCELLI e CARLEO, D.M. n.157/2018, PETRUCCELLI e RACINA
Metodo "semplificato" <i>'Simplified' method</i>	Friuli-Venezia Giulia Regione
Analitico (Generico) <i>Analytical (Generic)</i>	CIRIANNI <i>et al.</i> , ANAV, DI GANGI, Regione Veneto, ASSTRA, SIMONELLI <i>et al.</i>

merciale, l'ambito urbano o extraurbano di realizzazione o secondo altre caratteristiche, è invece generalmente difficile in un campione di dimensioni ridotte operare distinzioni sulla base delle specificità del programma di esercizio (PdE) o del contesto in cui si opera. Pertanto il modello costruito su tale campione non è generalmente in grado di tener conto del PdE e di conseguenza la sua applicazione produrrà una sotto o sovra-stima sensibile. Sulla base di tali considerazioni, PETRUCCELLI e RACINA (2021) [26] hanno distinto, in alto, medio e basso, il livello di attendibilità delle variabili utilizzate nei modelli di costo, sulla base di come i relativi valori sono di volta in volta ricavati e cioè se basandosi sullo specifico servizio o su un campione di aziende, evidenziando quelle variabili per le quali, più che per altre, l'assunzione di valori medi campionari incide sull'attendibilità delle stime effettuate con il modello. Da ciò emerge che le variabili, i cui valori richiedono uno stretto riferimento allo specifico servizio, sono quelle più importanti, come le "ore di guida annue di un conducente", da cui discende direttamente il numero di conducenti necessari per il servizio. La metodologia consolidata per la stima del costo del TPL su gomma si avvale di parametri, sia riferiti allo specifico servizio, sia rappresentativi di valori medi campionari poiché non direttamente rilevabili. I parametri del primo tipo sono di solito le ore di servizio annue rese, la velocità commerciale e la percorrenza chilometrica annua, mentre ricadono nella seconda tipologia le ore di guida annue per conducente e il rapporto fra il costo dei conducenti e quello del personale nel suo complesso. La stima conseguente sarà tanto più precisa ed attendibile quanto minori in numero e di minore peso saranno i parametri del secondo tipo utilizzati. Si può dunque comprendere che la determinazione delle variabili, da cui dipende il costo standard, dovrebbe basarsi su valori tratti da servizi realmente esercitati.

Con riferimento allo spettro investigato, gli autori che hanno usufruito di un campione più ampio sono stati DALEN e GOMEZ LOBO (2002) con 1136 rilievi tratti da aziende di trasporto norvegesi, tra il 1987 e il 1997 e CUBUKCU (2006) con 1061 osservazioni, tratte nel periodo compreso tra 1996 e il 2002, relative a 264 aziende di trasporto presenti negli Stati Uniti che tra l'altro sono state combinate con dati geografici e fisici ed elaborate mediante GIS. Più contenuti sono i campioni che hanno supportato la costruzione del modello di FILIPPINI *et al.* (2001) (170 osservazioni, comprese tra il 1991 e il 1995, relative a 34 aziende di trasporto svizzere), quello di ABRATE *et al.* (2014), (147 rilievi raccolti dal 2008 al 2012, riferiti a 47 aziende italiane di TPL) ed anche quello di FRAQUELLI *et al.* (2004), (135 osservazioni relative a 45 aziende di trasporto pubblico comunale associate a Federtrasporti, operanti nel periodo compreso tra il 1996 e il 1998). Come si può osservare, i campioni utilizzati dagli autori sopra citati, seppur numericamente rappresentativi, talvolta consistenti, ed estesi ad un periodo mediamente abbastanza ampio (4 - 5 anni), sono tuttavia datati a oltre vent'anni fa.

Su dati un po' più recenti sono basate le elaborazioni condotte da AVENALI *et al.* nel 2014, 2016 e 2018, che hanno fatto riferimento ad un campione rilevato nel 2011, costi-

in a small sample, to make distinctions on the basis of the specifics of the service operating program (SOP) or operating context. Therefore, the model built on such a sample is generally unable to take into account the SOP and consequently its application will produce a sensitive under- or over-estimation. On the basis of these considerations, Petruccelli and Racina (2021) [26] have distinguished, into high, medium and low, the level of reliability of the variables used in the cost models, on the basis of how the relative values are derived from time to time, i.e. whether based on the specific service or on a sample of companies, highlighting those variables for which, more than for others, the assumption of average sample values affects the reliability of the estimates made with the model. From this it emerges that the variables, whose values require a close reference to the specific service, are the most important ones, such as the "annual driving hours of a driver", from which the number of drivers required for the service is directly derived. The established methodology for estimating the cost of road LPT makes use of parameters, either referred to the specific service or representative of sample average values since they are not directly detectable. The parameters of the first type are usually the annual service hours rendered, the commercial speed and the annual mileage, while the second type includes the annual driving hours per driver and the ratio between the cost of drivers and that of staff as a whole. The resulting estimate will be all the more accurate and reliable the fewer and less weighty the parameters of the second type are used. It can therefore be understood that the determination of the variables, on which the standard cost depends, should be based on values drawn from services actually performed.

*With regard to the spectrum investigated, the authors who made use of a larger sample were DALEN and GOMEZ LOBO (2002) with 1136 observations taken from Norwegian transport companies between 1987 and 1997 and CUBUKCU (2006) with 1061 observations, taken between 1996 and 2002, relating to 264 transport companies in the USA, which were combined with geographical and physical data and processed using GIS. More contained are the samples that supported the construction of the model by FILIPPINI *et al.* (2001) (170 observations, spanning from 1991 to 1995, relating to 34 Swiss transport companies), that of ABRATE *et al.* (2014), (147 surveys collected from 2008 to 2012, relating to 47 Italian LPT companies) and also that of FRAQUELLI *et al.* (2004), (135 observations relating to 45 municipal public transport companies belonging to Federtrasporti - an Italian association, operating in the period between 1996 and 1998). As can be seen, the samples used by the aforementioned authors, although numerically representative, sometimes substantial, and spanning a fairly broad average period (4 - 5 years), are nonetheless dated over twenty years ago.*

*On somewhat more recent data are based the elaborations carried out by AVENALI *et al.* in 2014, 2016 and*

tuito da 45 aziende italiane con una produzione di circa 500 milioni di bus.km/anno e ASSTRA che si è avvalsa di dati raccolti nel 2012 mediante questionari somministrati alle aziende consociate. Similmente, la Regione Veneto ha costruito il proprio campione di analisi raccogliendo i dati di costo di tutte le aziende operanti sul territorio regionale, affidatarie di TPL negli anni 2010 e 2011, e integrandoli con le informazioni desunte dal “Programma Statistico Nazionale – Indagine sul TPL”, mentre la Regione Friuli ha svolto una simulazione numerica con riferimento all’anno 2009.

Il campione per la costruzione del modello di DELLA LUCIA *et al.* (2018) invece, è stato fornito da dieci aziende italiane aventi piccole e medie dimensioni e operanti sia in ambito urbano che extraurbano e, nonostante la dimensione relativamente ridotta del data base, i risultati ottenuti dimostrano una discreta capacità del modello di riprodurre i reali costi.

Ad ogni modo, come si può notare, gran parte dei modelli analizzati ha usufruito di un campione di dati non validato, la cui attendibilità è stata assunta a priori e ciò, sebbene non limiti la validità della metodologia e dello strumento costruito, non ne garantisce la buona calibrazione e quindi la corrispondenza alla realtà dei risultati calcolabili.

PETRUCCELLI e CARLEO (2017), invece, hanno considerato un campione che, sebbene numericamente molto contenuto, riporta tuttavia costi che sono certamente reali e di massima efficienza in quanto riferiti solo servizi affidati con un ribasso d’asta irrilevante, a seguito di gara di appalto pubblica. Ciò garantisce che il costo posto a base di gara è effettivamente quello minimo e quindi di massima efficienza.

Di certo la fonte più ampia e affidabile è stata impiegata per la costruzione del modello contenuto nel DM. 157/2018 che è costituita dai dati raccolti dall’Osservatorio Nazionale per le Politiche del Trasporto Pubblico Locale. Pertanto, lo strumento di stima fornito dal MIT, oltre ad avere efficacia di norma, è da considerarsi il più attendibile in termini di calibrazione nonché il più rappresentativo della situazione italiana, sebbene presenti importanti limiti nella capacità di riprodurre la realtà per effetto della mancanza di qualsiasi variabile rappresentativa delle caratteristiche del PdE e quindi della produttività dei conducenti (come già discusso in precedenza). Per inciso, è da evidenziare una forte similitudine tra il modello in questione e quello proposto da AVENALI nel 2014, riscontrandosi le uniche differenze nei valori di alcuni parametri assunti.

Infine, SIMONELLI *et al.* (2023) si sono avvalsi dei dati di traffico *General Transit Feed Specification* (GTFS) prodotti da Google ma il modello è stato calibrato con riferimento ad uno specifico caso reale relativo a un servizio di 11.4 milioni di bus.km offerto nella città di Napoli nel 2018.

5. Riflessioni conclusive

Questo studio ha proposto uno stato dell’arte critico in tema di stima del costo standard di un servizio di trasporto pubblico locale su autobus analizzando i modelli più significativi presenti nella letteratura scientifica.

2018, which made reference to a sample collected in 2011, consisting of 45 Italian companies with a production of approximately 500 million bus.km/year, and ASSTRA, which made use of data collected in 2012 through questionnaires administered to its member companies. Similarly, the Veneto Region constructed its own analysis sample by collecting the cost data of all the companies operating on its territory, entrusted with LPT in the years 2010 and 2011, and integrating them with information taken from the ‘National Statistical Programme - LPT Survey’, while the Friuli Region carried out a numerical simulation with reference to the year 2009.

The sample used by DELLA LUCIA *et al.* (2018) for the construction of their model, on the other hand, was provided by ten Italian companies of small and medium size and operating in both urban and extra-urban areas and, despite the relatively small size of the database, the results obtained demonstrate a fair ability of the model to reproduce real costs.

However, as can be seen, most of the models analysed used an unvalidated sample of data, the reliability of which was assumed a priori and this, although it does not limit the validity of the methodology and the tool constructed, does not guarantee its good calibration and thus the correspondence to reality of the results that can be calculated.

PETRUCCELLI and CARLEO (2017), on the other hand, considered a sample that, although numerically very small, nevertheless reports costs that are certainly real and of maximum efficiency as they only refer to services entrusted with an insignificant bidding discount, following a public tender. This ensures that the cost put out to tender is indeed the minimum cost and therefore the cost of maximum efficiency.

Certainly, the model contained in DM.157/2018 was built on the basis of the broadest and most reliable source that is the data collected in Italy by the Italian National Observatory for Local Public Transport Policies. Therefore, the estimation tool provided by the MIT, in addition to having standard effectiveness, is to be considered the most reliable in terms of calibration as well as the most representative of the Italian situation, although it has important limitations in its ability to reproduce reality due to the lack of any representative variable of the characteristics of the SOP and therefore of the productivity of drivers (as discussed above). By the way, a strong similarity was found between the model defined by DM.157/2018 and the one proposed by AVENALI in 2014, the only differences being in the values of some assumed parameters.

Finally, SIMONELLI *et al.* (2023) made use of *General Transit Feed Specification* (GTFS) traffic data produced by Google, but the model was calibrated with reference to a specific real-life case related to an 11.4 million bus.km service offered in the city of Naples (IT) in 2018.

Come è noto, mentre l'analisi del costo scaturisce dalla somma delle diverse voci di spesa per l'acquisto dei fattori della produzione, la stima prevede di risalire al costo di produzione partendo dalla quantità e dalle caratteristiche del prodotto e del processo produttivo. Pertanto la stima è l'unica strada percorribile quando non si conosce il dettaglio delle voci di spesa della specifica produzione oppure quando si vuole ottenere un costo indipendente dalla efficienza delle imprese esercenti il servizio e cioè un valore standardizzato. La stima richiede l'utilizzo di un metodo o modello che sia costruito per lo specifico settore di indagine e calibrato sulla realtà che si vuole riprodurre.

La capacità di un modello di riprodurre un fenomeno reale è funzione di due aspetti: il numero e rappresentatività delle variabili in esso comprese e la buona calibrazione delle costanti. Il primo aspetto non può prescindere da un'analisi dettagliata del fenomeno in esame e della rilevanza delle variabili che lo influenzano; il secondo richiede la disponibilità di una mole di dati rappresentativi del fenomeno stesso e delle variabili ad esso connesse, opportunamente validati e riferiti ad un ambito temporale o spaziale sufficientemente esteso.

Le variabili che hanno rilevanza sul costo standard del trasporto pubblico locale su gomma sono riconducibili al programma di esercizio (PdE) (il prodotto), all'azienda esercente (il produttore) nonché alla strada e al rapporto contrattuale (il contesto operativo). Le variabili più comunemente utilizzate sono la velocità commerciale e la percorrenza annua del servizio appaltato. La prima variabile risente particolarmente della distanza media fra le fermate (caratteristica del prodotto PdE) nonché degli standard funzionali e delle condizioni di traffico dell'infrastruttura (contesto operativo) e misura l'impegno orario di personale e mezzi per la realizzazione del prodotto; talvolta viene sostituita con il tempo di servizio reso al pubblico che è una misura diretta del tempo di utilizzo dei fattori della produzione in questione. La seconda variabile è indicativa di economie e diseconomie di scala connesse alla percorrenza complessivamente realizzata (quantità del prodotto) e al contesto operativo che possono influire sull'efficienza della produzione. Spesso nei modelli sono presenti anche una o più variabili indicative dei costi fissi relativi al materiale rotabile comprensivi anche della quota di ammortamento eventualmente ricadente sul gestore del servizio.

È evidente che non esistono variabili in grado di rappresentare separatamente uno dei tre aspetti (prodotto, produttore e contesto operativo) ma ciascuna descrive contemporaneamente più aspetti in modo parziale. Pertanto, nella costruzione del modello di costo, la scelta delle variabili è molto importante perché l'utilizzo di variabili non sufficientemente rappresentative o in numero eccessivamente ridotto rischia di rendere lo strumento non abbastanza efficace nel riprodurre il fenomeno studiato. In altri casi questo rischio è conseguenza di una calibrazione fondata su un data-base numericamente limitato oppure che non permette di distinguere un adeguato numero di

5. Final remarks

This study works out a state of the art on the estimation of the standard cost for a bus LPT service by critically analysing the most significant models in the scientific literature.

As is well known, while cost analysis results from the sum of the various items of expenditure for the purchase of production factors, estimation involves tracing the cost of production from the quantity and characteristics of the product and the production process. Therefore, estimation is the only way to go when the details of the expenditure items of the specific production are not known or when a cost independent from the efficiency of the company performing the service, i.e. a standardised value, is required. Estimation needs the use of a method or model constructed for the specific sector under investigation and calibrated to the reality that is to be reproduced.

The ability of a model to reproduce a real phenomenon is a function of two aspects: the number and representativeness of the variables it includes and the good calibration of the constants. The first aspect cannot disregard a detailed analysis of the phenomenon under consideration and the relevance of the variables influencing it. The second requires the availability of a mass of data representative of the phenomenon itself and the variables connected to it, suitably validated and referring to a sufficiently extended temporal or spatial range.

The variables that have a bearing on the standard cost of local public transport by road are the service operating program (SOP) (the product), the operating company (the producer) as well as the road, and the contractual relationship (the operating environment). The most commonly used variables are the commercial speed and the annual mileage of the contracted service. The first variable is particularly affected by the average distance between stops (characteristic of the SOP product) as well as by the functional standards and traffic conditions of the infrastructure (operating context) and measures the hourly use of driving staff and vehicles for the realisation of the product; it is sometimes replaced by the service time rendered to the public, which is a direct measure of the time of utilisation of the factors of production in question. The second variable is indicative of economies and diseconomies of scale related to the total mileage travelled (quantity of the product) and the operating environment that may affect the efficiency of production. Often the models also include one or more variables indicative of the fixed costs related to rolling stock, including the depreciation quota that may fall on the service operator.

It is evident that there are no variables capable of representing one of the three aspects (product, producer and operating context) separately, but each one describes several aspects simultaneously in a partial manner. Therefore, in the construction of the cost model, the choice of variables is very important because the use of variables that are not sufficiently representative or too few in number risks

grappoli di episodi assimilabili e perciò obbliga a fare riferimento a dati medi ricavati su casistiche molto diverse fra loro, svuotando di significatività il parametro di calibrazione trovato.

Queste sono le criticità molto spesso riscontrate nei modelli studiati in cui, o con l'obiettivo di ottenere uno strumento di facile uso si omettono variabili che sono determinanti nel descrivere uno dei tre aspetti condizionati il costo, oppure per la limitatezza del campione si è costretti ad assumere parametri di calibrazione ricavati come valore medio di servizi molto diversi fra loro soprattutto in termini di prodotto e di contesto operativo.

Fra gli aspetti del servizio di TPL che meritano di essere considerati con maggiore attenzione nei modelli di costo ricade proprio il prodotto realizzato, le cui caratteristiche sono espresse dal PdE. Quest'ultimo infatti, a parità di quantità prodotta cioè di percorrenze realizzate dal servizio, condiziona sensibilmente l'impegno orario di conducenti e materiale rotabile e quindi influisce in modo tutt'altro che trascurabile sul costo complessivo unitario della produzione, dato che, su questo, il solo personale di condotta incide per almeno il 50%. Le caratteristiche del PdE che influenzano il costo dei conducenti e del materiale rotabile sono diverse; fra queste, in particolare, ci sono l'estensione delle linee percorse e la frequenza delle corse offerte sulla stessa linea che insieme influiscono sui tempi di fermo imposti ai conducenti ed ai mezzi fra una corsa e la successiva, determinando le percorrenze annue prodotte da questi fattori produttivi e quindi l'incidenza della relativa voce di costo sul totale.

Dall'analisi condotta in questo studio è emerso che molti modelli non possono offrire una stima sufficientemente affidabile del costo perché basati su variabili che non descrivono in modo sufficientemente definito le caratteristiche del PdE. Altri metodi invece superano in parte questo limite comprendendo variabili come il rendimento del personale di guida, la frequenza delle corse, la densità delle linee e il tempo di servizio, oppure incorporando variabili fittizie che descrivono alcune caratteristiche del PdE in modo discontinuo o attraverso parametri sintetici come ad esempio le ore di guida dei conducenti.

L'avanzamento della ricerca sulla stima del costo standard verso una maggiore capacità interpretativa dei modelli potrà ottenersi operando in due direzioni. La prima è rappresentata dalla costruzione di nuovi modelli che comprendano anche variabili in grado di descrivere in modo sufficientemente dettagliato il prodotto realizzato cioè il PdE. La seconda consiste nella messa a punto di strumenti per ottenere risultati più affidabili da quei modelli esistenti che comprendono anche variabili di efficienza legate indirettamente delle caratteristiche del PdE. Detti strumenti dovranno concretizzarsi in relazioni tra le caratteristiche del PdE ed i parametri rappresentativi dell'efficienza presenti in questi modelli di costo. Attraverso queste relazioni sarà possibile determinare i valori dei parametri in questione con riferimento allo specifico prodotto anziché come media di un campione di prodotti necessariamente diversi fra loro.

making the instrument not effective enough in reproducing the phenomenon studied. In other cases, this risk is the consequence of a calibration based on a numerically limited data-base or which does not allow an adequate number of clusters of assimilable episodes to be distinguished and therefore obliges one to refer to average data obtained on very different case histories, thus emptying the calibration parameter found of significance.

These are the critical points very often found in the models studied where, either with the aim of obtaining a user-friendly tool, variables are omitted that are decisive in describing one of the three aspects conditioning the cost, or due to the limited sample, one is forced to assume calibration parameters derived as the average value of very different services, especially in terms of product and operating context.

Among the aspects of the LPT service that deserve greater attention in cost models is the product, the characteristics of which are expressed by the SOP. In fact, the latter, given the same quantity produced, i.e. the total mileage travelled, significantly influences the hourly commitment of drivers and rolling stock, and therefore has a far from negligible impact on the overall unit cost of production, given that drivers alone account for at least 50% of this. The characteristics of the SOP that affect the cost of drivers and rolling stock are various; among these, in particular, are the extension of the lines travelled and the frequency of the rides supplied on the same line, which together affect the downtime imposed on drivers and vehicles between one ride and the next, determining the annual mileage produced by these production factors and therefore the incidence of the relative cost item on the total.

The analysis developed in this study showed that many models cannot offer a sufficiently reliable prediction of cost because they are based on variables that do not sufficiently describe the characteristics of the SOP. Other methods, on the other hand, partially overcome this limitation by including variables such as driver performance, frequency of rides, line density and service time, or by incorporating dummy variables that describe certain characteristics of the SOP discontinuously or through synthetic parameters such as drivers' driving hours.

Advances in standard cost estimation research toward a greater interpretative capacity of the models can be achieved by operating in two directions. The first is the built of new models that also include variables capable of describing in sufficient detail the product, i.e. the SOP. The second consists in the development of tools to obtain more reliable results from those existing models that also comprise efficiency variables indirectly linked to the SOP characteristics. These tools must materialize in relationships between the characteristics of the SOP and the representative parameters of efficiency included in these cost models. Through these relationships we will be able to determine the values of the parameters in question with reference to the specific product rather than as an average of a sample including products necessarily different from each other.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Official Journal of the European Union, Directive (EU) no. 2007/1370 of the European Commission, modified with Directive (EU) no. 2338/2016.
- [2] PETRUCCELLI U., CARLEO S. (2017), "Cost models for local road transit. *Public Transport*", 9, 527-548. DOI 10.1007/s12469-017-0162-2.
- [3] 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". *IF* 2018, 11, 883-898.
- [4] 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". *IF*, 4, 295-315.
- [5] 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". *Econ Polit Ind*, 4, 181-213.
- [6] 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". *IF*, 2, 103-130. Available online: <https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.02.2024.ART.2>
- [7] 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.
- [8] 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". *Transp. Policy* 2023. Available online: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101017>
- [9] FILIPPINI M., MAGG R., PRIONI P. (2001), "Cost-based Yardstick Regulation in the Swiss Regional Public Bus Industry". 1st Swiss Transport Research Conference, Monte Verità/Ascona. Available online: https://www.researchgate.net/publication/228603705_Cost-based_Yardstick_Regulation_in_the_Swiss_Regional_Public_Bus_Industry(accessed on 3 March 2016).
- [10] 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.
- [11] CIRIANNI F., LEONARDI G., IANNÒ D. (2012), "Model definition and optimization of unit cost functions in service integration of bus services". In Proceedings of the 6th International Symposium "Networks for Mobility", 27/28 Settembre, 1-11.
- [12] 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. Available online: <http://www.filt.veneto.cgil.it/sites/default/files/2014%201%2017%20COSTI%20STANDARD%20TPL.pdf> (accessed on 18 December 2015).
- [13] 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. Available online: <https://www.camera.it/temiap/temi17/Asstra%20percorsi%20di%20sviluppo%20per%20il%20trasporto%20pubblico%20locale.pdf>.
- [14] DI GANGI M. (2013), "Un approccio analitico per la valutazione dei costi nei sistemi di trasporto collettivo". I sistemi di trasporto nell'area del Mediterraneo: infrastrutture e competitività; Bergantino, A.S.; Carlucci, F.; Cirà, A.; Marcucci, E.; Musso, E. Franco Angeli: Milano, , 347-358.
- [15] 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.
- [16] Regione Friuli-Venezia Giulia (2013), "Piano Regionale del Trasporto Pubblico Locale" - Relazione Illustrativa. 4 Aprile, delibera n.605.
- [17] AVENALI A., BOITANI A., CATALANO G., D'ALFONSO T., MATTEUCCI G. (2018), "Assessing standard costs in local public bus transport: A hybrid cost model". *Transp. Policy*, 62, 48-57.

- [18] 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. Available online: <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/94048/1/Dalen-1dp2002-06.pdf>. (accessed on 11 February 2016).
- [19] CUBUKCU K. MERT. (2006), “Cost of Urban Bus Transit Operations and Geography of Service Territory”. Conference of Regional and Urban Modeling, Free University of Brussels. Available online: <http://ecomod.net/sites/default/files/document-conference/ecomod2006-rum/1149.pdf> (accessed on 20 January 2016).
- [20] 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. Available online: <http://www.carloalberto.org/assets/working-papers/no.380.pdf>.
- [21] AVENALI A., BOITANI, A., CATALANO G., D'ALFONSO T., MATTEUCCI G. (2016), “Assessing standard costs in local public bus transport: evidence from Italy”. *Transp. Policy*, 52, 164-174.
- [22] Official Gazette of the Italian Republic, Ministry of Infrastructure and Transport, Decree 28/03/2018 no.157 (Definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei criteri di aggiornamento e applicazione).
- [23] 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”. *IF*, 9, 599-632.
- [24] CAMBINI C., PIACENZA M., VANNONI D. (2007), “Restructuring Public Transit Systems: Evidence on Cost Properties from Medium and Large-Sized Companies”. *Rev Ind. Organ*, 31, 183-203.
- [25] PULLEY L.B., BRAUNSTEIN Y.M. (1992), “A Composite Cost Function for Multiproduct firms with an application to Economies of Scope in Banking”. *Rev Econ Stat*, 74, 221-230.
- [26] PETRUCCELLI U., RACINA A. (2021), “Feeder-trunk and direct-link schemes for public transit: a model to evaluate the produced accessibility”. *Public Transp*, 13, 301-323. Available online: <https://doi.org/10.1007/s12469-021-00262-4>.

Errata Corrige - Corrigendum

Si informano i gentili Lettori che nell’articolo: “**Vita del CIFI**”, a cura di STEFANO LEONETTI e pubblicato nella rubrica “Notiziari” del Numero 9 (Settembre del 2024) di *Ingegneria Ferroviaria*, la Borsa di Studio “M” è stata assegnata alla Dott.ssa Ing. ANGELICA PEREGO, per la tesi dal titolo “Analisi delle potenzialità del trasporto ferroviario notturno Caso studio Dusseldorf–Verona” diversamente da come riportato “L’utilizzo dell’Interferometria Radar Satellitare Per Il Monitoraggio delle Infrastrutture Viarie e Ferroviarie”.

*La Redazione di
Ingegneria Ferroviaria*

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



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

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



MACHINE

plassertheurer.com    

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



Reti mobili di nuova generazione per le linee ferroviarie del futuro

Next-generation mobile networks for the future railway

Flavio MASCHIETTI (*)
Alessio BARBARESI (*)
Salvatore RAGO (*)
Simone MAMMUCARI (*)
Girolamo CLEMENZA (*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.10.2024.ART.2>)

Sommario - Ad oggi più di 100.000 km di linee ferroviarie (11.000 km in Italia) sono fornite di copertura radio GSM-Railway (GSM-R). Tale infrastruttura di rete assicura la fondamentale comunicazione radio (voce e dati) Terra-Treno. Tuttavia, le caratteristiche trasmissive dell'attuale standard GSM-R limitano l'implementazione di quelle nuove tecnologie ferroviarie sostenute dalla *digital transformation*, come ad esempio il monitoraggio o il controllo *real-time* della marcia dei treni e l'*Internet of Things* degli impianti ferroviari, nonché nuove applicazioni per il distanziamento dei treni, in particolare nei nodi ferroviari. Queste tecnologie necessitano infatti di alti livelli di affidabilità, latenza e *throughput*. In quest'ottica, l'introduzione del nuovo standard basato sulle reti mobili di quinta generazione (5G) denominato *Future Railway Mobile Communication System* (FRMCS) si rende necessaria per il superamento dei limiti del GSM-R e per sviluppare il sistema ferroviario del futuro.

Diverse sono le ragioni alla base della scelta della tecnologia 5G per il futuro delle comunicazioni ferroviarie. Oltre a fornire banda larga, le reti 5G possono garantire un'altissima affidabilità e una latenza molto bassa. Inoltre, il 5G offre metodi per costruire reti massive di sensori IoT e di conseguenza permette di ottimizzare i processi e i servizi ferroviari sfruttando i dati collezionati da tale moltitudine di sensori. Infine, ma non meno importante, il 5G e quindi l'FRMCS potranno offrire agli operatori ferroviari una notevole flessibilità nelle comunicazioni, consentendo di dedicare sottoreti virtuali a diverse tipologie di traffico, per esempio critico/non-critico. Un ulteriore grado di flessibilità potrà essere ottenuto tramite l'utilizzo del cloud e del *Multi-Access Edge Computing* (MEC).

Summary - To date, more than 100,000 km of railroads (11,000 km in Italy) are equipped with GSM-Railway (GSM-R) radio coverage. This network infrastructure ensures the fundamental track-to-train radio communication (including voice and data). However, the transmissive characteristics of the GSM-R limit the adoption of new rail technologies associated with the digital transformation. These technologies include real-time train operations monitoring and control, the Internet of Things (IoT) for rail facilities, as well as novel applications for train spacing, especially in rail junctions/hubs. Indeed, these technologies require high levels of reliability, latency, and throughput. To overcome the limitations of GSM-R and develop the future railway system, a new standard based on fifth-generation (5G) mobile networks known as the *Future Railway Mobile Communication System* (FRMCS) must be implemented.

There are several reasons for choosing 5G networking for the future of rail communications. In addition to bandwidth, 5G networks can offer extremely high reliability and minimal latency. Furthermore, 5G provides methods for building massive networks of IoT sensors, allowing for the optimization of railway processes and services by leveraging the data acquired from such a multitude of sensors. Finally, 5G and hence FRMCS will provide significant flexibility in communications to rail operators by allowing virtual subnets to be dedicated to different categories of traffic, such as critical/non-critical. A further degree of flexibility can be achieved using cloud networking and the so-called *Multi-Access Edge Computing* (MEC).

(*) Italferr Direzione Progettazione, Progettazione Tecnologie, S.O. Telecomunicazioni.

(*) Italferr S.p.A., Tech. Design Department, Telecomunicazioni.

In questo articolo, verranno illustrate le principali caratteristiche del nuovo standard FRMCS/5G e come queste potranno accelerare la trasformazione digitale dell'industria ferroviaria. In particolare, nella prima parte, saranno descritte le novità relative all'accesso radio e alla *core network* di nuova generazione, e il loro potenziale impatto sul sistema ferroviario. Successivamente, saranno espone le soluzioni adottate in un caso reale di design di una rete mobile FRMCS/5G nel contesto del progetto preliminare per gara della Rail Baltica, una strategica linea ad alta velocità (AV) di 870 km che si estende dall'Estonia fino alla Polonia, percorrendo i 3 Stati baltici (Estonia, Lettonia e Lituania).

Attualmente, il processo di standardizzazione del sistema FRMCS prevede un rilascio delle specifiche tecniche finali per il primo trimestre del 2026. Questo articolo tiene conto delle versioni preliminari di tali specifiche tecniche, di studi teorici e di laboratorio prodotti dall'UITC, e di proposte architettoniche comunicate dai vendor in diversi incontri. Seppur non definitivi, tali input permettono di trattare gli argomenti esposti nel seguito con un orientamento prossimo a quanto sarà stabilito nelle future direttive.

This article will describe the main features of the new FRMCS/5G standard and how these features can accelerate the rail sector's digital transition. The first part will outline the new features associated with the next-generation radio access and core network, as well as their potential impact on the railway system. Then, the solutions adopted in a real-world design case of an FRMCS/5G mobile network in the context of the Rail Baltica's tender project, a strategic 870 km long high-speed (HS) line stretching from Estonia to Poland, and traversing the 3 Baltic states (Estonia, Latvia, and Lithuania), will be exposed.

At present, the FRMCS standardization process envisions the release of final technical specifications in the first quarter of 2026. This article considers preliminary versions of these technical specifications, theoretical and laboratory studies carried out by the UITC, and architectural proposals presented by vendors at several meetings. Although non-definitive, these inputs allow the topics outlined in the following to be addressed in a manner similar to what will be established in future directives.

Acronimi - Acronyms

5G	<i>Fifth Generation</i>	IoT	<i>Internet of Things</i>
5GC	<i>5G Core network</i>	IP-PBX	<i>IP Private Branch eXchange</i>
ATO	<i>Automatic Train Operation</i>	MANO	<i>Management and Orchestration</i>
AV/HS	<i>Alta Velocità – High Speed</i>	MEC	<i>Multi-Access Edge Computing</i>
DCM	<i>Digital Clutter Model</i>	MIMO	<i>Multiple-Input Multiple-Output</i>
DL	<i>Downlink</i>	mMIMO	<i>Massive MIMO</i>
DTM	<i>Digital Terrain Model</i>	NF	<i>Network Functions</i>
ERTMS	<i>European Rail Traffic Management System</i>	QoS	<i>Quality of Service</i>
ETCS	<i>European Train Control System</i>	RAN	<i>Radio Access Network</i>
FDD	<i>Frequency Division Duplexing</i>	RBC	<i>Radio Block Center</i>
FRMCS	<i>Future Railway Mobile Communication System</i>	RF	<i>Radiofrequenza - Radiofrequency</i>
gNodeB	<i>Next-Generation Node B</i>	RRU	<i>Remote Radio Unit</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>	SPoF	<i>Single Point of Failure</i>
GSM-R	<i>GSM-Railway</i>	TDD	<i>Time Division Duplexing</i>
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>	UITC	<i>Union Internationale Chemins de Fer</i>
		uRLLC	<i>Ultra-Reliable Low-Latency Communication</i>

1. Introduzione

Gran parte delle ferrovie europee effettua le comunicazioni operative Terra-Treno tramite il sistema radio GSM-R, un elemento chiave del sistema di gestione del traffico ferroviario ERTMS. Il *Future Railway Mobile Communication System* (FRMCS) rappresenta la risposta delle ferrovie europee a due elementi di importanza strategica per il futuro dell'industria ferroviaria:

1. L'obsolescenza e l'imminente fine del ciclo di vita del GSM-R, un sistema basato sul 2G e su specifiche rilasciate dall'UITC più di 20 anni fa.

1. Introduction

Much of Europe's rail operators conduct operational track-to-train communications via GSM-R, a central element of the European Rail Traffic Management System (ERTMS). The Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) represents the response of European rail operators to two elements of strategic importance to the future of the rail business:

1. *The obsolescence and impending end of life of GSM-R, which is based on 2G and specifications dated over 2 decades ago.*

2. L'accelerazione della trasformazione digitale delle ferrovie, quindi l'esigenza di trasmettere, ricevere ed elaborare volumi crescenti di dati, per un trasporto più informato e sostenibile.

Per soddisfare i requisiti di alto *throughput* dati, bassa latenza e di connettività massiva delle applicazioni FRMCS, gli enti di normazione ferroviaria hanno promosso la transizione verso la tecnologia mobile di quinta generazione (5G). Le future comunicazioni ferroviarie dovranno fornire una copertura wireless affidabile in un numero maggiore di casi rispetto al GSM-R [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10]. In particolare, gli scenari di applicazione dell'FRMCS possono essere suddivisi in 4 categorie principali:

- Esercizio, che include tutti i servizi critici relativi alla circolazione e al distanziamento dei treni, tra cui il segnalamento radio, l'Automatic Train Operation (ATO), e tutte le funzioni vocali già definite in ambito GSM-R;
- Manutenzione, come la gestione e l'aggiornamento dei dati delle apparecchiature di bordo e di terra.
- Monitoraggio, che comprende servizi capaci di migliorare la sicurezza del sistema ferroviario, tra cui il monitoraggio in tempo reale dello stato del treno, delle opere infrastrutturali e dell'ambiente.
- Passeggeri, che include l'infotainment multimediale, i sistemi di informazione in tempo reale, la connettività Internet ad alta velocità sul treno e in ambienti ferroviari, previ opportuni accordi con gli operatori di telefonia mobile, e tutti quei servizi che possono migliorare il comfort e l'efficienza del viaggio.

Più specificatamente, la normativa UIC FU-7100 contiene attualmente più di 100 casi d'uso per l'FRMCS [3]. Tali scenari applicativi impongono requisiti elevati e soprattutto *diversi* in termini di larghezza di banda, ritardo, affidabilità e sicurezza del canale radio, per i quali una tecnologia mobile di grande scalabilità risulta necessaria. Inoltre, la stessa UIC FU-7100 pone grande enfasi alla condivisione delle informazioni: si rende indispensabile una piattaforma unificata di informazione e comunicazione per l'interconnessione dell'intero ecosistema ferroviario. In Fig. 1 mostriamo un'architettura di esempio di rete ferroviaria unificata, completamente connessa, con i relativi servizi. Nei paragrafi successivi descriveremo come e perché lo standard 5G rappresenta lo strumento in grado di soddisfare pienamente i requisiti FRMCS. In questo senso, detaggeremo altresì le innovazioni introdotte da tale standard mobile, nelle sue due parti principali che lo compongono: accesso radio e core.

2. FRMCS/5G Radio Access Network

La *Radio Access Network* (RAN) rappresenta un elemento imprescindibile per costruire una rete mobile, in quanto consente la connessione dei dispositivi mobili alla *core*

2. *The accelerating digital transformation of the rail operation, thus the need to transmit, receive and process increasing volumes of data, for more informed and sustainable transportation.*

To meet the high data throughput, low latency, and massive connectivity requirements of FRMCS applications, railroad standardization bodies have promoted the transition to the fifth generation (5G) mobile networking standard. Future rail communications will need to provide reliable wireless coverage in more cases than GSM-R [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10]. In particular, FRMCS application scenarios can be divided into four main categories:

- *Operation, which includes all critical services related to train movement and train spacing, including radio signaling, Automatic Train Operation (ATO), and all advanced voice functions defined under GSM-R.*
- *Maintenance, such as the management and updating of on-board and trackside equipment data.*
- *Monitoring, which includes services capable of improving the safety of the rail system, including real-time monitoring of the train status, infrastructure works and the environment.*
- *Passengers, which includes multimedia infotainment, real-time information, high-speed Internet on trains and in rail environments, contingent upon suitable agreements with mobile operators, and all services that can enhance travel comfort and convenience.*

The UIC specification FU-7100 contains more than 100 use cases for FRMCS [3]. These application scenarios impose high, demanding and above all different requirements in terms of bandwidth, delay, and reliability, for which a highly scalable mobile technology is needed. In addition, UIC FU-7100 places great emphasis on information sharing: a unified information and communication platform for interconnecting the entire railway ecosystem becomes essential. Fig. 1 shows an example architecture of a unified, fully connected railway network and its related services. The next paragraphs describe all the elements that make 5G networking the most effective instrument to meet FRMCS requirements. In this respect, the innovations developed through this mobile standard, in its two major constituent parts—radio access and core network—will also be detailed.

2. FRMCS/5G Radio Access Network

The Radio Access Network (RAN) represents an indispensable element in a mobile network, as it enables the connection of mobile devices to the core network. In particular, the set of RAN components (antennas, converters, baseband processors, etc.) allows for the conversion of digital signals into radio waves, which can then be received and processed. The RAN is designed to cover a geographic area in the most homogeneous manner possible, ensuring ubiquitous/continuous network access for the mobile devices. To achieve this, a set of radio sites, defined under the term gNodeB in the context of 5G networks, are deployed in the relevant area.

network. In particolare, l'insieme dei componenti della RAN (antenne, convertitori, elaboratori digitali in banda base, etc.) permette la conversione dei segnali digitali (come voce e dati) in onde radio, così che possano essere ricevuti ed elaborati dai dispositivi mobili e viceversa. Tale rete di accesso radio viene concepita in modo tale che un'area geografica sia coperta in modo il più possibile omogeneo, per assicurare una connessione ubiqua/continua ai dispositivi mobili. Per raggiungere tale risultato, si distribuiscono nel territorio interessato un insieme di siti radio, definiti col termine *gNodeB* nel contesto delle reti 5G.

Sito radio 5G - Una *gNodeB* permette l'accesso alla RAN e nel contesto delle reti 5G consiste dei seguenti elementi:

- Antenne.
- *Remote Radio Unit (RRU)*.
- *Distributed Unit (DU)*.
- *Central Unit (CU)*.
- Connessione alla *core network*.

L'insieme DU/CU esegue l'invio dei dati dalla RRU alla *core network (uplink)*, e viceversa dalla *core network* alla RRU (*downlink*). In particolare, la DU esegue elaborazioni *real-time* in banda base relative ai primi due livelli protocollari: fisico e data link. La CU esegue elaborazioni relative al livello superiore, di rete. Nel GSM-R (2G+) tali funzioni sono svolte da un unico apparato hardware. Diversamente, nell'FRMCS (5G) esistono numerosi modi di separare le funzioni svolte da tali elementi, anche fisicamente [9]. In tal modo, l'architettura della RAN viene resa flessibile e scalabile, in base allo scenario di implementazione, ai vincoli sussistenti e ai casi d'uso da supportare.

Infine, la RRU si occupa dell'elaborazione in radiofrequenza (RF) e le sue funzioni principali sono:

1. In *uplink (UL)*, conversione ottico-elettrica dei segnali, e conversione dei segnali digitali in segnali RF con successiva trasmissione al livello di potenza desiderato.
2. In *downlink (DL)*, ricezione dei segnali RF dall'antenna con successiva conversione in banda base, e conversione elettro-ottica dei segnali.

La RRU si collega al DU/CU tramite cavi ottici e all'antenna tramite un cavo coassiale, il cui spessore dipende dalla distanza RRU-antenna in modo proporzionale.

Spettro frequenziale - Il Report 74 e il Report 76 del CEPT definiscono la quantità di spettro necessaria e identificano le bande frequenziali appropriate per l'FRMCS. In particolare, come mostrato in Fig. 2, le due bande armonizzate a livello europeo, in virtù della Decisione di Esecuzione (UE) 2021/1730 della Commissione Europea, sono [12]:

- Banda FDD 874,4-880 MHz / 919,4-925 MHz.
- Banda TDD 1900-1910 MHz.

5G radio site - A gNodeB allows access to the RAN and consists of the following technical elements:

- *Antenna(s)*.
- *Remote Radio Unit (RRU)*.
- *Distributed Unit (DU)*.
- *Central Unit (CU)*.
- *Connection to the core network*.

The set DU/CU performs the sending of data from the RRU to the core network (uplink), and vice versa from the core network to the RRU (downlink). In particular, the DU performs real-time baseband processing related to the first two layers of the network stack: physical layer and data link layer. The CU performs processing related to the upper, network layer. In GSM-R (2G+) a single monolithic hardware device carries out these functions. In contrast, in FRMCS (5G) there are several modes—referred to as functional splits—to separate such functions [9]. In doing so, the RAN architecture is made flexible and scalable, depending on the deployment scenario, on the existing constraints, and on the use cases to be supported.

The RRU deals with radio frequency (RF) processing, and its main functions are:

1. *In uplink (UL) operation, optical-electrical conversion of signals, and conversion of digital signals to RF signals with subsequent transmission at the desired power level.*
2. *In downlink (DL) operation, reception of RF signals from the antenna with subsequent conversion to baseband, and electro-optical conversion of signals.*

In general, the RRU connects to the DU/CU via optical cables and to the antenna via a coaxial cable, the thickness of which depends on the distance between the RRU and the antenna, in a proportional manner.

Frequency spectrum - CEPT Report 74 and CEPT Report 76 outline the spectrum needs for FRMCS and suggest appropriate spectrum bands to be reserved for it. The spectrum bands harmonized at the European level, under the European Commission's Implementing Decision (EU) 2021/1730, are [12]:

- *FDD band 874,4-880 MHz / 919,4-925 MHz.*
- *TDD band 1900-1910 MHz.*

As a result of such regulation, two FRMCS rollout implementations are envisaged, as shown in Fig. 2: the first, in co-existence with GSM-R in the 900 MHz band (until GSM-R is decommissioned), and the second, independent or stand-alone, in the upper 1900 MHz band.

5G New Radio - The entire 5G radio interface is referred to as New Radio (NR). Although broadband services continue to be the driving force behind the development of a radio interface, NR has much stronger inherent support for verticals such as the rail sector than previous technologies.

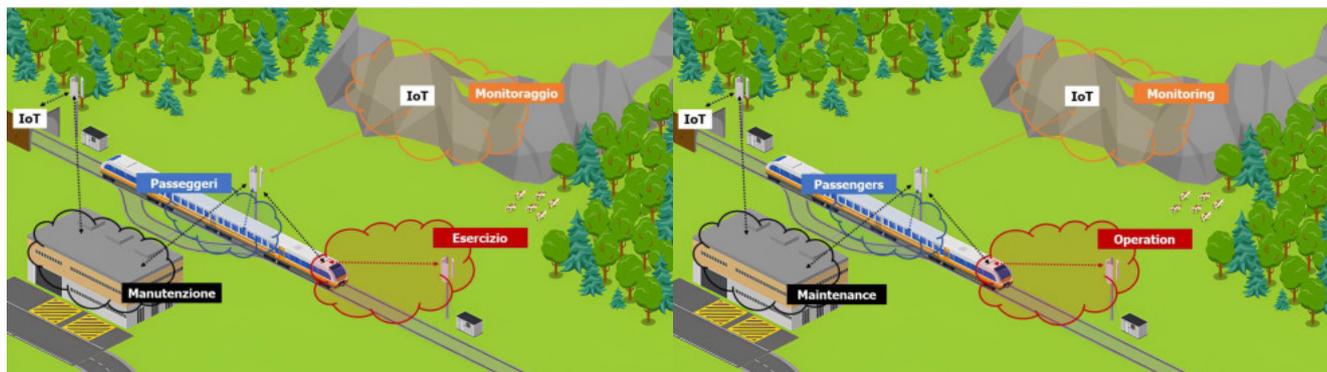


Figura 1 - Architettura di rete ferroviaria 5G completamente connessa.
 Figure 1 - Fully connected 5G railway network architecture.

In seguito alle decisioni del CEPT, si prospettano due tipi di utilizzo dell'FRMCS: il primo, in coesistenza con il GSM-R nella banda dei 900 MHz (fino a quando il GSM-R non sarà dismesso), e il secondo, indipendente, nella banda dei 1900 MHz.

5G New Radio - L'intera tecnologia relativa all'interfaccia radio 5G viene definita *New Radio* (NR). Sebbene i servizi a banda larga continuano a essere l'elemento trainante di un'interfaccia radio, l'NR ha intrinsecamente un supporto molto più forte per i settori verticali come l'industria ferroviaria rispetto alle precedenti tecnologie.

Tra le caratteristiche principali dell'NR [12]:

1. Ha un design del livello fisico flessibile e robusto. Ad esempio, supporta diverse spaziature di sotto-portanti OFDM, riuscendo così a mitigare l'impatto dell'effetto Doppler. Inoltre, consente una stima accurata del canale radio anche in scenari con elevato effetto Doppler, dal momento che dispone di segnali di controllo densi e di diversa natura. Una stima precisa del canale radio rappresenta un passo fondamentale per ridurre il rumore introdotto dal canale stesso.
2. Supporta una bassa latenza, inferiore a 10 ms, tramite meccanismi di preferenza per il traffico critico, ritrasmissioni rapide, e durate di trasmissione più brevi, grazie a una maggiore spaziatura tra le sotto-portanti e al concetto di mini-slot.
3. Offre diverse tecniche per migliorare l'*handover* in scenari particolarmente sfavorevoli, come gli *handover* condizionati e la funzione *Dual Active Protocol Stack*.
4. Dispone di algoritmi di posizionamento radio che integrano e migliorano efficacemente le tecniche di posizionamento puramente satellitari come il GPS.

Nel seguito verranno descritti altri concetti e tecniche proprie del 5G NR che svolgono un ruolo cruciale e lo rendono attraente nelle implementazioni ferroviarie e nella loro evoluzione.

Throughput e Massive MIMO - Con un bitrate trasmissivo massimo di 10 Gbps, il 5G risulta 10 volte più veloce

The main features of NR include [12]:

1. *It has a flexible and robust physical layer design. For example, it supports different OFDM sub-carrier spacings, thus being able to mitigate the impact of the Doppler effect, which is strong in rail environments. In addition, it enables accurate radio channel estimation, even in scenarios with high Doppler effect, since it has dense and diverse control signals. Accurate radio channel estimation is essential in reducing the radio channel noise.*
2. *It delivers data with low latencies—less than 10 ms for most applications—through preemption mechanisms for critical traffic, rapid retransmissions, and shorter transmission durations through increased sub-carrier spacing and the novel mini-slot concept.*
3. *It offers several techniques to improve handover in unfavorable scenarios, such as conditional handovers and the Dual Active Protocol Stack function.*
4. *It has effective radio positioning algorithms that complement and enhance pure satellite-based positioning techniques such as GPS.*

In the following, other concepts and techniques peculiar to 5G NR that have a crucial role and make it attractive for rail deployments and their evolution will be described.

Throughput and Massive MIMO - With a maximum transmission bitrate of 10 Gbps, 5G is 10 times faster than 4G. Massive MIMO (mMIMO) is among the 5G techniques that increase throughput and spectral efficiency. Massive MIMO allows multiple users to be served in the same time-frequency block, through separating them in the spatial dimension. Implementing mMIMO requires to increase the number of antennas installed at the gNodeB. Thus, it is possible to transmit using highly directional antenna beams focused on the users of interest [13] As a result, the aggregate network throughput scales in the ideal case according to the number of users being served.

Railway IoT - The Internet of Things (IoT) concept refers to an intelligent network with access to multiple kinds of sensors and devices, sharing relevant information with each other and with external networks. 5G allows sufficient

del 4G. Tra le tecniche 5G che incrementano il *throughput* e l'efficienza di rete si ha il *Massive MIMO* (mMIMO), che consente di servire più utenti contemporaneamente nello stesso blocco tempo-frequenza, separandoli nella dimensione spaziale. Il mMIMO viene implementato aumentando drasticamente il numero di antenne impiegate alla gNodeB: in questo modo, risulta possibile trasmettere utilizzando fasci di antenna altamente direttivi e focalizzati dinamicamente verso gli utenti di interesse [13]. Il *throughput* aggregato di rete risulta quindi idealmente moltiplicato per il numero di utenti serviti.

IoT ferroviario - Il concetto *Internet of Things* (IoT) fa riferimento a una rete intelligente con accesso a più tipi di sensori, dispositivi e sistemi, che condividono informazioni rilevanti tra di loro e con reti esterne. Il 5G consente di disporre di risorse di rete e tecniche di accesso appropriate per gestire l'IoT massivo, in grado quindi di osservare dati da un numero ampio di sensori: si crea così la condizione per conoscere in modo capillare l'ambiente di interesse.

L'IoT potrebbe dunque garantire il monitoraggio dell'intero ecosistema ferroviario in tempo reale, per un esercizio proattivo/predittivo e un'esperienza maggiormente confortevole per i viaggiatori. I principali vantaggi derivanti dall'adozione dell'IoT nel settore ferroviario comprendono:

1. Manutenzione predittiva, ovvero il monitoraggio continuo dello status dei componenti ferroviari e il conseguente planning più informato del ciclo manutentivo.
2. Incremento della sicurezza, tramite il monitoraggio degli asset, del materiale rotabile e dell'infrastruttura, per un rilevamento tempestivo di guasti o pericoli.
3. Efficientamento del processo decisionale, basato sui dati rilevanti dai sensori IoT, per un'allocazione delle risorse ottimale.
4. Riduzione dei costi, come conseguenza importante dei tre punti precedenti.

In conclusione, l'implementazione dell'IoT nelle ferrovie offre molteplici vantaggi, che vanno dal miglioramento della sicurezza e dell'efficienza del trasporto a una migliore esperienza dei passeggeri e a un notevole risparmio economico a lungo termine.

Ultra-Reliable Low-Latency Communication (uRLLC) - Il traffico dati di pacchetti di piccole dimensioni ma con

network resources and multiple access techniques to handle the massive IoT, thus enabling the observation of data from a large number of sensors. In particular, IoT creates the condition for widespread awareness of the environment of interest.

IoT can ensure monitoring of the entire rail domain in real-time, for proactive/predictive operation and a more comfortable experience for travelers. The main benefits of adopting IoT in the rail sector include:

1. *Predictive maintenance, which is the continuous monitoring of the status of rail components and the resulting more informed planning of the maintenance cycle.*
2. *Increased safety, through monitoring assets, rolling stock and infrastructure for prompt detection of failures or hazards.*
3. *Efficient decision-making, based on relevant data from IoT sensors, for optimal resource allocation.*
4. *Cost reduction, as an important consequence of the previous three points.*

To summarize, the introduction of IoT in the rail sector provides numerous benefits, ranging from enhanced transit to a better passenger experience and significant cost savings over the long run.

Ultra-Reliable Low-Latency Communication (uRLLC) - Small packet data traffic with stringent requirements in terms of transmission latency and error rate is classified as uRLLC. Traditionally, reliability and latency are optimized in an independent manner; nonetheless, they are mutually influenced: increasing one (for example, through redundancy) decreases the other [13]. The combination of these competing requirements—which, in the case of railroads, are expressed in the critical traffic related to train movement and spacing—represents one of the most challenging objectives that 5G has managed to accomplish.

In addition to fast retransmissions and mini-slots, 5G has introduced Edge Computing to achieve minimal latency, a technique that will be explored later in more detail. Whereas the main improvement to enable ultra-reliable communication is so-called dual connectivity, which duplicates user packets and transfers them to the receiver at once via disjointed paths. Redundant packets are then dropped at the receiver. This makes it possible to avoid service interruptions even if packet forwarding through a path is unsuccessful or exceeds transmission requirements.

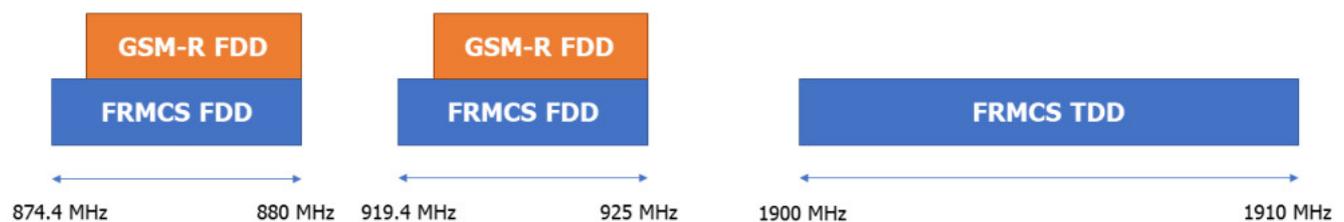


Figura 2 - Allocazione frequenziale FRMCS.
Figure 2 - FRMCS frequency allocation.

requisiti stringenti in termini di ritardo di trasmissione e tasso di errore viene classificato come uRLLC. Tradizionalmente, affidabilità e latenza sono ottimizzate in maniera indipendente, ma nei fatti sono mutualmente influenzate: aumentare l'una (per esempio, introducendo ridondanza) non fa che diminuire l'altra [13]. Uno dei traguardi più ardui raggiunti dal 5G viene proprio rappresentato dall'unione di questi requisiti contrastanti, che nel caso delle ferrovie trovano riscontro nel traffico critico relativo alla circolazione e al distanziamento dei treni.

Nel conseguimento della bassa latenza, oltre alle ritrasmissioni rapide e ai mini-slot, il 5G ha introdotto l'*Edge Computing*, che vedremo in dettaglio più avanti. Mentre per l'alta affidabilità, il principale miglioramento per consentire l'uRLLC viene rappresentato dalla *dual connectivity*: i pacchetti utente vengono duplicati e trasferiti simultaneamente al ricevitore attraverso percorsi logico-fisici disgiunti. I pacchetti ridondanti vengono poi eliminati al ricevitore. In questo modo risulta possibile evitare l'interruzione del servizio anche nel caso in cui la trasmissione dei pacchetti attraverso un percorso fallisca occasionalmente o superi i requisiti di ritardo.

Sidelink - Si tratta di una tecnica introdotta nel 5G che consente ai dispositivi connessi alla rete mobile di comunicare direttamente tra di loro a breve distanza [13]. Un esempio di applicazione ferroviaria potrebbe essere l'accoppiamento virtuale dei treni, citato nella UIC FU-7100. In questo caso, si utilizzerebbero le comunicazioni da treno a treno per condividere i dati relativi al loro movimento (accelerazione, frenata, integrità, etc.), con il fine di ridurre la distanza tra di loro e in modo che questi possano muoversi insieme come se fossero fisicamente accoppiati.

Edge Computing - Migliorare parametri di rete come latenza, numero di connessioni simultanee, sicurezza o consumo energetico non sarebbe possibile senza il *Multi-Access Edge Computing* (MEC). Considerato una tecnica chiave nel 5G, il MEC estende/integra l'intelligenza del cloud al bordo della rete (*edge*) e riduce i requisiti di trasmissione tra il treno e la gNodeB. L'idea principale del MEC consiste nell'utilizzare infrastrutture/data center locali, installati nelle gNodeB vicino all'utente terminale, per eseguire task di rilevante complessità computazionale. Con l'implementazione del MEC, il processo e l'elaborazione dei dati avviene efficiente e in tempo reale, ottenendo come risultato una riduzione di latenza e un'efficiente allocazione elastica delle risorse trasmissive, di calcolo e di memoria.

3. FRMCS/5G Core Network

Il 5G Core (5GC) utilizza un'architettura modulare orientata al cloud, capace di supportare tutte le funzioni di rete o *Network Functions* (NF) previste. Più specificatamente, ogni modulo fornisce un servizio di rete (autenticazione, gestione delle sessioni, delle politiche di trasmissione, etc.): questo aiuta a virtualizzare le NF e a fornire maggiore flessibilità e adattabilità alla *core network*. In

Sidelink - This is a technique introduced in 5G that allows direct communication over short distances between devices connected to the mobile network [13]. An example of a rail application could be virtual train coupling, mentioned in UIC FU-7100. In this case, train-to-train communications would be used to share data about their movement (acceleration, braking, etc.), with the goal of shortening the distance between them and allowing the trains to travel together and act as a physical couple.

Edge Computing - Improving network parameters such as latency, number of simultaneous connections, security or power consumption would not be possible without *Multi-Access Edge Computing* (MEC). Considered a major technique in 5G, MEC extends/integrates cloud intelligence at the network edge and reduces transmission requirements between the train and the gNodeB. The main idea behind MEC is to use local infrastructure/data centers installed in the gNodeBs near the end user to perform tasks with a significant computational burden. With the implementation of MEC, data processing and processing becomes efficient and real-time, resulting in lower latencies and efficient, elastic allocation of transmissive, computational, and storage resources.

3. FRMCS/5G Core Network

The 5G Core (5GC) uses a modular cloud-oriented architecture capable of supporting all the required *Network Functions* (NFs). Each module provides a network service (authentication, session management, broadcast policies, etc.). Such modular structure aids in the virtualization of NFs and makes the core network more flexible and adaptable to changing network conditions. Fig. 3 depicts the basic 5GC architecture, including the communication interfaces between the different modules and with the outside world.

Some information about NF modules is provided below.

Authentication Service Function (AUSF) - It supports user authentication for the requesting NF and provides the encoding material to the requesting NF.

Access and Mobility Function (AMF) - It has a fundamental role in managing user security, registration, connection, and mobility. In particular, the AMF knows the location area or cell where the user is located. Moreover, the AMF performs authentication and access authorization and therefore has interfaces with other user databases to ensure that the subscriber is admitted to the network.

Session Management Function (SMF) - It is a function dedicated to the management of user sessions (session creation, modification, and termination). In particular, the SMF interacts with the *Policy Control Function* (PCF) to determine whether a user session can traverse the network. In addition, for IP-based sessions, the SMF allocates IPv4 and IPv6 addresses and performs DHCP functions.

User Plane Function (UPF) - It is a main component of the 5GC framework, and an interconnection point between

Fig. 3 viene mostrata l'architettura 5GC di base, comprese le interfacce di comunicazione tra i diversi moduli e con il mondo esterno.

Alcuni dettagli sui moduli NF sono riportati nel seguito.

Authentication Service Function (AUSF) - Supporta l'autenticazione dell'utente per la NF richiedente e fornisce il materiale di codifica alla NF richiedente.

Access and Mobility Function (AMF) - Svolge un ruolo chiave nella gestione della sicurezza, della registrazione, della connessione e della mobilità. In particolare, l'AMF conosce l'area di localizzazione o la cella in cui si trova l'utente. Inoltre, l'AMF esegue l'autenticazione e l'autorizzazione all'accesso e pertanto dispone di interfacce con altri database di utenti per garantire che l'abbonato sia ammesso alla rete.

Session Management Function (SMF) - Funzione dedicata alla gestione delle sessioni utente (creazione, modifica e terminazione della sessione). In particolare, la SMF interagisce abitualmente con la *Policy Control Function (PCF)* per determinare se una sessione utente può attraversare la rete. Inoltre, per le sessioni basate su IP, l'SMF alloca indirizzi IPv4 e IPv6 ed esegue funzioni DHCP.

User Plane Function (UPF) - Componente fondamentale dell'infrastruttura 5GC e punto di interconnessione tra l'utente, la rete mobile (RAN) e le reti esterne. Pertanto, l'UPF rappresenta un punto ideale per imporre la *Quality of Service (QoS)* e implementare le politiche di trasmissione appropriate. Inoltre, l'UPF esegue l'ispezione, l'instradamento e l'inoltro dei pacchetti.

Policy Control Function (PCF). Funzione che implementa una politica di controllo *real-time*, unificata e dinamica, basata sulle condizioni della rete (congestione, posizione dell'utente, etc.) e che incorpora il *network slicing*, come vedremo successivamente.

Unified Data Management (UDM). Rappresenta l'archivio centrale dei dati e dei profili degli utenti. In particolare, l'UDM gestisce e genera i dati per l'autorizzazione all'accesso della rete e la registrazione degli utenti.

Network Repository Function (NRF). Elemento chiave dell'architettura modulare del 5GC, fornisce un unico record di tutte le NF disponibili nella *Core network*, insieme al profilo di ciascuna e ai servizi che supportano. Inoltre, l'NRF consente alle altre NF di ricevere notifiche sulla registrazione di nuove istanze NF.

Virtualizzazione - L'architettura modulare permette un concetto implementativo fondamentale per la *core network* 5G: la virtualizzazione dei moduli [10]. In particolare, le NF non sono più blocchi hardware indipendenti, ma processi software in esecuzione su un server/cluster commerciale. In questo modo, le risorse di calcolo, memoria e di rete necessarie per l'esecuzione di tali processi possono essere assegnate dinamicamente. In particolare, la *core network* scala le risorse attribuite ai moduli NF secondo le condizioni della rete, attraverso il cosiddetto strumento di

the user, the mobile network (RAN) and external networks. Therefore, the UPF is an ideal point to enforce Quality of Service (QoS) and implement appropriate transmission policies. In addition, the UPF performs packet inspection, routing, and forwarding.

Policy Control Function (PCF) - A function that implements real-time, unified, dynamic control policies based on network conditions (congestion, user location, etc.) and incorporates network slicing, a technique which will be discussed later.

Unified Data Management (UDM) - It represents the central archive for user data and profiles. The UDM manages and generates data for network access authorization and user registration.

Network Repository Function (NRF) - It is a critical component of the 5GC modular architecture; it maintains a single record of all NFs available in the core network, as well as their profiles and supported services. Furthermore, the NRF enables other NFs to receive notifications about the registration of new NF instances.

Virtualization - The modular architecture enables module virtualization, an essential implementation concept for the 5GC [10]. With this concept, NFs are no longer independent hardware blocks, but software processes running on a commercial server/cluster. Thus, the computational, data storage, and network resources required to run these processes can be dynamically allocated. In particular, the core network scales the resources allocated to NF modules in response to the network conditions, through the so-called Management and Orchestration (MANO) tool.

Network Slicing - Virtualizing and orchestrating network functions allows for the development of the network slice concept, which is a virtual subnet dedicated to the service or client on a common, shared network infrastructure—a slice of the network with its own well-defined transmission characteristics. Let us consider a future HS train: uRLLC might be required for high-priority critical train control data, as well as monitoring several IoT devices and sensors on board and downloading high-definition video for the information of passengers. All of this is made possible through network slicing, which generates separate and independent subnets for diverse applications/traffic (uRLLC, IoT, broadband, etc.), each with their own transmission requirements and level of QoS.

To be effective, network slicing must be implemented across all network domains, including radio and core, as well as the underlying IP/MPLS and optical transport domains. This is where the network manager comes in, an intelligent coordinator that can communicate to and control the network elements across previously unconnected network domains. In a traditional rail operator's backbone, such coordination is challenging and time-consuming, because operators only have an isolated, independent view of IP/MPLS, optical and microwave topologies. Rethinking the backbone network of rail operators therefore involves the introduction of such a network manager, which realizes

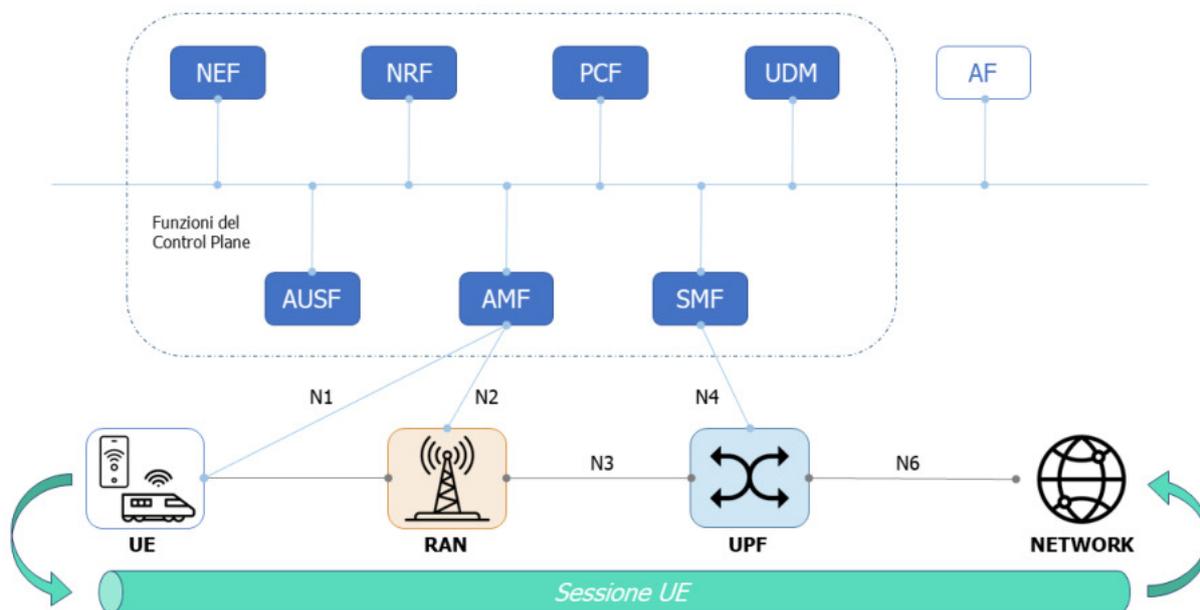


Figura 3 - Architettura 5GC. Una sessione dati contenente diversi flussi di comunicazione con i loro specifici requisiti di QoS viene stabilita tra l'utente o *User Equipment* (UE) e la *Data Network*, ovvero la rete di un fornitore di servizi (e.g., Internet).

Figure 3 - 5G Core architecture. A data session containing several communication flows with their specific QoS requirements is established between the user or *User Equipment* (UE) and the *Data Network*, which is the network of a service provider, such as the Internet.

Management and Orchestration (MANO).

Network Slicing - Virtualizzare e orchestrare le funzioni di rete porta allo sviluppo del concetto di *network slice*, ovvero una sottorete virtuale dedicata al servizio o al cliente su un'infrastruttura di rete comune, condivisa: una fetta di rete con proprie caratteristiche ben definite. Prendiamo l'esempio di un treno: questo potrebbe richiedere comunicazioni ultra-affidabili a bassa latenza (uRLLC) per i dati critici di controllo del treno, ma al contempo anche monitorare decine di dispositivi e sensori IoT a bordo, e scaricare video in alta definizione per l'infotainment dei passeggeri. Il *network slicing* rende possibile tutto questo, con diverse sottoreti dedicate rispettivamente alle applicazioni uRLLC, IoT e a banda larga, ciascuna con qualità, disponibilità e affidabilità indipendente.

Affinché funzioni *end-to-end*, il *network slicing* deve essere implementato nei domini radio, core e nelle reti di trasporto IP/MPLS e ottiche sottostanti: qui entra in funzione il manager di rete, un sistema intelligente in grado di parlare e controllare gli elementi di rete nei diversi domini di rete, storicamente mai collegati. Nella dorsale di un operatore ferroviario tradizionale, questo non avviene in modo facile o istantaneo, perché gli operatori hanno solo una visione isolata, indipendente, delle topologie IP/MPLS, ottiche e a microonde. Ripensare la rete dorsale ferroviaria passa dunque per l'introduzione di tale manager di rete, che realizza i servizi *end-to-end* per ogni sottorete in tandem con il sistema MANO.

end-to-end services for each subnetwork in tandem with the MANO framework.

4. FRMCS/5G network design for the Rail Baltica

4.1. Rail Baltica project

Rail Baltica, an 870 km greenfield rail infrastructure project, including 213 km in Estonia, 265 km in Latvia and 392 km in Lithuania, aims to integrate the Baltic states into the European rail network. The initiative covers five European Union countries—Poland, Lithuania, Latvia, Estonia and Finland. The timeline of the project envisages phased activation, in the time range 2026-2030.

The Rail Baltica project marks a symbolic return of the Baltic states to Europe: since the mid-twentieth century, the Baltic republics have been primarily linked to an east-west rail axis with Russian 1520 mm gauge tracks, which is reflected in current rail traffic flows. To date, most rail transport services are offered on that east-west axis, making interconnection between the Baltic States and the rest of the EU via Poland difficult and expensive. Therefore, this project aims at the full integration of Estonia, Latvia and Lithuania into the Single European Railway Area with the construction of a new fast (250 km/h), double-track, 1435 mm gauge, electrified rail line equipped with ERTMS/ETCS L2 signaling system.

4. Progetto Rete FRMCS/5G della Rele Rail Baltica

4.1. Il progetto della Rail Baltica

Rail Baltica, un progetto di infrastruttura ferroviaria *greenfield* di 870 km, di cui 213 km in Estonia, 265 km in Lettonia e 392 km in Lituania, ha l'obiettivo di integrare gli Stati baltici nella rete ferroviaria europea. Il progetto comprende cinque Paesi dell'Unione Europea - Polonia, Lituania, Lettonia, Estonia e indirettamente anche la Finlandia. La timeline del progetto prevede un'attivazione in fasi, nel range temporale 2026-2030.

Il progetto Rail Baltica rappresenta un ritorno simbolico degli Stati baltici all'Europa: dalla metà del XX secolo gli Stati baltici sono stati collegati principalmente a un asse ferroviario est-ovest con binari russi a scartamento 1520 mm, il che si riflette negli attuali flussi di traffico ferroviario. In particolare, ad oggi la maggior parte dei servizi di trasporto su rotaia sono forniti su tale asse est-ovest, il che rende difficile e costosa l'interconnessione dei Paesi baltici con il resto dell'UE attraverso la Polonia. Pertanto, con questo progetto si mira alla piena integrazione di Estonia, Lettonia e Lituania nell'area ferroviaria unica europea con una nuova linea ferroviaria veloce (250 km/h), a doppio binario, con scartamento 1435 mm, elettrificata e dotata di sistema di segnalamento ERTMS/ETCS L2.

4.2. FRMCS/5G per la Rail Baltica

Rail Baltica ha seguito da vicino lo sviluppo dell'FRMCS per determinarne l'idoneità e l'allineamento con il programma lavori. Con l'obiettivo di garantire un'infrastruttura ferroviaria all'avanguardia, sin dalla prima fase progettuale del sottosistema di Controllo-Comando e Segnalamento (CCS) della Rail Baltica si è scelto di adottare l'FRMCS come sistema radio Terra-Treno. Italferr, in joint venture con SYSTRA ed EGIS, ha vinto la gara di appalto per la fornitura di servizi di ingegneria per la preparazione, l'approvvigionamento e la supervisione lavori del sottosistema CCS. In particolare, Italferr si è occupata del design preliminare per gara della rete mobile FRMCS, del sistema di segnalamento e del sottosistema di alimentazione del CCS. Nel seguito verranno dettagliate le soluzioni tecnologiche adottate per lo sviluppo del sistema FRMCS della Rail Baltica.

Il modello di riferimento per il sistema FRMCS di Rail Baltica si basa sulla presenza di gNodeB disposte lungo i binari per fornire copertura radio ai treni e al personale ferroviario con apparecchiature mobili. L'architettura proposta rispetta il criterio della resilienza al singolo guasto o *Single Point of Failure* (SPoF) e, in alcuni casi, di più guasti. In particolare, i principi di base sono:

1. Core network geo-ridondate, operanti in condivisione di carico (50/50).
2. Copertura FRMCS ridondata geograficamente, garantita dai siti radio adiacenti in caso di guasto.

4.2. FRMCS/5G for the Rail Baltica

Rail Baltica constantly monitored the development of the FRMCS to determine its suitability and alignment with the work program. With the aim of ensuring a cutting-edge rail infrastructure, FRMCS was selected as the track-to-train radio standard. Italferr, in a joint venture with SYSTRA and EGIS, received the contract to provide engineering services for the preparation, procurement and supervision of Rail Baltica's Control-Command and Signaling (CCS) sub-system. Italferr oversaw the tender design for the FRMCS mobile network, signaling and CCS power facilities. The technological solutions adopted for the development of Rail Baltica's FRMCS will be detailed in the following sections.

The reference model for Rail Baltica's FRMCS is based on the presence of gNodeBs strategically placed along the tracks to provide radio coverage for trains and rail personnel using mobile equipment. The proposed architecture adheres to the requirement of resilience to the Single Point of Failure (SPoF), and, in some instances, multiple failures. The basic principles include:

1. *Geo-redundant core networks, operating in 50/50 load sharing.*
2. *Geo-redundant (double) FRMCS coverage, guaranteed by adjacent radio sites in the event of failure.*
3. *Redundant IP/MPLS transport network with multiple paths between backbone nodes.*

The radio coverage analysis and implementation choices for the Rail Baltica's mobile network will be discussed in length below, but no information about the underlying transport network, which is attributable to SYSTRA, will be supplied.

4.3. Radio coverage study

Fundamental inputs for a radio coverage evaluation are the Digital Terrain Model (DTM) and the Digital Clutter Model (DCM). The DTM is a digital representation of the Earth's pure orographical features, which do not include elements like buildings and trees. The DCM identifies and classifies elements (natural or man-made) that influence radio signal propagation. For the Rail Baltica's radio coverage examination, comprehensive digital models (DTM/DCM) of Estonia, Latvia and Lithuania were used, with 25 m resolution. In particular, the DCM is divided into 18 classes, including settlement classes (residential, industrial, commercial sectors, etc.), environmental classes (farmland, forest, desert, water, etc.), and large man-made bodies (roads, railroads, airports, stadiums, etc.). These digital models were incorporated into the ATOLL design tool to derive radio coverage and performance maps.

Due to the time gap between the Rail Baltica project's implementation and the publishing of FRMCS technical-operational specifications, it became important to determine parameters for validating the radio analysis using a theoretical upper limit for these future specifications. With the help of both theoretical and experimental investigations, including those reported in UIC FW-ATwG 1903, a minimum

3. Rete di trasporto IP/MPLS ridondata, progettata con percorsi multipli tra i nodi di backbone.

Nel seguito verranno trattati in dettaglio lo studio di copertura radio e le scelte implementative relative alla rete mobile della Rail Baltica, ma non si forniranno dettagli relativi alla sottostante rete di trasporto, di unica competenza SYSTRA.

4.3. Studio di copertura radio

Input fondamentali per uno studio radio sono il *Digital Terrain Model* (DTM) e il *Digital Clutter Model* (DCM). Il DTM rappresenta digitalmente l'orografia terrestre pura, ovvero non considerando elementi come edifici e alberi per delineare esclusivamente la superficie reale del terreno. Il DCM descrive e classifica gli elementi (naturalisti o artificiali) che influenzano la propagazione del segnale radio. Per lo studio di copertura radio della Rail Baltica sono stati impiegati modelli digitali dettagliati (DTM/DCM) di Estonia, Lettonia e Lituania, con risoluzione di 25 m. In particolare, il DCM contiene 18 classi, tra cui le classi di insediamento (aree residenziali, industriali, commerciali, etc.), le classi ambientali (terreni coltivati, foreste, deserto, acqua, etc.), e i grandi corpi artificiali (strade, ferrovie, aeroporti, stadi, etc.). Tali modelli digitali sono stati incorporati nel tool di design ATOLL per derivare le mappe di copertura e performance radio.

In conseguenza del disallineamento temporale tra l'attuazione del progetto Rail Baltica e il rilascio delle specifiche tecnico-operative dell'FRMCS, si è reso necessario determinare i parametri per convalidare l'analisi radio mediante un limite superiore teorico per tali future specifiche. Con il supporto di studi teorici e di laboratorio, tra cui quelli dell'UIC con risultati descritti nel documento FW-ATwG 1903, si è definito un *throughput* dati minimo per treno capace di garantire i servizi richiesti da Rail Baltica, come indicato in Tab. 1. Integrando tali risultati con un modello di traffico ferroviario, risulta possibile definire con precisione i parametri radio necessari per garantire tali servizi richiesti lungo l'intera linea. In particolare, considerando le caratteristiche di Rail Baltica, si è scelto di adottare un modello di traffico UIC di tipo *high-density*. Questo scenario considera un traffico ferroviario di 0,67 treni per km: essendo la Rail Baltica una linea a doppio binario, ne consegue che il numero complessivo stimato di treni per km è pari a 1,34.

Le Tab. 2 e Tab. 3 seguenti riassumono i risultati relativi al traffico radio per lo scenario considerato per Rail Baltica. In particolare, la Tab. 2 mostra la stima del traffico per treno.

Il traffico di rete per km nello scenario *high-density* di riferimento si ottiene moltiplicando il numero di treni per km (seconda colonna della Tab. 3) con il traffico per treno di riferimento (indicato nella Tabella 2). Ad esempio, il traffico di rete per km in *uplink* risulta di $1,34 \cdot 3,46 = 4,64$ Mbps.

data throughput per train capable of ensuring the services indicated in Tab. 1 was established. Through combining these findings with a rail traffic model, it is feasible to make accurate predictions of the radio parameters required to ensure these services across the whole line. Given the characteristics of Rail Baltica, a high-density UIC traffic model was selected. This scenario assumes rail traffic of 0.67 trains per km; because Rail Baltica is a double-track route, the predicted total number of trains per km is 1.34.

Tab. 2 and Tab. 3 below summarize the radio traffic results for the scenario considered for Rail Baltica. In particular, Tab. 2 shows the estimated traffic per train.

The network traffic per km in the reference high-density scenario is calculated by multiplying the number of trains per km (second column of Tab. 3) by the reference traffic per train (as stated in Tab. 2). For example, the network traffic · km in the uplink equals $1.34 \cdot 3.46 = 4.64$ Mbps.

It is important to note that these tables are exclusive to long-line coverage. For stations, interchange areas, and intermodal freight terminals, where a higher number of trains than the line is expected, a specified number of trains per cell was defined, based on the size of the stations and terminals themselves.

Simulation parameters - The parameters used for radio coverage simulations are described below [11].

Frequency bands and carriers. Based on CEPT Report 74, the following bandwidth were considered:

- 5 MHz for transmissions in FRMCS 900, operating in FDD.
- 10 MHz for transmissions in FRMCS 1900, operating in TDD.

In this regard, note that although the available bandwidth for FRMCS results in 5.6 MHz for the FRMCS 900 band, 5G standards support at present only multiples of 5 MHz. Therefore, the simulated throughput is conservative compared to the potential utilization of the whole 5.6 MHz bandwidth. Indeed, the future FRMCS standard might introduce ad hoc 5G numerologies capable of exploiting the available 5.6 MHz bandwidth in full.

Terminals (CabRadio). An on-board FRMCS terminal with the following characteristics was defined:

- Maximum power: 31 dBm.
- Noise figure: 5 dB.
- MIMO support: 2x2.
- Antenna model: omnidirectional with 1 dBi gain.
- Antenna height: 4 m above ground level.
- Supported modulation: up to 64 QAM in DL/UL.

Traffic parameters. In accordance with Tab.s 2 and 3, 1.34 trains per km were considered. This number is used to establish the number of trains per radio cell, whose diameter is studied in the simulations, for all rail operation scenarios (normal and degraded, defined below). For a conservative re-

Si fa notare che queste tabelle sono state applicate esclusivamente alla copertura lungo linea. Per le stazioni, le aree di scambio e i terminali merci intermodali, dove di solito si trova un numero di treni più elevato rispetto alla linea, è stato definito un numero specifico di treni per cella, in base alle dimensioni delle stazioni e dei terminali stessi.

Parametri di simulazione - Di seguito vengono descritti i parametri utilizzati per le simulazioni di copertura radio [11].

Bande frequenziali e portanti - In accordo con il rapporto CEPT 74, è stata considerata una larghezza di banda di:

- 5 MHz per le trasmissioni in FRMCS 900, operanti in FDD.
- 10 MHz per le trasmissioni in FRMCS 1900, operanti in TDD.

A questo riguardo si fa notare che anche se la larghezza di banda disponibile per l'FRMCS risulta di 5,6 MHz per la banda FRMCS 900, gli standard 5G supportano attualmente solo multipli di 5 MHz. Per questo, il *throughput* simulato è conservativo rispetto all'ipotetico utilizzo dell'intera larghezza di banda di 5,6 MHz. In effetti, il futuro standard FRMCS potrebbe introdurre numerologie 5G ad hoc in grado di sfruttare completamente i 5,6 MHz di banda disponibili.

Terminali (CabRadio) - È stato definito un terminale FRMCS di bordo con le caratteristiche seguenti:

- Potenza massima: 31 dBm.
- Figura di rumore: 5 dB.
- Supporto MIMO: 2x2.
- Modello di antenna: omnidirezionale con gain di 1 dBi.
- Altezza dell'antenna: 4 m rispetto al livello del suolo.
- Modulazione supportata: fino a 64 QAM in DL/UL.

Parametri di traffico - In accordo con le Tab. 2 e Tab. 3, sono stati considerati 1,34 treni per km. Questo numero viene utilizzato per stabilire il numero di treni per cella radio, il cui diametro viene studiato nelle simulazioni, per tutti gli scenari ferroviari (normale e degradato, definiti nel seguito). Per un risultato conservativo, si è scelto di arrotondare per eccesso il numero stimato di treni in ogni cella: ad esempio, per una cella con raggio di copertura pari a 1,5 km, il numero di treni risultante in tale cella viene assunto pari a 3.

Parametri di cella - Per ogni sito radio, sono state con-

Tabella 2 – Table 2

Throughput di riferimento per il singolo treno
Reference throughput for a single train

Riferimento <i>Reference</i>	Throughput in DL <i>DL throughput</i>	Throughput in UL <i>UL throughput</i>
Treno FRMCS <i>FRMCS train</i>	0,42 Mbps	3,46 Mbps

Tabella 1 – Table 1

Servizi di rete FRMCS per Rail Baltica
FRMCS network services for Rail Baltica

Parametro del modello <i>Model parameter</i>	Throughput
Bitrate voce <i>Voice bitrate</i>	23.85 kbps
Bitrate ETCS Downlink <i>Downlink ETCS bitrate</i>	5 kbps
Bitrate ETCS Uplink <i>Uplink ETCS bitrate</i>	1,25 kbps
Bitrate ATO Downlink <i>Downlink ATO bitrate</i>	1 kbps
Bitrate ATO Uplink <i>Uplink ATO bitrate</i>	0,25 kbps
Bitrate telemetria (uplink) <i>Uplink telemetry bitrate</i>	5 kbps
Bitrate telemetria (downlink) <i>Downlink telemetry bitrate</i>	1 kbps
Bitrate controllo remoto motori <i>Engine remote control bitrate</i>	125 kbps
Bitrate Internet per lo staff di bordo <i>Internet bitrate for on-board staff</i>	6 kbps
Bitrate per allerte di emergenza <i>Emergency alerts bitrate</i>	2 kbps
Aumento del traffico negli anni futuri <i>Increase in traffic in future years</i>	20%
Aumento del traffico nel caso di degrado <i>Increase in traffic in degraded scenario</i>	30%
Risorse dedicate ai segnali di controllo <i>Control signal network resources</i>	10%
Bitrate video HD (supervisione, uplink) <i>Uplink HD video bitrate for supervision</i>	2500 kbps

sult, the estimated number of trains in each cell was rounded up: for example, for a cell with a coverage radius of 1.5 km, the resulting number of trains in that cell is assumed to be 3.

Radio cell parameters - For each radio site, two FRMCS cells were considered, covering the two sides of the tracks with respect to the site location. The parameters of the FRMCS cells were defined as follows:

- *Maximum transmission power:*
 - 46 dBm for FRMCS 900.*
 - 50 dBm for FRMCS 1900.*
- *Noise figure: 4 dB.*
- *Feeder cable losses: 1,01 dB.*
- *Mast height: 30 m rispetto al livello del suolo.*
- *OFDM sub-carrier spacing: 15 kHz.*
- *MIMO support:*
 - 2x2 for FRMCS 900.*

Tabella 3 – Table 3

Throughput di riferimento per scenario high-density
Reference throughput according to the high-density scenario

Riferimento Reference	Numero di treni per km Number of trains · km	Throughput in DL per km Downlink throughput · km	Throughput in UL per km Uplink throughput per km
Alta densità High Density	1,34	0,56 Mbps	4,64 Mbps

siderate due celle FRMCS, che coprono i due lati dei binari rispetto alla posizione del sito. I parametri delle celle FRMCS sono stati definiti come segue:

- Potenza di trasmissione massima:
 - a. 46 dBm per FRMCS 900.
 - b. 50 dBm per FRMCS 1900.
- Figura di rumore: 4 dB.
- Perdite cavo feeder: 1,01 dB.
- Altezza del palo: 30 m rispetto al livello del suolo.
- Spaziatura tra le sottoportanti OFDM: 15 kHz.
- Supporto MIMO:
 - a. 2x2 per la banda FRMCS 900.
 - b. 4x4 per la banda FRMCS 1900.
- Modello di antenna: diagramma di radiazione come nelle figure seguenti (Fig. 4 e Fig. 5), con tilt elettrico pari a 3 o 5 gradi.

Modello di propagazione - Per le simulazioni di copertura radio sono stati considerati due modelli di propagazione [11]:

- Okumura-Hata, per la banda FRMCS 900;
- COST Hata, per la banda FRMCS 1900.

Secondo questi modelli, l'attenuazione L del segnale radio viene espressa in dB come:

$$L = Lu - A(\mathbf{h}_{UE}),$$

dove:

- $Lu = 69,55 + 26,16 \log(f) - 13,82 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) + (44,9 - 6,55 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) \log(\mathbf{d}) - \mathbf{C}$, per Okumura-Hata.
- $Lu = 49,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) + (44,9 - 6,55 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) \log(\mathbf{d}) - \mathbf{C}$, per COST Hata.
- $A(\mathbf{h}_{UE}) = (1,1 \log(f) - 0,7) \mathbf{h}_{UE} - (1,56 \log(f) - 0,8)$.

Tali modelli sono largamente utilizzati per la previsione del segnale in ambienti radio mobili, e risultano validi per le frequenze f di interesse e per distanze \mathbf{d} fino a 20 km. I modelli incorporano gli effetti di diffrazione, riflessione e scattering causati dalle strutture urbane e applica fattori \mathbf{C} di correzione per gli ambienti suburbani e rurali. Inoltre, come si evince dalle equazioni, essi tengono altresì conto dell'altezza dell'antenna al trasmettitore \mathbf{h}_{gNodeB} e dell'altezza dell'antenna al ricevitore \mathbf{h}_{UE} .

4.4. Risultati delle simulazioni radio

In questa sezione verranno presentati i risultati delle simulazioni effettuate per l'intero tracciato della Rail Baltica.

Gli scenari considerati sono i seguenti:

- Scenario normale (tutti i siti sono attivi).

b. 4x4 for FRMCS 1900.

- Antenna model: radiation pattern as in the following figures (Fig. 4 and Fig. 5), with electrical tilt equal to 3 or 5 degrees.

Propagation model - Two propagation models were considered for radio coverage simulations [11]:

- Okumura-Hata, for the FRMCS 900 band.
- COST Hata, for the FRMCS 1900 band.

According to these models, the attenuation L of the radio signal is expressed in dB as:

$$L = Lu - A(\mathbf{h}_{UE}),$$

where:

- $Lu = 69,55 + 26,16 \log(f) - 13,82 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) + (44,9 - 6,55 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) \log(\mathbf{d}) - \mathbf{C}$, for Okumura-Hata.
- $Lu = 49,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) + (44,9 - 6,55 \log(\mathbf{h}_{gNodeB}) \log(\mathbf{d}) - \mathbf{C}$, for COST Hata.
- $A(\mathbf{h}_{UE}) = (1,1 \log(f) - 0,7) \mathbf{h}_{UE} - (1,56 \log(f) - 0,8)$.

Such models have become popular for signal prediction in mobile radio situations, and have been shown to be valid for frequencies f of interest for FRMCS and distances \mathbf{d} of up to 20 km. The models account for the impacts of urban structure-induced diffraction, reflection, and scattering, as well as corrective \mathbf{C} factors for suburban and rural contexts. Furthermore, as shown in the equations, those propagation models account for the antenna height at the transmitter \mathbf{h}_{gNodeB} and the antenna height at the receiver \mathbf{h}_{UE} .

4.4. Results of radio simulations

This section will present the results of simulations carried out for the entire Rail Baltica line.

The scenarios considered are as follows:

- Normal scenario (all radio sites are active).
- Degraded scenario (SPoF, even or odd sites active).

The performance was evaluated in terms of:

- Downlink radio coverage, which is the received power of the cell reference signal (RSRP) at the on-board FRMCS terminal, expressed in dBm.
- Effective per-user downlink/uplink throughput, so the transmission bitrate per train in Mbps of digital data (excluding control data), in both downlink and uplink.

OSSERVATORIO

- Scenario degradato (SPoF, siti pari o siti dispari attivi).

Le prestazioni sono state valutate in termini di:

- Copertura in *downlink*, ovvero la potenza ricevuta del segnale di riferimento di cella (RSRP) al terminale FR-MCS di bordo, espressa in dBm.
- Throughput effettivo per-utente in *downlink/uplink*, ovvero il bitrate di trasmissione per treno in Mbps dei dati digitali, sia in *downlink* che in *uplink*.

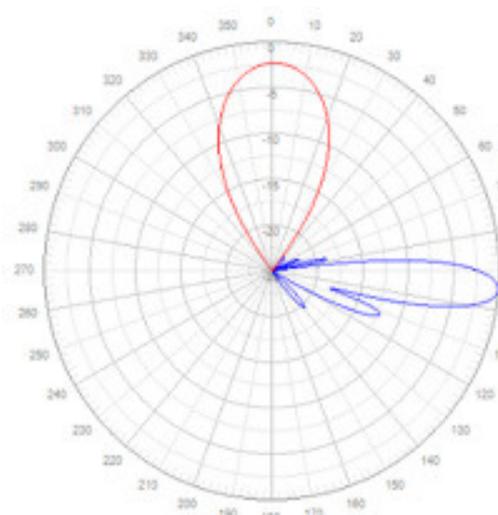
Gli obiettivi da raggiungere (in tutti gli scenari) per le metriche sopra descritte sono i seguenti:

- Copertura in *downlink*: superiore a -95 dBm al 95° percentile, che corrisponde al livello di copertura radio delineato nelle specifiche EIRENE per le linee AV ERTMS/ETCS L2/L3.

The targets to be achieved (in all scenarios) for the metrics described above are as follows:

- Downlink radio coverage: greater than -95 dBm at the 95th percentile, which corresponds to the radio coverage level outlined in the EIRENE specifications for ERTMS/ETCS L2/L3 HS lines.
- Effective per-user downlink throughput: greater than 0,42 Mbps (according to Tab. 2).
- Effective per-user uplink throughput: greater than 3,46 Mbps (according to Tab. 2).

Radio planning - As per Rail Baltica's request, radio sites were planned with the constraint of being located close to station exchange areas and ERTMS block sections, to facilitate their powering. Among the design choices, it was preferred to strengthen the radio service in highly frequented contexts

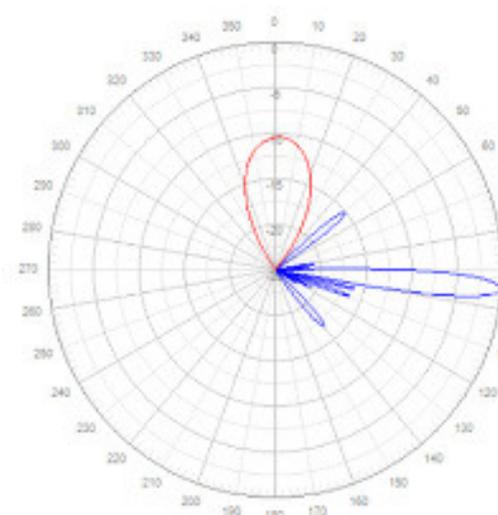


Legend

Description	Port	Frequency	Tilt	Cut	Color
Dual Polarization	Port 1 +45	925	5	V	Blue
Dual Polarization	Port 1 +45	925	5	H	Red

Figura 4 - Diagramma di radiazione per l'antenna FRMCS 900.

Figure 4 - Radiation pattern for the FRMCS 900 antenna.



Legend

Description	Port	Frequency	Tilt	Cut	Color
Dual Polarization	Port 3 +45	1900	5	V	Blue
Dual Polarization	Port 3 +45	1900	5	H	Red

Figura 5 - Diagramma di radiazione per l'antenna FRMCS 1900.

Figure 5 - Radiation pattern for the FRMCS 1900 antenna.

- *Throughput* effettivo per-utente in *downlink*: superiore a 0,42 Mbps (in accordo con la Tab. 2).
- *Throughput* effettivo per-utente in *uplink*: superiore a 3,46 Mbps (in accordo con la Tab. 2).

Planning Radio - Come richiesto da Rail Baltica, i siti radio sono stati pianificati col vincolo di essere installati nelle aree di scambio delle stazioni e nelle sezioni di blocco ERTMS, per facilitare la loro alimentazione. Tra le scelte progettuali, si è preferito irrobustire il servizio radio negli ambienti altamente frequentati (terminal, aree di scambio, etc.) prevedendo dove possibile siti *dual-layer*, ovvero trasmettenti sia in banda FRMCS 900 che in banda FRMCS 1900. Generalmente, il *layer 900* viene utilizzato per garantire il servizio lungo l'intera linea, per le sue migliori caratteristiche propagative, mentre il *layer 1900* viene sfruttato per gestire l'aumento di domanda capacitiva all'interno delle aree altamente frequentate, dove si prevede un numero maggiore di treni e di passeggeri presenti. Inoltre, si è scelto di adottare un tilt elettrico di 3 gradi per tutte le gNodeB trasmettenti in banda FRMCS 900, al fine di massimizzare la copertura lungo tratta, e un tilt elettrico maggiore, pari a 5 gradi, per tutte quelle trasmettenti in banda FRMCS 1900, al fine di migliorare la copertura nei terminal merci/passeggeri.

In Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 sono mostrate le mappe prestazionali negli scenari normale e degradato ottenute nello strategico nodo di Riga, la capitale lettone, e di un tratto lungo linea in Lituania, dove si verifica interferenza da rete GSM-R esistente. Si noti che in quest'ultimo caso l'FRMCS trasmette esclusivamente nella banda dei 1900 MHz, per evitare interferenza mutuale tra GSM-R ed FRMCS. Le didascalie delle figure contengono altresì un'analisi approfondita dei risultati. Infine, in Tabella 4 vengono forniti i dati di sintesi del progetto radio FRMCS per la Rail Baltica, dove per LT, LV ed EE si intende Lituania, Lettonia ed Estonia, rispettivamente. Come si nota dalla Tab. 4, al crescere della frequenza di trasmissione dev'essere ridotta la distanza media inter-sito - e dunque dev'essere incrementato il numero di siti radio - per mantenere i livelli di performance radio desiderati. Più specificatamente, si osserva un *densification rate* dovuto alla trasmissione in banda FRMCS 1900 del 40% circa.

4.5. Core network

Per la *core network* della Rail Baltica, si è scelto di implementare una rete mobile 5G di tipo *stand-alone*. Questa tipologia prevede diversi benefici rispetto ad una rete *non-stand-alone* (ovvero con accesso radio 5G, ma core 4G) in termini di performance radio, come abbiamo visto nei paragrafi precedenti.

Un tema centrale per la *core network* della Rail Baltica riguarda i possibili conflitti in termini di normative internazionali di sicurezza e protezione dei dati. Per ovviare a problemi di questa natura, si è optato per dotare di una *core network* dedicata e indipendente per ogni Stato balti-

(terminals, interchange areas, etc.) by providing where possible *dual-layer* sites, i.e., transmitting in both FRMCS 900 and FRMCS 1900 bands. In general, layer 900 is used to ensure networking services along the entire line, due to its superior propagation characteristics, whereas layer 1900 is exploited to handle increased capacitive demand in high-traffic areas where more trains and passengers are expected to be present. In addition, an electrical tilt of 3 degrees was chosen for all gNodeBs transmitting in the FRMCS 900 band to maximize coverage along the route, and a greater electrical tilt of 5 degrees for all gNodeBs transmitting in the FRMCS 1900 band to improve coverage at freight/passenger terminals.

In Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 there are shown the performance maps obtained in the normal and degraded scenarios in the strategic node of Riga, the Latvian capital, and of a long line section in Lithuania, where interference from the current GSM-R network occurs. It should be noted that in the latter situation, the FRMCS exclusively broadcasts in the 1900 MHz band to avoid mutual interference with GSM-R. The figure captions also contain a detailed explanation of the results. Tab. 4 summarizes the statistics from the FRMCS radio project for Rail Baltica, where LT, LV, and EE represent Lithuania, Latvia, and Estonia, respectively. As can be seen from Tab. 4, when the transmission frequency increases, the average inter-site distance decreases, and thus the number of radio sites increases, so as to maintain the desired radio performance levels. In particular, transmission in the FRMCS 1900 band results in a densification rate of around 40%.

4.5. Core network

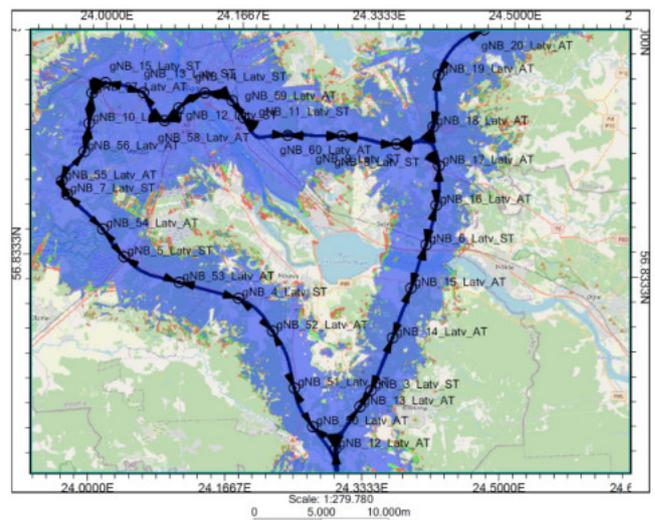
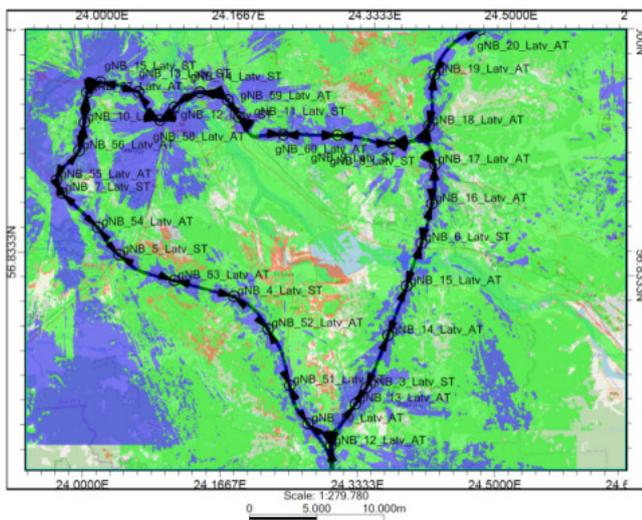
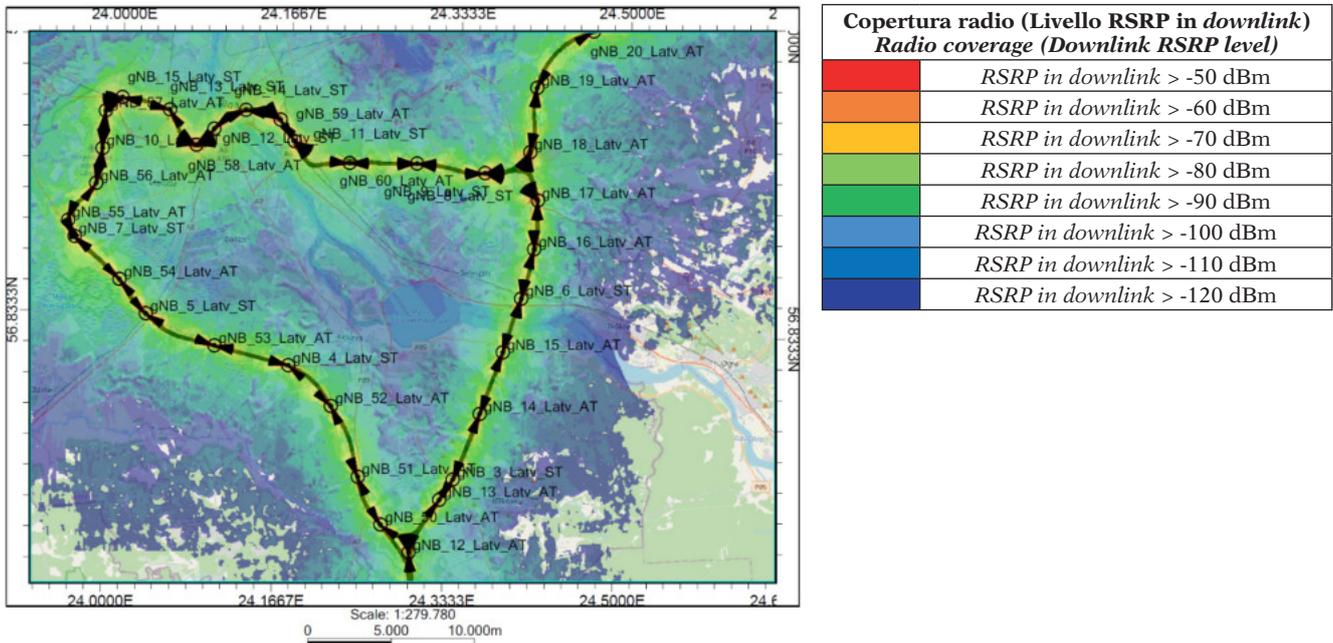
The Rail Baltica core network is planned to be implemented as a stand-alone 5G mobile network. In terms of radio performance, such a configuration offers significant advantages over a non-stand-alone network (that is, one with 5G radio access but a 4G core network), as pointed out in earlier sections.

A central issue for Rail Baltica's core network concerns potential conflicts with international security and data protection laws. To prevent these kinds of complications, it was planned to establish a dedicated and independent core network for each Baltic state. As a result, Rail Baltica's FRMCS core network consists of three redundant 5G core networks.

To protect the core network from SPoFs that could cause service disruption, including infrastructure failure, a geographic redundancy of the core network was chosen as the solution. Two core networks per state were envisaged, with geographically distinct and separate center locations. These core networks operate in load sharing mode (50/50), which means that if one fails, the other remains active and takes over the complete load of all FRMCS radio sites in the network. Fig. 10, depicts the overall architecture for geo-redundancy in the Rail Baltica core network.

Interfaces - Both core networks communicate with the internal and external entities indicated below.

Radio Block Center. The RBC is the train's contact with

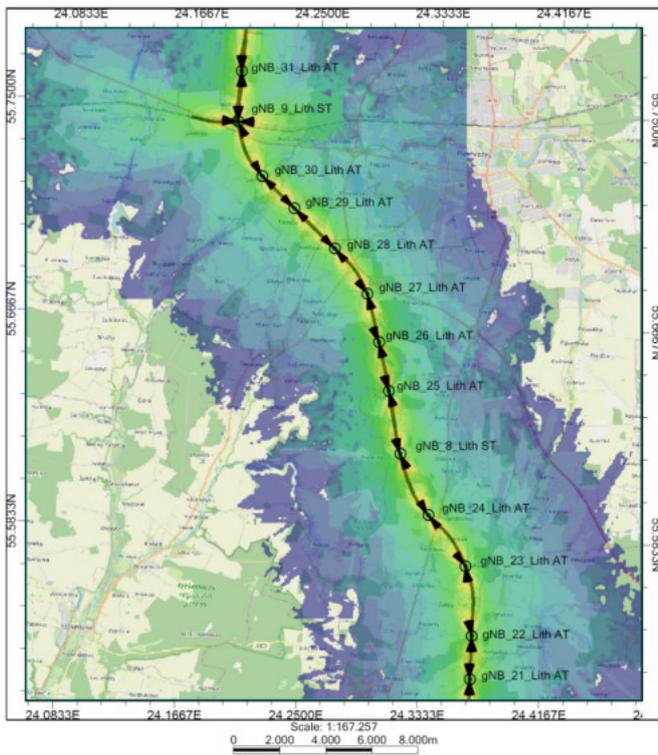


	Throughput effettivo per-utente in downlink > 5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 1 Mbps Effective per-user downlink throughput > 1 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 0.5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 0.5 Mbps

	Throughput effettivo per-utente in uplink > 7 Mbps Effective per-user uplink throughput > 7 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 3.5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 3.5 Mbps

Figura 6 - Simulazioni radio nel nodo di Riga, scenario normale. In alto, livello di copertura in *downlink*. In basso, throughput in *downlink* e *throughput in uplink*. Il tracciato ferroviario risulta completamente coperto con livelli di copertura superiori all'obiettivo di -95 dBm. Il *throughput* effettivo per utente in *downlink* risulta superiore all'obiettivo di 0,42 Mbps in tutto il nodo. Inoltre, il *throughput* effettivo per utente in *uplink* risulta superiore all'obiettivo di 3,46 Mbps in tutto il nodo.

Figure 6 - Radio simulations in the node of Riga, normal scenario. Top, downlink radio coverage level. Bottom, downlink and uplink throughput. The railway track is found to be completely covered, with coverage levels exceeding the target of -95 dBm. The effective per-user downlink throughput is higher than 0.42 Mbps in the entire node. Furthermore, the effective per-user uplink throughput exceeds the objective of 3.46 Mbps across the node.



Copertura radio (Livello RSRP in downlink) Radio coverage (Downlink RSRP level)	
	RSRP in downlink > -50 dBm
	RSRP in downlink > -60 dBm
	RSRP in downlink > -70 dBm
	RSRP in downlink > -80 dBm
	RSRP in downlink > -90 dBm
	RSRP in downlink > -100 dBm
	RSRP in downlink > -110 dBm
	RSRP in downlink > -120 dBm

Throughput in uplink Uplink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 7 Mbps Effective per-user uplink throughput > 7 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 3.5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 3.5 Mbps

Throughput in downlink Downlink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 3 Mbps Effective per-user downlink throughput > 3 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 1 Mbps Effective per-user downlink throughput > 1 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 0.5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 0.5 Mbps

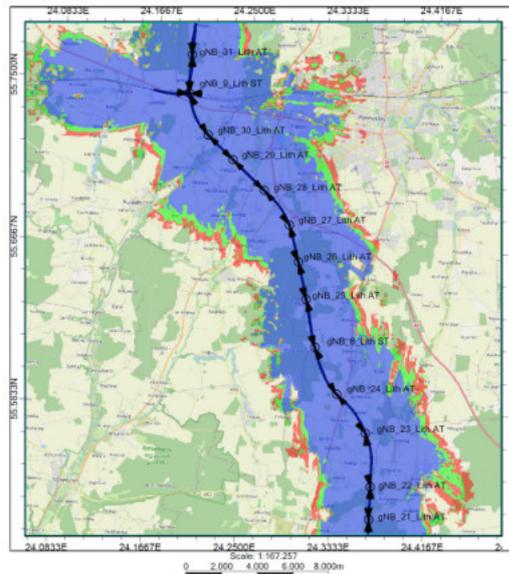
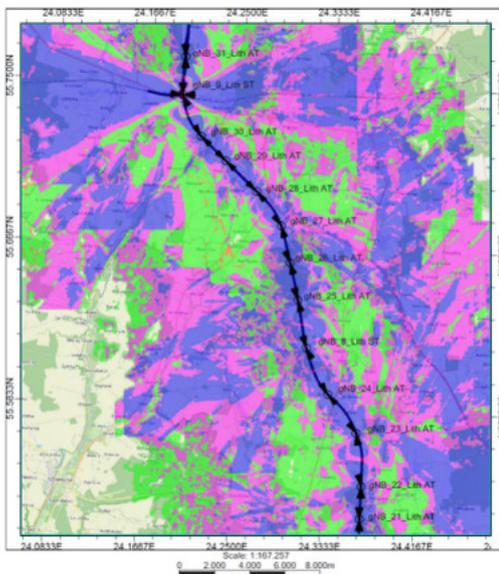
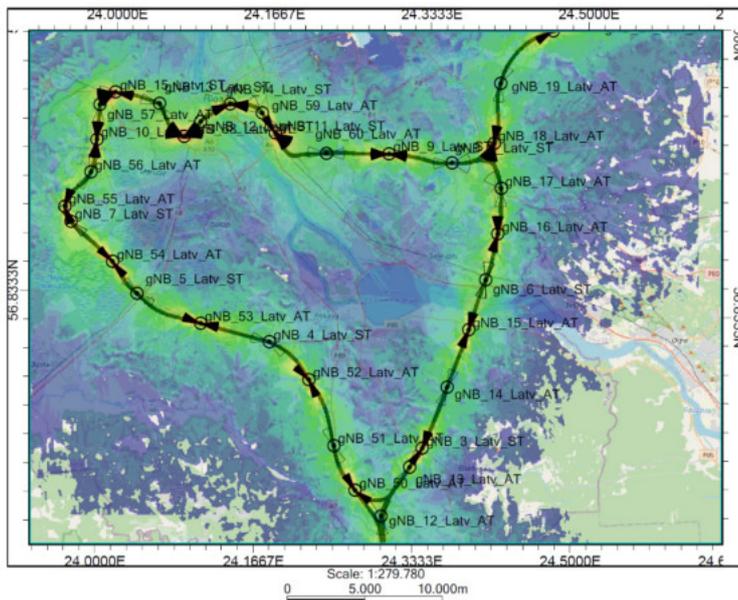


Figura 7 - Simulazioni radio nella tratta lituana tra Panevėžys e Kaunas, scenario normale. In alto, livello di copertura in downlink. In basso, throughput in downlink e throughput in uplink. Il tracciato ferroviario risulta completamente coperto con livelli di copertura superiori all'obiettivo di -95 dBm. Il throughput effettivo per utente in downlink risulta superiore all'obiettivo di 0,42 Mbps lungo l'intera tratta. Inoltre, il throughput effettivo per utente in uplink risulta superiore all'obiettivo di 3,46 Mbps lungo l'intera tratta.

Figure 7 - Radio simulations in the Lithuanian section between Panevėžys e Kaunas, normal scenario. Top, downlink radio coverage level. Bottom, downlink and uplink throughput. The railway track is found to be completely covered, with coverage levels exceeding the target of -95 dBm. The effective per-user downlink throughput is higher than 0.42 Mbps along the entire section. Furthermore, the effective per-user uplink throughput exceeds the objective of 3.46 Mbps across the entire section.



Copertura radio (Livello RSRP in downlink) Radio coverage (Downlink RSRP level)	
	RSRP in downlink > -50 dBm
	RSRP in downlink > -60 dBm
	RSRP in downlink > -70 dBm
	RSRP in downlink > -80 dBm
	RSRP in downlink > -90 dBm
	RSRP in downlink > -100 dBm
	RSRP in downlink > -110 dBm
	RSRP in downlink > -120 dBm

Throughput in downlink Downlink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 1 Mbps Effective per-user downlink throughput > 1 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 0.5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 0.5 Mbps

Throughput in uplink Uplink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 7 Mbps Effective per-user uplink throughput > 7 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 3.5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 3.5 Mbps

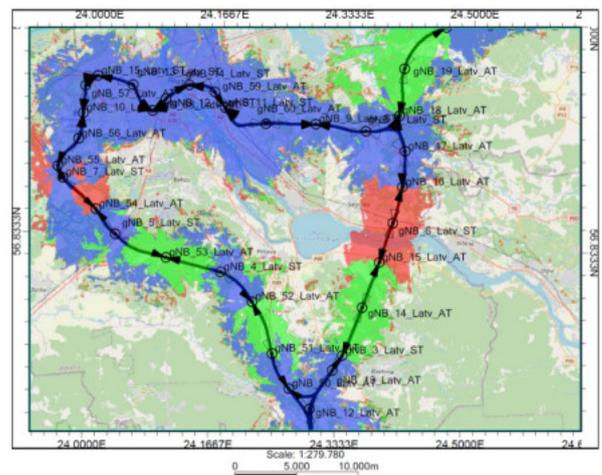
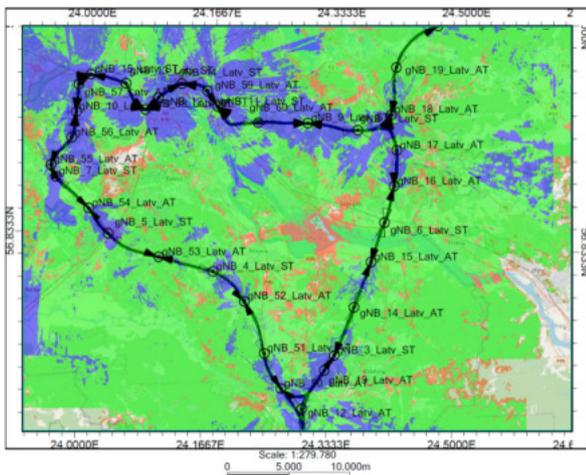
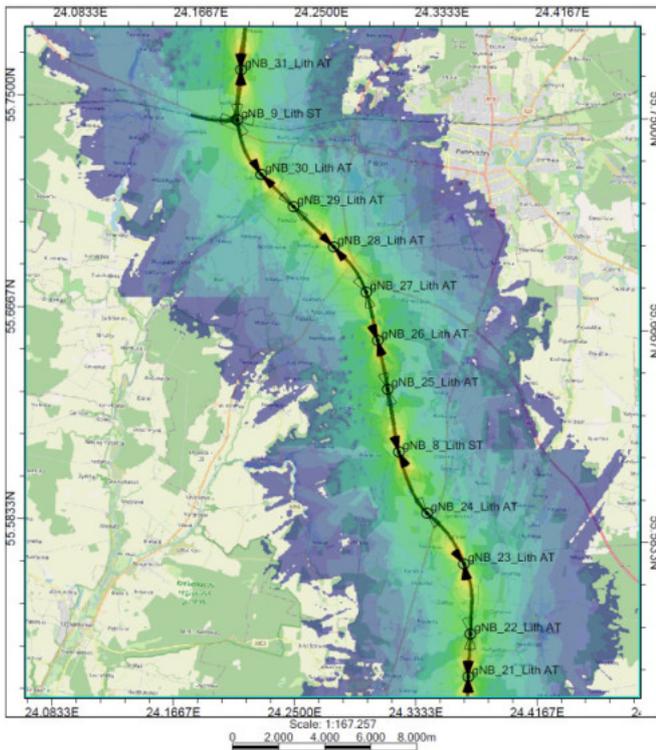


Figura 8 - Simulazioni radio nel nodo di Riga, scenario degradato. In alto, livello di copertura in *downlink*. In basso, *throughput in downlink* e *throughput in uplink*. Il tracciato ferroviario risulta completamente coperto con livelli di copertura superiori al target di -95 dBm, grazie alla ridondanza di copertura geografica. Il *throughput* effettivo per utente in *downlink* risulta superiore al target di 0,42 Mbps in tutto il nodo. Inoltre, il *throughput* effettivo per utente in uplink risulta superiore al target di 3,46 Mbps in tutto il nodo. In particolare, il *throughput* per utente risulta inferiore rispetto allo scenario normale, poiché gli utenti migrano verso le celle radio rimaste attive (nello scenario degradato, ogni cella gestisce circa il doppio dei treni rispetto al normale scenario).

Figure 8 - Radio simulations in the node of Riga, degraded scenario. Top, downlink radio coverage level. Bottom, downlink and uplink throughput. The railway track is found to be completely covered, with coverage levels exceeding the target of -95 dBm, owing to the geo-redundant (double) radio coverage approach. The effective per-user downlink throughput is higher than 0.42 Mbps in the entire node. Furthermore, the effective per-user uplink throughput exceeds the objective of 3.46 Mbps across the node. In particular, the throughput per user is lower than in the normal scenario, because users migrate to radio cells that remain active (in the degraded scenario, each cell handles about twice as many devices as in the normal scenario).



Copertura radio (Livello RSRP in downlink) Radio coverage (Downlink RSRP level)	
	RSRP in downlink > -50 dBm
	RSRP in downlink > -60 dBm
	RSRP in downlink > -70 dBm
	RSRP in downlink > -80 dBm
	RSRP in downlink > -90 dBm
	RSRP in downlink > -100 dBm
	RSRP in downlink > -110 dBm
	RSRP in downlink > -120 dBm

Throughput in downlink Downlink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 3 Mbps Effective per-user downlink throughput > 3 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 1 Mbps Effective per-user downlink throughput > 1 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in downlink > 0.5 Mbps Effective per-user downlink throughput > 0.5 Mbps

Throughput in uplink Uplink throughput	
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 7 Mbps Effective per-user uplink throughput > 7 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 5 Mbps
	Throughput effettivo per-utente in uplink > 3.5 Mbps Effective per-user uplink throughput > 3.5 Mbps

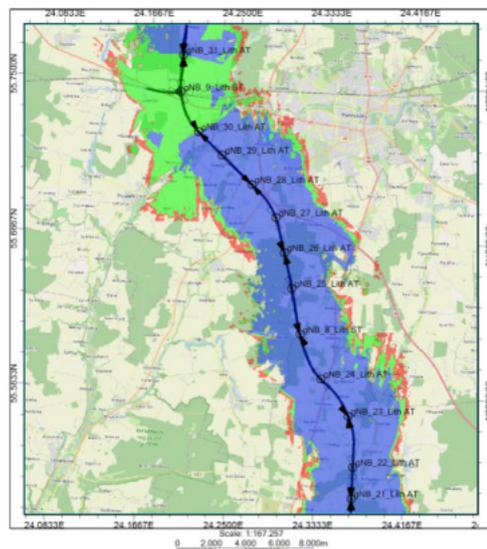
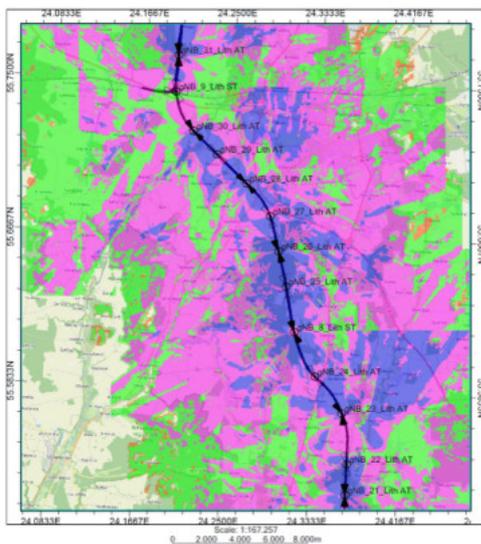


Figura 9 - Simulazioni radio nella tratta lituana tra Panevėžys e Kaunas, scenario degradato. In alto, livello di copertura in downlink. In basso, throughput in downlink e throughput in uplink. Il tracciato ferroviario risulta completamente coperto con livelli di copertura superiori al target di -95 dBm, grazie alla ridondanza di copertura geografica. Il throughput effettivo per utente in downlink risulta superiore al target di 0,42 Mbps lungo l'intera tratta. Inoltre, throughput effettivo per utente in uplink risulta superiore al target di 3,46 Mbps lungo l'intera tratta. In particolare, il throughput per utente risulta inferiore rispetto allo scenario normale, poiché gli utenti migrano verso le celle radio rimaste attive (nello scenario degradato, ogni cella gestisce circa il doppio dei treni rispetto al normale scenario).

Figure 9 - Radio simulations in the Lithuanian section between Panevėžys e Kaunas, degraded scenario. Top, downlink radio coverage level. Bottom, downlink and uplink throughput. The railway track is found to be completely covered, with coverage levels exceeding the target of -95 dBm, owing to the geo-redundant (double) radio coverage approach. The effective per-user downlink throughput is higher than 0.42 Mbps along the entire track. Furthermore, the effective per-user uplink throughput exceeds the objective of 3.46 Mbps along the entire track. In particular, the throughput per user is lower than in the normal scenario, because users migrate to radio cells that remain active (in the degraded scenario, each cell handles about twice as many devices as in the normal scenario).

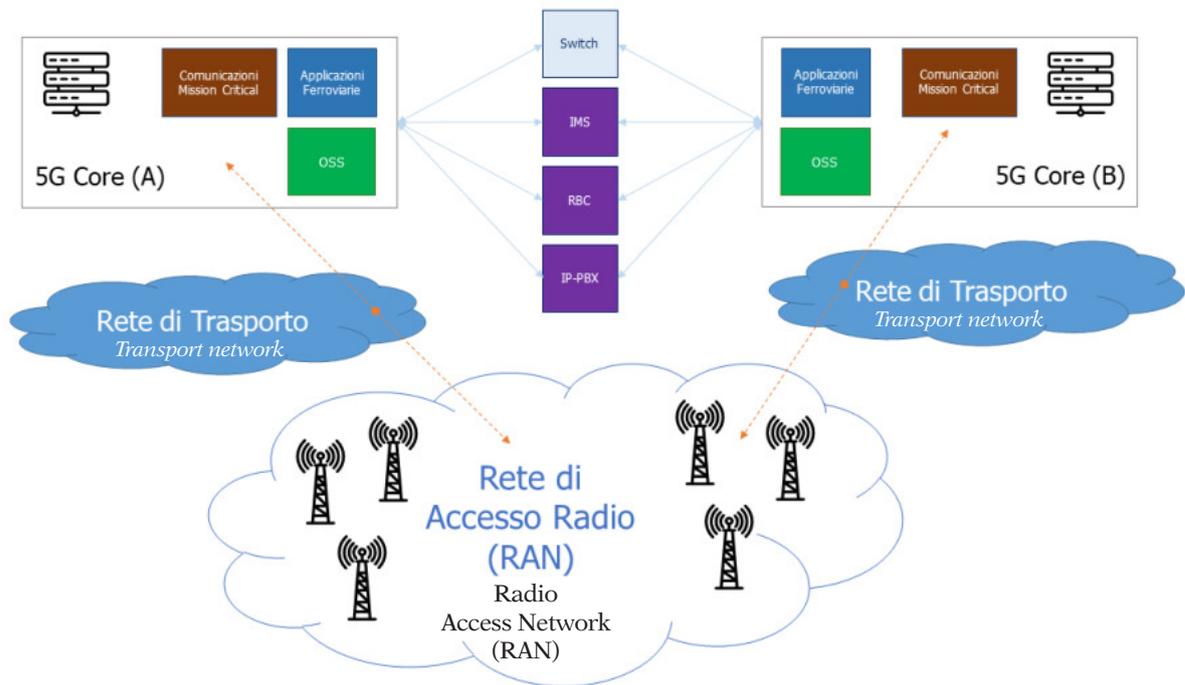


Figura 10 - Core network Rail Baltica e ridondanza geografica.
 Figure 10 - Core network for Rail Baltica and its geographical redundancy.

co. Di conseguenza, tre core network 5G ridondate formano la rete centrale FRMCS di Rail Baltica.

Per proteggere la core network da SPoF che potrebbero causare un'interruzione del servizio, compreso il guasto dell'infrastruttura fisica, si è scelto di implementare una ridondanza geografica della core network. In particolare, due core network per Stato sono state previste in posti centrali geograficamente distinti e separati. In particolare, tali core network lavorano in condivisione di carico (50/50): questo significa che se una di esse si guasta, l'altra rimane attiva e assume il carico completo di tutti i siti radio FRMCS della rete. In Fig. 10 viene mostrata l'architettura complessiva per la geo-ridondanza della core network di Rail Baltica.

Interfacce - Entrambe le core network sono interfacciate con i sistemi interni ed esterni di seguito elencati.

Radio Block Center. L'RBC costituisce l'interfaccia tra il treno e l'apparato centrale che regola la circolazione e il distanziamento dinamico dei treni. L'RBC riceve via radio la posizione del treno e invia l'autorizzazione a proseguire la marcia, attraverso una sessione di comunicazione dedicata e sicura.

IP Private Branch Exchange/Dispatcher Server (IP-PBX) - L'IP-PBX rappresenta il sistema di commutazione centrale per le chiamate telefoniche. Tale sistema gestisce il traffico voce interno e funge da gate-keeper verso il mondo esterno.

IP Multimedia Subsystem (IMS) - L'IMS fornisce comu-

the interlocking apparatus that controls its movement. The RBC receives the train's position via radio and issues the authorization to continue running via a dedicated and secure communication session.

IP Private Branch Exchange/Dispatcher Server (IP-PBX) - The IP-PBX serves as the core switching platform for tele-

Tabella 4 – Table 4

Sintesi del progetto radio Rail Baltica
 Summary of the Rail Baltica radio project

Parametro Parameter	LT	LV	EE	Totale Total
Siti FRMCS FRMCS site	137	82	52	271
Siti FRMCS 900 FRMCS 900 site	0	61	38	99
Siti FRMCS 1900 FRMCS 1900 site	137	8	0	145
Siti FRMCS 900 / 1900 FRMCS 900 / 1900 site	0	13	14	27
Lunghezza tracciato [km] Track length [km]	392	265	213	870
Distanza media siti [km] Average site distance [km]	2,86	3,23	4,10	3,21

nicazioni multimediali in tempo reale da persona a persona basate sul protocollo IP (chiamate vocali o videochiamate) e comunicazioni da persona a macchina.

Inoltre, il server per la *Automatic Train Operation* (ATO) e l'*Asset Management System* (AMS), ovvero il sistema di gestione degli asset fisici e digitali di Rail Baltica, sono direttamente interfacciati con il sistema FRMCS.

Infine, la *core network*, mediante il *Broadband Network Gateway* (BNG), si interfaccia esternamente con gli operatori pubblici e con le reti GSM-R esistenti, come ad esempio le reti GSM-R lituane e polacche. Sono altresì previsti sistemi che consentono il filtraggio, il monitoraggio e la restrizione delle connessioni tra le *core network* di Rail Baltica stesse e con le reti pubbliche esterne. In questo senso, il *Security Edge Protection Proxy* (5G SEPP) fornisce una protezione *end-to-end* per i messaggi tra NF appartenenti a *core network* diverse, evitando che vengano esposti o manipolati da altre parti.

5. Conclusioni e prospettive

Questo articolo ha fornito una visione d'insieme del nuovo standard ferroviario FRMCS, basato su tecnologia radiomobile 5G. In particolare, sono stati introdotti gli elementi chiave di tale tecnologia, come l'architettura di rete modulare o l'accesso massivo IoT, e indicato come queste potranno facilitare lo sviluppo del trasporto ferroviario del futuro, con i suoi molteplici requisiti prestazionali. Infine, è stato mostrato un esempio reale di design di una rete ferroviaria 5G, nel contesto del progetto preliminare per gara della Rail Baltica. Tale design, pur presentando dei limiti che saranno superati nelle successive fasi progettuali, man mano che le specifiche complete dell'FRMCS saranno emesse, rappresenta un primo passo concreto verso l'introduzione della tecnologia mobile 5G nell'industria ferroviaria.

phone calls. It manages internal speech communication and serves as a gateway to the outer world.

IP Multimedia Subsystem (IMS) - The IMS enables real-time IP-based person-to-person multimedia communications (voice or video calls), as well as person-to-machine communications.

Furthermore, the FRMCS is linked to the Automatic Train Operation (ATO) server and Rail Baltica's Asset Management System (AMS), which manages its physical and digital assets.

Finally, the Broadband Network Gateway (BNG) connects the core network to public operators and existing GSM-R networks, such as those in Lithuania and Poland. There are also technologies in place to filter, monitor, and restrict connections between Rail Baltica's core networks and external public networks. In this approach, the Security Edge Protection Proxy (5G SEPP) provides end-to-end protection for communications sent between NFs in different core networks, keeping them from exposure or manipulation.

5. Conclusions and perspectives

This article offered an overview of the new FRMCS rail standard, which is based on 5G mobile networking. In particular, 5G-related technological advances, such as modular network architecture or IoT massive access, were introduced, and indicated how these will facilitate the development of future rail transportation, with its multiple performance requirements. Furthermore, a real-world example of a 5G rail network design was shown, in the context of the Rail Baltica tender design. This design, while having limitations that will be overcome in subsequent design phases as the full FRMCS specifications are issued, represents a first concrete step toward the introduction of 5G mobile networking into rail operation.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] EIRENE, FRS 8.1.0, 2023.
- [2] EIRENE, SRS 16.1.0, 2023.
- [3] UIC, FU-7100 5.1.0, 2023.
- [4] UIC, FU-7120 1.0.0, 2023.
- [5] UIC, AT-7800 1.0.0, 2023.
- [6] UIC, MG-7900 2.1.0, 2023.
- [7] UIC, FIS-7970 1.0.0, 2023.
- [8] UIC, TOBA-7510 1.0.0, 2023.
- [9] Nokia (2021), "*Highly resilient FRMCS/5G design for future rail operation*".
- [10] Huawei (2023), "*Future Railway Mobile Communication System*".
- [11] ETSI, TR 103 554-2 1.1.1, 2021.
- [12] Ericsson (2022), "*5G-powered FRMCS*".
- [13] Ericsson Research (2022), "*5G New Radio for Automotive, Rail, and Air Transport*".



- Il/La sottoscritto/a
Presa visione dello Statuto del **Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.)**, Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta entro il **30 settembre** di ogni anno comporta il tacito rinnovo per l'anno seguente, chiede di entrare a far parte del CIFI dell'Associazione in qualità di:
 Socio: "ordinario" Socio: "aggregato" Socio: "junior"
- Allega alla presente la ricevuta del pagamento della prima quota associativa per l'anno come iscrizione, essendo a conoscenza che riceverà le riviste "**Ingegneria Ferroviaria**" (Organo Ufficiale del Collegio), **La Tecnica Professionale** e le comunicazioni e la corrispondenza ordinaria al momento dell'accettazione di tale richiesta (*art. 10 dello Statuto*) per posta elettronica.
- Fa presente che le riviste (I.F. e TP) dovranno essere inviate al seguente indirizzo:
Via C.a.p. Città (prov.)
 Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo
- Le comunicazioni e-mail dovranno essere inviate presso il seguente indirizzo di posta elettronica:
- Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di
 Soci Ordinari e Aggregati: **85,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Ordinari e Aggregati (under 35) **60,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Junior (studenti - under 28 anni) **25,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
 Nuovi Associati (studenti, neolaureati e neoassunti per i primi 3 anni di iscrizione fino a 35 anni) **0 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
- Da versare nelle seguenti modalità:
 Conto corrente postale n.**31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma
 Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047** - Codice BIC/SWIFT: UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORLANDO
 Carta di credito/prepagata sul sito **www.shop.cifi.it**
- Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell'anno precedente.
 Facendo parte del personale del Gruppo FSI S.p.A. chiede di versare la quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito del CIFI è disponibile l'apposito modulo da compilare e trasmettere al CIFI.
- Firma del Socio presentatore

SCHEDA ANAGRAFICA

Cognome - Nome

Luogo - Data di Nascita

Indirizzo privato - Città - Prov. - C.A.P

E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob

Laurea Triennale - Università - Anno Accademico

Laurea Specialistica - Università - Anno Accademico

Ente/Società di appartenenza - Qualifica professionale

Iscrizione Ordine degli Ingegneri - Numero - Provincia

- Il/La sottoscritto/a, ai sensi del D.Lgs 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679 (GDPR), esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

- Data
- Firma

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Campania: il primo treno nuovo della Vesuviana è arrivato a San Giovanni a Teduccio

“Questa è una giornata storica per EAV, emozionante”, dichiara il Presidente di EAV U. DE GREGORIO. Finalmente è arrivato nella officina di San Giovanni a Teduccio il primo dei 56 treni nuovi di Stadler finanziati e contrattualizzati. L'accordo quadro con Stadler ne prevede 100.

Ora inizia il percorso amministrativo per ottenere l'AMIS da ANSFISA, ovvero l'autorizzazione da concedere alla casa costruttrice STADLER per l'immissione in servizio. Questo processo richiederà tempo, essendo un prototipo unico in Europa e progettato su misura per la Vesuviana (a scartamento ridotto), forse anche un anno, ma il treno è qui. E superato lo

scoglio del primo treno poi la strada sarà in discesa. Il piano prevede dieci nuovi treni in servizio entro il 2025 e tutti e 56 entro il 2026.

“Un piano ambizioso – osserva DE GREGORIO – ma con l'aiuto di tutti si può sostenere, e comunque il dado è tratto. Sono già a San Giovanni a Teduccio 10 tecnici spagnoli della Stadler, impegnati nell'assemblaggio e nella messa a punto dei nuovi treni. Tra treni nuovi e segnalamento nuovo in costruzione ad opera di ALSTOM ed altri interventi la Regione Campania sta investendo sulla vesuviana un miliardo di euro. I treni vecchi non ce la fanno più ed hanno diritto di andare in pensione, ancora un po' di pazienza” (Da: *Comunicato Stampa EAV*, 3 Settembre 2024).

Friuli V. Giulia: potenziamento tecnologico ed infrastrutturale di Trieste

Nella notte tra domenica 18 e lu-

nedì 19 agosto, al termine di una interruzione di 96 ore partita alle 03:00 del 15 agosto nel Porto di Trieste - primo per traffico merci in Italia - e nell'attiguo scalo di Trieste Campo Marzio (Fig. 1), sono avvenute due Fasi di attivazione contemporanee di PRG.

Per lo scalo merci di Trieste Campo Marzio, le attività hanno visto la demolizione di 5 deviatori del fascio di Piazzale, il varo di 4 nuovi deviatori con relative campate di allaccio, l'adeguamento della linea di contatto sulla nuova configurazione di tracciato e le riconfigurazioni dell'ACEI e dell'SCMT in esercizio, il tutto per completare la seconda fase di PRG.

Per quanto riguarda l'impianto in area di Trieste Porto, a completamento della prima macrofase avviata lo scorso febbraio 2024, sono stati attivati complessivamente 9 tronchini, 12 deviatori e un passaggio a livello, per un totale di circa 1800 m di binario.

Gli interventi hanno impegnato in totale circa 150 persone, organizzate in squadre su tre turni.

Durante le attività, la Direzione Lavori di Italferr, società di ingegneria del Gruppo FS, ha presenziato in maniera continuativa, garantendo supporto per le attività di piazzale,



(Fonte: Italferr, Gruppo FS)

Figura 1 – Lavori di potenziamento e manutenzione della TE.

per le attività di allacciamento nuovi enti, e per le attività di cabina.

Gli interventi, finalizzati al miglioramento della competitività dell'area portuale triestina, fanno parte di un radicale piano di potenziamento e rifunzionalizzazione dell'infrastruttura atta ad elevare l'efficienza del nodo ferroviario adeguandola ai modelli attuali di traffico e di velocità operativa nello smistamento delle merci.

Ancora una volta il Team Italferr è in prima fila nei processi di progettazione, realizzazione, verifica ed attivazione per rendere il trasporto merci via ferrovia sempre più competitivo e ambientalmente sostenibile (Da: *News Italferr Gruppo FSI*, 12 settembre 2024).

TRASPORTI URBANI

Calabria: SS106 Jonica Area Grecanica, al via la progettazione

Lo sviluppo della progettazione per il miglioramento e la riqualificazione del tratto della SS106 Jonica che va da Reggio Calabria a Catanzaro Lido, per un impegno stimato di 30 milioni di euro, è inserito nella sezione dedicata a "studi e progettazioni" del nuovo contratto di programma ANAS.

L'avvio delle attività progettuali è stato annunciato nella riunione di questo pomeriggio al MIT, presieduta dal vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M. SALVINI, alla presenza dei sindaci dei territori interessati (i comuni di Bagaladi, Cardeto, Condofuri, Montebello, Palizzi e Roghudi) e dell'amministratore delegato di ANAS, A. ISI.

Nel corso della riunione, SALVINI ha ricordato lo stanziamento di 3 miliardi disposto per la SS106 nella legge di bilancio 2023 e l'impegno finanziario previsto per le strade della Calabria nel nuovo contratto di programma di ANAS 2021-2025 (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 18 settembre 2024)

Friuli V. Giulia: tram di Trieste, incontro a Roma per concordare interventi necessari al riavvio della linea

Si è tenuto a Roma, nella sede di ANSFISA, il vertice fra l'Agenzia e il Comune di Trieste per verificare insieme lo stato degli interventi finora realizzati e le attività da ultimare per poter rimettere in esercizio la linea del tram di Opicina, a Trieste.

All'incontro hanno partecipato il Sindaco di Trieste, R. DIPIAZZA, insieme al Direttore del Dipartimento Lavori Pubblici G. BERNETTI e R. PRODAN responsabile tecnico della procedura, il Direttore di ANSFISA, D. CAPOMOLLA, insieme a P. MARTURANO, Responsabile della Direzione Generale per la sicurezza dei trasporti ad impianti fissi e l'operatività territoriale, che coordina le attività di autorizzazione e vigilanza sui sistemi di trasporto ad impianti fissi. Presenti anche i tecnici e i professionisti coinvolti nelle operazioni di manutenzione e verifica per la riapertura dell'esercizio.

A seguito dell'incontro è stato concordato di procedere al completamento delle lavorazioni già previste e di finalizzare al più presto alcuni interventi, fra cui quelli sul materiale rotabile e quelli sui dieci deviatori presenti sul percorso, per poter attivare il riavvio della linea, in un tempo stimato entro la fine dell'anno in corso.

Una volta realizzati questi primi interventi indifferibili, saranno indicate le prescrizioni a cui attenersi per completare tutti gli ulteriori interventi per migliorare il livello di servizio, che saranno programmati con un'attuazione graduale nei prossimi mesi.

L'incontro che si è svolto in un clima di collaborazione e chiarimento reciproco è stato anche occasione per approfondire puntualmente aspetti di natura tecnica e progettuale funzionali a portare a buon fine l'operazione. Definiti e concordati gli interventi da realizzare e impostata la programmazione di tutti i lavori necessari alla riapertura dell'esercizio dello storico tram entro la fine dell'anno (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 4 Settembre 2024).

Toscana: FS PARK, inaugurato il nuovo parcheggio alla stazione ferroviaria di Livorno

È stato inaugurato ufficialmente il nuovo parcheggio della stazione ferroviaria di Livorno, alla presenza del Sindaco L. SALVETTI e di A. DESTRO, Amministratore Delegato di FS Park, gestore unico della sosta per il Gruppo FS Italiane.

Il nuovo parcheggio, aperto dalle 6:00 alle ore 22:00, dispone di 180 posti auto ed è dotato del servizio "kiss&ride", che offre 15 minuti di sosta gratuita per chi accompagna o accoglie i viaggiatori in partenza o in arrivo. L'accesso al parcheggio, situato in piazza Dante, consente un comodo collegamento pedonale diretto con la stazione ferroviaria. L'area è attrezzata con un sistema di videosorveglianza in tempo reale.

All'esterno del parcheggio sono presenti 7 stalli dedicati alle persone con mobilità ridotta, mentre all'interno dell'hub saranno realizzati 3 stalli rosa riservati alle donne in gravidanza e alle neomamme. L'investimento di FS Park include il rinnovamento della segnaletica orizzontale e verticale. Gli interventi hanno riguardato anche l'adeguamento degli impianti elettrici e l'installazione di un sistema di illuminazione a basso consumo energetico, in linea con le esigenze di sostenibilità e modernizzazione dell'area.

Alla luce anche dei futuri lavori di pedonalizzazione della piazza antistante la stazione, si concretizza un'importante operazione: con oltre 10 parcheggi gestiti da FS Park in Toscana, l'azienda consolida il suo ruolo di hub intermodale a servizio delle esigenze del territorio (Da: *Comunicato Stampa FS Park, Gruppo FSI*, 16 settembre 2024)

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: 25 mln per la rottamazione degli autoveicoli obsoleti per trasporto merci

Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale il Decreto Ministeriale che stanziava

25 milioni di euro destinati alle imprese di autotrasporto di merci per il rinnovo del parco veicolare.

Il decreto 208 del 6 agosto 2024, che definisce le modalità di attuazione della misura “investimenti XI”, contiene le disposizioni per l'erogazione di contributi a favore delle imprese di autotrasporto di merci per conto di terzi iscritte al REN ed all'Albo degli autotrasportatori che intendano rinnovare il parco veicolare con l'acquisto di veicoli ad elevata sostenibilità oppure rottamare veicoli obsoleti per acquistare veicoli diesel a basse emissioni inquinanti.

Sono incentivati anche gli acquisti di rimorchi e semirimorchi nuovi adibiti al trasporto combinato, per i trasporti in regime ATP, nonché l'acquisto di contenitori per il trasporto intermodale di liquidi pericolosi.

Rispetto alle misure già approvate negli anni precedenti, il decreto stabilisce che sia data priorità alle istanze che prevedono la rottamazione di veicoli con motore diesel di classe Euro IV e Euro 4 o inferiori. In questi casi, sia che si provveda all'acquisto di un veicolo diesel che ad elevata sostenibilità, il contributo è incrementato rispetto a quello ordinariamente previsto.

La priorità ed il contributo maggiorato saranno riconosciuti entro il tetto di euro 500.000 in caso di acquisto di veicoli ad elevata sostenibilità e di euro 5.000.000 nel caso di acquisto di veicoli diesel di classe Euro 6 step E e Euro VI step E.

Con successivo decreto direttoriale si provvederà alla definizione di termini e modalità per la presentazione delle istanze e la successiva rendicontazione (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 17 settembre 2024)

INDUSTRIA

Nazionale: Alstom annuncia un piano di investimenti di 63 milioni di euro in Italia

Alstom ha approvato e sta realizzando in Italia, un piano di inve-

stimenti di 63 milioni di euro per il periodo 2024-2026 dimostrando un impegno continuo nella crescita economica, l'innovazione tecnologica e la sostenibilità ambientale del Paese. Tutte le sedi saranno coinvolte e beneficeranno di questi investimenti.

Tra i più importanti progetti:

- a Savigliano l'ampliamento e costruzione di nuovi fabbricati per attività di testing dedicati a treni ad idrogeno e treni Avelia Stream 300; nuove linee di produzione per i treni regionali, con conseguente aumento della capacità produttiva;
- a Vado Ligure l'espansione del sito e la costruzione di un nuovo fabbricato per la manutenzione dei treni regionali così da estenderne la capacità produttiva
- a Nola l'ampliamento dello stabilimento e costruzione di una cabina di verniciatura per i treni ad alta velocità
- la ristrutturazione degli uffici a Bologna
- lo sviluppo di parchi di pannelli solari in alcune sedi in Italia.

Da oltre 160 anni, Alstom accompagna l'Italia nella modernizzazione e nello sviluppo della sua rete di trasporti, con 9 sedi distribuite su tutto il territorio nazionale. Nel corso dell'anno fiscale 2024, Alstom ha contribuito per oltre 1,019 miliardi di euro al PIL italiano supportando 14.087 posti di lavoro. Questo risultato testimonia il ruolo centrale di Alstom nel sistema industriale italiano e la sua posizione di leader nell'industria del trasporto.

Il contributo alla crescita e allo sviluppo sostenibile di Alstom in Italia è stato analizzato nell'Impact Report condotto da EY, presentato in data odierna nella sala ISMA (Istituto di Santa Maria in Aquiro) del Senato della Repubblica a Roma. L'evento ha visto la partecipazione del Sen. G.M. BERGESIO, Vicepresidente IX Commissione Industria Senato della Repubblica, rappresentanti delle Istituzioni, fra cui On. S. DEIDDA, Presidente IX Commissione Camera dei Deputati, Sen. E. LEONARDI, X Commissione Sa-

nità e Lavoro del Senato della Repubblica, On. A. L. GUSMEROLI, Presidente X Commissione Camera dei Deputati, S. BETTINI, Vicepresidente Federmecanica con delega alla Crescita strutturale delle Imprese, A. SABBATINO, Corporate Sustainability Expert di EY, oltre a M. VIALE, Direttore Generale di Alstom in Italia, e alla giornalista D. PARLANGELI che ha moderato gli interventi.

Inoltre, l'Onorevole M. BITONCI, Sottosegretario al Ministero delle Imprese del Made in Italy, ha inviato un saluto scritto ai partecipanti.

Il Vicepresidente della 9ª Commissione Industria e Senato della Repubblica Senatore G. M. BERGESIO ha dichiarato “È stato un piacere ospitare questa importante iniziativa dedicata alla presentazione del primo Impact Report di Alstom, che, tracciando i risultati dell'impatto dell'azienda sull'economia del nostro Paese, testimonia la capacità dell'Italia di essere un territorio attrattivo per le imprese di tutti i comparti, a partire da quello strategico della mobilità. I dati e i risultati contenuti nel report mostrano come l'impegno per l'innovazione digitale e la sostenibilità possano essere volano di occupazione e crescita del Paese all'interno del contesto europeo, in uno scenario caratterizzato da sfide complesse a livello internazionale. Ma non serve un report per capire l'impatto positivo che un'azienda come Alstom rappresenta sui territori in cui è presente; quotidianamente posso rendermene conto quando torno sul territorio, in provincia di Cuneo, dove Alstom, a Savigliano, è presente con il suo sito più importante. Si tratta di temi, che anche nei lavori che affrontiamo quotidianamente in Parlamento e in particolare nella Commissione Industria, emergono come un'assoluta priorità di questo governo e questa maggioranza. La legge sul Made in Italy, che sta per compiere il suo primo anno di vita, è un chiaro esempio della volontà di valorizzare le eccellenze produttive del nostro Paese.”

“Alstom continua a dimostrarsi un partner strategico per lo sviluppo sostenibile del trasporto ferroviario e

dell'economia italiana. Con un contributo al PIL di oltre 1,019 miliardi di euro generato nello scorso biennio e supportando oltre 14.000 posti di lavoro, Alstom è un acceleratore di occupazione e sviluppo professionale per migliaia di persone in Italia. – ha dichiarato M. VIALE, Direttore Generale di Alstom in Italia, che continua – “In un sistema della mobilità italiano caratterizzato da un grande dinamismo e da una costante crescita, sostenuta dal PNRR e dal Fondo IPCEI, Alstom continua a investire ed è lieta di annunciare un nuovo piano di investimenti di oltre 63 milioni di Euro che darà un ulteriore slancio alla nostra attività, con un importante impatto su tutto il settore ferroviario italiano”.

- Alstom contribuisce allo sviluppo dell'economia italiana

Alstom si impegna costantemente a valorizzare l'ecosistema industriale, favorendo lo sviluppo di talenti e competenze locali. Nell'esercizio fiscale 2023-2024 il Gruppo Alstom ha acquistato beni e servizi per un totale di 829 milioni di euro da oltre 1.500 fornitori italiani. Il Gruppo promuove inoltre le eccellenze italiane all'estero, esportando le tecnologie «made in Italy» in molti Paesi tra cui Svizzera, Irlanda, Danimarca, Polonia, Svezia, Germania, India, Messico, Argentina, Filippine ed Egitto. Questo permette alle aziende italiane che collaborano con Alstom di accedere a mercati internazionali, avvalendosi anche dell'esperienza acquisita nel soddisfare gli elevati standard di qualità e sicurezza adottati da Alstom.

- L'innovazione al servizio della mobilità dei cittadini

Alstom promuove un percorso di modernizzazione della rete ferroviaria italiana attraverso l'implementazione del sistema *European Rail Traffic Management System* (ERTMS), che aumenterà la capacità ferroviaria fino al 40% e migliorerà l'efficienza operativa delle reti. Il progetto “Nuova piattaforma per treni ecosostenibili a vantaggio dell'interoperabilità ferroviaria europea”, promosso da Alstom in collaborazione con il Ministero del Made in Italy, mira inoltre a creare una piattaforma di treni elettrici in-

novativa e modulare, in grado di far fronte alla frammentazione delle reti ferroviarie locali e interurbane in tutta Europa.

Con un forte impegno verso la decarbonizzazione del trasporto ferroviario italiano, Alstom progetta e realizza tecnologie avanzate per trasformare le flotte di treni diesel in soluzioni più sostenibili, come treni elettrici, a idrogeno e a batteria. In Italia, ha sviluppato una versione a idrogeno del Coradia Stream™, che verrà introdotta sulla linea Brescia-Iseo-Edolo in Valcamonica, un progetto sviluppato grazie ai fondi IPCEI dell'Unione Europea.

- Sostenibilità ambientale: entro il 2050 Alstom raggiungerà la neutralità ambientale

Con l'obiettivo di raggiungere elevati standard di sostenibilità ambientale, Alstom utilizzerà il 100% di energia rinnovabile in tutte le sedi nazionali. L'azienda ha fissato obiettivi ambiziosi per ridurre le emissioni di CO₂, puntando a raggiungere il “net zero” entro il 2050, con tappe intermedie per il 2025 e il 2030. Alstom adotta un approccio di eco-design per minimizzare l'impatto ambientale dei suoi prodotti, ottimizzando l'uso dei materiali, riducendo l'inquinamento nella produzione e nella consegna, migliorando l'efficienza energetica con azioni come l'isolamento degli edifici, il monitoraggio della temperatura, l'installazione di LED, il miglioramento dei sistemi di controllo dell'illuminazione e l'installazione dei pannelli fotovoltaici negli stabilimenti. L'azienda prosegue anche con un forte impegno sulla riduzione dei rifiuti e già ad al momento il 98% dei rifiuti prodotti sono riciclati.

- Sostenibilità sociale: l'impegno di Alstom a favore della comunità

Alstom promuove programmi di benessere aziendale, attraverso l'organizzazione di attività ed iniziative per il benessere psico-fisico. Il Gruppo promuove programmi di conciliazione casa-lavoro e politiche a favore della genitorialità attraverso due programmi “*The Lifestream Path*” e “*Paths: Parents born, parents growing*”,

che aiutano le famiglie. La diversità, l'inclusione e lo sviluppo dei dipendenti sono pilastri fondamentali per Alstom. L'inclusione delle donne nel mondo del lavoro è una priorità, così come la formazione e lo sviluppo delle *soft e hard skills* di tutti i dipendenti, grazie alle oltre 96.400 ore di formazione completate. Alstom Italia è stata certificata *Top Employer 2024*, un riconoscimento per l'eccellenza nelle pratiche HR. L'impegno di Alstom si estende anche alle comunità locali attraverso importanti progetti, iniziative di volontariato, raccolte organizzate e donazioni a favore di organizzazioni. Inoltre, negli ultimi due anni Alstom si è impegnata in una campagna contro la violenza sulle donne in tutta Italia che ha coinvolto oltre 4.000 persone tra Istituzioni, Associazioni, dipendenti e cittadini.

- L'impegno di Alstom a favore delle comunità prevede una serie di partnership con Associazioni.

Ad inizio 2024 Alstom ha inoltre ottenuto la *CSR Label Assessment*, basata sulle linee guida ISO 26000, ottenendo il livello “Esemplare” (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 9 settembre 2024).

Nazionale: “gelata” ad agosto per il mercato auto italiano, -13,4%

Ad agosto 2024, il mercato italiano dell'auto totalizza 69.121 immatricolazioni, con un calo del 13,4% (secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) rispetto ad agosto 2023, che aveva totalizzato 79.787 unità. Nei primi otto mesi del 2024 i volumi complessivi si attestano a 1.080.447 unità, con una crescita del 3,8% rispetto a gennaio-agosto 2023.

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione (dati provvisori), le autovetture a benzina vedono il mercato di agosto in calo del 18,8%, con quota di mercato al 28,2%; allo stesso modo, le diesel calano del 29% con quota al 13,6%. Nel cumulato dei primi otto mesi del 2024, le immatricolazioni di auto a

benzina aumentano del 10,4% e quelle delle auto diesel calano del 21,5%, rispettivamente con quote di mercato del 30,1% e del 14,2%.

Le auto ad alimentazione alternativa rappresentano, nel solo mese di agosto, il 58,1% del mercato, con volumi in calo del 5,4% rispetto a quelli di agosto 2023. Nel cumulato, crescono del 9,3% con una quota del 55,7%. Tra queste, le autovetture elettrificate rappresentano il 47,6% del mercato di agosto e il 46,9% del cumulato, in calo del 4,9% nel mese e in crescita del 9,7% negli otto mesi.

Nel dettaglio, le ibride non ricaricabili incrementano del 2,5% nel mese con una quota del 40,4%; nel cumulato crescono del 14,8% con una quota del 39%.

Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili (BEV e PHEV) decrementano del 36,1% ad agosto e rappresentano il 7,2% del mercato del mese (ad agosto 2023 era del 9,2%); nel cumulato calano dell'11,9% e hanno una quota del 7,2% (in calo di 1,5 punti percentuali rispetto al cumulato dei primi otto mesi del 2023).

Le auto elettriche (BEV) hanno una quota del 3,7% nel mese e del 3,9% nel cumulato, le vendite calano del 36,1% ad agosto e incrementano del 2,4% nel cumulato. Le ibride plug-in calano del 27,1% ad agosto e anche nel cumulato (-24,2% nei otto mesi). Esse rappresentano il 3,5% delle immatricolazioni del singolo mese e il 3,3% del totale da inizio anno.

Infine, le autovetture a gas rappresentano il 10,5% dell'immatricolato di agosto, quasi interamente composto da autovetture Gpl (che sono in calo: -7,1% nel mese). Pur essendo la quota delle autovetture a metano ormai marginale, (ad agosto sono solo 3 le vetture immatricolate) nel mese calano del 95,6%. Nel cumulato, le alimentate a metano aumentano dell'1,2% e le GPL crescono del 7,7%; insieme, negli otto mesi, le due alimentazioni costituiscono il 9,4% del mercato.

Nel cumulato degli otto mesi, Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride occupano rispettivamente

la prima, terza e sesta posizione tra le autovetture *mild/full hybrid*. Tra le PHEV, Jeep Renegade risulta al decimo posto negli otto mesi. Tra le elettriche, Jeep Avenger risulta il quarto modello più venduto dopo Tesla Model 3 e Model Y e Volvo EX30, seguito da Fiat 500 al quinto posto.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di agosto le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 31,1% del mercato, con volumi in calo del 19,3% rispetto a quelli di agosto scorso.

Le auto dei segmenti medi hanno una quota del 9,7% ad agosto, con un mercato in calo del 25,1% rispetto allo stesso mese del 2023.

I SUV hanno una quota di mercato pari al 56%, con volumi in calo del 9,2% rispetto ad agosto 2023. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 10,8% del mercato del mese (+4,3% rispetto ad agosto 2023), i SUV compatti il 29,5% (-14,6%) e i SUV medi il 10,3% (-5,8%), mentre le vendite di SUV grandi sono il 5,5% del totale (-7%). Il 18,6% dei SUV venduti nel mese di agosto è di un brand del Gruppo Stellantis.

Nei primi otto mesi del 2024, utilitarie e superutilitarie hanno una quota del 34,5% (+13,6% rispetto allo stesso periodo del 2023). Il modello più venduto della categoria rimane Fiat Panda. Del gruppo Stellantis si trovano nella top ten del cumulato anche Lancia Ypsilon al terzo posto, Citroen C3 al quarto, Peugeot 208 al settimo, Opel Corsa all'ottavo, e, infine, Fiat 500 al nono.

Le autovetture medie (segmenti C, D ed E) hanno una quota del 10,2% (-5,2%) nel cumulato. In classifica al nono posto Fiat Tipo a rappresentare il Gruppo Stellantis.

I SUV, in calo dell'1,1%, detengono una quota del 52,5% nel cumulato. Continua l'ottima performance di Jeep Avenger che è prima nella top ten dei SUV piccoli con oltre 26.100 unità immatricolate da inizio anno. Stellantis è presente nella top ten con Citroen C3 Aircross al quarto posto, Opel Mokka al sesto e Fiat 600 al nono.

Tra i SUV compatti, Peugeot 208 è la sesta auto più venduta del segmento, Fiat 500x è la nona nei otto mesi, seguita dalla Jeep Renegade al decimo posto.

L'Alfa Romeo Tonale, tra i SUV medi, chiude gli otto mesi al terzo posto, dietro a Kia Sportage e a Volkswagen Tiguan. Presente nella classifica del cumulato, anche Alfa Romeo Stelvio, al decimo posto.

Sempre più marginale la quota di Monovolumi e Multispazio (1,7% nel cumulato, in crescita del 49,5%). Secondo l'indagine ISTAT, ad agosto si stima una diminuzione dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 98,9 a 96,1, mentre l'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi) aumenta da 94,3 a 94,7.

Secondo le stime preliminari ISTAT, ad agosto l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,2% su base mensile e dell'1,1% su base annua (da +1,3% del mese precedente). Il lieve rallentamento del tasso d'inflazione riflette l'ampliarsi della flessione su base tendenziale dei prezzi dei Beni energetici non regolamentati (da -6% a -8,6%) e dei Beni durevoli (da -1,2% a -1,8%), ma anche la decelerazione dei prezzi dei Servizi relativi all'abitazione. Un sostegno alla dinamica dell'indice generale si deve invece all'accelerazione dei prezzi dei Beni energetici regolamentati (da +11,7% a +14,0%) e, in misura minore, dei Servizi relativi ai trasporti (da +2,2% a +2,9%) e dei Beni alimentari lavorati (da +1,6% a +1,8%).

Nell'ambito degli Energetici non regolamentati, pesa l'inversione di tendenza dei prezzi del Gasolio per mezzi di trasporto (da +3,1% a -5,8%; -2,2% il congiunturale), della Benzina (da +0,7% a -5,3; -1,9 da luglio) e del Gasolio per riscaldamento (da +3,1% a -5,6%), solo in parte compensata dalla flessione meno marcata dei prezzi di Gas di città e gas naturale mercato libero (da -19,7% a -13,4%) e di Energia elettrica mercato libero (da -18,2% a -17,4%).

Il Gruppo Stellantis, nel comples-

so, totalizza nel mese 17.228 immatricolazioni (-32,3%), con una quota di mercato del 24,9%.

Nei primi otto mesi dell'anno, le immatricolazioni complessive ammontano a 337.018 unità (-2,4%), con una quota di mercato del 31,2%.

Sono quattro i modelli del Gruppo Stellantis nella top ten di agosto, con Fiat Panda stabile in testa alla classifica (3.315 unità), seguita, al terzo posto, da Jeep Avenger (2.138), che recupera due posizioni rispetto alla classifica del mese precedente, e, al sesto, da Peugeot 208 (1.687). Infine, al nono posto si colloca Opel Corsa (1.463).

Il mercato di DR Automobiles, coi suoi marchi DR, EVO, Sportequipe e ICH-X, registra un calo del 45,4% nel mese e del 24,3% nel cumulato. Il Costruttore molisano costituisce il 2% del mercato di agosto e l'1,6% nei primi otto mesi del 2024.

Per finire, il mercato dell'usato totalizza 301.345 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari ad agosto 2024, l'1,8% in meno rispetto ad agosto 2023. Nei primi otto mesi del 2024, i trasferimenti di proprietà sono 3.548.991, in crescita del 6,3% rispetto allo stesso periodo del 2023 (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 2 Settembre 2024).

VARIE

Nazionale: Osservatorio OICE/Informatel sulle gare pubbliche di ingegneria e architettura

Nel bimestre luglio-agosto il valore delle gare per servizi di ingegneria e architettura raggiunge i 332,8 mln (-14,3% rispetto al bimestre 2023); ad agosto però c'è inversione di tendenza (+30% su agosto 2023). Nei primi otto mesi del '24 in gara 1.290,6 mln di servizi tecnici (-66,4% sul 2023). Crollo degli appalti integrati: 8,6 mld il valore in lavori (-63,3% sui primi otto mesi del 2023) e 181,0 mln di progettazione esecutiva (-80,1%). Nei primi 8 mesi dell'anno, gare di pro-

gettazione con ribasso solo sulle spese nel 37,2% dei casi; nel 45,9% dei casi chiesti requisiti oltre 3 anni come propone OICE.

LUPOI, OICE: "bene i timidi segnali di ripresa, ma bisogna preparare il mercato con regole che ridiano centralità al progetto e al progettista, vessato da compensi inadeguati e pagamenti eccessivamente differiti". L'aggiornamento dell'Osservatorio OICE/Informatel sul mercato dei servizi di ingegneria e architettura mostra, al 31 agosto 2024, una timida ripresa ad agosto rispetto allo scorso anno, con 150 gare, per un importo di 242,2 mln. Il confronto con l'analogo mese di agosto del 2023 mostra una tendenza positiva del 53,1% in numero e del 38,1% in valore. Rispetto al mese precedente, ad agosto il valore aumenta del 167,4%. A luglio erano state infatti rilevate 195 gare per un valore di 90,6 mln di euro.

Nel bimestre luglio-agosto sono stati pubblicati 345 bandi (+30,7% sul bimestre luglio-agosto 2023) con un valore di servizi di 332,8 mln (-14,3%). Il confronto con il bimestre precedente di maggio-giugno registra un calo del 32,5% in numero, dello 0,9% in valore. Nei due mesi di luglio e agosto, il valore dei servizi tecnici (comprendendo anche la progettazione esecutiva affidata negli appalti integrati) raggiunge i 389,4 mln (-17,2%) rispetto al bimestre luglio-agosto 2023.

Nei primi otto mesi dell'anno, sommando i 1.109,6 mln dei bandi di architettura e ingegneria ai 181,0 mln di servizi compresi negli appalti integrati, si arriva ad un totale 1.290,7 mln messi in gara, con un calo del 66,4% sui primi otto mesi 2023. Questi primi otto mesi sono i peggiori, in valore, anche rispetto al 2022 (che segnava un +34,2%) e al 2021 che aveva registrato un -11,8%.

Così commenta i dati di questi ultimi due mesi il Presidente dell'Associazione, G. LUPOI:

"La ripresina di questi ultimi due mesi del valore delle gare è ovviamente positiva e vedremo dove porterà a fine anno. Certamente avremo

un dato annuale inferiore, quanto meno rispetto agli ultimi tre anni. Dobbiamo però guardare avanti partendo da un assetto di regole che - come abbiamo spiegato in audizione alla Camera - riconsideri centrale il ruolo del progettista e del progetto, colpevolmente trascurato nell'attuale codice. Occorre anche insistere affinché i committenti impostino il rapporto con l'operatore economico in maniera realmente equilibrata da pari a pari e non da re-suddito, vessando il contraente con compensi a forfait e pagamenti differiti all'infinito. In linea generale vanno poi rivisti al più presto i decreti sui compensi e soprattutto vanno incentivati i tecnici della Pubblica Amministrazione a svolgere le attività di programmazione e controllo e non le attività tecniche, sempre più complesse, come la progettazione. Così facendo - riducendo anche le soglie per gli affidamenti diretti e rivedendo la disciplina dell'appalto integrato - potremo prepararci ai prossimi anni nella speranza di creare nuove opportunità per i progettisti, pronti anche a supportare la P.A. con il proprio know how di project management".

Tornando ai dati sulle gare pubblicate ad agosto 2024, si rileva una leggera ripresa di quelle di sola progettazione: se ne contano infatti 86, con un incremento del 7,5% in numero rispetto al mese precedente, per un valore di 34,8 mln (+7,5%). Il confronto con agosto 2023 mostra un consistente incremento in numero (+72,0%), ma un calo nel valore (-37,8%).

Nel periodo gennaio-agosto 2024, i bandi emessi hanno raggiunto un valore di 341,6 mln, con un significativo calo del 68,7% rispetto a gennaio-agosto 2023. Il confronto con il periodo maggio-dicembre 2023 rileva un calo che si attesta al 46,6%.

Nei primi otto mesi del 2024, relativamente alle gare di sola progettazione con importo maggiore di 140.000 euro, è richiesto un ribasso solo sulle spese (e non sul compenso professionale) nel 37,2% dei bandi; nei restanti casi, la gara è gestita con richiesta di un ribasso unico sulla

NOTIZIARI

componente prezzo considerata nella sua interezza (Da: *Comunicato Stampa OICE*, 12 settembre 2024).

Liguria: agosto da record per i Porti of Genova, crescono merci e passeggeri

Il mese di agosto 2024 è stato caratterizzato da una crescita delle merci movimentate nei Porti del Sistema del Mar Ligure Occidentale, 4.992.670 tonnellate (+2,4%) rispetto allo stesso periodo del 2023. In particolare, si sono registrati risultati molto positivi per quanto riguarda il comparto container (+33,7%) e quello delle rinfuse solide (+49,0%). Fra gli altri settori, il comparto della merce convenzionale è rimasto sostanzialmente stabile rispetto ai volumi di traffico di agosto 2023 (-0,4%), mentre si è registrato un calo dei prodotti energetici movimentati (-33,2%), causato in particolare dal rallentamento

della movimentazione di greggio nel Porto di Genova, dovuto a lavori di manutenzione in raffineria. Anche le altre rinfuse liquide hanno registrato un trend al ribasso (-44,7%), determinato in particolare dalle modeste movimentazioni di prodotti chimici (-63,7%), a fronte di una crescita del 4,5% delle altre rinfuse liquide alimentari.

La crescita mensile relativa alle unità di carico movimentate nel settore container è stata del 18,4% rispetto al 2023, per un totale di 255.445 TEU movimentati. L'ottimo trend delle movimentazioni dei container di agosto 2024 rispetto allo stesso mese del 2023 è in massima parte da collegare all'incremento del transhipment (+194,5%). L'incremento di questa tipologia di movimentazione è dipeso dalle scelte organizzativo-logistiche delle compagnie che fanno scalo nei terminal del Sistema Portuale in risposta alle difficili condizioni di na-

vigazione presenti nel Mar Rosso. Il risultato progressivo dei primi 8 mesi del 2024 si attesta a 1.879.118 TEU, in aumento dell'1,3% rispetto allo stesso periodo del 2023.

Per quanto riguarda il traffico dei passeggeri nel picco della stagione estiva, sono aumentati gli utenti dei traghetti del 6,5% con una movimentazione mensile complessiva di 710.084 unità. Tale risultato ha portato in territorio positivo anche i valori del progressivo (+1,5%) rispetto allo stesso periodo 2023. Nello specifico del comparto crociere sono stati movimentati 244.452 passeggeri, in flessione del -6,9% rispetto ad agosto 2023, andamento in parte dipendente da una riduzione del numero delle navi in toccata nel mese. Il risultato progressivo nel settore crociere si è attestato a 1.471.888 passeggeri, in calo del -4,4% rispetto allo stesso periodo del 2023 (Da: *Comunicato Stampa Porto di Genova*, 24 Settembre 2024).

La qualità è il nostro viaggio quotidiano.



ISOTRACK

la divisione trasporti di ISOIL Industria Spa offre soluzioni di qualità da oltre vent'anni in ambito ferroviario.

LE NOSTRE APPLICAZIONI

- Treni ad Alta Velocità, Regionali e Mezzi d'Opera;
- Trasporto urbano su rotaia (metropolitane e tram) e gomma (autobus);
- Sistemi di sicurezza a bordo dei veicoli fino a SIL4.

SERVIZI DI QUALITÀ

- Riparazione qualificata della nostra strumentazione;
- Aggiornamento firmware display;
- Qualifica prodotti per sistemi Ready-to-Use;
- Supporto e consulenze per applicazioni specifiche.



www.isoil.it

ISOIL Industria s.p.a.
Cinisello Balsamo - Milano (Italy)
Via Fratelli Gracchi, 27
tel. +39 0266027.1 - fax +39 026123202
vendite@isoil.it

ISOIL
INDUSTRIA
Le soluzioni che contano

TECNOLOGIE FERROVIARIE

Precise, affidabili, concrete



Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Germania: incontro a Berlino tra l'Ambasciatore A. VARRICCHIO e l'AD del Gruppo FSI, S. DONNARUMMA

Si è tenuto, nell'ambito di InnoTrans, un incontro tra l'Ambasciatore d'Italia in Germania, A. VARRICCHIO, e l'Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FSI, S. DONNARUMMA. L'incontro, organizzato alla vigilia dell'avvio della fiera internazionale leader per la tecnologia dei trasporti, è stato un'importante occasione di confronto sulla presenza del Gruppo FSI nel Paese e sulle ulteriori opportunità di sviluppo nel quadro della cooperazione economica tra Italia e Germania.

Il Gruppo FSI considera l'Europa come il proprio mercato domestico, nel quale è attivo operativamente in ambito ferroviario e stradale. Nell'ambito della strategia di espansione internazionale del Gruppo, la Germania ricopre un ruolo fondamentale. Infatti, FSI vanta una presenza consolidata sul mercato ferroviario tedesco, sia nel trasporto passeggeri sia in quello delle merci. Netinera (società controllata di Trenitalia) è il secondo operatore privato nel trasporto locale tedesco e offre servizi su ferro e gomma in 11 Länder e nelle 3 città-stato di Berlino, Brema e Amburgo. La società TX Logistik (controllata da Mercitalia Logistics) è attiva nel trasporto ferroviario merci e, nel 2023, è diventata il secondo operatore del trasporto merci nel Paese con l'ingresso nella proprietà del terminal logistico di Duisburg e l'acquisizione del Gruppo tedesco Exploris. Non mancano, inol-

tre, prospettive di ulteriore espansione, anche nel mercato dell'alta velocità con i collegamenti Frecciarossa di Trenitalia.

“La collaborazione tra Italia e Germania, le prime due economie manifatturiere d'Europa, si conferma strategica” ha affermato l'Ambasciatore VARRICCHIO. Oltre a rappresentare il primo partner commerciale dell'Italia, Berlino infatti si riconferma il primo mercato di destinazione per il nostro export, il primo fornitore e primo mercato incoming dei flussi turistici. Tutti dati (e primati) a testimonianza di relazioni economiche e commerciali di rilievo assoluto per il Sistema Italia. “In considerazione dell'alto grado di interconnessione tra i due tessuti produttivi vi sono innumerevoli opportunità da ambo le parti e per il nostro Sistema Paese in particolare” ha aggiunto l'Ambasciatore VARRICCHIO.

L'AD e DG del Gruppo FSI, DONNARUMMA, ha affermato: “La Germania è un attore centrale nel mercato ferroviario europeo e rappresenta per noi un Paese in cui continuare a investire ed espandere la nostra presenza, contando sull'ottima collaborazione con i partner locali. Oltre alle attività già consolidate, guardiamo ora all'ingresso nel settore AV tedesco, sfruttando le potenzialità della liberalizzazione del mercato ferroviario europeo, come già fatto in Francia e in Spagna. In partnership con Deutsche Bahn, stiamo infatti lavorando allo sviluppo di nuovi collegamenti *cross-border* che dal 2026 permetteranno di raggiungere Monaco da Roma e Milano con il nostro Frecciarossa 1000” (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 25 settembre 2024).

Germany: meeting in Berlin between Ambassador A. VARRICCHIO and the CEO of the FSI Group, S. DONNARUMMA

A meeting was held, as part of InnoTrans, between the Italian Ambassador to Germany, A. VARRICCHIO, and the CEO and General Manager of the FSI Group, S. DONNARUMMA. The meeting, organized on the eve of the opening of the leading international trade fair for transport technology, was an important opportunity to discuss the presence of the FSI Group in the country and further development opportunities in the framework of economic cooperation between Italy and Germany.

The FSI Group considers Europe as its domestic market, in which it is operationally active in the rail and road sectors. In the context of the Group's international expansion strategy, Germany plays a fundamental role. In fact, FSI boasts a consolidated presence on the German railway market, both in passenger and freight transport. Netinera (a subsidiary of Trenitalia) is the second private operator in German local transport and offers rail and road services in 11 Länder and in the 3 city-states of Berlin, Bremen and Hamburg. The company TX Logistik (controlled by Mercitalia Logistics) is active in rail freight transport and, in 2023, became the second freight transport operator in the country with the entry into ownership of the Duisburg logistics terminal and the acquisition of the German Exploris Group. Furthermore, there is no lack of prospects for further expansion, also in the high-speed market with Trenitalia's Frecciarossa connections.

“The collaboration between Italy and Germany, the first two manufacturing economies in Europe, is confirmed as strategic” stated Ambassador VARRICCHIO. In addition to representing Italy's first commercial partner, Berlin is confirmed as the first destination market for our exports, the first supplier and the first incoming market for tourist flows. All data (and records) testifying to economic and commercial relations of absolute importance for the Italian System. “Considering the

high degree of interconnection between the two productive fabrics, there are countless opportunities on both sides and for our Country System in particular” added Ambassador VARRICCHIO.

The CEO and General Manager of the FSI Group, DONNARUMMA, stated: “Germany is a central player in the European railway market and represents for us a country in which to continue to invest and expand our presence, counting on the excellent collaboration with local partners. In addition to the activities already consolidated, we are now looking at entering the German AV sector, exploiting the potential of the liberalization of the European railway market, as already done in France and Spain. In partnership with Deutsche Bahn, we are in fact working on the development of new cross-border connections that from 2026 will allow us to reach Munich from Rome and Milan with our Frecciarossa 1000” (From: FSI Group Press Release, September 25th, 2024).

Germania: treni regionali automatizzati

Alstom ha presentato a Salzgitter, in Germania, il progetto ARTE (*Autonomous Regional Train Evolution*) (Fig. 1). Il progetto ARTE è un progetto di ricerca congiunto di Alstom, del Centro aerospaziale tedesco (DLR) e del Dipartimento delle operazioni ferroviarie e delle infrastrutture della TU di Berlino con il supporto finanziario del Ministero Federale per gli affari economici e l'azione per il clima e del Ministero dell'economia, dei trasporti, dell'edilizia e della digitalizzazione della Bassa Sassonia. La *Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen* (LNVG) sta fornendo due treni regionali per i test. Il progetto è destinato a supportare in modo decisivo la digitalizzazione della rete ferroviaria tedesca attraverso l'implementazione di operazioni ferroviarie automatizzate (ATO) utilizzando il sistema europeo di controllo dei treni (ETCS) senza la necessità di ulteriori apparecchiature a bordo. Poiché Alstom sta lavorando per sfruttare appieno l'automazione, questa iniziativa si concentra sulle li-



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – I treni senza conducente stanno diventando sempre più praticabili grazie ai progressi nell'intelligenza artificiale, nella tecnologia dei sensori e nella connettività.

Figure 1 – Driverless trains are becoming increasingly viable thanks to advancements in artificial intelligence, sensor technology, and connectivity.

nee ferroviarie esistenti, garantendo una transizione fluida verso operazioni modernizzate.

Il progetto ARTE intende mostrare come l'operazione ferroviaria automatizzata e accompagnata può essere implementata nella rete ferroviaria odierna mediante il retrofit dei veicoli. La guida automatizzata richiede sistemi di telecamere per il rilevamento degli ostacoli e, al posto delle apparecchiature ETCS a bordo, un sistema di riconoscimento delle immagini adatto elabora i segnali ferroviari esistenti. Oggi a Salzgitter, una delegazione di stampa internazionale è riuscita a percorrere alcuni km in modalità autonoma, ovvero senza l'intervento di un macchinista. Sono stati anche in grado di assistere al funzionamento remoto del treno (RTO) utilizzando un tablet. L'RTO funge da soluzione di riserva per riprendere il controllo manuale di un treno senza un macchinista a bordo.

“Mentre siamo sull'orlo di una nuova era nel settore ferroviario, l'adozione di sistemi senza conducente annuncia un futuro in cui i treni funzionano senza problemi, le città prosperano e le comunità si collegano come mai prima d'ora”, ha affermato F. KITTELMANN, Direttore della

mobilità autonoma di Alstom. “Nel panorama in evoluzione dei trasporti, la tecnologia senza conducente è più di una tendenza, rappresenta una rivoluzione. Mentre le discussioni spesso evidenziano i veicoli autonomi, il potenziale del trasporto ferroviario senza conducente è altrettanto trasformativo”.

- Funzionamento remoto del treno

Grazie ai sistemi di funzionamento remoto del treno (RTO), gli operatori sarebbero in grado di controllare i treni da remoto. E sia dal deposito che da una stazione di guida remota dedicata, sarebbero quindi in grado di prendere il controllo del treno e guidarlo fino alla stazione successiva. Nel caso di RTO, il progetto ARTE fornisce una soluzione molto semplice: un tablet collegato al controllo del treno.

Quindi, gli operatori vedrebbero sempre la trasmissione in diretta della telecamera di fronte al treno, fornendo al macchinista remoto lo stesso tipo di visibilità che avrebbe il macchinista effettivo. Possono frenare il treno e accelerarlo, da remoto.

Il DLR supporta questo processo analizzando e valutando i risultati su una base specifica per le parti interes-

sate per definire nuovi ruoli e compiti per il personale operativo, nonché opportunità per la loro qualificazione. Gli obiettivi della TU Berlin sono sviluppare e testare un controllo remoto mobile semplice e flessibile e assicurarsi che i requisiti di sicurezza siano soddisfatti e che venga ottenuta l'approvazione degli enti di valutazione.

“Se guardiamo al progetto RTO, abbiamo preso di proposito un treno che ha già un paio d'anni alle spalle e abbiamo implementato una tecnologia all'avanguardia”, ha affermato F. KITTELMANN. “Ciò ci consente di dimostrare la nostra capacità di aggiornare sostanzialmente qualsiasi treno al mondo dal funzionamento manuale a quello automatizzato”.

- La promessa del trasporto ferroviario senza conducente

I treni senza conducente stanno diventando sempre più praticabili grazie ai progressi nell'intelligenza artificiale, nella tecnologia dei sensori e nella connettività. Queste innovazioni rappresentano un'opportunità per rimodellare la sicurezza, la sostenibilità e l'efficienza operativa del trasporto pubblico. Possono anche supportare la crescita economica.

- Sicurezza

I sistemi senza conducente offrono l'opportunità di migliorare notevolmente la sicurezza riducendo al minimo il coinvolgimento umano, riducendo significativamente il rischio di errori. I treni autonomi monitorano costantemente il loro ambiente, rispondono rapidamente agli ostacoli e rispettano rigorosi protocolli di sicurezza.

- Sostenibilità

L'“European Green Deal” mira a raggiungere una riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030, sottolineando la necessità di adottare tecnologie innovative come il trasporto ferroviario senza conducente per soddisfare gli obiettivi di sostenibilità.

- Efficienza operativa

I treni autonomi possono funzionare 24 ore su 24 senza i tempi di

inattività richiesti dai sistemi tradizionali, con conseguente riduzione dei costi operativi e miglioramento della qualità del servizio.

Crescita economica:

Sistemi ferroviari efficienti svolgono un ruolo cruciale nella crescita economica. Paesi come Cina e India stanno investendo molto nelle loro infrastrutture ferroviarie, riconoscendo che servizi ferroviari moderni e affidabili possono guidare lo sviluppo economico e migliorare la connettività (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 23 settembre 2024).

Germany: Automated Regional Trains

Alstom presented in Salzgitter, Germany, the ARTE (Autonomous Regional Train Evolution) project (Fig. 1). The ARTE Project is a joint research project of Alstom, the German Aerospace Center (DLR) and the Rail Operations and Infrastructure Department at TU Berlin with funding support from the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action and Lower Saxony's Ministry of Economics, Transport, Building and Digitalisation. The Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen (LNVG) is providing two regional trains for the tests. The project is set to decisively support the digitalisation of the German rail network through implementing automated train operations (ATO) using the European Train Control System (ETCS) without the need for additional trackside equipment. As Alstom is working towards fully leveraging automation, this initiative focuses on existing rail lines, ensuring a seamless transition to modernised operations.

The ARTE project is intended to show how accompanied, automated train operation can be implemented in today's rail network by retrofitting the vehicles. Automated driving requires camera systems for obstacle detection, and instead of trackside ETCS equipment, a suitable image recognition system processes the existing railway signals. Today in Salzgitter, a delegation of international press was able to travel a few km in autonomous mode,

meaning without the intervention of a driver. They were also able to witness remote train operation (RTO) using a tablet. RTO serves as a fallback solution to regain manual control of a train without a driver on board.

“As we stand on the brink of a new era in rail, the embrace of driverless systems heralds a future where trains operate seamlessly, cities thrive, and communities connect like never before”, said F. KITTELMANN, Alstom Autonomous Mobility Director. “In the evolving landscape of transportation, driverless technology is more than a trend, it represents a revolution. While discussions often highlight autonomous vehicles, the potential of driverless rail transport is equally transformative”.

- Remote Train Operation

Thanks to Remote Train Operation (RTO) systems, operators would be able to control trains remotely. And either from the depot or from a dedicated remote driving station, they would then be able to take control of the train and drive it to the next station. In the case of RTO, the ARTE project is providing a very simple solution – a tablet which is linked in with the train control.

So, operators would always see the live transmission of the camera in front of the train, providing the remote driver with the same kind of visibility the actual driver would have. They can break the train, and they can accelerate the train, remotely.

The DLR supports this by analysing and evaluating the findings on a stakeholder-specific basis to define new roles and tasks for the operating personnel as well as opportunities for their qualification. The objectives of TU Berlin are to develop and test an easy and flexible mobile remote control and making sure that safety requirements are fulfilled, and approval of the assessment bodies is obtained.

“If we look at the RTO project, we have on purpose taken a train which already has a couple of years under its belt, and we have implemented leading edge technology,” said F. KITTELMANN. “That allows us to demonstrate our ability to basically upgrade any train in

the world from manual to automated operation.”

- *The Promise of Driverless Rail*

Driverless trains are becoming increasingly viable thanks to advancements in artificial intelligence, sensor technology, and connectivity. These innovations present a chance to reshape the safety sustainability, and operational efficiency of public transit. They can also support economic growth.

- *Safety*

Driverless systems provide an opportunity to enhance safety dramatically by minimising human involvement, significantly reducing the risk of errors. Autonomous trains continuously monitor their environment, respond swiftly to obstacles, and comply with stringent safety protocols.

- *Sustainability*

The ‘European Green Deal’ aims to achieve a reduction in greenhouse gas emissions by at least 55% compared to 1990 levels by 2030, underscoring the necessity of adopting innovative technologies like driverless rail transport to meet sustainability targets.

- *Operational Efficiency*

Autonomous trains can operate around the clock without the downtime that traditional systems require, resulting in reduced operational costs and enhanced service quality.

Economic Growth:

Efficient rail systems play a crucial role in economic growth. Countries like China and India are investing heavily in their rail infrastructure, recognizing that modern, reliable rail services can drive economic development and enhance connectivity (From: Alstom Press Release, September 23rd, 2024).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Germania: Busitalia e Qbuzz, la rivoluzione del bus a guida autonoma

Busitalia, parte del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, è una sub-hol-

ding che si occupa di servizi di mobilità su gomma in Italia e nei Paesi Bassi. Il core business di Busitalia è il trasporto pubblico locale, con un approccio intermodale che integra perfettamente la rete ferroviaria, sia nei centri urbani che nelle aree extraurbane. Operativa in diverse regioni italiane, tra cui Umbria, Veneto e Campania, Busitalia gestisce una vasta gamma di servizi, tra cui bus urbani, tram, minimetro, e servizi di navigazione. A livello internazionale, Busitalia opera nei Paesi Bassi tramite Qbuzz, consolidandosi come un attore chiave anche a livello europeo. L'azienda è inoltre impegnata in un ambizioso piano di rinnovo della flotta, con oltre 1.100 nuovi autobus in arrivo entro il 2024, e sperimenta soluzioni innovative come i bus a idrogeno.

Qbuzz, acquisita da Busitalia nel 2017, gestisce il trasporto pubblico locale nei Paesi Bassi, coprendo le aree di Utrecht, Groningen-Drenthe e Drechtsteden. L'azienda è pioniera nella transizione verso la mobilità a zero emissioni, con una flotta di 278 autobus elettrici e 30 autobus a idrogeno. Grazie al monitoraggio in tempo reale dei veicoli, Qbuzz è in grado di migliorare l'efficienza operativa e prevenire problemi tecnici, offrendo un servizio di alta qualità. L'obiettivo di Qbuzz è di eliminare completamente i veicoli a diesel entro il 2030, in linea con le normative olandesi che vietano l'acquisto di autobus a gasolio dal 2025. L'azienda continua a innovare con progetti come il deposito autonomo di Groningen, che rappresenta un importante esempio di come l'automazione possa essere integrata nel sistema di trasporto pubblico per migliorare l'efficienza operativa e ridurre i costi, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

Qbuzz opera in diverse regioni dei Paesi Bassi, gestendo una flotta di oltre 1.500 autobus, di cui una parte significativa è già a emissioni zero. In particolare:

- 437 autobus nella regione di Groningen-Drenthe, di cui 194 a zero emissioni.

- 304 autobus nella regione di Utrecht, di cui 69 a zero emissioni, oltre a 44 tram.
- 161 autobus nella regione DMG, con 43 a zero emissioni.

Busitalia, in collaborazione con Qbuzz, è tra i protagonisti di InnoTrans 2024, la principale fiera internazionale dedicata al trasporto ferroviario e alla mobilità innovativa, che si tiene a Berlino dal 24 al 27 settembre. Al centro della partecipazione di Busitalia e Qbuzz la presentazione del bus a guida autonoma, una delle più avanzate tecnologie destinate a rivoluzionare il trasporto pubblico.

- *Tecnologia avanzata per il trasporto pubblico del futuro*

Il bus a guida autonoma è stato sviluppato per rispondere a diverse sfide chiave del settore dei trasporti, tra cui la carenza di autisti, l'aumento della domanda di mobilità e la necessità di ridurre i costi operativi. Basato su un kit di autopilota retrofit a basso costo, il bus utilizza tecnologie all'avanguardia, tra cui sensori ad alta affidabilità e un sistema di controllo *drive-by-wire*. Queste soluzioni permettono una gestione sicura e flessibile del veicolo, garantendo un servizio continuativo anche in aree e fasce orarie dove il trasporto pubblico tradizionale risulta meno sostenibile.

I vantaggi offerti da questa tecnologia includono: la riduzione dei costi operativi grazie all'aumento delle ore di operatività con minori spese di gestione; una risposta alla carenza di autisti, offrendo un supporto alle flotte di autobus esistenti e ottimizzando la distribuzione delle risorse umane; un contributo alla sicurezza stradale, grazie all'uso di sistemi autonomi in grado di ridurre al minimo l'errore umano.

- *Qbuzz: pioniera dell'automazione con il primo deposito autonomo*

Tra i principali casi studio di successo presentati a InnoTrans 2024, c'è l'esperienza di Qbuzz, operatore di trasporto pubblico nei Paesi Bassi e parte del gruppo Busitalia, che ha implementato con successo il primo

deposito per autobus autonomi nella città di Groningen. Questo deposito automatizzato consente operazioni sicure e senza intervento umano, come il lavaggio, il rifornimento e il parcheggio dei veicoli. In questo modo, si riduce il rischio di incidenti e si libera spazio per ulteriori infrastrutture, come stazioni di ricarica per autobus elettrici.

- *Obiettivi e visione per il futuro*

La partecipazione a InnoTrans 2024 è parte integrante della strategia di Busitalia e QBuzz di porsi all'avanguardia nel settore della mobilità automatizzata. L'obiettivo è sviluppare soluzioni che permettano di integrare il trasporto autonomo nei servizi di trasporto pubblico esistenti entro il 2040, migliorando l'efficienza e riducendo l'impatto ambientale. Progetti come il deposito di Groningen e i test su corsie dedicate nel Nord-Olanda dimostrano la concreta fattibilità di queste tecnologie e la loro capacità di rispondere alle esigenze di mobilità di domani (Da: *Comunicato Stampa Busitalia Gruppo FSI*, 26 settembre 2024).

Germany: Busitalia and Qbuzz, the revolution of self-driving buses

Busitalia, part of the Ferrovie dello Stato Italiane group, is a sub-holding that deals with road mobility services in Italy and the Netherlands. Busitalia's core business is local public transport, with an intermodal approach that perfectly integrates the railway network, both in urban centers and in extra-urban areas. Operating in several Italian regions, including Umbria, Veneto and Campania, Busitalia manages a wide range of services, including urban buses, trams, minimetro, and navigation services. Internationally, Busitalia operates in the Netherlands through Qbuzz, consolidating itself as a key player also at European level. The company is also engaged in an ambitious fleet renewal plan, with over 1,100 new buses arriving by 2024, and is experimenting with innovative solutions such as hydrogen buses.

Qbuzz, acquired by Busitalia in 2017, operates local public transport in the Netherlands, covering the areas of Utrecht, Groningen-Drenthe and Drechtsteden. The company is a pioneer in the transition to zero-emission mobility, with a fleet of 278 electric buses and 30 hydrogen buses. Thanks to real-time monitoring of vehicles, Qbuzz can improve operational efficiency and prevent technical issues, offering a high-quality service. Qbuzz's goal is to completely phase out diesel vehicles by 2030, in line with Dutch regulations that prohibit the purchase of diesel buses from 2025. The company continues to innovate with projects such as the autonomous depot in Groningen, which represents an important example of how automation can be integrated into the public transport system to improve operational efficiency and reduce costs, contributing to the achievement of sustainability goals.

QBuzz operates in several regions of the Netherlands, managing a fleet of over 1,500 buses, a significant part of which are already zero-emission. In particular:

- *437 buses in the Groningen-Drenthe region, of which 194 are zero-emission.*
- *304 buses in the Utrecht region, of which 69 are zero-emission, as well as 44 trams.*
- *161 buses in the DMG region, with 43 zero-emission.*

Busitalia, in collaboration with QBuzz, is among the protagonists of InnoTrans 2024, the main international fair dedicated to rail transport and innovative mobility, which will be held in Berlin from 24 to 27 September. At the heart of Busitalia and QBuzz's participation is the presentation of the self-driving bus, one of the most advanced technologies destined to revolutionize public transport.

- *Advanced technology for the public transport of the future*

The self-driving bus has been developed to address several key challenges in the transport sector, including the shortage of drivers, the increase in mo-

bility demand and the need to reduce operating costs. Based on a low-cost retrofit autopilot kit, the bus uses cutting-edge technologies, including highly reliable sensors and a drive-by-wire control system. These solutions enable safe and flexible management of the vehicle, ensuring continuous service even in areas and time slots where traditional public transport is less sustainable.

The benefits offered by this technology include: reducing operating costs by increasing operating hours with lower management costs; responding to the shortage of drivers by supporting existing bus fleets and optimising the allocation of human resources; contributing to road safety by using autonomous systems that minimise human error.

- *QBuzz: pioneering automation with the first autonomous depot*

Among the key success stories presented at InnoTrans 2024, there is the experience of QBuzz, a public transport operator in the Netherlands and part of the Busitalia group, which has successfully implemented the first autonomous bus depot in the city of Groningen. This automated depot enables safe and unattended operations, such as washing, refueling and parking vehicles. This reduces the risk of accidents and frees up space for additional infrastructure, such as charging stations for electric buses.

- *Goals and vision for the future*

*Participation in InnoTrans 2024 is an integral part of Busitalia and QBuzz's strategy to be at the forefront of automated mobility. The aim is to develop solutions that allow autonomous transport to be integrated into existing public transport services by 2040, improving efficiency and reducing environmental impact. Projects such as the Groningen depot and the tests on dedicated lanes in North Holland demonstrate the concrete feasibility of these technologies and their ability to respond to the mobility needs of tomorrow (From: *Busitalia FSI Group Press Release*, September 23rd, 2024).*

**TRASPORTI INTERMODALI
INTERMODAL TRANSPORTATION**

**Internazionale: container al
posto del carbone, inaugurato
il terminal Gateway di
Duisburg**

È una delle tappe più significative nella storia di oltre 300 anni del porto di Duisburg: è stato inaugurato ufficialmente il *Duisburg Gateway Terminal* (DGT) sull'ex isola del carbone. Alle 12:00, il Primo Ministro della Renania Settentrionale-Vestfalia H. WÜST, il Lord Mayor di Duisburg S LINK, i rappresentanti dei quattro azionisti della DGT *duisport*, HTS, Hupac e PSA nonché l'istituto di ricerca Fraunhofer UMSICHT hanno premuto il pulsante di avvio simbolico alla presenza di circa 250 ospiti invitati. La prima fase di costruzione è stata completata e il DGT è ora ufficialmente operativo (Fig. 2).

H. WÜST, Ministro Presidente della Renania Settentrionale-Vestfalia: "Dove per oltre 100 anni è stato gestito il carbone, ora c'è un terminal container a impatto zero sul clima. Il *Duisport Gateway Terminal* è un esempio straordinario di cambiamento strutturale di successo nella regione della Ruhr: l'implementazione dall'idea iniziale al completamento in pochi anni dimostra che noi della Renania Settentrionale-Vestfalia stiamo dettando il passo. Ci vogliono volontà e coraggio per attuare rapidamente i cambiamenti necessari, e questo è stato raggiunto a Duisburg. Passando al trasporto merci a impatto zero sul clima, il terminal è anche una pietra miliare sulla nostra strada per diventare uno stato industriale a impatto zero sul clima. Con l'apertura del *Duisport Gateway Terminal*, stiamo dimostrando come l'industria e la neutralità climatica possano lavorare insieme con successo".

Lord Mayor S. LINK: "Duisburg svolgerà un ruolo sempre più centrale nella transizione energetica tedesca in futuro. Lo si può già vedere qui al porto: dove un tempo venivano movimentate milioni di tonnellate di carbone, il Duisburg Gateway Terminal

sta dando un contributo pionieristico alla riduzione di CO2. La logistica del futuro viene creata con l'aiuto della tecnologia dell'idrogeno. Tutti i partner coinvolti possono esserne giustamente orgogliosi".

- Decimo terminal container nel porto di Duisburg

Il DGT non è solo il decimo terminal container nel porto di Duisburg, ma sarà anche il più grande terminal interno d'Europa una volta completato.

"Quando tutte le parti, aziende, progettisti, autorità, politici e associazioni di cittadini, lavorano insieme e cercano soluzioni, allora abbiamo successo. Possiamo vedere il risultato di un progetto comune così riuscito qui oggi", sottolineano gli amministratori delegati di Duisburg Gateway Terminal GmbH, C. KAHLERT e S. ZÖLLE.

"Con il *Duisburg Gateway Terminal*, stiamo aumentando le capacità di movimentazione nel porto di Duisburg di circa 850.000 TEU all'anno. Stiamo quindi espandendo ulterio-

mente la nostra posizione come uno dei più importanti hub logistici in Europa e rafforzando la nostra funzione di spina dorsale del settore nella Renania Settentrionale-Vestfalia", afferma il CEO di *duisport* M. BANGEN.

"Il *Duisburg Gateway Terminal* stabilisce standard in termini di produttività e vicinanza al mercato: con binari di trasbordo lunghi 730 m, processi completamente digitalizzati e una posizione centrale nel cuore dell'Europa, la struttura offre prerequisiti essenziali per il successo del trasporto combinato", afferma M. STAHLHUT, CEO del Gruppo Hupac. "Che si tratti dei porti ARA, del corridoio Reno-Alpi o dell'Europa orientale, la logistica in tutta Europa trarrà vantaggio dal nuovo terminal".

M. HEUVELMANN, Direttore di HTS Intermodaal B.V.: "La buona posizione, le dimensioni e la neutralità climatica offrono ottime opportunità per il settore della logistica e dei trasporti. Il terminal è un arricchimento per la logistica a Duisburg e nei dintorni".

V. NG, CEO regionale di *PSA Eu-*



(Fonte – Source: Hupac)

Figura 2 – Il *terminal Gateway* è una delle tappe più significative nella storia ultracentenaria del porto di Duisburg: è stato inaugurato ufficialmente il *Duisburg Gateway Terminal* (DGT) sull'ex isola del carbone.

Figure 2 – *Gateway Terminal* is one of the most significant milestones in the more than 300-year history of the Port of Duisburg: today, Monday, the *Duisburg Gateway Terminal* (DGT) was officially opened on the former coal island.

rope & Mediterranean e PSA Middle East South Asia: “L’apertura del Duisburg Gateway Terminal è un evento fondamentale per il porto di Duisburg e PSA è onorata di celebrare questo risultato insieme ai nostri stimati partner *duisport*, Hupac e HTS. Con l’integrazione di iniziative di innovazione, tecnologia e sostenibilità, questo terminal interno è destinato a diventare una struttura di livello mondiale, aprendo la strada a un porto e a una rete di filiera di fornitura più efficienti ed ecosostenibili per il suo entroterra”.

- Progetto modello per il futuro della logistica

Il *Duisburg Gateway Terminal* è un progetto modello per il futuro della logistica sotto molti aspetti: tutti i movimenti delle merci sono controllati digitalmente sul sito, che copre 33 campi da calcio. Il progetto “enerPort II” svolge un ruolo cruciale qui. Come parte del progetto, in cui sono coinvolti in egual misura economia e scienza, nel porto di Duisburg si sta realizzando un concetto per la completa trasformazione energetica del terminal.

M. HEUVELMANN, Direttore di HTS Intermodaal B.V.: “La buona posizione, le dimensioni e la neutralità climatica offrono ottime opportunità per il settore della logistica e dei trasporti. Il terminal è un arricchimento per la logistica a Duisburg e nei dintorni”.

V. Ng, CEO regionale di *PSA Europe & Mediterranean* e *PSA Middle East South Asia*: “L’apertura del Duisburg Gateway Terminal è un evento fondamentale per il porto di Duisburg e PSA è onorata di celebrare questo traguardo insieme ai nostri stimati partner *duisport*, Hupac e HTS. Con l’integrazione di iniziative di innovazione, tecnologia e sostenibilità, questo terminal interno è destinato a diventare una struttura di livello mondiale, aprendo la strada a un porto e a una rete di filiera più efficienti ed ecocompatibili per il suo entroterra”.

- Progetto modello per il futuro della logistica

Il *Duisburg Gateway Terminal* è un progetto modello per il futuro della logistica sotto molti aspetti: tutti i movimenti delle merci sono controllati digitalmente sul sito, che copre 33 campi da calcio. Il progetto “enerPort II” svolge un ruolo cruciale in questo caso. Come parte del progetto, in cui sono coinvolti in egual misura economia e scienza, nel porto di Duisburg si sta realizzando un concetto per la completa trasformazione energetica del terminal.

L’obiettivo di “enerPort II” è dimostrare per la prima volta che anche un terminal di queste dimensioni può essere gestito in modo completamente neutrale dal punto di vista climatico con la generazione locale di calore ed elettricità. Sul DGT verrà installato un sistema energetico sostenibile che combina energie rinnovabili, accumulo di energia, consumatori e varie tecnologie dell’idrogeno. I componenti chiave includono un sistema fotovoltaico, sistemi di celle a combustibile e motori a idrogeno per la generazione di energia e l’accumulo di batterie. Una rete energetica locale intelligente collega i vari sistemi energetici e unità di accumulo per rifornire i consumatori al terminal, tra cui alimentazione da terra, punti di ricarica e sistemi di gru. Inoltre, in teoria si sta prendendo in considerazione anche una futura fornitura per i distretti limitrofi.

- Il progetto enerPort II stabilisce gli standard

“La cosa eccezionale di enerPort II è sia la cooperazione tra scienza e industria sia il passo coraggioso verso la realizzazione. Stiamo già acquisendo una preziosa esperienza nella pianificazione e nel funzionamento dei futuri sistemi energetici”, afferma la Prof.ssa Dott.ssa A. GREVÉ, Responsabile del Dipartimento di accumulo di energia elettrochimica presso Fraunhofer UMSICHT. L’istituto con sede a Oberhausen sta guidando il progetto di ricerca insieme a *duisport*.

Altri partner sono *Westenergie Netzservice GmbH*, *Rolls-Royce Power Systems AG*, *Netze Duisburg GmbH*, *Stadtwerke Duisburg AG* e *Stadtwerke Duisburg Energiehandel GmbH*. Il

Ministero federale dell’economia e della protezione del clima (BMWK) nell’ambito della “*Hydrogen Technology Campaign*” finanzia il progetto enerPort II.

- Cifre, dati e fatti sul *Duisburg Gateway Terminal* (DGT)
 - o Azionisti: *duisport*, HTS, Hupac, PSA
 - o Amministratori delegati: C. KAHLERT, S. ZÖLLE
 - o Costi di costruzione (prima fase di costruzione incl. progetto enerPort II e ponte): circa 120 milioni di euro, di cui circa 50 milioni di euro di sovvenzioni
 - o Tempo di costruzione: 2 anni
 - o Superficie del terminal: 235.000 m².
 - o Superficie messa in funzione (prima fase di costruzione): 150.000 m².
 - o Capacità (ampliamento finale): fino a 850.000 TEU
 - o 6 binari per treni blocco sotto gru (in ampliamento finale: 12)
 - o Lunghezza dei binari >730 m
 - o 3 sistemi di gru a portale (in ampliamento finale: almeno 6)
 - o 6 attracchi per chiatte (Da: *Comunicato Stampa Hupac*, 12 settembre 2024).

International: containers instead of coal, Gateway terminal in Duisburg inaugurated

It is one of the most significant milestones in the more than 300-year history of the Port of Duisburg: the Duisburg Gateway Terminal (DGT) was officially opened on the former coal island. At 12:00 pm, North Rhine-Westphalia's Prime Minister H. WÜST, Duisburg's Lord Mayor S LINK, representatives of the four DGT shareholders duisport, HTS, Hupac and PSA as well as the Fraunhofer UMSICHT research institute pressed the symbolic start button in the presence of around 250 invited guests. The first construction phase has been completed and the DGT is now officially operational (Fig.2).

H. WÜST, Minister President of North Rhine-Westphalia: “Where coal was handled for more than 100 years, there is now a climate-neutral container terminal. The Duisport Gateway Terminal is an outstanding example of successful structural change in the Ruhr region: the implementation from the initial idea to completion in just a few years shows that we in North Rhine-Westphalia are setting the pace. It takes will and courage to implement the necessary changes quickly - and this has been achieved in Duisburg. By switching to climate-neutral freight transportation, the terminal is also a milestone on our way to becoming a climate-neutral industrial state. With the opening of the Duisport Gateway Terminal, we are demonstrating how industry and climate neutrality can work together successfully.”

Lord Mayor S. LINK: “Duisburg will play an increasingly central role in the German energy transition in the future. This can already be seen here at the harbour: Where millions of tonnes of coal used to be handled, the Duisburg Gateway Terminal is making a pioneering contribution to CO₂ reduction. Logistics of the future is being created with the help of hydrogen technology. All partners involved can be justifiably proud of this.”

- Tenth container terminal in the Port of Duisburg

The DGT is not only the tenth container terminal in the Port of Duisburg, it will also be the largest inland terminal in Europe when completed.

“When all sides – companies, planners, authorities, politicians and citizens’ associations – work together and look for solutions, then we are successful. We can see the result of such a successful joint project here today”, emphasize the Managing Directors of Duisburg Gateway Terminal GmbH, C. KAHLERT and S. ZÖLLE.

“With the Duisburg Gateway Terminal, we are increasing the handling capacities in the Port of Duisburg by around 850,000 TEU’s per year. We are thus further expanding our position as one of the most important logistics hubs in Europe and strengthening our

function as the backbone of the industry in North Rhine-Westphalia”, says Duisport CEO M. BANGEN.

“The Duisburg Gateway Terminal sets standards in terms of productivity and market proximity: with 730-m-long transshipment tracks, fully digitalised processes and a central location in the heart of Europe, the facility offers essential prerequisites for the success of combined transport,” says M. STAHLHUT, CEO of the Hupac Group. “Whether ARA ports, the Rhine-Alpine corridor or Eastern Europe - logistics throughout Europe will benefit from the new terminal.”

M. HEUVELMANN, Director of HTS Intermodaal B.V.: “The good location, size and climate neutrality offer very good opportunities for the logistics and transport industry. The terminal is an enrichment for logistics in and around Duisburg.”

V. NG, Regional CEO of PSA Europe & Mediterranean and PSA Middle East South Asia: “The opening of Duisburg Gateway Terminal is a milestone event for the Port of Duisburg, and PSA is honored to celebrate this achievement alongside our esteemed partners Duisport, Hupac and HTS. With the integration of innovation, technology and sustainability initiatives, this inland terminal is set to become a world-class facility, paving the way for a more efficient and environmentally friendly port and supply chain network for its hinterland.”

- Model project for the future of logistics

The Duisburg Gateway Terminal is a model project for the future of logistics in many respects: all goods movements are digitally controlled on the site, which covers 33 football pitches. The ‘enerPort II’ project plays a crucial role here. As part of the project, in which business and science are equally involved, a concept for the complete energy transformation of the terminal is being realized in the Port of Duisburg.

The aim of ‘enerPort II’ is to demonstrate for the first time that even a terminal of this size can be operated in a completely climate-neutral manner with local generation of heat and

electricity. A sustainable energy system will be installed on the DGT that combines renewable energies, energy storage, consumers and various hydrogen technologies. Key components include a photovoltaic system, fuel cell systems and hydrogen engines for power generation as well as battery storage. An intelligent local energy network links the various energy systems and storage units to supply consumers at the terminal - including shore power, charging points and crane systems. In addition, a future supply for neighbouring districts is also being considered in theory.

- enerPort II project sets standards

“The outstanding thing about enerPort II is both the cooperation between science and industry and the bold step towards realisation. We are already gaining valuable experience in the planning and operation of future energy systems,” says Prof Dr Anna Grevé, Head of the Electrochemical Energy Storage Department at Fraunhofer UMSICHT. The Oberhausen-based institute is leading the research project together with Duisport.

Other partners are Westenergie Netzservice GmbH, Rolls-Royce Power Systems AG, Netze Duisburg GmbH, Stadtwerke Duisburg AG and Stadtwerke Duisburg Energiehandel GmbH. The Federal Ministry of Economics and Climate Protection (BMWK) as part of the ‘Hydrogen Technology Campaign’ fund the enerPort II project.

- Figures, data and facts about the Duisburg Gateway Terminal (DGT)
 - Shareholders: Duisport, HTS, Hupac, PSA
 - Managing directors: Christoph Kahlert, Sven Zölle
 - Construction costs (1st construction phase incl. enerPort II project and bridge): around 120 million euros, including around 50 million euros in subsidies
 - Construction time: 2 years
 - Terminal area: 235,000 m²
 - Area put into operation (1st construction phase): 150,000 m²

- o *Capacity (final expansion): up to 850,000 TEU's*
- o *6 block train tracks under crane (in final expansion: 12)*
- o *Track length >730 m*
- o *3 portal crane systems (in final expansion: at least 2)*
- o *6 berths for barges (From: Hupac Press Release, September 12th, 2024).*

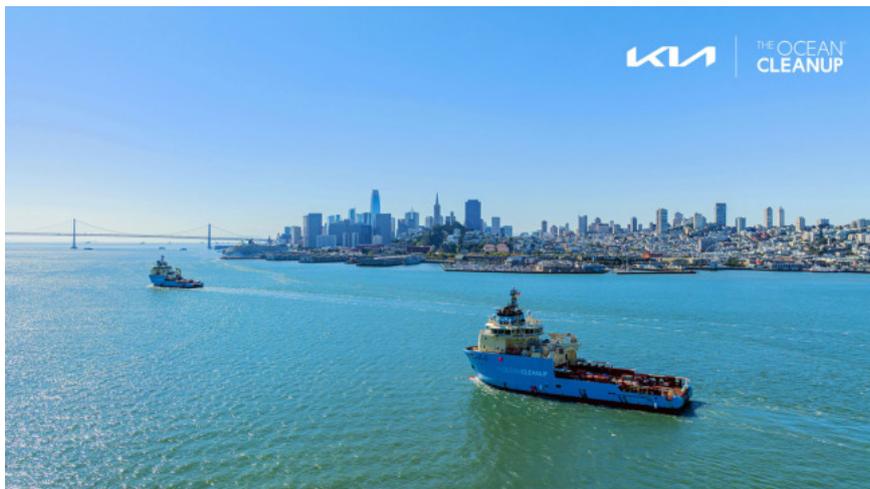
Corea del Sud-USA: Internazionale: Kia e The Ocean Cleanup celebrano i risultati della partnership e tracciano il futuro per la pulizia del Great Pacific Garbage Patch

Kia Corporation e il partner globale *The Ocean Cleanup* (Fig. 3) stanno celebrando un traguardo significativo nella loro strategia congiunta per contrastare l'inquinamento da plastica negli oceani del mondo. Tornando simbolicamente al porto di San Francisco da cui la nave System 001 di prima generazione ha intrapreso il suo viaggio inaugurale sei anni fa, l'attuale System 03 di *The Ocean Cleanup* ha completato un significativo trasporto.

Dall'istituzione della partnership nel 2022, il supporto di Kia ha aiutato *The Ocean Cleanup* a rimuovere oltre un milione di libbre di plastica dal più grande accumulo di rifiuti galleggianti del mondo, il *Great Pacific Garbage Patch* (GPGP), che ha una superficie stimata di 1,6 milioni di km quadrati.

In un passo significativo verso il raggiungimento della sua missione di liberare gli oceani del mondo dalla plastica, *The Ocean Cleanup* ha annunciato una tempistica chiara per la pulizia del GPGP. Mentre i dati raccolti durante le operazioni di questa stagione suggeriscono che il GPGP potrebbe potenzialmente essere ripulito entro 10 anni grazie ai miglioramenti tecnologici identificati, la ONG globale sta spingendo i limiti e mira a dimezzare il tempo necessario per ripulire il GPGP a cinque anni.

C. RYU, Senior Vice President e



(Fonte - Source: KIA)

Figura 3 - Il supporto continuo di Kia ha consentito la rimozione di oltre un milione di libbre di plastica dal Great Pacific Garbage Patch (GPGP); la partnership con *The Ocean Cleanup* è in linea con la trasformazione strategica di Kia in un fornitore di soluzioni di mobilità sostenibile.

Figure 3 - Ongoing support from Kia has enabled the removal of over one million pounds of plastic from the Great Pacific Garbage Patch (GPGP); Partnership with The Ocean Cleanup aligns with Kia's strategic transformation into a sustainable mobility solutions provider.

Head of the Global Brand & CX Division presso Kia Corporation, ha affermato: "Tutti noi di Kia estendiamo le nostre più sentite congratulazioni al team di *The Ocean Cleanup* per la sua continua dedizione e il duro lavoro come unica organizzazione che affronta attivamente l'inquinamento da plastica nel GPGP. Siamo onorati di essere un sostenitore chiave delle sue attività di pulizia degli oceani e non vediamo l'ora di un capitolo ancora più ambizioso della nostra partnership mentre il Sistema 03 e le operazioni vengono migliorati per accorciare i tempi di pulizia".

Nel 2025, *The Ocean Cleanup* si concentrerà sull'implementazione di una nuova iniziativa di caccia ai punti caldi progettata per mappare i "punti caldi", o aree di intenso accumulo di plastica nel GPGP, per aumentare l'impatto delle future estrazioni.

"*The Ocean Cleanup* è un'organizzazione internazionale senza scopo di lucro e le nostre operazioni si basano sulle nostre incredibili partnership", ha affermato B. SLAT, fondatore e CEO di *The Ocean Cleanup*. "La no-

stra partnership con Kia sta definendo un nuovo standard per il modo in cui le organizzazioni possono guidare un vero cambiamento. Insieme, stiamo dimostrando che l'innovazione e l'impegno possono liberare gli oceani dalla plastica e ispirare altri a seguire il nostro esempio. I prodotti nati da questa collaborazione simboleggiano il nostro progresso condiviso e l'impatto tangibile delle soluzioni sostenibili".

Negli ultimi due anni e mezzo, Kia e *The Ocean Cleanup* hanno lavorato insieme per ridurre l'inquinamento da plastica. Nei suoi primi sei anni di attività, *The Ocean Cleanup* ha eseguito 23 viaggi operativi e completato più di 100 missioni di estrazione della plastica. Questi sforzi hanno rimosso più di un milione di libbre di spazzatura, affrontando circa lo 0,5 per cento dell'inquinamento da plastica galleggiante nel GPGP.

Come parte della visione collaborativa per creare un sistema di risorse circolari per la plastica oceanica, Kia e *The Ocean Cleanup* hanno lavorato insieme per trovare nuovi modi per trasformare i rifiuti di plastica estratti

dal GPGP in prodotti durevoli e utili. Il primo articolo di questa iniziativa, un accessorio per auto per la Kia EV3, verrà lanciato nel quarto trimestre di quest'anno.

Kia ha anche integrato altre plastiche riciclate e materiali ecompatibili nei suoi ultimi modelli. Ciò include il SUV completamente elettrico di punta di Kia, l'EV9, che utilizza reti da pesca riciclate nel tappeto interno e bottiglie di plastica riciclate nel tessuto dei sedili. L'EV6 presenta anche tessuto e stuoie realizzati con plastica riciclata.

Per supportare la sua visione più ampia di diventare un pioniere nella mobilità sostenibile, Kia punta a utilizzare il 20 per cento di plastica riciclata nei suoi veicoli entro il 2030 (Da: *Comunicato Stampa KIA*, 7 settembre 2024).

South Korea-USA: International: Kia and The Ocean Cleanup celebrate partnership achievements and map out future for cleaning Great Pacific Garbage Patch

Kia Corporation and global partner The Ocean Cleanup (Fig. 3) are celebrating a significant milestone in their joint strategy to tackle plastic pollution in the world's oceans. Symbolically returning to the port of San Francisco from which the first-generation System 001 vessel embarked on its maiden voyage six years ago, The Ocean Cleanup's current System 03 has completed a significant haul.

Since the establishment of the partnership in 2022, Kia's support has helped The Ocean Cleanup remove over one million pounds of plastic from the world's largest accumulation of floating waste – the Great Pacific Garbage Patch (GPGP) – which has an estimated surface area of 1.6 million square kilometers.

In a significant step towards achieving its mission of ridding the world's oceans of plastic, The Ocean Cleanup has announced a clear timeline to clean up the GPGP. While data gathered during this season's operations suggests that the GPGP could

potentially be cleaned within 10 years thanks to identified technological improvements, the global NGO is pushing boundaries and aims to halve the time needed to clean the GPGP to five years.

Charles Ryu, Senior Vice President and Head of the Global Brand & CX Division at Kia Corporation, said: "All of us at Kia extend our warmest congratulations to The Ocean Cleanup team for its continued dedication and hard work as the only organization actively tackling plastic pollution in the GPGP. We are honored to be a key supporter of its ocean cleanup activities and look forward to an even more ambitious chapter of our partnership as System 03 and operations are improved to shorten the timeline for cleanup."

In 2025, The Ocean Cleanup will focus on deploying a new hotspot hunting initiative designed to map the "hotspots", or areas of intense plastic accumulation in the GPGP, to increase the impact of future extractions.

"The Ocean Cleanup is an international non-profit and our operations are reliant on our incredible partnerships", said Boyan Slat, Founder and CEO of The Ocean Cleanup. "Our partnership with Kia is setting a new standard for how organizations can drive real change. Together, we're proving that innovation and commitment can rid the oceans of plastic and inspire others to follow. The products born from this collaboration will symbolize our shared progress and the tangible impact of sustainable solutions."

Over the past two and a half years, Kia and The Ocean Cleanup have worked together to reduce plastic pollution. In its first six years of operation, The Ocean Cleanup executed 23 operational trips and completed more than 100 plastic extraction missions. These efforts have removed more than a million pounds of trash, addressing approximately 0.5 percent of the floating plastic pollution in the GPGP.

As part of the collaborative vision to create a circular resource system

for ocean plastic, Kia and The Ocean Cleanup have been working together to find new ways of turning plastic waste extracted from the GPGP into durable, useful products. The first item from this initiative, a car accessory for the Kia EV3, will launch in Q4 of this year.

Kia has also been integrating other recycled plastics and eco-friendly materials into its latest models. This includes Kia's flagship all-electric SUV, the EV9, which utilizes recycled fishing nets in its interior carpet and recycled plastic bottles in its seat fabric. The EV6 also features cloth and matting made from recycled plastics.

To support its broader vision of becoming a pioneer in sustainable mobility, Kia is targeting 20 percent use of recycled plastics in its vehicles by 2030 (From: KIA Press Release, September 7th, 2024).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Germania: nuove tecnologie di RFI, in vetrina a Berlino cinque importanti novità

Tecnologia e intelligenza artificiale applicate alla manutenzione, al monitoraggio e alla prevenzione dei rischi naturali. Alla Fiera Internazionale della tecnologia dei trasporti di Berlino, Innotrans, si alza il sipario sulle tecnologie di ultima generazione presentate da RFI, società del Gruppo FS Italiane. I nuovi sistemi rappresentano un significativo passo avanti per migliorare e potenziare le infrastrutture ferroviarie italiane.

Ecco nel dettaglio i sistemi e gli applicativi presentati a Berlino:

- Urv - *Unmanned railway vehicle* (Fig. 4)

URV (*Unmanned Railway Vehicle*) è il primo prototipo di veicolo ferroviario a guida autonoma attrezzato per viaggiare sulle linee Alta Velocità e creato per svolgere attività ispettive in un contesto di sicurezza che consentirà di verificare lo stato delle linee AV in anticipo rispetto al passaggio del primo treno del giorno.

- Sipac - sistema integrato per la

protezione automatica dei cantieri (Fig. 5)

Sipac è un sistema che attua una protezione tecnologica del binario per la sicurezza del personale di manutenzione che opera nelle località di servizio rispetto al movimento di treni, manovre e mezzi d'opera, sul binario oggetto delle lavorazioni e sui binari fisicamente adiacenti.

- Il Drone terrestre trasportabile (Fig. 6)

Si tratta di un mezzo autonomo per poter monitorare le linee ferroviarie durante un'interruzione per il controllo della libertà della sede ferroviaria a seguito di attività manutentive e/o lavori, prima della riattivazione della circolazione. Un veicolo ferroviario elettrico a quattro ruote dotato di sensori di visione frontale e laterale in grado di rilevare ostacoli in entrambe le direzioni di marcia.

- SANF-RFI – sistema di allertamento nazionale delle frane

SANF-RFI è un sistema di allerta per la previsione di frane pluvio-indotte lungo l'infrastruttura di RFI realizzato in collaborazione con il CNR. SANF-RFI è composto da tre blocchi principali. Il primo consente l'importazione delle misure e delle stime quantitative della precipitazione. Il secondo permette il confronto tra le piogge misurate e/o previste e le soglie pluviometriche di tipo cumulata/durata della pioggia. Il terzo genera e distribuisce mappe di previsione a scala sinottica che mostrano i livelli di criticità in caso di frane pluvioindotte lungo le linee ferroviarie italiane.

- *Early warning sismico*

Data l'elevata sismicità del territorio nazionale, RFI ha sviluppato negli ultimi anni una serie di strumenti e sistemi innovativi per la gestione post-sismica dell'infrastruttura. Nasce così, in collaborazione con Eucentre, l'applicativo SISMA, attualmente attivo in Sala Operativa, che consente di identificare le porzioni della rete dove applicare restrizioni alla circolazione. In particolare, grazie ad una convenzione con il Dipartimento di Protezione Civile e con INGV (Istitu-



(Fonte - Source: RFI, Gruppo FSI – RFI, FSI Group)

Figura 4 - Urv (Unmanned railway vehicle) è il primo prototipo di veicolo ferroviario a guida autonoma attrezzato per viaggiare sulle linee Alta Velocità e creato per svolgere attività ispettive.

Figure 4 - Urv (Unmanned railway vehicle) is the first prototype of a self-driving railway vehicle equipped to travel on high-speed lines and created to carry out inspection activities.

to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), RFI riceve al verificarsi di un terremoto di Magnitudo superiore a 4 una comunicazione entro circa 5 minuti dalla fine dell'evento (Da: *Comunicato Stampa RFI Gruppo FSI*, 26 settembre 2024).

Germany: RFI's new technologies presented, five important innovations on display in Berlin

Technology and artificial intelligence applied to maintenance, monitoring and prevention of natural risks. At the International Transport Technology Fair in Berlin, Innotrans, the curtain rises on the latest-generation technologies presented by RFI, a company of the FS Italiane Group. The new systems represent a significant step forward in improving and strengthening Italian railway infrastructure.

Here are the systems and applications presented in Berlin in detail:

- Urv - Unmanned railway vehicle (Fig. 4)

URV (Unmanned Railway Vehicle) is the first prototype of a self-driving railway vehicle equipped to travel on High Speed lines and created to carry out inspection activities in a safety context that will allow the status of the

AV lines to be checked in advance of the passage of the first train of the day.

- Sipac - integrated system for automatic protection of construction sites (Fig. 5)

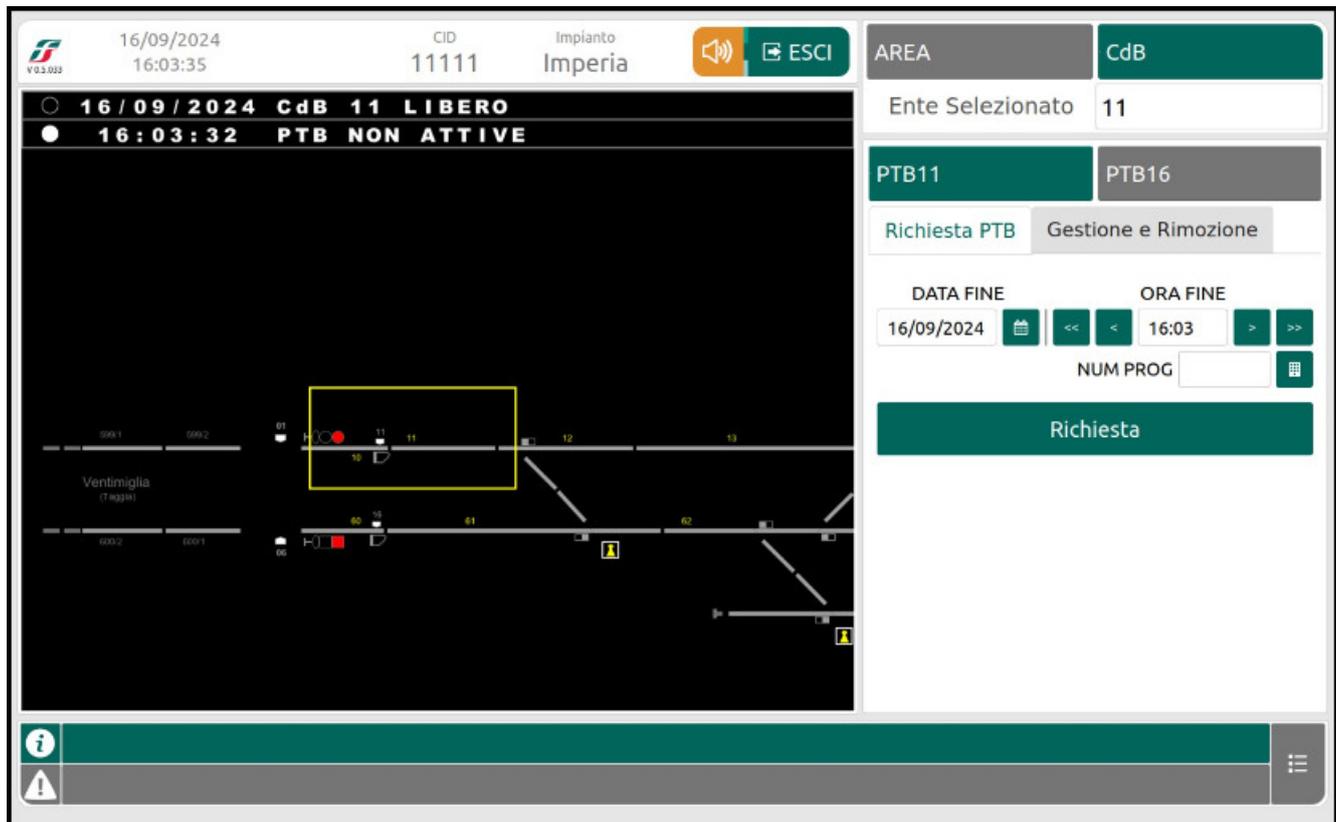
Sipac is a system that implements technological protection of the track for the safety of maintenance personnel operating in service areas with respect to the movement of trains, shunting and construction vehicles, on the track being worked on and on physically adjacent tracks.

- The transportable terrestrial Drone (Fig. 6)

This is an autonomous means of monitoring railway lines during an interruption to check the freedom of the railway track following maintenance activities and/or works, before reactivating circulation. A four-wheel electric railway vehicle equipped with front and lateral vision sensors capable of detecting obstacles in both directions of travel.

- SANF-RFI - national landslide warning system

SANF-RFI is a warning system for the prediction of rain-induced landslides along the RFI infrastructure created in collaboration with the CNR. SANF-RFI is composed of three main blocks. The first allows the import of



(Fonte - Source: RFI, Gruppo FSI – RFI, FSI Group)

Figura 5 - Sipac - sistema integrato per la protezione automatica dei cantieri.
 Figure 5 - Sipac - integrated system for the automatic protection of construction sites

measurements and quantitative estimates of precipitation. The second allows the comparison between measured and/or forecast rainfall and the cumulative/duration rainfall thresholds. The third generates and distributes synoptic scale forecast maps that show the criticality levels in the event of rain-induced landslides along Italian railway lines.

- **Seismic early warning**

Given the high seismicity of the national territory, RFI has developed in recent years a series of innovative tools and systems for the post-seismic management of the infrastructure. Thus, in collaboration with Eucentre, the SISMA application was born, currently active in the Operations Room, which allows the identification of the portions of the network where traffic restrictions should be applied. Thanks to an agreement with the Department of Civil Protection and with INGV (National Institute of Geophysics and

Volcanology), RFI receives a communication in the event of an earthquake with a magnitude greater than 4 within approximately 5 minutes of the end of the event (From: RFI FSI Group Press Release, 26 September 2024).

**VARIE
OTHERS**

Germania: a Berlino la prima riunione UIC sotto la guida dell'AD S. DONNARUMMA

Le principali sfide del trasporto ferroviario europeo e della mobilità in generale al centro della prima riunione sotto la Presidenza di S. DONNARUMMA, Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FS, del Comitato di Gestione Europea (EMC) della Union Internationale des Chemins de Fer.

L'incontro si è tenuto a Berlino

alla vigilia dell'avvio di InnoTrans, la fiera internazionale leader per la tecnologia dei trasporti, in programma dal 24 al 27 settembre.

«Sono lieto di aver presieduto il primo incontro del Comitato di Gestione Europeo dell'UIC durante la mia presidenza, qui a InnoTrans a Berlino. Insieme ai maggiori leader europei del settore, abbiamo affrontato le principali sfide che il trasporto ferroviario europeo e il più ampio panorama della mobilità ci impongono: prima fra tutte la sicurezza delle persone e quindi delle infrastrutture su cui i cittadini si muovono, perché non c'è sviluppo senza salvaguardia. La crescita economica può essere realizzata solo se garantita, allo stesso tempo, dalla sostenibilità economico finanziaria, sociale e ambientale. Per questo, ci impegniamo a dare forma al futuro dei trasporti per un mondo a zero emissioni di carbonio, migliorando il posizionamento del trasporto

ferroviario e rafforzando il suo ruolo cruciale nella mobilità sostenibile», ha affermato l'AD e DG del Gruppo FS Italiane, S. DONNARUMMA.

Il Comitato di Gestione Europea della UIC ha affrontato una serie di tematiche centrali definite nel piano d'azione 2024-2025, in particolare le tecnologie Digital Twins, l'FRMCS e il Ticketing, il sistema di vendita dei biglietti all'interno dell'Unione Europea.

La tecnologia Digital Twin rappresenta senza dubbio una svolta importante per il settore, in quanto offre diversi vantaggi in termini di efficienza, riduzione dei costi e supporto alla manutenzione. I suggerimenti elaborati dal gruppo di esperti, sotto la guida di FS, sono stati approvati e hanno dato il via a un ambizioso programma triennale, che si concentrerà sulla governance, sulla definizione di standard condivisi e sul coordinamento con altre modalità di trasporto.

Il dibattito sulla tecnologia FRMCS, *Future Railway Mobile Communication System*, si è concentrato sui test che verranno effettuati a breve. Il programma Morane 2 riunisce tutti gli attori del settore nonché dell'ecosistema ferroviario, e coprirà un arco temporale di 30 mesi, durante i quali la tecnologia verrà sperimentata sia sulle linee ferroviarie convenzionali, sia su quelle ad alta velocità.

Ospiti speciali della riunione sono stati i rappresentanti del Consiglio del CTO, che hanno illustrato lo stato di avanzamento della transizione a FRMCS per garantire la compatibilità con il sistema ETCS.

Inoltre, durante la riunione è stato confermato l'obiettivo del settore di fornire un piano d'azione sul Ticketing, il sistema di vendita di biglietti all'interno dell'Unione Europea, che ne delinea le operazioni relative alla distribuzione da attuare entro il 2025.

Nell'ambito di questo piano d'azione, le ferrovie continuano a lavorare affinché l'OSDM, un supporto chiave sviluppato dalla UIC in collaborazione con i suoi membri, venga riconosciuto a livello europeo come fattore determinante per i passeg-



(Fonte - Source: RFI, Gruppo FSI – RFI, FSI Group)

Figura 6 - Il Drone terrestre trasportabile: mezzo autonomo per poter monitorare le linee ferroviarie durante un'interruzione.

Figure 6 - The transportable terrestrial drone: an autonomous means of monitoring railway lines during an interruption.

geri. Sarà così possibile offrire un sistema di vendita di biglietti cumulativi all'interno dell'Unione Europea adattato alle esigenze delle imprese e dei clienti e aperto a tutti gli operatori della mobilità dei passeggeri (Da: *Comunicato Stampa Busitalia Gruppo FSI*, 23 settembre 2024).

Germany: First UIC meeting in Berlin under the leadership of CEO S. DONNARUMMA

The main challenges of European rail transport and mobility in general were the focus of the first meeting of the European Management Committee (EMC) of the Union Internationale des Chemins de Fer under the chairmanship of S. DONNARUMMA, CEO and General Manager of the FS Group.

The meeting was held in Berlin on the eve of the launch of InnoTrans, the leading international trade fair for transport technology, scheduled for 24 to 27 September.

«I am delighted to have chaired the first meeting of the European Management Committee of the UIC during my presidency, here at InnoTrans in Berlin. Together with the

major European leaders in the sector, we have addressed the main challenges that European rail transport and the broader mobility panorama impose on us: first and foremost, the safety of people and therefore of the infrastructures on which citizens move, because there is no development without protection. Economic growth can only be achieved if it is guaranteed, at the same time, by economic, financial, social and environmental sustainability. For this reason, we are committed to shaping the future of transport for a zero-carbon world, improving the positioning of rail transport and strengthening its crucial role in sustainable mobility», said the CEO and DG of the FS Italiane Group, S. DONNARUMMA.

The UIC European Management Committee addressed a series of central issues defined in the 2024-2025 action plan, in particular Digital Twins technologies, FRMCS and Ticketing, the ticket sales system within the European Union.

Digital Twin technology undoubtedly represents an important turning point for the sector, as it offers several advantages in terms of efficiency,

cost reduction and maintenance support. The suggestions developed by the group of experts, under the guidance of FS, were approved and gave the go-ahead to an ambitious three-year program, which will focus on governance, the definition of shared standards and coordination with other transport modes.

The discussion on the FRMCS, Future Railway Mobile Communication System, technology focused on the tests that will be carried out soon. The Morane 2 programme brings together all the actors in the sector and the rail-

way ecosystem, and will cover a period of 30 months, during which the technology will be tested on both conventional and high-speed rail lines.

Special guests at the meeting were representatives of the CTO Council, who presented the state of play of the transition to FRMCS to ensure compatibility with the ETCS system.

Furthermore, the meeting confirmed the industry's objective to provide an action plan on Ticketing, the system for selling tickets within the European Union, outlining its distri-

bution operations to be implemented by 2025.

As part of this action plan, railways continue to work towards the recognition at European level of the OSDM, a key support developed by the UIC in collaboration with its members, as a determining factor for passengers. It will thus be possible to offer a cumulative ticket sales system within the European Union adapted to the needs of businesses and customers and open to all passenger mobility operators (From: FSI Group Press Release, September 23rd, 2024).

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.



Convegno “Le ferrovie ad uso turistico: esperienze e prospettive”

(Sezione CIFI Milano, a cura di Marco Broglia)

Si è tenuto lo scorso 11 febbraio presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano il convegno organizzato dal CIFI in collaborazione con l'Università.

Gli interventi dei relatori, espressione di diverse realtà dell'area nord, hanno offerto ai numerosi partecipanti sia in presenza (Fig. 1), tra i quali gli studenti del corso di geografia economica, che via webinar, una visione ampia e variegata della gestione dell'aspetto turistico in ambito ferroviario.

E' in particolare emerso come la quota di persone che viaggiano per turismo rappresenta una percentuale sempre più significativa dei passeggeri, sia che si tratti di raggiungere località di vacanza o visita o svago, sia su treni speciali.

Sono viaggiatori che apprezzano il viaggio in treno e la possibilità di effettuare un turismo “dolce”, ma che nello stesso tempo richiedono un adeguato livello di servizio, anche a fronte della disponibilità a riconoscere corrispettivi adeguati.

Occorre quindi proporre offerte di qualità e non solo occasionali, che possono essere fornite con prezzi adeguati ed un ritorno economico positivo per le imprese ferroviarie, come peraltro alcune delle esperienze illustrate hanno confermato.

Dopo il saluto del Prof. TEDESCHI direttore del Dipartimento Storia, Archeologia, Storia dell'Arte dell'Università, l'Ing. BROGLIA, vicepresidente CIFI Area Nord ed il Prof. LUCARNO (Fig. 2) hanno aperto i lavori del convegno (Fig. 3) illustrandone le finalità.

Nell'ambito dell'introduzione è stato presentato il volume edito dal CIFI “Una stagione straordinaria” che raccoglie gli atti del convegno svol-

tosì nel 2021 riguardante i principali progetti e realizzazioni ferroviarie nel nord Italia a cavallo dell'anno 2000,

sempre organizzato da CIFI e Università Cattolica; presenti in sala gli autori dei vari capitoli (Fig. 3) cui è



Figura 1 – I relatori e i partecipanti al convegno presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano.



Figura 2 – Il Prof. LUCARNO presenta il Convegno ai partecipanti.



Figura 3 – I partecipanti al convegno.

andato il ringraziamento da parte dei curatori della pubblicazione LUCARNO, MORASSI e RIZZO.

Si sono quindi succeduti gli interventi della Dott.ssa RIZZO di Università Cattolica, dell'Arch. VALENTE in rappresentanza di Fondazione FS Italiane e delle Prof.sse SPAGNOLI e VARASANO rispettivamente del CNR e dell'Università di Tor Vergata.

Quindi uno sguardo all'esperienza svizzera da parte del Dott. FINKBOHNER e una serie di approfondite e stimolanti relazioni da parte dei responsabili di alcune rappresentative imprese ferroviarie del nord Italia: Dott. CESARINI per Trenord, Ing. FABBRI per AMT-Ferrovia Genova Casella (Fig. 4) e Ing. GIACOMELLI per TT Ferrovia Trento-Malè-Mezzana. Non è mancata anche la testimonianza dell'esperienza in ambito urbano, da parte dell'Ing. MARCHETTI di ATM Milano, sull'utilizzo di tram ristorante e turistici.

Tutte le presentazioni, compresa quella del Dott. CORTI di SSIF – Ferrovia Domodossola-Locarno che per un

imprevisto non è potuto intervenire, sono disponibili sul sito CIFI nella sezione “attività - atti dei convegni”.

I molti interessanti spunti emersi dai diversi interventi, che hanno evidenziato come il tema sia di attualità

e presenti molte potenzialità tecniche ed economiche da sviluppare, fanno auspicare un nuovo futuro appuntamento per approfondire i temi e proseguire nel confronto tra le diverse esperienze che ha coinvolto i vari operatori presenti.



Figura 4 – L'Ing. Fabbri, AMT-Ferrovia Genova Casella, durante la presentazione.

IF Biblio

Ivan CUFARI

INDICE PER ARGOMENTO

- 1 - CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 - ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 - MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA

- 4 - VETTURE
- 5 - CARRI
- 6 - VEICOLI SPECIALI
- 7 - COMPONENTI DEI ROTABILI

- 8 - LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 - ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 - ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 - AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 - CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 - TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 - TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 - DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE

- 16 - MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 - OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE

- 18 - IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 - SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 - CIRCOLAZIONE DEI TRENI

- 21 - IMPIANTI DI STAZIONE, NODALI E LORO ESERCIZIO
- 22 - FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 - IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO

- 24 - IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

- 25 - METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 - TRAM E TRAMVIE

- 27 - POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 - FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 - TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 - TRASPORTI MERCI
- 31 - TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 - TRASPORTO LOCALE
- 33 - PERSONALE

- 34 - FRENI E FRENATURA
- 35 - TELECOMUNICAZIONI
- 36 - PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 - CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 - CIFI
- 39 - INCIDENTI FERROVIARI
- 40 - STORIA DELLE FERROVIE
- 41 - VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2024

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale non ingegnere del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*) – (copia rivista online)		25,00
- Estero	180,00	50,00

() Gli studenti, dopo i 3 anni di iscrizione gratuita come nuovi associati, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 25,00 che include l'invio online delle Riviste "IF - Ingegneria Ferroviaria" e "la Tecnica Professionale".*

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 - Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso.

Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria - tel. 06.4742987 - E mail: redazioneif@cifi.it

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50** formato cartaceo compreso di spedizione; € **7,50** formato PDF. *I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2024

(The subscriber can decide to receive IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Price including VAT	Paper	Online
- Normal (Italy)	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- Students (University attesting documentation required) ^(*) – (online version of IF journal)		25.00
- Foreign countries	180.00	50.00

() After 3 years of free association, students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 25.00, which includes the online "IF - Ingegneria Ferroviaria" and "la Tecnica Professionale" subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 - UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website www.cifi.it;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria - Ph: +39.06.4742987 - E mail: redazioneif@cifi.it

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**.

Single article € **9,50** shipping included; € **7,50** PDF article.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

	IF Biblio	Impianti di segnalamento e controllo della circolazione – Componenti	18
	<p>344 <i>Transizione all'ERTMS per le linee a traffico intenso: metodologie di indagine e applicazione al caso di studio della Citybanan di Stoccolma</i> (RANJBAR – RICCI) <i>Migration to ERTMS for dense traffic lines: investigation methodologies and application to the Stockholm Citybanan case study</i></p>	<p><i>Ingegneria Ferroviaria</i>, dicembre 2021, pagg. 937-977, figg. 33, tabb. 12. Biblio 34 titoli.</p> <p>Questo studio intende esaminare gli effetti del livello 3 dell'ERTMS e al sistema di segnalamento svedese ATC2.</p>	

	IF Biblio	Fabbricati viaggiatori	22
	<p>89 <i>Le opere d'arte nelle stazioni ferroviarie</i> (GERLINI – MORI – PAIELLA – PASCALE) <i>La Tecnica Professionale</i>, giugno 2021, pagg. 20-29, figg. 18. Biblio 15 titoli.</p> <p>Il presente articolo, redatto in due parti, vuole tratteggiare,</p>	<p>attraverso alcuni dei più significativi esempi, l'appassionante caso delle opere d'arte nelle stazioni ferroviarie, al fine di evidenziare una realtà tanto affascinante quanto generalmente sconosciuta al pubblico.</p>	

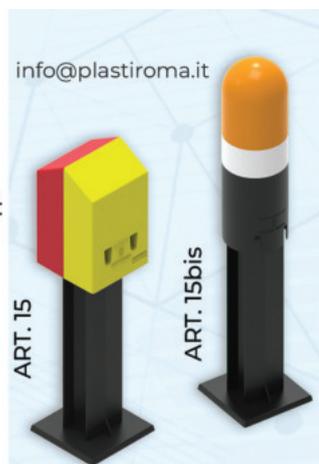
PICCHETTI INDICATORI in materiale plastico

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

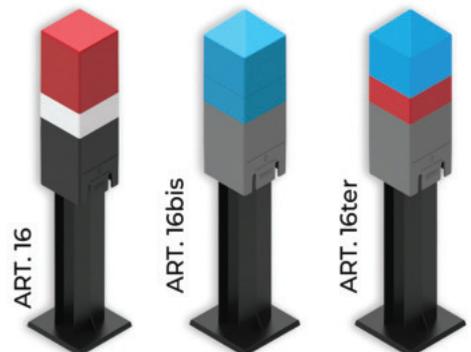


Copertura in plastica per picchetto indicatore in calcestruzzo da CdB

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



Avviato il processo di omologazione secondo la norma RFI DTC P SE FU 02.90 1 0, par. II.1.1 2. C.



Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA – “Il materiale rotabile motore”.. € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” € 15,00

1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) € 15,00
- 1.2.4 F. SCHINA “La Costruzione del Binario” € 30,00

1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli impianti elettrici ferroviari” € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” € 30,00

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” € 50,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2a Edizione € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00

- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. Ventimiglia – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV..... e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria - Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie - volume 1 Le regole generali” € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A - Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” € 34,00
- 2.35 F. SENESI e AUTORI VARI – “ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions” € 32,00

3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” € 15,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) – “Cento Anni per la Sicilia” Omaggio per residenti Regione Sicilia € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa € 12,00
- 3.6. Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 € 100,00

4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) € 40,00
- 4.8. ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità,.... funzionalità” € 40,00
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) Omaggio per residenti Regione Puglia € 15,00
- 4.10. BARI – DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) Omaggio per residenti Regione Puglia € 25,00
- 4.11. Una Stagione Straordinaria – Atti Convegno Milano del 20 aprile 2021 € 25,00

6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza”	€ 25,00	6.12.	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)”	€ 16,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità”	€ 34,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia”	€ 29,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa”	€ 25,00	6.65.	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione - L'Artistica Editrice Savigliano (CN)	€ 70,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”	€ 20,00	6.66.	P. MESSINA – “Ferrovie e Filobus nella Pubblicità” ...	€ 26,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia”	€ 24,00	6.67.	P. MESSINA – “Per Mare intorno all’Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera”	€ 23,00
6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana). “Treni nel Mondo”	€ 30,00	6.68.	P. MESSINA – “I Trasporti all’Elba”	€ 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottoindicato. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)

Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%

**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria
(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)**

Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito www.cifi.it compilando e inviando per posta ordinaria o via e-mail il modulo allegato unitamente alla ricevuta di versamento.

Richiedente: (Cognome e Nome).....

Indirizzo: Telefono:

P. I.V.A./C.F.:..... (l'inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l'ordine d'acquisto per:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....
Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

Via Giolitti, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: info@cifi.it

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** Vetrotanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

A **Lavori ferroviari, edili e stradali
Impianti di riscaldamento e sanitari
Lavori vari**

B **Studi e indagini
geologiche-palificazioni**

C **Attrezzature e materiali
da costruzione**

MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica, 109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG) – Tel. 075/597211 – Fax 075/395348 – www.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti per armamento

ferroviario, tranviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato precompresso, legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

MEFA ITALIA, VIA GB MORGAGNI 16/B, 20005 POGLIANO M.SE (MI), T. 02 93 54 01 95, HYPERLINK “mailto:info@mefa.it”info@mefa.it, HYPERLINK “http://www.mefa.it”www.mefa.it Vendita e dimensionamento di elementi di supporto e fissaggio di impianti, sistemi modulari di sostegno anche antisismici, collari per tubazioni, giunti, raccordi, stazioni di allarme per impianti antincendio.

D **Meccanica, metallurgia,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@fluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica). Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morsetteria in CuNiSi ad alta resistenza meccanica per tutti i tipi di filo di contatto, terminali, morse di amarro e giunti a innesto rapido per fune portante. Pendini tradizionali e regolabili in altezza, pendini elastici – smorzatori per usi su alta velocità e linee tradizionali. Dispositivi di messa a terra e corto circuito. Soluzioni personalizzate e speciali su misura.

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di: videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezione dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.

CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO) – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-mail: canavera@canavera.com – www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciacuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per deviatoio e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via F. Fellini, 4 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV) – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39/039/92259202 – Fax +39/039/92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di co-

municazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI – Tel. 080/5328425 – Fax +39/080/5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06/4819671 – Fax 06/48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39/031/673611 – Fax +39/031/670525 – E-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – Carpenteria: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al tig certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011/9044.1 – Fax 011/9064394 – www.faiveley.com

Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoncini, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

Sistemi e prodotti a marchio faiveley: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – www.fase.it –

Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano, 57/a – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – E-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

GECO S.r.l. – Via Ugo Foscolo, 9 – 28066 GALLIATE (NO) – CF e P. Iva: IT01918320035 – Tel. 0321/806957 – E-mail: info@gecoitalia.biz – Progettazione, integrazione, prodotti, servizi ingegneristici e sviluppo software per applicazioni di informazione al pubblico, sincronizzazione oraria, videosorveglianza, diffusione audio, rilevazione incendio, sicurezza, antintrusione avvalendosi di tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale – Generatori di velocità – Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza – Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) – Juridical Recorder – MMI: Multifunctional Display per ERTMS – Videocamere – Passenger Information – Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte – Livelli carburante – Pressostati e Termostati – Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

KNORR-BREMSE Rail Systems Italia S.r.l. – Via San Quirico, 199/I – 50013 CAMPI BISENZIO (FI) – Tel. 055/3020.1 – Fax 055/3020333 – E-mail: kbrsitalia@knorr-bremse.it – www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, dischi freno – Compressori a vite e a pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilette ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB) – Tel. 0323/837368 – Fax 0323/836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte

le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rollinstock@lucchini.it – www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – E-mail: info@mariniimpianti.it – www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

MATISA S.p.A. – Via Ardeatina, km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA) – Tel. 06/918291 – Telefax 06/91984574 – E-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

MICROELETRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contattori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI) – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a terra, morsetti in CuNiSi, in bronzo/alluminio ed acciaio forgiato. MOSDORFER RAIL S.r.l. fa parte della Multinazionale austriaca KNILL GROUP, leader mondiale nella progettazione, produzione e fornitura di morsetteria per linee di trasmissione ad alta tensione.

ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico – Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 – 20135 MILANO – Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 CORNAREDO (MI) – Tel. +39/02/93563308 – Fax +39/02/93560033 – E-mail: info@ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com – Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39/039/9080007/ +39/039/9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39/347/4318990 – E-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – E-mail: info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario – Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria

naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO) – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – E-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi unigibordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-SOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – E-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto, 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtelsrl.it – www.sirtelsrl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica, 3 – 40064 OZZANO DELL'EMILIA (BO) – Tel. 051/794820 – E-mail: site@sitespa.it – www.sitespa.it/railways – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate,

Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparat Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – **RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI**: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – **MESSA IN SICUREZZA GALLERIE**: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it – info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori antivandalo - Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

TESMEC RAIL – C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080/9374002 – Fax 080/4176639 – E-mail: info@tesmec.com – www.tesmec.com – Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto – Complesso Polifunzionale Inail – Torre 1 – 80143 NAPOLI – Tel./ Fax 081/19804850/3 – E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E-mail: vaiacar@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/ Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco).

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria

F Prodotti chimici ed affini

G Articoli di gomma, plastica e vari

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG) – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – E-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania) – Tel. +49(8683)701-151 – Fax +49(8683)701-45151 – www.strail.com – STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie – Goellstrasse, 8 – D 84529 TITTMONING – Tel. +39/392/9503894 – Fax +39/02/87151370 – E-mail: tommaso.sa.vi@strail.it – www.strail.it – Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL – Moduli esterni per i carichi più pesanti – veloSTRAIL – Moduli interni che eliminano la gola – Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) – Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario – STRAILastic_P, STRAILastic_S, STRAILastic_R, STRAILastic_K, STRAILastic_DUO, STRAILastic_USM ed infine STRAILastic_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E-mail: info@pantecnica.it – www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – Fornitore Trenitalia.

PLASTIROMA S.R.L. – VIA PALOMBARESE, km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (ROMA) – Tel. 0774/367431-32 – Fax 0774/367433 – E-mail: info@plastiroma.it – www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre,

cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

H Rilievi e progettazione opere pubbliche

ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI – Tel. 347/6766033 – E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici estimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA) – Tel. 081/5741055 – Fax 081/5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERANESI (GE) – Tel./Fax 010/7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT-ERT-MS_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E-mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – www.schweizer-electronic.com – **Sede legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 Milano** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC “Sistema Minimel 95”, comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell’ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari

N Vetrofanie, targhette e decalcomanie

O Formazione

TRAINing S.r.l. – Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA – Tel. 045/511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento

delle abilitazioni per la Condotta, l’Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professionale e/o manager) sull’organizzazione, sulla tecnica ferroviaria e sulla normativa di settore. TRAINing svolge altresì servizi di consulenza per lo sviluppo e l’aggiornamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS) ed assicura la fornitura ed il costante aggiornamento dei manuali di mestiere per le attività di sicurezza. Maggiori informazioni si possono ottenere consultando il sito o richiedendole espressamente a TRAINing a mezzo mail o call center.

P Enti di certificazione

ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055/2988811 – Fax 055/264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

Q Società di progettazione e consulting

INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA – Tel. 059/344720 – Fax 059/344300 – E-mail: info@interlanguage.it – www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R Trasporto materiale ferroviario

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulting.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Ottobre 2024

Perseo

Nel 1927 ebbe inizio, con la fornitura del primo lotto di orologi da tasca, la collaborazione della Società Perseo con le Ferrovie dello Stato, un rapporto che non si è mai interrotto e che ci ha portato a diventare i principali fornitori delle Ferrovie italiane.

La scelta delle F.S., fondata sulla affidabilità e precisione dei nostri prodotti, è stato il momento iniziale di una crescita e di un consenso che durano tuttora e di cui andiamo orgogliosi.

La nostra offerta attuale, diversificata nei confronti di molteplici esigenze, è ancora fondata sulla produzione di orologi meccanici costruiti con gli stessi requisiti di precisione ed affidabilità di un tempo.



PER INFO E PRENOTAZIONI

- info@cifi.it
- 064742986

Spessore: 6,50 mm

Diametro: 34 mm altezza

x 25mm larghezza

Peso: 30 gr

Lunghezza totale (senza fibbia):

21 mm

Movimento: al quarzo Ronda

Vetro: Zaffiro

Cinturino: in pelle

made in Italy

PREZZI

- **LISTINO** € 270 IVA inclusa
- **ABBONATI RIVISTE CIFI** € 250 IVA inclusa
- **SOCI CIFI** € 216,00 IVA inclusa

1

RISERVE DELL'APPALTATORE

Durata del corso: 35 ore di
formazione | lezioni da 4 ore + 1
lezione da 3 ore.



2

MODIFICHE E VARIANTI APPALTI DI FERROVIE E IMPIANTI FISSI

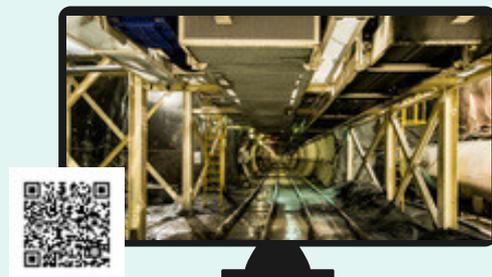
Durata del corso: 24 ore



3

ESPERTO TECNICO GARE D'APPALTO DI FERROVIE

Durata del corso: 35 ore



4

CODICE APPALTI GESTIONE PROGETTI E LAVORI DI FERROVIE

Durata del corso: 24 ore



TUTTE LE INFORMAZIONI SU

www.ferrovie.academy.it

www.cifi.it