# F Ingegneria Ferroviaria



Anno LXXVIII

n 11

Novembre 2023



In questo numero
In this issue



Conteggio automatico dei passeggeri su autobus Automatic passenger counting on buses



Tunnel information model per opere infrastrutturali
Tunnel information model for infrastructure works





### CODICE APPALTI 2023 FERROVIE, STRADE E AEROPORTI

Durata del corso: 38 ore





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

Durata del corso: 35 ore





# ORGANIZZAZIONE, TECNICA E SICUREZZA DELLE FERROVIE

Durata del corso: 68 ore





#### **TECNICA FERROVIARIA**

Durata del corso: 15 ore









www.ferrovie.academy.it www.cifi.it



#### I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA A.M.I. – GENOVA A.T.M. S.p.A. – MILANO AI2 S.r.I. – APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.I. – BARI AIAS – ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA – SESTO SAN GIOVANNI (MI) GIOVANNI (MI) AKKA ITALIA S.r.l. - BOLOGNA ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN) ALSTOM TRANSPORTATION S.p.A. - ROMA ANCEFERR - ROMA ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA ANSFISA – FIRENZE ANTFER – ASS. NE NAZIONALE TECNOL. DEL SETTORE FERROVIARIO – ROMA ARMAFER S.r.l. – LECCE ARST S.p.A. TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA – CAGLIARI ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO ATAC S.p.A. - ROMA AIAC S.p.A. – ROMA
AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO
ORIENTALE – TRIESTE
B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)
BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – MILANO
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA
BURGALI VEDITAS TALLA S.R.A. MILANO BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA CAPTRAIN ITALIA S.r.l. – PIOSSASC (TO) CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI CEMBRE S.p.A. – BRESCIA
CEPAV DUE – MILANO
CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)
CIRCET ITALIA S.p.A. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
CO.M.E.F. S.r.l. – ROMA CO.ME.T. S.I.I. – ROMA
COET S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)
COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)
COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)
COMMEL S.r.I. – ROMA
CONSORZIO SATURNO – ROMA CONSORZIO SALURNO – ROMA
COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)
CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV)
CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)
D'ADDETTA S.r.l. – BERCETO (PR) D&T S.r.l. – MILANO D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE – MONTORIO AL VOMANO (TE)
DINAZZANO PO - REGGIO NELL'EMILIA
DITECFER S.p.A. DI EUGENIO DI GENNARO & CO – SENAGO (MI)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA
DYNASTES S.r.l. – ROMA
EAV ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI
EDEDI CHISEPDE MEDCINI S. – A. NAPOLI EAV ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.I. – NAPOLI EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO) FER S.r.I. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA FERONE PIETRO & C. S.r.I. – NAPOLI FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI FERROVIE DELLA CALABRIA S.r.I. - CATANZARO EPEDDOVIE DELLA CARCANO S. R.I. – PADI SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR) SPII S.p.A. – SARONNO (MI) SPITEK S.r.l. – PRATO FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI FERROVIE DEL SUD EST – BARI FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO FIDA S.r.l. – ROMA FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA FOR.FER S.r.l. – ROMA FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA
FOR.FER S.E.I. – ROMA
G.C.F. S.p.A. – ROMA
G.C.F. S.p.A. – ROMA
G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.P.A. – TORINO
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO
GECO S.E.I. – GALLIATE (NO)
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.E.I. – SESTO
FIORENTINO (FI)
HARPACEAS S.E.I. – MILANO
HILTI ITALIA S.E.I. – 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.E.I. – MILANO
IMATEO ITALIA S.E.I. – RIVALTA SCRIVIA (AL)
IMPRESA SILVIO PIEROBON S.E.I. – BELLUNO
INFRARAIL FIRENZE S.E.I. – FIRENZE
INFRASTRUTTURE VENETE S.E.I. – PIOVE DI SACCO (PD)
INTECS S.P.A. – ROMA TRENITALIA S.p.A. – ROMA TRENITALIA TPER – BOLOGNA INTECS S.p.A. - ROMA Z LAB S.r.l. - VERONA

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) KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA) LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO LATERLITE S.p.A. – MILANO LAI ERLITE S.p.A. – MILANO

LEF S.r.l. – FIRENZE

LOTRAS S.r.l. – FOGGIA

LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)

M2 RAILTECH S.r.l. – LA VALLE – BOLZANO

M. PAVANI SEGNALAMENTO FERROVIARIO S.r.l. – CONCORDIA
SULLA SECCHIA (MO)

MADCADITELLI ERPROVIARIA S. P.A. PONTE SAN CIOVANNI (PC) MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG)
MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT)
MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM)
MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
MICOS S.p.A. – LATINA
MM METROPOLITANA MILANESE S.p.A. - MILANO
MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
MOSDORFER RAIL S.r.l. – RHO (MI)
NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO
NIER INGEGNERIA S.p.A. SOCIETÀ BENEFIT – CASTEL
MAGGIORE (BO)
NORD\_ING S.r.l. – MILANO 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) PLASSER HALIANA S.H. - VELLETRI (RM)
POLISTUDIO S.p.A. - MOSCHETTO (VE)
PRATI ARMATI S.H. - OPERA (MI)
PROGETTO BR S.H. - COSTA DI MEZZATE (BG)
PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI) PTF S.r.I. – CARINI (PA)
RADIOLAN S.r.I. – ROMA
RAIL TRACTION COMPANY – VERONA 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. DI ROCCHI ROBERTO & C. – CHIUSI (PI)
S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO
SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
SAGA S.r.I. – RAVENNA (RA)
SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA
SATFERR S.r.I. – FIDENZA (PR)
SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
SCHAEFFLER ITALIA SRL MOMO – NOVARA
SENAF S.r.I. – CASTEL MAGGIORE (BO) SCHAEFFLER HALIA SRL MOMO - NOVARA SENAF S.r.l. - CASTEL MAGGIORE (BO) SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA) SIELTE S.p.A. - ROMA SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI - MILANO SIMPRO S.p.A. – TORINO SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY – VIMERCATE (MB) 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)
TECNOTEAM ITALIA S.r.l.s. – MERCATALE DI OZZANO
DELL'EMILIA (BO) DELL'EMILIA (BO)
TEKFER S.r.I. – BEINASCO (TO)
TELEFIN S.p.A. – VERONA
TEORESI S.p.A. – TORINO
TERMINALI ITALIA – VERONA
TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)
THERMIT ITALIANA S.r.I. – RHO (MI)
TITAGARH FIREMA S.p.A. – CASERTA TRAINing S.r.l. – VERONA TRASPORTO PASSEGGERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA TRENITALIA TPER – BOLOGNA
TRENORD S.r.l. – MILANO
TRENTINO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO
TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. – CHIETI
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
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)
7 LAR S.r.l. – VERONA

#### INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (RM) I copertina

CIFI Servizi S.r.l. - Roma II copertina

SALCEF GROUP S.p.A. - Roma pagina 794

PLASTIROMA S.r.l. - Guidonia Montecelio (RM) pagina 843

ESSEN ITALIA S.p.A. - Roma III copertina

CLF - Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. - Bologna 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) 85.00 €/anno - Soci *Ordinari e Aggregati under 35* con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online). I nuovi soci under 35 (neolaureati oppure neoassunti nell'anno in corso di soci collettivi) beneficeranno per 3 anni o fino al compimento del 35° anno di età della quota dei Soci Juniores

60,00 €/anno

- 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
- 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

## F Ingegneria Ferroviaria

#### RIVISTA DI TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI TRANSPORTATION SCIENCE AND ECONOMY JOURNAL

**ORGANO DEL COLLEGIO** INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Pubblicazione mensile - Monthly issue

Contatti - Contacts Tel. 06.4742987

E-mail: redazioneif@cifi.it – notiziari.if@cifi.it – direttore.if@cifi.it Indirizzo skype: REDAZIONE I.F. C.I.F.I.

Servizio Pubblicità - Advertising Service Roma: 06.47307819 – redazionetp@cifi.it Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

Direttore - Editor in Chief Stefano RICC

Vice Direttore - Deputy Editor in Chief Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione - Editorial Board

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

Luca RIZZETTO Stefano ROSSI Francesco VITRANO Dario ZANINELLI

Umberto PETRUCCELLI

Consulenti - Consultants

Giovannino CAPRIC Paolo Enrico DEBARBIERI
Giorgio DIANA
Antonio LAGANA
Emilio MAESTRINI
Mauro MORETTI Silvio RIZZOTT Giuseppe SCIUTTO

Redazione - Editorial Staff Massimiliano BRUNER Ivan CUFARI Francesca PISANO Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE



Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009) Associazione No ReOTI con personalina giurnata (n. 043/2009)
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@cfi.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

(	On	dizio	ni di	Δ	ssociazione	ء1	CIFI

**770** 

#### CONTEGGIO AUTOMATICO DEI PASSEGGERI SU AUTOBUS PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE: VALUTAZIONE DELL'AFFIDABILITÀ DI UN SISTEMA BASATO SU SENSORI DI PRESSIONE

AUTOMATIC PASSENGER COUNTING ON BUSES FOR LOCAL PUBLIC TRANSPORT: EVALUATION OF THE RELIABILITY OF A SYSTEM BASED ON PRESSURE SENSORS

Alina CAVALLERO

Alessia CARAVELLO

Luca COLOMBO

Bruno Dalla Chiara

Pietro URSO

773 Marco ZANINI

#### IL TUNNEL INFORMATION MODEL PER OPERE INFRASTRUTTURALI STRATEGICHE

THE TUNNEL INFORMATION MODEL FOR STRATEGIC INFRASTRUCTURE WORKS

David MARINI

Maurizio CATAPANO

**795** Antonio SQUILLANTE

Notizie dall'interno 817

Notizie dall'estero

**827** News from foreign countries

Vita del CIFI - Rassegna Ferroviaria

"Associazione Bianchi-Servettaz 1883" 837

841 **IF Biblio** 

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

842

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

850 Fornitori di prodotti e servizi

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.

- L'articolo dovrà essere necessariamente fornito in formato WORD per Windows, via e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive.
- 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 (email, 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.

  Nei testi presentati dovranno essere utilizzate rigorosamente le unità di misura del Sistema Interna-
- zionale (ŜI) e le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre.
- 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.

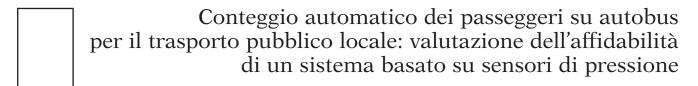
The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.

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



Automatic passenger counting on buses for local public transport: evaluation of the reliability of a system based on pressure sensors

Alina CAVALLERO (\*)
Alessia CARAVELLO (\*)
Luca COLOMBO (\*\*)
Bruno DALLA CHIARA (\*)
Pietro URSO (\*\*\*)
Marco ZANINI (\*\*\*)

(https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.11.2023.ART.1)

**Sommario** - Il periodo della pandemia COVID-19 ha imposto il distanziamento interpersonale in vari luoghi, *in primis* sui trasporti pubblici: conoscere in automatico i passeggeri presenti a bordo sarebbe stato molto utile, ma raramente possibile. Oggi, a pandemia auspicabilmente terminata, la tendenza verso il MaaS ed un incremento dell'affidabilità oltre che una più corretta programmazione del TPL rendono il conteggio automatico sui mezzi pubblici un elemento oramai indispensabile.

Questo studio si pone come obiettivo quello di fornire ai gestori del TPL dati affidabili circa l'entità della domanda effettiva, per poter sia pianificare sia gestire con maggiore accuratezza il servizio, anche ai fini della manutenzione della flotta. Nell'ambito di una estesa sperimentazione su autobus in circolazione nella città di Torino, per poter disporre di una stima per quanto possibile esatta dell'utenza a bordo, sono stati installati innovativi sistemi di conteggio passeggeri: questi sono basati su una già nota idea, l'uso dei sensori di pressione installati nell'impianto delle sospensioni degli autobus ed un successivo algoritmo, sviluppato dagli autori.

I sensori, insieme con il sistema di acquisizione, sono in grado di fornire il valore della pressione agente sulle sospensioni del mezzo, in continuo e in tempo reale, dato già acquisibile su tutti i mezzi moderni. I dati trasmessi dai sensori vengono convertiti in una stima del numero di passeggeri presenti a bordo di un autobus mediante l'algo-

The aim of this study is to provide local public transport (LPT) managers with reliable data on the actual demand, to be able to both plan and manage the service more accurately, and also for fleet maintenance purposes. As part of an extensive experiment on buses operating in the city of Turin (IT), innovative passenger counting systems were installed to obtain an estimate as accurate as possible of the number of passengers on board: these are based on an already known idea, the use of pressure sensors installed in the bus suspension system and a subsequent algorithm developed by the authors.

The sensors, together with the acquisition system, can provide the value of the pressure acting on each suspension of the vehicle, continuously and in real-time, data that can already be acquired on all modern vehicles. The data transmitted by the sensors are converted into an estimate of the number of passengers on board a vehicle using an algorithm and a linear regression model. This equipment, although

**Summary** - The period of the COVID-19 pandemic imposed interpersonal distancing in various places, first of all, for public transport: knowing automatically the passengers on board would have been very useful, but rarely possible. Today, with the pandemic hopefully over, the trend towards MaaS (Mobility as a Service) and an increase in reliability of available instruments as well as more correct LPT scheduling make automatic passenger counting (APC) nowadays an indispensable element on public transport.

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Dipartimento DIATI-Trasporti, corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino.

 $<sup>^{(**)}</sup>$  Politecnico di Torino, corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino.

<sup>(\*\*\*)</sup> GTT, Gruppo Torinese Trasporti, Torino.

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Dept. DIATI-Transport systems, corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, IT.

<sup>(\*\*)</sup> Politecnico di Torino, corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, IT.

<sup>(\*\*\*)</sup> GTT, Gruppo Torinese Trasporti, Turin, IT.

ritmo e l'utilizzo di un modello di regressione lineare. Questo equipaggiamento, seppure impegnativo come concezione, può essere oggi di facile e veloce implementazione sulla base delle impostazioni sviluppate: i risultati dimostrano che esso consente di ottenere dati molto affidabili, costituendo un'alternativa economica e vantaggiosa rispetto ad altri sistemi di conteggio passeggeri già presenti in commercio.

Tale strumentazione, oltre a fornire una stima della domanda a chi programma il servizio di trasporto pubblico, risulta utile anche a chi ne fruisce poiché consente di conoscere in tempo reale lo stato di occupazione dell'autobus, che può essere reso disponibile anche alle fermate o su specifici applicativi.

#### 1. Introduzione ed obiettivi generali

Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati da un forte incremento della domanda di mobilità, sia in relazione alla crescita ed allo sviluppo delle infrastrutture, sia dell'offerta dei sistemi di trasporto, con grande impatto sulla quotidianità nonché sul traffico e sulla rete viaria nel suo complesso.

Negli ultimi anni soprattutto, fatta eccezione per il periodo COVID-19, si è osservato un aumento di mobilità dovuto alla sempre maggiore richiesta di spostamenti in ambiti urbani ed extra-urbani, per scopi lavorativi o privati. L'emergere e il consolidarsi di sensibilità nonché norme ambientali, associate alla spinta verso la mobilità come servizio (MaaS), stanno fomentando la necessità di aumentare l'offerta fornita dal settore dei trasporti pubblici, soprattutto quelli in ambito urbano, dove la maggior parte della popolazione risiede ed espleta i propri spostamenti quotidiani. Contestualmente a ciò, per poter garantire un miglioramento della qualità del servizio e diminuire le emissioni inquinanti, è nata l'esigenza di migliorare e potenziare il trasporto pubblico locale sulla base della domanda effettiva, non più solo stimata oppure rilevata sporadicamente con campioni basati su conteggi manuali.

Nel 2020-2023, il periodo della pandemia COVID-19 ha imposto il distanziamento interpersonale in vari luoghi, in primis i trasporti pubblici: conoscere in automatico i passeggeri a bordo sarebbe stato molto utile, raramente possibile (Fig. 1). Oggi, a pandemia auspicabilmente terminata, la rafforzata tendenza verso il MaaS ed un incremento dell'affidabilità oltre che più corretta programmazione del TPL rendono il conteggio automatico sui mezzi pubblici un elemento oramai indispensabile.

I sistemi di trasporto, per poter rendere all'utenza un servizio adeguato che punti sulla qualità, la sicurezza e il comfort, si sono dovuti adeguare a questa inarrestabile crescita tecnologica, evolvendosi via via verso nuovi orizzonti e realtà più all'avanguardia, con l'introduzione di innovativi sistemi di trasporto intelligenti (ITS) ormai da 3-4 decenni (AVM, AVL, ecc.) fino ad approdare nell'ultimo

challenging in concept, can now be implemented quickly and easily based on the settings developed: the results show that it allows very reliable data to be obtained, constituting an economical and advantageous alternative to other APC already present on the market.

This instrumentation not only provides an estimate of demand to those who plan the public transport service but it is also useful to those who use it, as it allows them to know the occupancy status of the bus in real-time, which can also be made available at bus stops or on applications.

#### 1. Introduction and general objectives

The last few decades have been characterized by a sharp increase in demand for mobility, both in relation to the



Figura 1 – Prime applicazioni sull'affollamento derivanti da sperimentazioni sul conteggio dei passeggeri in periodo COVID: "pochi posti vuoti".

Figure 1 – First applications on crowding from passenger counting experiments in COVID period: 'few empty seats' message.

decennio agli APC (*Automatic Passenger Counting*): sistemi automatici utili a valutare la densità a bordo dei mezzi.

La conoscenza del numero di passeggeri che sono di fatto presenti a bordo di un mezzo diviene così un dato fondamentale per conoscere non solo la domanda ma anche le fermate più utilizzate e gli interscambi preferiti, così da potenziare la multi-modalità, adattare la frequenza di passaggio sulle linee ove necessario, definire percorsi di linee e fermate sulla base dei flussi di passeggeri.

Tale dato può quindi essere utilizzato da chi fornisce il servizio per programmare la frequenza dei passaggi, selezionare la tipologia di mezzi più adatta (anche in termini di dimensioni), riprogrammare eventualmente le linee, sulla base della conoscenza dell'affollamento, dei saliscendi, e stimare l'usura dei mezzi legata al carico. Anche l'utenza del trasporto pubblico viene avvantaggiata dalla conoscenza dello stato di occupazione del mezzo, attraverso messaggistica, applicazioni per dispositivi portatili, pannelli posti in corrispondenza delle banchine, per consentire la possibilità di scelta del migliore percorso o mezzo di trasporto ed eventualmente usufruire di servizi di mobilità differenti.

Gli APC si basano su presupposti tecnologici più ampi e consolidati in un arco temporale di circa 30 anni, in alcune città, per i quali le norme in ambito europeo che ne regolano l'utilizzo e ne incoraggiano l'impiego ad oggi in vigore sono formalmente cominciate oltre dieci anni or sono:

- A. la "Direttiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 7 luglio 2010 sul quadro generale per la diffusione dei sistemi intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto" [1], rivista nel novembre 2023;
- B. il Piano di Azione ITS per la diffusione di sistemi di trasporto intelligenti in Europa, del 2014 [2].

Anche in ambito italiano sono in vigore norme che promuovono la diffusione degli ITS, ad esempio l'Art. 8 del D.L. 18 ottobre 2012, n. 179 sulle "Misure per l'innovazione dei sistemi di trasporto" che integra la direttiva europea 2010/40/UE del 7 luglio 2010, citata in precedenza. Per quanto riguarda i sistemi APC, la trattazione in letteratura è riconducibile a svariati articoli che pongono l'attenzione sia sui sistemi di conteggio manuali, gravati dall'eventualità di errori grossolani legati alla fase di conteggio visivo e alla trascrizione dei dati nonché dall'onerosità di un rilievo sistematico, non a campione, sia su altre metodologie come: sistemi di videosorveglianza, telecamere ad infrarossi o radiofrequenze (queste ultime in genere più onerose). I sistemi di conteggio passeggeri con sensori di pressione denominati "indiretti", poiché si basano sulla stima del carico complessivo gravante sull'autobus, risultano infatti più affidabili e meno costosi rispetto ai sistemi APC generalmente più diffusi in commercio, che stimano il numero dei passeggeri con una misura diretta effettuata mediante sistemi ad infrarossi oppure ottici.

All'interno dell'autobus utilizzato durante la ricerca, oltre alla strumentazione relativa ai trasduttori di pressio-

growth and development of infrastructure and the supply of transport systems, with a great impact on everyday life as well as on traffic on the road network as a whole.

In recent years especially, except for the COVID-19 period, an increase in mobility has been observed due to the ever-increasing demand for travel in urban and extra-urban areas, for work or private purposes. The emergence and the consolidation of environmental awareness with related rules, coupled with the push towards mobility as a service (MaaS), are fomenting the need to increase the supply provided by the public transport sector, especially in an urban environment, where most of the population resides and makes their daily journeys. At the same time, in order to guarantee an improvement in service quality and reduce pollutant emissions, the need has arisen to improve and expand LPT on the basis of actual demand, no longer merely estimated or sporadically measured with samples based on manual counts.

In 2020-2023, the period of the COVID-19 pandemic imposed interpersonal distancing in various places, primarily public transport: knowing the passengers on board automatically would have been very useful, rarely possible (Fig. 1). Today, with the pandemic hopefully over, the strengthened trend towards MaaS and an increase in reliability of usable instruments as well as more correct scheduling of LPT make automatic counting on public transport now an indispensable element.

In order to be able to provide users with an adequate service that focuses on quality, safety and comfort, transport systems have had to adapt to this unstoppable technological growth, gradually evolving towards new horizons and more avant-garde realities, with the introduction of innovative intelligent transport systems (ITS) over the last 3-4 decades (AVM, AVL, etc.), and APC in the last decade: automatic systems usable to assess the density on board vehicles.

Knowledge of the number of passengers who are on board a vehicle thus becomes a fundamental piece of data to know not only the demand but also the most frequently used stops and preferred interchanges, thus enhancing the multimodality, adapt the frequency of passing on lines where necessity, define routes of lines and stops on the basis of passenger flows.

This data can then be used by staff providing the service to plan the frequency of passages, select the most suitable type of vehicle (also in terms of size), possibly reschedule the lines, based on knowledge of crowding, stepping in and out users, and assess the wear and tear on the vehicles, load-related. Public transport users also benefit from the knowledge of the occupancy status of the vehicles, through messaging, apps for portable devices, and variable message panels placed at the platforms, to allow for possibility of choosing the best transport route or vehicle and possibly to take advantage of different mobility services.

APCs are based on broader technological assumptions that have been consolidated over a period of about 30 years

ne, erano contemplati anche sistemi ottici e altri sistemi di conteggio passeggeri denominati ERF (*Electronic Registering Fareboxes*); questi sistemi già precedentemente installati a bordo, operano le stime in base alla validazione elettronica dei biglietti.

Volendo fare un confronto tra queste strumentazioni pre-installate e quella inserita in fase di sperimentazione, che prevedeva l'utilizzo di sensori di pressione, si è evidenziato che il dato dei sensori di pressione, benché sia riferito al totale di passeggeri a bordo tra una fermata e l'altra e non consenta di avere l'esatta stima di passeggeri saliti e scesi, fornisca comunque conteggi più affidabili.

Infatti i sistemi ottici consentono di discretizzare le quantità di passeggeri scesi e saliti ad una determinata fermata, ma spesso tali stime risultano essere imprecise e complicate da ottenere.

Come riportato dall'Ing. TRANCUCCIO [3], per poter utilizzare le immagini fornite dalle videocamere presenti a bordo di un autobus a scopo di sorveglianza, è necessaria una loro rielaborazione per ottenere una stima di conteggio passeggeri.

Questa manipolazione delle immagini risulta necessaria poiché tali sistemi ottici nascono con uno scopo diverso, quello di videosorveglianza, e non di valutazione dello stato di carico. Inoltre, per risultare efficaci occorrono un riposizionamento delle videocamere per consentire una migliore visualizzazione delle zone di accesso con un operatore oppure un software aggiuntivo per l'effettuazione dei conteggi.

Si nota quindi che i costi relativi alla messa in opera della strumentazione ed all'elaborazione delle immagini ottenute sarebbero superiori a quelli di un conteggio passeggeri basato sui sensori, con l'aggravante di una minore affidabilità delle stime.

Oltre alle telecamere di sorveglianza, a bordo del mezzo in sperimentazione era già presente un'ulteriore attrezzatura preinstallata in grado di fornire una stima di conteggio passeggeri mediante sistemi ottici posizionati sopra ciascuna delle porte dell'autobus.

Questa soluzione tecnologica è in grado di operare la stima monitorando l'area sottostante a ciascuna porta, dividendo la suddetta area in due sotto-sezioni per valutare se le condizioni di flusso siano in entrata o in uscita.

I pacchetti di dati di tale strumentazione, denominata INFO\_PAX, che viaggiano sulla rete di bordo, contengono informazioni relative al numero totale di passeggeri saliti e scesi ed al numero totale di passeggeri presenti a bordo.

Durante l'analisi di tali pacchetti si sono spesso riscontrati degli errori come l'azzeramento delle stime, la sottostima dei passeggeri totali presenti a bordo e conteggi errati dei passeggeri entranti o uscenti.

Ad esempio, si è notato che in corrispondenza dei capolinea si verificasse spesso un annullamento del conteggio dei passeggeri stimati da questa strumentazione. Quein some cities. For which the European standards regulating their use and encouraging their application today, formally began more than a decade ago:

- A. the 'Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport' [1], revised in November 2023;
- B. the 2014 ITS Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe [2].

In Italy, there are regulations in force that promote the spread of ITS, for example, Art. 8 of Decree Law no. 179 of 18 October 2012 on 'Measures for the innovation of transport systems', which incorporates European Directive 2010/40/EU of 7 July 2010, mentioned above. Regarding APC systems, the discussion in the literature can be traced back to various papers that focus on both manual counting systems, burdened by the possibility of gross errors linked to the visual counting phase and the transcription of data as well as the onerousness of a systematic, non-sampling survey, and on other methodologies such as: video surveillance systems, infrared cameras or radio frequencies (the latter being generally more onerous). Passenger counting systems with pressure sensors known as 'indirect', since they are based on the estimation of the overall load on the bus, are in fact more reliable and less expensive than the APC systems generally available on the market, which estimate the number of passengers with a direct measurement by means of infrared or optical systems.

Inside the bus used during the research, in addition to the pressure transducer instrumentation, there were also optical and other passenger counting systems called ERFs (Electronic Registering Fareboxes); these, which had already been installed on board, operate estimates based on the electronic validation of tickets.

A comparison between these pre-installed instruments and the one included in our trial phase, which involved the use of pressure sensors, showed that the pressure sensor data, although referring to the total number of passengers on board between stops and not allowing for an exact estimate of passengers stepping in and out, still provided more reliable counts.

Indeed, optical systems make it possible to discretise the quantities of passengers getting off and on at a given stop, but such estimates are often inaccurate and complicated to obtain.

As reported by Eng. Trancuccio [3], to use the images provided by the video cameras on board a bus for surveillance purposes implies the need to reprocess them for obtaining an estimated passenger counting.

This manipulation of the images is necessary because these optical systems were created for a different purpose, that of video surveillance, and not for load status assessment. Furthermore, in order to be effective, repositioning of the cameras to allow a better view of the access zones

sta situazione appare ben diversa da quella osservata dai dati dei sensori di pressione dove anche in corrispondenza dei capolinea la stima risulta affidabile e non affetta dallo stato di carico quasi a vuoto. Ciò è dovuto al fatto che la tara media del veicolo non influenza i conteggi poiché viene considerata nel termine noto "b" della retta di interpolazione lineare, come oltre specificato.

Un altro problema che è stato riscontrato è quello relativo alla mancata accuratezza dei sistemi ottici in caso di sovraffollamento. Quando il bus presenta un carico eccessivo, le persone – stazionando sotto le telecamere – non consentono a tali strumenti di discretizzare il flusso entrante da quello uscente, portando ad avere vari errori nelle stime.

Tali dati necessitano di costi elevati, dovuti ad una rielaborazione che consenta di decodificare le informazioni presenti nei pacchetti e di calibrare l'area sottostante le porte mappata delle telecamere, rispetto ai sensori di pressione.

Da ultimo vi sono strumentazioni basate sulla validazione dei titoli di viaggio a bordo del mezzo; queste ultime non consentono di avere delle stime affidabili per svariati motivi, tra i quali il fatto che non tutti i passeggeri validino il biglietto a causa del non rispetto della regola o degli elevati livelli di sovraffollamento che non sempre permette alle persone di raggiungere le macchine validatrici.

#### 2. Letteratura

I riferimenti bibliografici con i quali ci si è confrontati per questo studio riguardano circa un ventennio di analisi, ricerche ed alcune applicazioni.

Nel Transit Cooperative Research Program (TCRP) Synthesis 29, Passenger Counting Technologies and Procedures [4], viene evidenziata la necessità di implementare soluzioni alternative per poter soddisfare la crescita della domanda del sistema dei trasporti, dovuta allo sviluppo e all'ampiamento degli agglomerati urbani, minimizzando l'impatto ambientale.

Primaria la ricerca condotta da Pavlidis (1999) [5], in Minnesota basata sul rilevamento automatico dei passeggeri a bordo dei veicoli transitanti nella corsia ad alta occupazione (High Occupancy Vehicle HOV) che è stata un interessante spunto di riflessione. Il conteggio, eseguito in questo caso con i metodi della banda d'onda e della visione artificiale, aveva dimostrato che solo utilizzando la larghezza di banda del vicino infrarosso fosse possibile ottenere dei risultati attendibili e delle immagini nitide, a differenza del medio infrarosso che, a velocità sostenute, non riesce invece a fornire lo stesso grado di dettaglio.

Un altro studio di ragguardevole utilità venne condotto da KIMPEL et al. (2003) [6], presso il *Tri-County Metropolitan Transportation District* di Oregon (Tri-Met). L'accuratezza e la precisione della tecnologia di conteggio automatico dei passeggeri in questo caso venivano valutate confrontando i

with an operator or additional software for counting is required.

It can therefore be seen that the costs of setting up the instrumentation and processing the resulting images would be higher than those of a sensor-based passenger count, with the aggravating factor of lower reliability of the estimates.

In addition to the surveillance cameras, there was additional pre-installed equipment on board the vehicle, under experimentation, that could provide an estimated passenger count by means of optical systems positioned above each of the bus doors.

This technological solution is able to perform the estimation by monitoring the area below each port, dividing this area into two sub-sections to assess whether the flow is incoming or outgoing.

The data packets of this instrumentation, called INFO\_PAX, that are transferred on the on-board network, contain information on the total number of passengers on and off and the total number of passengers on board.

During the analysis of these packages, errors such as zeroing of estimates, underestimation of total passengers on board and incorrect counts of incoming or outgoing passengers were often found.

For example, it was noted that at the bus terminal there was often a cancellation of the passenger count estimated by this instrumentation. This situation appears quite different from that observed from the pressure sensor data, where even at the bus terminal the estimation is reliable and unaffected by the near-empty state. This is due to the fact that the average vehicle tare does not influence the counts as it is taken into account in the known term 'b' of the linear interpolation line, as later detailed.

Another problem that has been encountered is the lack of accuracy of the optical systems in case of overcrowding. When the bus is overloaded, passengers – standing under the cameras – do not allow these instruments to discretize the incoming flow from the outgoing one, leading to various errors in the estimates.

These data require higher costs, due to reprocessing in order to decode the information in the packets and to calibrate the mapped area underneath the camera doors, with respect to the pressure sensors.

Lastly, there are instruments based on the validation of tickets on board the vehicle; these do not allow for reliable estimates for various reasons, including the fact that not all passengers validate their tickets due to non-compliance with the rules or the high levels of overcrowding that do not always allow passengers to reach the validating machines.

#### 2. Literature

The bibliographical references that inspired this study cover about two decades of analyses, research and some applications.

In the Transit Cooperative Research Program (TCRP) Synthesis 29, Passenger Counting Technologies and Procedati dei conteggi APC con i dati derivanti dai conteggi dalle videocamere. Lo scopo era sviluppare piani di campionamento impiegabili sia per la segnalazione mensile dei passeggeri e sia per la segnalazione annuale del NTD (*National Transit Database*). I risultati ottenuti mostravano che i sistemi APC utilizzati presentavano margini d'errore notevolmente bassi ed avevano una buona accuratezza rispetto ad una raccolta dati manuale nonché agli output delle videocamere, tuttavia a volte – in funzione di determinate condizioni (temperatura superiore ai 40°C e tipologia di autobus) – sovrastimavano il carico dei passeggeri.

Lo studio di PINNA et al. (2010) [7], analizzava come stimare la domanda di mobilità sfruttando diverse tecnologie di conteggio automatico dei passeggeri utilizzando una metodologia indiretta basata sulla valutazione del carico complessivo agente sul veicolo. Di fatto tale disamina è rimasta ancora molto attuale, salvo che tale tipologia di soluzione oggi può vedere anche l'applicazione concreta.

Un ulteriore riferimento d'interesse per questo studio è la ricerca condotta da NIELSEN et al. (2014) [8], nella città di Copenaghen: gli autori provarono a conteggiare i passeggeri a bordo di un treno locale partendo dal peso rilevato da sensori posizionati sulle sospensioni pneumatiche dello stesso. I risultati dimostrarono che un sistema di conteggio passeggeri basato sul peso fosse sensibilmente più affidabile rispetto ad altre metodologie basate sul mero conteggio di salita e discesa dei passeggeri, nonostante le masse sospese su un treno, per quanto più piccolo rispetto a quelli di lunga percorrenza, sia elevate in comparazione a quelle di passeggeri; questo divario è molto meno rilevante in un mezzo pubblico come un autobus o un tram.

Con il crescente sviluppo dei dispositivi mobili personali e la correlativa dipendenza dalle comunicazioni wireless fidelity (Wi-Fi) negli spazi pubblici vengono condotti studi empirici sull'utilizzo dei dati del segnale Wi-Fi per poter stimare i flussi di passeggeri. In merito a questo metodo di analisi, MISHALANI R.G. (2016) [9] combinando i dati del Wi-Fi con i dati di sistemi APC presenti a bordo e, anche se tali dati non corrispondono ai flussi reali, risultano utili se aggregati con altre stime a bordo. Analogamente, in Italia, NITTI, PINNA, PINTOR, PILLONI e BARABINO (2020) [10] presentano iABACUS, un sistema di conteggio automatico dei passeggeri su un autobus basato sulla tecnologia Wi-Fi che ha l'obiettivo di esaminare e indagare la mobilità urbana andando a monitorare i passeggeri lungo il loro percorso. La precisione di tale sistema è risultata intorno al 100% nel caso statico e quasi del 94% nel caso dinamico; in parallelo allo studio svolto e riportato dal presente articolo sono state svolte analisi similari con sniffer WiFi: la presenza di veicoli privati adiacenti al bus, eventualmente in coda ad un semaforo, è sovente difficile da filtrare come pure doppi dispositivi o dispostivi disattivati dai passeggeri, il che porta a variazioni abbastanza elevate del numero effettivo di utenti a bordo del bus.

Un documento invece che mira a valutare l'accuratezza e la precisione di un sistema APC commerciale a infrarossi all'interno di un mercato europeo è stato redatto da dures [4], the need to implement alternative solutions to manual counting in order to meet the growth in demand for transport systems, due to the development and expansion of urban agglomerations, while minimising environmental impact, is highlighted.

Primarily, the research conducted by PAVLIDIS (1999) [5] in Minnesota, based on the automatic detection of passengers in vehicles travelling in the High Occupancy Vehicle (HOV) lane, was an interesting stimulus for thought. The counting, performed in this case using the waveband and machine vision methods, had shown that only by using the near-infrared bandwidth was it possible to obtain reliable results and sharp images, unlike the mid-infrared, which cannot provide the same degree of detail at high speeds.

Another remarkably useful study was conducted by KIM-PEL et al. (2003) [6], at the Tri-County Metropolitan Transportation District in Oregon (Tri-Met). The accuracy and precision of APC technology in this case was evaluated by comparing data from APC counts with data from camera counts. The aim was to develop sampling plans that could be used for both monthly passenger reporting and annual NTD (National Transit Database) reporting. The results showed that the APC systems used had remarkably low margins of error and good accuracy compared to manual data collection and camera outputs, but sometimes – depending on certain conditions (temperature above 40°C and type of bus) – overestimated passenger loads.

The study by PINNA et al. (2010) [7], analysed how to estimate mobility demand by exploiting various APC technologies using an indirect methodology based on the assessment of the overall load acting on the vehicle. In fact, this analysis is still very relevant today, except that this type of solution can now also see first practical applications.

A further reference of interest for this study is the research conducted by NIELSEN et al. (2014) [8], in the city of Copenhagen: the authors tried to count the passengers on board a local train on the basis of the weight detected by sensors placed on the train's air suspension.

The results showed that a passenger counting system based on weight was significantly more reliable than other methodologies based on the mere counting of passengers boarding and stepping out, even though the masses suspended on a train, although smaller than on long-distance trains, are high in comparison to those of passengers; this difference is much less relevant in vehicles for public transport such as a buses or trams.

With the increasing development of personal mobile devices and the correlating reliance on wireless fidelity communications (Wi-Fi) in public spaces, empirical studies are being conducted on the use of Wi-Fi signal data to estimate passenger flows. Regarding this method of analysis, MISHALANI R.G: (2016) [9] combined Wi-Fi data with data from on-board APC systems, and although this data do not correspond to actual flows, it is useful when aggregated with other on-board estimates. Similarly, in Italy, NITTI, PINNA, PINTOR, PILLONI and BARABINO (2020) [10] present iABA-

OLIVO *et al.* (2019) [11] impiegando circa 1000 dati grezzi raccolti da PTC italiano. Dai risultati emerge che il sistema ha mostrato una tendenza nel sottostimare i passeggeri saliti e non i passeggeri discesi.

Infine, il più recente studio di Gonzalez *et al.* (2022) [12] presenta un sistema *Be-In/Be-Out* (BIBO) che utilizza l'identificazione a radiofrequenza per il monitoraggio dei passeggeri a bordo dei mezzi di trasporto pubblici ottenendo matrici O/D che risultano affidabili e molto rappresentative sulla mobilità dei servizi di trasporto pubblico.

A differenza degli studi e degli articoli sopradetti, la ricerca che qui viene illustrata è tra le poche in ambito europeo che mira a valutare l'affidabilità e l'accuratezza della stima di un APC confrontando i dati manuali del carico a bordo con quelli automatici del sistema di pressione delle sospensioni.

#### 3. Sperimentazione

Alla luce di quanto indicato, l'obiettivo di tale sperimentazione è stato dunque quello di sviluppare un'innovativa tecnologia studiando e mettendo in atto un metodo, alternativo a quelli convenzionali, di conteggio automatico dei passeggeri a bordo di veicoli su gomma adibiti al trasporto pubblico locale urbano ed extraurbano, che possa colmare quel gap esistente ad oggi tra le metodologie presenti nel settore. Tale tecnologia consente di conoscere in modo continuo ed in tempo reale il numero di passeggeri presenti all'interno di un veicolo, sfruttando una strumentazione di facile implementazione, che richiede bassi costi di acquisto e manutenzione.

L'azienda che ha collaborato passo-passo a tale studio sperimentale è GTT (Gruppo Torinese Trasporti S.p.a.), che gestisce l'intera rete del TPL, urbano ed extraurbano, della città di Torino.

La sperimentazione si è basata sull'utilizzo di trasduttori di pressione che, appositamente montati sulle sospensioni pneumatiche di un autobus di linea adibito al trasporto pubblico urbano, hanno consentito di valutare la pressione dell'aria dell'impianto delle sospensioni ECAS (*Electronically Controlled Air Suspension*) e ricavare il valore del carico a bordo del mezzo.

Il veicolo che l'azienda del Gruppo Torinese Trasporti ha messo a disposizione per portare avanti il progetto è un mezzo su gomma lungo 12 m e alimentato a gasolio (Mercedes Conecto Euro6).

Poiché lo scopo principale è stato studiare e tarare un sistema che permettesse di contare in modo accurato, con margini di errore molto bassi, il numero dei passeggeri a bordo, si è scelta una linea che raccogliesse un bacino d'utenza elevato e che passasse da poli attrattivi e punti di snodo strategici della città metropolitana di Torino, come la stazione centrale di Porta Nuova, il Campus universitario Einaudi, il tribunale di Torino e la Mole Antonelliana, che è sede di un museo molto frequentato, come riportato in Fig. 2.

CUS, an automatic passenger counting system on a bus based on Wi-Fi technology that aims to examine and investigate urban mobility by tracking passengers along their route. The accuracy of such a system resulted around 100% in the static case and almost 94% in the dynamic case; in parallel to the study carried out and reported by this paper, similar analyses were carried out with WiFi sniffers: the presence of private vehicles adjacent to the bus, possibly queuing at a traffic light, is often difficult to filter out, so as are double devices or devices deactivated by passengers, which leads to fairly high variations in the actual number of travelers on board the bus.

A paper, on the other hand, aiming to evaluate the accuracy and precision of a commercial infrared APC system within a European market was prepared by OLIVO et al. (2019) [11] using approximately 1000 raw data collected by the Italian PTC. The results demonstrate that the system showed a tendency to underestimate ascending passengers and not descending passengers.

Finally, the most recent study by GONZALEZ et al. (2022) [12] presents a Be-In/Be-Out (BIBO) system that uses radio-frequency identification to monitor passengers on board public transport vehicles, obtaining O/D matrices that are reliable and very representative of the mobility of public transport services.

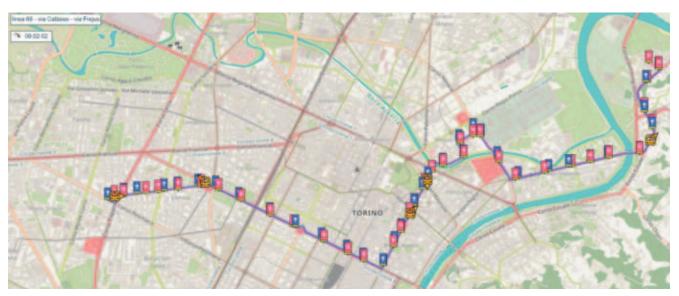
Unlike the above-mentioned studies and papers, the research presented here is among the few in Europe that aims to assess the reliability and accuracy of an APC estimate by comparing manual on-board load data with automatic suspension pressure system data.

#### 3. Experimentation

In the light of the above, the objective of this experimentation was therefore to develop an innovative technology by studying and implementing an alternative method to the conventional ones for automatically counting passengers on board road vehicles used for local urban and suburban public transport, which could fill the gap that currently exists among the methodologies in the sector. This technology makes it possible to know continuously and in real-time the number of passengers inside a vehicle, using an easy-to-implement instrumentation that requires low investment and maintenance costs.

The company that collaborated, step by step, in this experimental study is GTT (Gruppo Torinese Trasporti), which manages the entire LPT network, urban and extraurban, of the city of Turin.

The experimentation was based on the use of pressure transducers which, specially mounted on the air suspension of an urban public transport bus, made it possible to assess the air pressure of the ECAS (Electronically Controlled Air Suspension) suspension system and to derive the value of the load on board the vehicle.



(Fonte - Source: Caravello A., 2022 [14], Cavallero A., 2022 [15])

Figura 2 – Percorso effettuati dalla linea di TPL scelta per la sperimentazione. Figure 2 – Route taken by the LPT line chosen for the experiment.

Tra i diversi sensori di pressione, disponibili sul mercato, si è scelto di optare per una tipologia ad alta qualità con prestazioni adatte ad applicazioni ferroviarie, individuando dei sensori adatti a resistere ad ambienti ostili, robusti e affidabili nella restituzione dei dati di pressione e temperatura. I sensori utilizzati sono i CANopen *Miniature Pressure-Trasmitter* (CMP) 8270/8826 (*Trafag Sensors Controls*, Svizzera), trasduttori di pressione visibili in Fig. 3.

Lo studio sperimentale è stato condotto e seguito in tutti i suoi processi, dal reperimento del materiale alla programmazione a banco dell'apparecchiatura, fino all'installazione di tutti gli apparati utili al rilievo dei dati dei trasduttori a bordo del mezzo scelto, Fig. 4.

Successivamente, una volta tarate e provate tutte le componenti, si è passati alla fase di raccolta dei dati partendo dai dati manuali, base di partenza per la costruzione del modello di regressione lineare che, una volta correlati con i dati restituiti dai sensori, hanno dato il via al processo di elaborazione finale. La fase cruciale è stato il confronto dei dati che venivano restituiti dai sensori di pressione, messi in connessione con gli apparati di bordo, con i dati provenienti dai sistemi di conteggio automatico già presenti sul mezzo di trasporto su gomma. In seguito, è stato eseguito il calcolo degli errori per valutare l'affidabilità del sistema ponendoli a confronto con i dati ricavati dal conteggio eseguito manualmente a bordo del mezzo.

I risultati ottenuti hanno portato a considerare il sistema di conteggio basato sull'utilizzo di sensori di pressione affidabile ed efficiente con errori dell'ordine di grandezza di un passeggero.

Per maggiore chiarezza viene riportato in modo schematico Fig. 5 il processo adottato.

The vehicle that the GTT company provided to carry out the research is a 12m long, diesel-powered (Mercedes Conecto Euro6) bus.

Since the main aim was to study and calibrate a system that would allow the number of passengers on board to be accurately counted, with very low margins of error, a line was chosen that would collect a large catchment area and pass through attractive poles and strategic junctions in the metropolitan city of Turin, such as the Porta Nuova central rail station, the Einaudi University Campus, the Turin Law Court and the Mole Antonelliana, which is the seat of a very popular museum, as shown in Fig. 2.

Among the different pressure sensors. available on the market, it was decided to opt for a high-quality type with performance suitable for railway applications, identifying sensors that could withstand harsh environments, and were both robust and reliable in returning pressure and temperature data. The sensors used are the CANopen Miniature Pressure-Transmitter (CMP) 8270/8826 (Trafag Sensors Controls, Switzerland), pressure transducers visible in Fig. 3.

The experimental study was conducted and followed in all its processes, from the selection of the materials to the bench programming of the equipment, up to the installation of all the apparatus useful for surveying the transducer data on board the chosen vehicle, Fig. 4.

Subsequently, once all the components had been calibrated and tested, authors moved on to the data collection phase, starting with the manual data, the basis for the construction of the linear regression model, which, once correlated with the data returned by the sensors, gave way to the final processing. The crucial step was the comparison of the data returned by the pressure sensors, which were connected with the on-board equipment, with the data from the

#### 4. Metodologia di analisi

#### 4.1. Programmazione dei sensori di pressione a banco e installazione dei sensori e dell'attrezzatura a bordo dell'autobus

Dopo aver reperito il materiale necessario per la sperimentazione, il primo passo è stato la programmazione dei sensori così da impostare per ciascuno di essi un codice identificativo e settarli affinché trasmettessero, automaticamente, un dato di pressione a livello delle sospensioni e temperatura al secondo. I sensori così programmati sono stati montati nell'impianto di sospensioni dell'autobus.

Oltre all'utilizzo dei sensori è necessario disporre di altri strumenti quali: (i) un interruttore, che consente una rapida accensione e spegnimento dell'apparecchiatura elettronica, (ii) un convertitore dei dati CAN/LAN, per trasformare i dati provenienti dai sensori in formato CAN, in LAN, (iii) un alimentatore per alimentare la strumentazione a 5V, (iv) uno *switch*, per collegare tra loro i vari apparati e (v) un *Raspberry* Pi 4, per il salvataggio dei dati provenienti dai sensori e dall'AVM.

Dopo aver programmato i sensori ed acquistata la restante parte dell'attrezzatura, si è provveduto ad installarli nell'impianto di sospensione del bus; le apparecchiature elettroniche, invece, sono state inserite in una scatola contenuta nella parte superiore del veicolo, posta nel vano in prossimità della postazione di guida dell'autista, come evidenziato in Fig. 6.

I dati provenienti da ciascuno dei quattro sensori, veicolati tramite la rete CANbus, sono stati prima convertiti e trasmessi sulla rete LAN attraverso l'utilizzo del convertitore CAN/LAN e successivamente memorizzati nel Raspberry Pi 4. Oltre ai pacchetti di dati provenienti ogni secondo dai quattro sensori, nel *Raspberry* Pi sono stati contemporaneamente salvati anche i pacchetti dell'AVM (*Advanced Vehicle Monitoring*), presenti sulla rete di bordo.



(Fonte – *Source*: Caravello A., 2022 [14], Cavallero A., 2022 [15])

Figura 3 – Trasduttore di pressione con connettore M12. *Figure 3 – Pressure transducer with M12 connector.* 





(Fonte - Source: Caravello A., 2022 [14], Cavallero A., 2022 [15])

Figura 4 – Installazione del sistema di acquisizione dei dati sul conteggio passeggeri su bus di GTT (Torino). Figure 4 – Installation of the passenger counting data acquisition system on GTT buses (Turin).

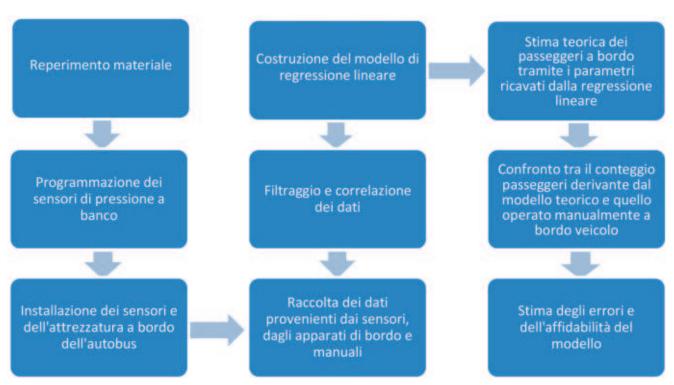


Figura 5 – Schema del processo di analisi e conteggio adottato. Figure 5 – Diagram of the analysis and counting process adopted.



(Fonte – Source: Manuale d'uso e manutenzione per dispositivi Aesys [16] e Caravello A. 2022 [14], Cavallero A., 2022 [15]) From the operation and maintenance handbook for devices Aesys [16] and Caravello A. 2022 [14], Cavallero A. 2022 [15])

Figura 6 – Allocazione dei sensori (sottocassa) e dell'attrezzatura, evidenziata in rosso. *Figure 6 – Location of sensors (underbody) and equipment, highlighted in red.* 

Tutte le apparecchiature citate sono connesse mediante l'utilizzo di uno *switch* che collegato ad un secondo *switch* di bordo del veicolo permette di ottenere una connessione non solo fra i vari apparati della strumentazione utilizzata durante lo studio ma anche con le altre apparecchiature presenti sul bus. La connessione tra *switch* di bordo e quello montato in fase di sperimentazione consente quindi l'ottenimento dei dati provenienti dall'AVM relativi alla diagnostica, allo stato delle porte, se aperte o chiuse, alla localizzazione e alla velocità assunta dal veicolo, decodificati seguendo le indicazioni presenti nel manuale redatto da Gastaldi (2020) [13].

#### 4.2. Costruzione del modello

La costruzione del modello include l'impostazione del medesimo, il filtraggio dei dati, l'analisi di correlazione dei dati e la conseguente stima teorica dei passeggeri a bordo tramite i parametri ricavati mediante regressione lineare.

Dopo la corretta installazione del sistema di sensori e della restante attrezzatura è stato possibile ottenere i dati di pressione, forniti in continuo, per ogni secondo di funzionamento dell'autobus.

I dati così ottenuti fanno riferimento ad un periodo di osservazione di circa un mese tra fine maggio 2022 e fine giugno 2022, in cui sono state effettuate circa una ventina di corse, da capolinea a capolinea, e raccolti circa 680 valori, riferiti al conteggio dei passeggeri totali presenti alle fermate, della linea.

Per ottenere una maggiore eterogeneità dei dati e non incorrere in errori sistematici, si è deciso di variare i giorni della settimana e le ore in cui venivano eseguiti i rilievi.

Per poter avere un unico valore di pressione, rappresentativo dello stato di carico dell'autobus è stato sviluppato uno script che, per ogni secondo di rilievi, operasse la somma tra i due dati di pressione provenienti dai sensori posizionati nelle sospensioni anteriori e il doppio dei due dati di pressione provenienti dai sensori posteriori, in considerazione del fatto che questi ultimi presentano sezioni doppie rispetto alle prime. Una volta ottenuto per ogni secondo di rilievo un valore di riferimento della pressione è stato necessario filtrare i dati in modo che venissero presi in considerazione solo i dati relativi ai tre secondi antecedenti l'apertura delle porte in fermata.

Per far ciò è stato necessario abbinare i dati dei sensori a quelli provenienti dall'AVM, che consente di ottenere i dati relativi allo stato dell'autobus, alla diagnostica, velocità e posizione e allo stato delle porte, così da considerare solo i dati di pressione riferiti agli ultimi tre secondi in cui il campo DOOR, presentava valore nullo, significativo di uno stato delle porte chiuse. Si è deciso di considerare una tripletta di dati poiché consente una valutazione più affidabile dello stato di carico, come spiegato in maggior dettaglio nel paragrafo 4.3.

automatic counting systems already present on the road vehicle. Subsequently, the calculation of errors was performed to assess the reliability of the system, by comparing them with the data from the counting performed manually on board the vehicle.

The results obtained led to the counting system based on the use of pressure sensors being considered reliable and efficient with errors in the order of magnitude of one passenger.

For more clarity, the process adopted is shown schematically in Fig. 5.

#### 4. Methodology of analysis

# 4.1. Programming of bench pressure sensors, installation of sensors and equipment on board the bus

Having procured the necessary material for the testing, the first step was to programme the sensors to set an identification code for each of them and set them to automatically transmit one suspension pressure and temperature data per second. The sensors thus programmed were mounted in the suspension system of the bus.

In addition to using the sensors, other equipment is required, such as: (i) a circuit breaker, which allows the electronic equipment to be quickly switched on and off, (ii) a CAN/LAN data converter, to transform the data coming from the sensors in CAN format, into LAN, (iii) a power supply unit to power the equipment with 5V, (iv) a switch, to connect the various equipment with each other, and (v) a Raspberry Pi 4, to save the data coming from the sensors and the AVM.

After programming the sensors and purchasing the rest of the equipment, they were installed in the bus suspension system; the electronic equipment, on the other hand, was placed in a box contained in the upper part of the vehicle, located in the compartment near the driver's seat, as shown in Fig. 6.

The data from each of the four sensors, conveyed via the CANbus network, was first converted and transmitted over the LAN network using the CAN/LAN converter and then stored in the Raspberry Pi 4. In addition to the data packets coming from the four sensors every second, the AVM (Advanced Vehicle Monitoring) packets from the on-board network were also stored in the Raspberry Pi at the same time.

All the mentioned equipment is connected by means of a switch which, connected to a second switch on board the vehicle, makes it possible to obtain a connection not only between the various parts of equipment used during the analysis but also with the other equipment on the bus. The connection between the on-board switch and the one fitted during the test phase thus allows data to be obtained from the AVM relating to diagnostics, the status of the doors, whether open or closed, the location and the speed assumed by the vehicle, decoded according to the indications in the handbook drawn up by GASTALDI (2020) [13].

Ottenuti i dati relativi ai tre secondi antecedenti l'apertura delle porte, è stata fatta la media, arrivando ad avere un unico valore di  $P_REF$  rappresentativo per ogni fermata. Inserendo in un grafico i valori ottenuti, dai sensori sull'asse delle ordinate e i corrispettivi valori dei conteggi manuali su quello alle ascisse, è stato possibile tarare i parametri a e b e ricavare la retta di regressione lineare:

$$\hat{y} = a x + b \tag{5.1}$$

Individuata l'equazione della retta, invertendo la formula è possibile ottenere il numero teorico di passeggeri presenti a bordo del mezzo tra una fermata e l'altra. L'equazione che permette la stima dei passeggeri a bordo mezzo è la seguente:

$$Pax \ teorici = \frac{P\_REF - b}{a} \tag{5.2}$$

Una volta ricavato in tal modo il numero di passeggeri teorici si è potuto confrontare tale valore con i corrispettivi dati ricavati dalla stima manuale, effettuata mediante rilevazioni sul campo. Da un primo confronto tra queste due raccolte di dati sono emerse delle differenze. Nell'ambito della suddetta ricerca sono state svolte numerose analisi con la finalità di poter minimizzare la differenza in valore assoluto tra numero di passeggeri rilevato manualmente e quello teorico.

## 4.3. Confronto tra il conteggio passeggeri derivante dal modello e manuale

Il confronto è stato effettuato tra il conteggio passeggeri derivante dal modello teorico e quello operato manualmente, a bordo veicolo.

Durante le analisi si è cercato di ridurre progressivamente il divario tra le suddette stime, andando a filtrare i dati e ricalibrando il modello. Dopo aver individuato le fermate in cui il numero di passeggeri teorici stimati dal modello si discostava notevolmente da quello ricavato manualmente, si è cercato di individuarne la causa. Per far ciò è stato necessario attuare un processo di reverse engineering e partendo dal valore della P\_REF, ricavare i quattro valori di pressione  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  provenienti dai quattro sensori di pressione, da cui era generato. Infatti ogni secondo durante il quale l'autobus è in funzione i trasduttori di pressione sono in grado di fornire un valore di pressione ciascuno, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>. Analizzando i valori P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> corrispondenti ai picchi di differenze tra i valori di conteggio passeggeri teorici e quelli manuali, si è potuto constatare che in corrispondenza dei picchi i valori iniziali di pressione presentavano valori o relativamente bassi, circa 2 bar o decisamente elevati, 8 bar. Queste stime si discostavano notevolmente dai valori osservati in condizioni di pressione normale, che oscillavano nell'intorno dei 4-5 bar. Dopo un'attenta analisi si è potuto constatare che tali variazioni rispetto ai valori di pressione assunti in

#### 4.2. Model construction

The construction of the model includes setting up the model, filtering the data, correlation analysis of the data and the resulting theoretical estimation of the passengers on board using parameters obtained by linear regression.

After the correct installation of the sensor system and the remaining equipment, it was possible to obtain pressure data, provided continuously, for every second of bus operation.

The data thus obtained refer to an observation period of about one month between the end of May 2022 and the end of June 2022, during which indicatively twenty journeys were carried out, from terminus to terminus, and about 680 values were collected, referring to the total passenger count at the stops, of the line.

In order to achieve a greater heterogeneity of the data and to avoid systematic errors, it was decided to vary the days of the week and the hours in which the surveys were carried out.

For collecting a single pressure value, representative of the bus's load state, a script was developed which, for each second of measurement, summed up the two pressure data from the sensors positioned in the front suspension and twice the two pressure data from the rear sensors, in view of the fact that these latter have sections twice as large as the first. Once a reference pressure value had been obtained for each second of measurement, it was necessary to filter the data so that only the data from the three seconds before the doors opened at a stop were considered.

In order to do this, it was necessary to combine the sensor data with data from the AVM, which provides data on bus status, diagnostics, speed and position, and door status, so that only the pressure data referring to the last three seconds in which the DOOR field had a null value, significant of a closed door status, were considered. It was decided to consider a triplet of data as it allows a more reliable assessment of the load state, as explained in more detail in section 4.3.

Having obtained the data for the three seconds before the doors opened, the average value was taken, resulting in a single representative P\_REF value for each stop. By plotting the values obtained from the sensors on the y-axis and the corresponding values from the manual counts on the x-axis, it was possible to calibrate the parameters a and b and derive the linear regression line:

$$\hat{\mathbf{y}} = a \, \mathbf{x} + b \tag{5.1}$$

Having identified the equation of the straight line, by inverting the formula it is possible to obtain the theoretical number of passengers on board the vehicle between one stop and the next. The equation for estimating the number of passengers on board the vehicle is as follows:

condizioni di carico normale, erano dovuti alla presenza di un impianto di sospensioni ECAS.

Il sistema di sospensioni ECAS presente sull'autobus consente infatti di compensare l'eventuale abbassamento o innalzamento del piano di calpestio dell'autobus rispetto al manto stradale, dovuto alla presenza di irregolarità nella pavimentazione o dalla ridistribuzione del peso a bordo veicolo, variando la quantità d'aria presente nell'impianto di sospensioni. Per tal motivo se il dato di pressione rilevato dai sensori venisse misurato nei secondi in cui l'impianto ECAS opera questa ritaratura, il valore di pressione osservato non risulterebbe rappresentativo dello stato di carico gravante sulle sospensioni ma alla pressione di insufflaggio dell'aria.

Dal momento che i sensori sono in grado di fornire i dati in continuo, oltre ai valori di pressione che fanno riferimento al carico che grava sulle sospensioni vi sono anche dati relativi al funzionamento dell'impianto ECAS che opera una ricalibrazione quando risulta fermo in banchina, durante i secondi prima dell'apertura delle porte.

Una volta messo in luce questo problema è sembrata necessaria una modifica dello script, che consentiva il filtraggio dei dati. Infatti, andando a considerare solo i valori di pressione di riferimento relativi ai tre secondi prima dell'apertura delle porte, la probabilità di ottenere dati di pressione non corrispondenti al carico ma alla pressione dell'aria in fase di compensazione, risulta essere elevata. Per non incorrere in questa eventualità si è deciso di non limitarsi alla considerazione degli ultimi tre valori antecedenti l'apertura delle porte ma di utilizzare tutti i valori tra il secondo in cui vengono chiuse le porte in una determinata fermata e i primi due secondi a porte aperte relativi alla fermata successiva. Una volta ampliato l'intervallo di misurazioni, abbinando tali dati per coppie di valori successivi, la P\_REF del suddetto intervallo, rappresentativa dello stato di carico della fermata, è stata calcolata come media dei valori presenti nella coppia, che presentava il range (la differenza assoluta tra i due valori) più basso.

Per poter migliorare ulteriormente il modello, considerato che alcune differenze tra i valori conteggiati manualmente e quelli ottenuti mediante il modello di regressione lineare risultavano essere ancora elevati, si è deciso di non abbinare i dati per coppie di dati ma per triplette. In tal modo il calcolo della P\_REF risultava essere più stabile perché qualora il sistema di sensori avesse fornito dati affetti da errori dovuti all'irregolarità del manto stradale, al funzionamento dell'impianto ECAS o a sobbalzi, la probabilità di avere tre dati consecutivi tutti alterati da queste anomalie risultava essere decisamente minore rispetto alla considerazione di solo due dati.

#### 4.4. Stima degli errori e dell'affidabilità del modello

Come menzionato, l'utilizzo di sensori di pressione montati nell'impianto di sospensioni del mezzo consente di ottenere, tramite la stima della pressione, un valore del

$$Pax theoretical = \frac{P\_REF - b}{a}$$
 (5.2)

Once the number of theoretical passengers had been obtained in this way, it was possible to compare this value with the corresponding data from the manual estimation carried out by means of field surveys. An initial comparison of these two data collections revealed differences. As part of the above-mentioned research, numerous analyses were carried out with the aim of minimising the difference in absolute value between the manually determined and theoretical number of passengers.

# 4.3. Comparison of model-derived and manual passenger counts

The comparison was made between the passenger count derived from the theoretical model and that operated manually, on-board the vehicle.

During the analysis, an attempt was made to progressively reduce the gap between these estimates, by filtering the data and recalibrating the model. After identifying the stops where the number of theoretical passengers estimated by the model deviated significantly from the manually derived number, an attempt was made to identify the cause. To do this, it was necessary to carry out a process of reverse engineering and, starting from the value of P\_REF, derive the four pressure values  $P_p$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  from the four pressure sensors, from which it was generated. In fact, every second during which the bus is in operation, the pressure transducers are able to provide one pressure value each, P1, P2, P3, P4. Analysing the values P<sub>p</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> corresponding to the peak differences between the theoretical and manual passenger count values, it was found that at the peaks, the initial pressure values were either relatively low, around 2 bar, or very high, 8 bar. These estimates deviated considerably from the values observed under normal pressure conditions, which oscillated in the region of 4-5 bar. After careful analysis, it was found that these variations from the pressure values assumed under normal load conditions were due to the presence of an ECAS suspension system.

In fact, the ECAS suspension system on the bus compensates for any lowering or raising of the bus floor in relation to the road surface, due to irregularities in the pavement or the redistribution of weight on board the vehicle, by varying the amount of air in the suspension system. For this reason, if the pressure value measured by the sensors were measured during the seconds in which the ECAS system performs this recalibration, the observed pressure value would not be representative of the load state of the suspension, but of the air blowing pressure.

Since the sensors can provide data continuously, in addition to the pressure values that refer to the load on the suspension, there is also data relating to the operation of the ECAS system, which recalibrates when it is stationary at the bus platform, during the seconds before the doors open.

numero di passeggeri a bordo veicolo. Una volta ottenuti dai sensori i valori di pressione è possibile convertirli in numero di passeggeri presenti a bordo del mezzo tra due fermate consecutive, mediante un modello di regressione lineare. In questa sezione vengono illustrati i risultati ottenuti dal modello di regressione lineare precedentemente descritto.

Considerando tutti i dati compresi tra una fermata e quella successiva e i primi due dati relativi alla fermata successiva, a porte aperte, una volta selezionata la tripletta con il range minore, la pressione di riferimento è stata ricavata come media tra i dati della tripletta selezionata. Sono stati inseriti sull'asse delle ordinate i dati di pressione così ottenuti e su quello delle ascisse i dati dei conteggi manuali. Si è potuto mediante regressione lineare ottenere l'equazione della retta e di conseguenza i parametri a e b. Tramite questi parametri è stato possibile stimare teoricamente il numero di passeggeri a bordo del mezzo e confrontarlo con i dati reali provenienti dal conteggio manuale.

Dal grafico a dispersione riportato nella Fig. 7 si può notare che la retta di regressione lineare permette di interpolare tutti i punti e che non vi siano dati che si discostino in modo evidente da essa. Le varie modifiche attuate nel corso della sperimentazione hanno portato ad avere un modello che presenta un coefficiente R² di 0,989, il valore prossimo all'unità, consente di avere una stima dell'elevata affidabilità del modello.

Once this problem had been highlighted, it seemed necessary to modify the script to filter the data. In fact, by only considering the reference pressure values for the three seconds before the opening of the doors, the probability of obtaining pressure data that did not correspond to the load but to the air pressure in the compensation phase was high. In order to avoid this possibility, it was decided not to limit the data to the last three values before the doors were opened, but to use all values between the second when the doors were closed at a specific stop and the first two seconds when the doors were open for the next stop. Once the range of measurements had been extended by combining these data for successive pairs of values, the P\_REF of the abovementioned range, representative of the load state of the stop, was calculated as the average of the values in the pair with the lowest range (the absolute difference between the two values).

To further improve the model, since some differences between the manually counted values and those obtained by means of the linear regression model were still high, it was decided not to match the data by pairs of data but by triples. In this way, the calculation of the P\_REF was more stable, because if the sensor system provided data affected by errors due to unevenness of the road surface, the operation of the ECAS system or jumps (joltings), the probability of having three consecutive data all affected by these anomalies was significantly lower than if only two data were taken into account.

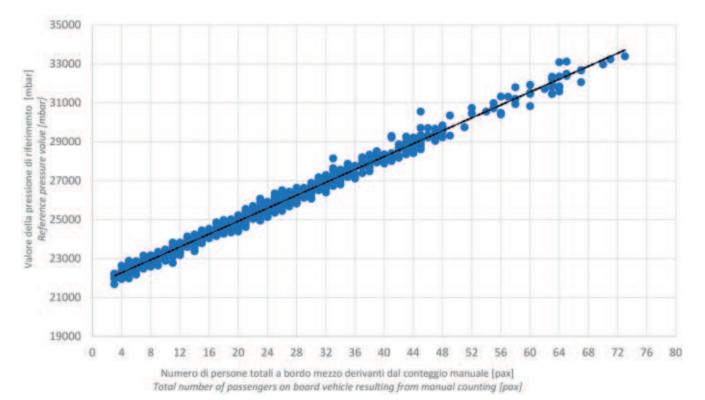


Figura 7 – Regressione lineare sui conteggi rilevati. Figure 7 – Linear regression on measured counts.

L'equazione della retta di interpolazione lineare (5.1) assume quindi la forma:

$$\hat{y} = 165,7 \, x + 21608 \tag{5.3}$$

dove i parametri a=165,7 e b=21608 rappresentano rispettivamente l'incremento di pressione per passeggero, cioè il valore di pressione medio per persona, e la tara del veicolo, cioè il valore di pressione P\_REF medio nel momento in cui l'autobus è vuoto e non vi sono persone a bordo, calcolata come media su tutte le rilevazioni effettuate.

Mediante l'inversione di questa formula, è stato possibile ricavare il valore di passeggeri teorici presenti all'interno dell'autobus tra due fermate consecutive sulla base della conoscenza della pressione di riferimento P\_REF, valutata dai sensori, in corrispondenza di ciascuna fermata, attraverso la formula (5.2).

Per valutare l'affidabilità dei valori così ottenuti, è stato necessario confrontarli con quelli ricavati dai conteggi manuali.

Il grafico in Fig. 8 mostra l'andamento dei valori stimati dai conteggi manuali su tutto il periodo di osservazione, che corrisponde alle fermate, riportate in ordine cronologico, in corrispondenza delle quali si dispone di dati di osservazione, e i medesimi valori ottenuti dai sensori di pressione. Ogni punto del grafico rappresenta il va-

#### 4.4. Estimation of errors and model reliability

As mentioned, the use of pressure sensors mounted in the suspension system of the vehicle makes it possible to obtain, through pressure estimation, a value of the number of passengers on board the vehicle. Once the pressure values have been obtained from the sensors, it is possible to convert them into the number of passengers on board the vehicle between two consecutive bus stops by means of a linear regression model. This section illustrates the results obtained from the linear regression model introduced above.

Considering all the data between one stop and the next and the first two data for the subsequent stop, with the doors open, once the triplet with the smallest range had been selected, the reference pressure was obtained as the average of the data from the selected triplet. The pressure data thus obtained were placed on the y-axis and the manual count data on the x-axis. It was possible by means of linear regression to obtain the equation of the straight line and consequently the parameters a and b. Using these parameters, it was possible to theoretically estimate the number of passengers on board the vehicle and compare it with the actual data from the manual count.

From the scatter plot shown in Fig. 7 it can be seen that the linear regression line allows all points to be interpolated, and that there is no data that clearly deviates from it. The various modifications implemented during the course of the experiment have resulted in a model with a coefficient  $R^2$  of

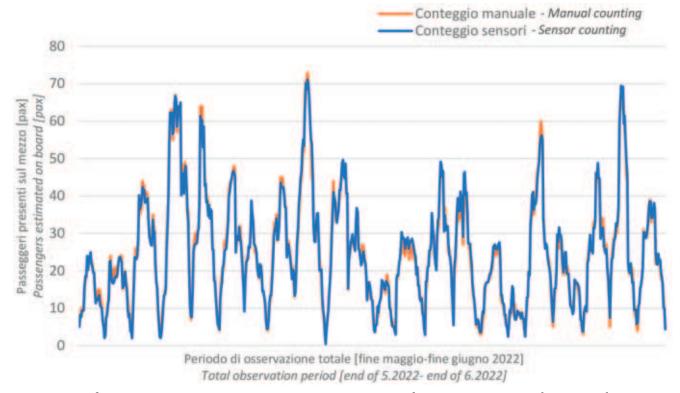


Figura 8 – Confronto tra passeggeri stimati attraverso i conteggi manuali e passeggeri stimati dai sensori di pressione. *Figure 8 – Comparison between passengers estimated by manual counts and passengers estimated by pressure sensors.* 

lore di conteggio di passeggeri effettuato manualmente o dai sensori, in corrispondenza di tutte le fermate, effettuate durante il periodo di osservazione di un mese tra fine maggio 2022 e fine giugno 2022.

Risulta evidente che le due distribuzioni risultino quasi del tutto sovrapposte. Ciò permette di constatare che l'equazione della retta di interpolazione lineare consente di ottenere una stima dei passeggeri a bordo affidabile se confrontata con quelli stimati dalle rilevazioni sul campo.

Una volta confrontati i dati relativi al conteggio dei passeggeri presenti a bordo del veicolo tra una fermata e l'altra ottenuti dal sistema di sensori con quelli osservati durante i rilievi, è stata fatta un'analisi degli errori per avere una stima più precisa dell'affidabilità del modello.

Una prima valutazione dell'errore ha preso in esame le differenze assolute tra numero passeggeri stimati manualmente e numero passeggeri stimati teoricamente (ottenuti a partire dai valori di pressione stimati dai trasduttori, mediante l'inversione della retta di interpolazione), per ogni fermata. Dopo aver ricavato tali differenze è stato possibile ottenere l'istogramma riportato in Fig. 9, in cui le differenze così ottenute sono state categorizzate negli intervalli di riferimento. Come si può notare dalla Tab. 1, solo lo 0,59% delle differenze tra passeggeri conteggiati manualmente e stimati ricade fuori dall'intervallo di ±5 persone e più della metà delle differenze presenta un errore massimo di ±1 passeggeri. Inoltre, nel 96,17% dei casi l'errore commesso dai sensori di pressione nella stima del-

0,989; the value close to unity allows an estimate of the model's high reliability.

The equation of the linear interpolation line (5.1) then takes the form:

$$\hat{y} = 165,7 \, x + 21608 \tag{5.3}$$

where the parameters a = and b = respectively represent the pressure increment per passenger, so the average pressure value per person, and the vehicle tare, so the average pressure value  $P\_REF$  when the bus is empty and there are no people on board, calculated as an average over all the collected measurements.

By means of the inversion of this formula, it was possible to derive the value of theoretical passengers inside the bus between two consecutive stops on the basis of knowledge of the reference pressure P\_REF, assessed by the sensors, at each stop, by means of formula (5.2).

In order to assess the reliability of the values thus obtained, it was necessary to compare them with those obtained from manual counts.

The graph in Fig. 8 shows the trend of the values estimated from the manual counts over the entire observation period, which corresponds to the stops, shown in chronological order, at which observation data is available, and the same values obtained from the pressure sensors. Each point on the graph represents the value of passenger counts carried out manually or by the sensors, at all stops, during the one-month

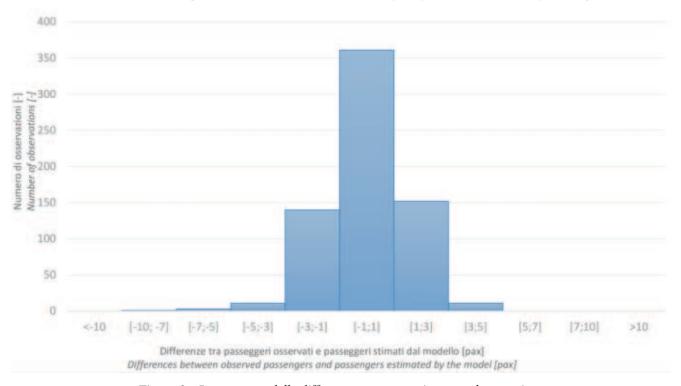


Figura 9 – Istogramma delle differenze tra conteggio manuale e teorico. *Figure 9 – Histogram of differences between manual and theoretical counting.* 

Tabella 1 – *Table 1* 

Tabella delle differenze tra conteggio manuale e teorico Table of differences between manual and theoretical counting

Intervalli di errore Error Intervals	Frequenza Frequency	Percentuale [%] Percentage [%]
<-10	0	0,00
[-10;-7]	1	0,15
[-7;-5]	3	0,44
[-5;-3]	11	1,62
[-3;-1]	140	20,62
[-1; 1]	361	53,17
[1;3]	152	22,39
[3;5]	11	1,62
[5;7]	0	0,00
[7;10]	0	0,00
>10	0	0,00
Totale rilievi Total surveys	67	79

le persone presenti a bordo del mezzo non supera i ±3 passeggeri.

Sulla base degli errori stimati precedentemente come differenze tra passeggeri conteggiati manualmente e quelli stimati dai sensori è stata ricavata la curva di distribuzione gaussiana, riportata in Fig. 10, che non presenta delle code disperse ma assume una forma ristretta. Come evidenziato nella Tab. 2 e Tab. 3, la dispersione delle differenze, stimate precedentemente, è contenuta per il 99,3% nell'intervallo di  $\pm 3\sigma$ , mentre per il 96,3% risultano comprese nell'intervallo  $\pm 2\sigma$ .

Inoltre, il valore della deviazione standard risulta essere particolarmente ridotto e pari a 1,53. Tale dato conferma il fatto che i valori risultano concentrati vicino alla media e gli scarti limitati e che quindi le differenze tra i conteggi effettuati manualmente e quelli rilevati dai sensori sono minime.

Dopo aver calcolato l'errore assoluto come differenza tra passeggeri osservati e stimati attraverso i sensori di pressione, si è proceduto alla stima dell'errore relativo, per valutare l'affidabilità del modello.

L'errore relativo è stato calcolato sulla base delle pressioni totali, utilizzando la formula:

$$ERR_{Rel} = \frac{|P\_REF_{conteggio} - P\_REF_{sensori}|}{P\_REF_{conteggio}} [\%] \quad (5.4)$$

observation period between the end of May 2022 and the end of June 2022.

It is evident that the two distributions are almost completely overlapping. This makes it possible to see that the equation of the linear interpolation line provides a reliable estimate of passengers on board when compared to those estimated from field surveys.

Once the passenger count data obtained from the sensor system between stops had been compared with those observed during the surveys, an error analysis was carried out to obtain a more precise estimate of the reliability of the model.

An initial evaluation of the error examined the absolute differences between manually estimated passenger numbers and theoretically estimated passenger numbers (obtained from the pressure values estimated by the transducers by inverting the interpolation line), for each stop. After deriving these differences, it was possible to obtain the histogram shown in Fig. 9 in which the differences thus obtained were categor-

ized in the reference intervals. As it can be seen from Tab. 1, only 0,59% of the differences between manually counted and estimated passengers fall outside the range of  $\pm 5$  persons and more than half of the differences have a maximum error of  $\pm 1$  passenger. Moreover, in 96,17% of the cases, the error committed by the pressure sensors in estimating the number of people on board the vehicle does not exceed  $\pm 3$  passengers.

Based on the previously estimated errors as differences between manually counted passengers and those estimated by the sensors, the Gaussian distribution curve was derived, shown in Fig. 10, which has no scattered tails but takes on a narrow shape. As shown in Tab. 2 and Tab. 3, the dispersion of the previously estimated differences is contained for 99,3% in the range  $\pm 3\sigma$ , while for 96,3% they are in the range  $\pm 2\sigma$ .

In addition, the value of the standard deviation is minimal at 1,53. This confirms the fact that the values are concentrated close to the average and the deviations limited, and that therefore the differences between the counts carried out manually and those detected by the sensors are minimal.

After calculating the absolute error as the difference between passengers observed and estimated through the pressure sensors, the relative error was estimated to assess the reliability of the model.

The relative error was calculated on the basis of the total pressures, using the formula:

$$ERR_{Rel} = \frac{|P\_REF_{manuals} - P\_REF_{sensors}|}{P\_REF_{manuals}} [\%] \quad (5.4)$$

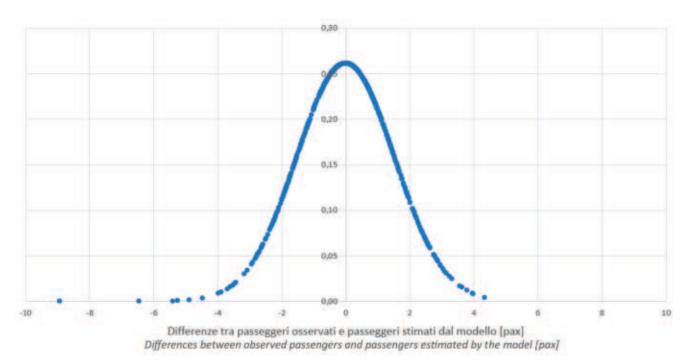


Figura 10 – Curva gaussiana delle differenze di passeggeri osservati dai conteggi manuali e quelli stimati dal modello. *Figure 10 – Gaussian curve of differences in passengers observed by manual counts and those estimated by the model.* 

Il valore *P\_REF*<sub>conteggio</sub>, che rappresenta la pressione ricavata a partire dai dati proveniente dai conteggi manuali, è stato calcolato sulla base dei parametri a e b ottenuto dalla retta di regressione lineare come:

$$P\_REF_{conteggio} = a * (PAX_{conteggio}) + b$$
 (5.5)

dove  $PAX_{conteggio}$  è il dato di persone a bordo del mezzo proveniente dai conteggi operati manualmente e i parametri a e b sono quelli ricavati dell'equazione della retta.

Il valore di pressione così ottenuto è rappresentativo del numero di passeggeri presenti sull'autobus, osservati nella realtà. Quest'ultimo è stato poi messo a confronto con il valore di pressione fornito dai trasduttori di pressione  $P_REF_{sensori}$ . Attraverso questa valutazione dell'errore relativo è stato possibile confrontare i valori delle pressioni riferite al carico dei passeggeri osservato nella realtà con quelli ottenuti dai sensori.

In Fig. 11 vengono mostrati gli errori relativi così stimati.

Come visibile in Tab. 4, il 71,43% delle misurazioni presenta un errore relativo inferiore all'1% e nel 99,85% il massimo errore relativo osservato non supera il 4%. Il modello di regressione lineare così stimato può com-

The value  $P\_REF_{manuals}$ , representing the pressure obtained from the data from the manual counts, was calculated on the basis of the parameters a and b obtained from the linear regression as:

$$P\_REF_{manuals} = a * (PAX_{manuals}) + b$$
 (5.5)

where  $PAX_{manuals}$  is the number of passengers on board the vehicle from manual counts and the parameters a and b are those derived from the equation of the line.

Tabella 2 - Table 2

Intervalli delle differenze di passeggeri osservati dai conteggi manuali e quelli stimati dal modello

Table of passenger difference intervals observed by manual counts and those estimated by the model

Intervalli di errore Error Intervals	Frequenza Frequency	Percentuale [%] Percentage [%]
< -3σ	5	0,74
[-3σ; -2σ]	10	1,47
[-2σ; -σ]	89	13,11
[-σ;0]	231	34,02
[0; σ]	244	35,94
[ ;2\sigma]	90	13,25
[2σ;3σ]	10	1,47
>3σ	0	0,00
Totale rilievi Total surveys	67	79

portare un errore relativo del conteggio passeggeri inferiore al 3% nel 99,56% delle stime.

Con l'applicazione del modello di regressione lineare risulta dunque possibile, partendo dai dati di pressione forniti dal sistema montato a bordo del mezzo, ottenere una stima quanto più precisa delle persone presenti a bordo di un autobus.

Il modello di regressione lineare così stimato permette la conoscenza del numero totale di passeggeri a bordo tra una fermata e l'altra; questo dato risulta di fondamentale importanza per avere una stima dell'entità della domanda riguardante il trasporto pubblico locale.

#### 5. Conclusioni

Sulla base delle numerose prove effettuate, si può affermare che la metodologia di conteggio automatico dei passeggeri presentata in questo articolo fornisca in tempo reale dati affidabili sul numero di persone a bordo di un mezzo. Infatti, una volta programmati i sensori e montata l'attrezzatura sulle sospensioni del mezzo, i trasduttori sono in grado di fornire in tempo reale e in flusso continuo i dati di pressione relativi al carico gravante sulle sospensioni. Il modello di regressione lineare, che meglio interpola tutti i dati di pressione, ha permesso la valutazione dei coefficienti a e b, grazie alla conoscenza dei quali è possibile avere una stima del numero di passeggeri a bordo del mezzo, disponendo dei valori di pressione.

Dopo tutte le modifiche apportate, il modello è atto a fornire un conteggio di passeggeri a bordo veicolo, deri-

Tabella 3 – *Table 3*Intervalli di confidenza della curva di Gauss *Gaussian curve confidence intervals* 

Intervalli di confidenza Confidence intervals	Percentuale [%] Percentage [%]
±σ	69,96
±2σ	96,32
±3σ	99,26

The pressure value thus obtained is representative of the number of passengers in the bus, observed in reality. The latter was then compared with the pressure value provided by the pressure transducers  $P_REF_{sensors}$ . Through this evaluation of the relative error, it was possible to compare the pressure values referring to the passenger load observed in reality with those obtained from the sensors.

Fig. 11 shows the relative errors thus estimated.

As visible in Tab. 4, 71,43 % of the measurements have a relative error of less than 1% and in 99,85% the maximum observed relative error does not exceed 4%. The linear regression model thus estimated can result in a relative error of the passenger count of less than 3% in 99,56% of the estimates.

With the application of the linear regression model, it is therefore possible, from the pressure data provided by the on-board system, to obtain a more accurate estimate of the number of people on board a bus.

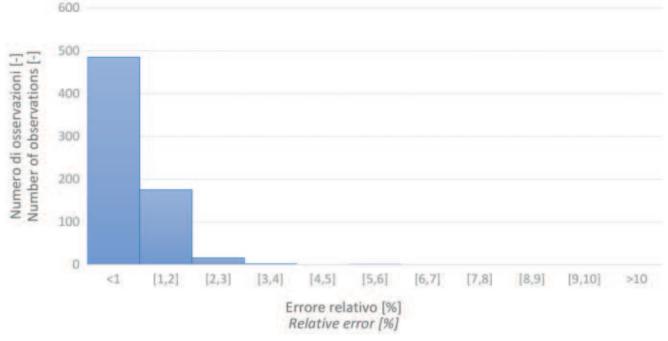


Figura 11 – Istogramma degli errori relativi. *Figure 11 – Histogram of relative errors*.

Tabella 4 – *Table 4*Tabella delle differenze tra conteggio manuale e teorico

Summary table with relative error frequency and percentage

Intervalli di errore Error Intervals	Frequenza Frequency	Percentuale [%] Percentage [%]
<1%	485	71,43
[1%,2%]	175	25,77
[2%,3%]	16	2,36
[3%,4%]	2	0,29
[4%,5%]	0	0,00
[5%,6%]	1	0,15
[6%,7%]	0	0,00
[7%,8%]	0	0,00
[8%,9%]	0	0,00
[9%,10%]	0	0,00
Totale rilievi Total surveys		679

vante dalla stima delle pressioni da parte dei sensori, con un errore massimo di ±3 passeggeri il 96,17% delle volte. Questo è possibile anche grazie all'incremento dell'intervallo temporale da cui vengono ricavati i dati di pressione relativi ad ogni fermata; ciò ha permesso di correggere i picchi di differenze stimate tra conteggio passeggeri operato manualmente e quello effettuato attraverso i sensori, presenti nel modello originario.

La strumentazione utilizzata consente quindi di disporre di valutazioni accurate del conteggio di passeggeri a bordo di un autobus, o anche di un tram, ed è di facile implementazione e molto meno onerosa rispetto ad altre già presenti in commercio.

La conoscenza del numero di passeggeri a bordo di un mezzo di trasporto pubblico risulta di notevole importanza per i fornitori del servizio, che possono in tal modo fruire di una stima della richiesta e pianificare le attività di manutenzione e le modalità di gestione del traffico dei mezzi. Anche dal punto di vista dell'utenza la conoscenza dello stato di occupazione del veicolo può risultare utile per pianificare al meglio gli spostamenti e le relative tempistiche o effettuare anche scelte subitanee se opportunamente informata, il che è una delle aspirazioni dei sistemi MaaS. È possibile che in futuro questo tipo di informazioni riguardanti l'entità di carico di passeggeri, alto, medio o basso, vengano fornite agli utenti anche tramite app scaricabili dallo smartphone, da siti web o tramite appositi pannelli posti in corrispondenza delle banchine. In quest'ottica risulta evidente che un errore massimo di ±3 persone non andrebbe ad inficiare più di tanto le stime. Futuri sviluppi di questa sperimentazione potrebbero essere quelli di effettuare nuove analisi in diversi periodi dell'anno e non solo nei mesi estivi, come fatto nell'ambito di questa sperimentazione. Sarebbe interessante considerare ad esempio se le variazioni climatiche e di temperaThe linear regression model estimated in this way allows knowledge of the total number of passengers on board between one stop and the next; this data is of fundamental importance to have an estimate of the extent of demand for local public transport.

#### 5. Conclusions

On the basis of the numerous tests performed, it can be declared that the automatic passenger counting methodology presented in this paper provides reliable real-time data on the number of passengers on board a bus. In fact, once the sensors have been programmed and the equipment mounted on the suspension of the vehicle, the transducers are able to provide pressure data on the load on the suspension in real-time and in a continuous flow. The linear regression model, which best

interpolates all the pressure data, allowed the evaluation of the coefficients a and b, thanks to the knowledge of which it is possible to have an estimate of the number of passengers on board the vehicle, having the pressure values available.

After all the modifications made, the model is able to provide a passenger count on board the vehicle, derived from the estimation of pressures by the sensors, with a maximum error of ±3 passengers 96,17% of the time. This is also possible thanks to the increase in the time interval from which the pressure data for each stop is obtained; this allowed the correction of the peaks of estimated differences between manually operated passenger counts and those carried out by the sensors, which were present in the original model.

The instrumentation used therefore allows for accurate passenger count assessments on board a bus, or even a tram; it results easy to be implemented and much less costly than others solutions already on the market.

Knowledge of the number of passengers on board a public transport vehicle is of considerable importance for service providers, who can thus benefit from an estimate of actual demand and plan maintenance activities as well as vehicle traffic management. Besides, from the user's point of view, knowledge of the vehicle's occupancy status can be useful in order to better plan trips and their timing or even make immediate choices if properly informed, which is one of the aspirations of MaaS (Mobility as a Service) systems. It is possible that in the future this type of information regarding the extent of passenger load – high, medium or low - will also be provided to users via apps that can be downloaded from smartphones, websites or via panels placed at the platforms. With this in mind, it is evident that a maximum error of ±3 people would not affect the estimates much. Future developments of this experiment could be to carry out new analyses at different times of the year and not only in the summer months, as

tura possano interferire o meno nella stima del conteggio passeggeri. È evidente che la considerazione di più variabili consentirebbe un affinamento sempre maggiore dell'affidabilità del modello.

I risultati di questa ricerca hanno una significativa implicazione pratica nel campo delle metodologie di conteggio automatico dei passeggeri nell'ambito dei trasporti pubblici. Tuttavia, il campo è aperto ad ulteriori scenari di ricerca che potrebbero sensibilmente ottimizzare questo settore cardine delle infrastrutture attinenti al sistema dei trasporti.

#### 6. Ringraziamenti

Si ringrazia tutto il personale tecnico di GTT che ha supportato sia l'iniziativa di ricerca sia l'installazione e relativa sperimentazione tra il 2020 e 2023.

was done in this experiment. It would be interesting to consider, for example, whether climate and temperature variations may or may not interfere with the estimation of passenger counts. It is evident that the consideration of more variables would allow the reliability of the model to be increasingly refined.

The results of this research have significant practical implications in the field of automatic passenger counting methodologies in public transport. However, the field is open to further research scenarios that could significantly optimise this pivotal area of transport system infrastructure.

#### 6. Acknowledgements

Authors would like to thank all the technical staff of GTT who supported both the research initiative and the installation and testing between 2020 and 2023.

#### **BIBLIOGRAFIA - REFERENCES**

- [1] Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea. "Direttiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 7 luglio 2010 sul quadro generale per la diffusione dei sistemi intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto". Bruxelles: Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea; 2010.
- [2] Commissione delle Comunità Europee. "Piano di Azione ITS per la diffusione di sistemi di trasporto intelligenti in Europa". Bruxelles: COM 886 definitivo; 2008.
- [3] Trancuccio R. (2018), "ITS nel trasporto pubblico locale: proposta di un sistema innovativo di conteggio passeggeri" [tesi di laurea magistrale]. Torino: Politecnico di Torino, 2018.
- [4] BOYLE D.K. (1998), "Synthesis of Transit Practice 29, Passenger Counting Technologies and Procedures", Transit Cooperative Research Program. Washington D.C: National Academy Press; 1998.
- [5] PAVLIDIS I., FRITZ B., SYMOSEK P., PAPANIKOLOPOULOS N.P., MORELLAS V., SFARZO R. (1999), "Automatic Passenger Counting in the HOV Lane". Minnesota: Minnesota Department of Transportation; 1999.
- [6] KIMPEL T.J., STRATHMAN J.G., GRIFFIN D., CALLAS S., GERHART R.L. (2003), "Automatic Passenger Counter Evaluation: Implications for National Transit Database Reporting". Paper presented at Transportation Research Board Annual Meeting, Transportation Research Record, 2003.
- [7] PINNA I., DALLA CHIARA B., DEFLORIO F.P., "Rilievo automatico dei passeggeri e del carico dei veicoli". "Automatic passenger counting and vehicle load monitoring". Ingegneria Ferroviaria 2/2010; pp. 101-138.
- [8] NIELSEN B.F., FROLICH L., NIELSEN O.A., FILGES D., "Estimating passenger numbers in trains using existing weighing capabilities". Transportmetrica A: Transport Science 2014; 10 (6): 502-517.
- [9] MISHALANI R.G., McCord M.R., Reinhold T. (2016), "Use of Mobile Device Wireless Signals to Determine Transit Route-Level Passenger Origin-Destination Flows: Methodology and Empirical Evaluation". Transportation Research Record 2016; 2544 (1):123-130.
- [10] NITTI M., PINNA F., PINTOR L., PILLONI V., BARABINO B. (2020), "iABACUS: A Wi-Fi-Based Automatic Bus Passenger Counting System". Energies. 2020 Mar 19;13(6):1446.
- [11] OLIVO A., MATERNINI G., BARABINO B. (2019), "Empirical Study on the Accuracy and Precision of Automatic Passenger Counting in European Bus Services". TOTJ. 2019 Dec 31;13(1):250-60.
- [12] GONZALEZ A.B.R., DIAZ J.J.V., WILBY M.R. (2022), "Detailed Origin-Destination Matrices of Bus Passengers Using Radio Frequency Identification". IEEE Intell Transport Syst Mag. 2022 Jan;14(1):141-52.
- [13] Gastaldi D. (2020), "Linee guida rete veicolare di bordo e protocollo scambio dati per le flotte di trasporto pubblico della Regione Piemonte, fornito dall'azienda 5T (Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico Torino)", Versione 4.510 del 05/2020.
- [14] CARAVELLO A. (2022), "Sperimentazione ed affidabilità di un sistema automatico per il conteggio passeggeri su autobus per trasporto pubblico" [tesi di laurea magistrale]. Torino: Politecnico di Torino, 2022.
- [15] CAVALLERO A. (2022), "Conteggio automatico dei passeggeri su autobus per il trasporto pubblico locale: affidabilità e variabili condizionanti l'accuratezza di misura" [tesi di laurea magistrale]. Torino: Politecnico di Torino, 2022.
- [16] Aesys, Manuale d'uso e manutenzione dispositivi Aesys. Torino: Aesys S.p.A.



# Per una mobilità urbana efficiente e sicura



Energia, segnalamento e TLC

Macchine ferrovissis

Materiali ferroviari

Ingegneria e progettazione



# OSSERVATORIO

# Il *Tunnel Information Model* per opere infrastrutturali strategiche

# The Tunnel Information Model for strategic infrastructure works

David Marini (\*)
Maurizio Catapano
Antonio Souillante (\*)

(https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.11.2023.ART.2)

**Sommario** - In un mondo moderno volto alla digitalizzazione dei processi e delle informazioni, l'Information Modeling rappresenta una evoluta modalità di rappresentazione del Progetto e di Organizzazione dell'Informazione nel settore dell'ingegneria e delle costruzioni.

Nel presente articolo viene rappresentato l'attuale stato di elaborazione del *Tunnel Information Model* (TIM) della Galleria di Base del Brennero (BBT), che ha la finalità di fornire al futuro gestore dell'infrastruttura ferroviaria uno strumento digitale utile, efficace ed intuitivo nel suo utilizzo.

#### 1. Introduzione: BIM e infrastrutture

La metodologia BIM è oggi l'elemento trainante di una netta rivoluzione del settore dell'Architettura, dell'Ingegneria e delle Costruzioni. Coerentemente con gli sviluppi tecnologici in atto, sorge sempre di più la necessità di migliorare le performance delle strutture e delle infrastrutture per la successiva manutenzione da parte del gestore nel momento della sua messa in esercizio. Al tempo stesso, la possibilità di avere a disposizione un gemello digitale garantisce diverse possibilità fino ad ora mai possibili quando si parla di grandi infrastrutture. Basti pensare, ad esempio, alla garanzia di mantenimento dei dati informativi tutti disponibili all'interno di un modello virtuale, che siano dati provenienti dall'esecuzione dell'opera o che siano dati registrati in esercizio. Così come, in un progetto Infra-BIM, sarebbe possibile incrociare informazioni fisiche, geotecniche e geologiche provenienti dallo scavo meccanizzato o tradizionale - per risalire alle condizioni dell'ammasso attraversato durante la fase di scavo.

È in questo campo che si inserisce lo sviluppo BIM della Galleria di Base del Brennero, un'opera strategica per il futuro dell'Europa, nonché l'opera sotterranea ferroviaria più lunga al mondo al suo completamento.

**Summary** - In a modern world aimed at the digitisation of processes and information, Information Modelling represents an advanced way of representing the Information and Organisation Project in the engineering and construction sector.

This article presents the current state of development of the Tunnel Information Model (TIM) of the Brenner Base Tunnel (BBT), which aims to provide the future railway infrastructure manager with a useful, effective, and intuitive digital tool in its use.

#### 1. Introduction: BIM and infrastructure

BIM methodology is today the driving force behind a clear revolution in the Architecture, Engineering and Construction sector. Consistent with current technological developments, there is an increasing need to improve the performance of structures and infrastructures for subsequent maintenance by the operator at the time of commissioning. At the same time, the possibility of having a digital twin guarantees different possibilities until now never possible when it comes to large infrastructures. Just think, for example, of the guarantee of maintenance of the information data all available within a virtual model, whether it is data from the execution of the work or that it is data recorded in operation. As well as, in an Infra-BIM project, it would be possible to cross physical, geotechnical, and geological information from the mechanised or traditional excavation, to track back the conditions of the cluster crossed during the excavation phase.

It is in this field that the BIM development of the Brenner Base Tunnel is introduced, a strategic work for the future of Europe, as well as the longest underground railway work in the world at its completion.

<sup>(\*)</sup> Galleria di Base del Brennero BBT SE, Bolzano.

<sup>(\*)</sup> BBT SE Brenner Base Tunnel, Bolzano.

# 2. Obiettivo del modello BIM: strumento operativo in fase di esercizio

L'obiettivo finale del Tunnel Information Model è la gestione digitale ed informativa dell'infrastruttura ferroviaria comprensiva di opere civili, sovrastruttura ferroviaria ed attrezzaggio tecnologico. Il BIM viene integrato in maniera metodica nel sistema di documentazione di opere civili e tecnologiche con una visione transnazionale del progetto. Ciò richiede l'impostazione di un Modello Informativo di Progetto, sviluppato durante le fasi di progettazione e di costruzione dei diversi lotti costruttivi.

## 3. Project Information Model e Asset Information Model

Il BIM è lo strumento che consente di distribuire le informazioni e creare valore per tutta la filiera degli stakeholders coinvolti nel processo di costruzione e successivamente nel processo di gestione dell'opera. Tale metodologia prevede dunque che il modello progettuale (BIM) evolva prima o poi in quello costruttivo (PIM - Project Information Model), modello digitale della costruzione sviluppato durante le fasi di progettazione e realizzazione della costruzione, in funzione dei requisiti informativi e alla fine in quello gestionale (AIM - Asset Information Model), modello informativo continuamente aggiornato, usato durante la gestione e manutenzione dell'Asset.

La modellazione digitale del BBT ha, per l'appunto, lo scopo di ottenere un *Project Information Model* fruibile nella fase realizzativa, nonché infine un Asset Information Model utilizzabile per la fase manutentiva.

La peculiarità di questo Modello Informativo di Progetto risiede nella combinazione tramite cui viene implementato: un *Design Information Model* (DIM) ed un *Construction Information Model* (CIM) che si fondono in maniera sincronizzata in un unico modello informativo, ove il DIM ha le basi nella Progettazione Esecutiva di Dettaglio, mentre il CIM segue le lavorazioni in corso d'opera,

# 2. Objective of the BIM model: operational tool during operation

The final objective of the Tunnel Information Model is the digital and information management of the railway infrastructure including civil works, railway superstructure and technological equipment. The BIM is methodically integrated into the documentation system of civil and technological works with a transnational vision of the project. This requires the setting up of a Project Information Model, developed during the design and construction phases of the different construction lots.

# 3. Project Information Model and Asset Information Model

The BIM is the tool that allows distributing information and creating value for the entire supply chain of stakeholders involved in the construction process and subsequently in the work management process. This methodology therefore requires that the design model (BIM) evolves sooner or later into the construction model (PIM - Project Information Model), a digital model of the construction developed during the design and construction phases, depending on the information requirements and finally on the management model (AIM - Asset Information Model), a continuously updated information model used during the management and maintenance of the Asset.

The digital modelling of the BBT has, precisely, the purpose of obtaining a Project Information Model usable in the construction phase, as well as an Asset Information Model usable for the maintenance phase.

The peculiarity of this Project Information Model lies in the combination through which it is implemented: a Design Information Model (DIM) and a Construction Information Model (CIM) that merge in a synchronised manner into a single information model, where the DIM has the basis in the Detailed Executive Design, while the CIM follows the





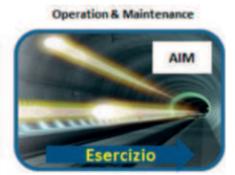


Figura 1 – Evoluzione di un modello informativo - dalla fase di progettazione (BIM) alla fase costruzione (PIM), giungendo infine alla fase di esercizio (AIM).

Figure 1 – Evolution of an information model - from the design phase (BIM) to the construction phase (PIM), finally reaching the operation phase (AIM).

passando dai rilievi fino ai monitoraggi degli avanzamenti fisici (Fig. 1).

#### BIM → DIM + CIM → PIM → AIM

Quando si parla di un Modello BIM *As Built* si fa riferimento ad un modello informativo dell'opera così come è stata realizzata, completa di informazioni afferenti gli asset in esso contenuti [1]. Parlare di *As Built* equivale a posizionare il modello informativo nella fase di passaggio tra il PIM e l'AIM.

Il modello informativo della Galleria di Base del Brennero comprende sia le opere con rivestimenti definitivi delle opere realizzate con scavo in tradizionale, sia con scavo meccanizzato. Tutti gli elementi che confluiscono nel progetto sono a loro volta caratterizzati da un adeguato Livello di Fabbisogno Informativo (Level of Information Need).

Per cui, definiti prima i requisiti informativi di progetto, così come l'Asset, si intuisce la necessità di una efficace collaborazione con il cantiere per il corretto sviluppo di un *Tunnel Information Model*.

# 4. Il flusso sinergico di dati con il cantiere

I diversi requisiti informativi inseriti nel modello vengono individuati a priori in funzione di tutte quelle che possono essere le necessità sia in fase di realizzazione dell'opera nonché in fase di esercizio, differenziati per tratte realizzate con metodo di scavo in tradizionale e quelle in meccanizzato, rientrando nel loro set informativo e documentale.

Grazie alla modellazione dei singoli getti realizzativi e dei singoli conci installati dalla fresa, si inseriscono le singole Non Conformità (NC) nell'esatta posizione di rilevamento, così come delle Richieste di Modifica Tecnica pervenute nel corso della costruzione (Fig. 2 e 3).

Tale set documentale visualizzabile nel modello si collega all'Ambiente di Condivisione dei Dati del progetto.

Un esempio di collaborazione sinergica con la fase costruttiva è riportato a seguire per quanto concerne l'avanzamento delle TBM (*Tunnel Boring Machine*).

work in progress, going from surveys to monitoring of physical progress (Fig. 1).

#### $BIM \rightarrow DIM + CIM \rightarrow PIM \rightarrow AIM$

When we talk about a BIM As Built Model, we refer to an information model of the work as it was created, including information regarding the assets contained in it [1]. Talking about As Built is equivalent to placing the information model in the transition phase between the PIM and the AIM.



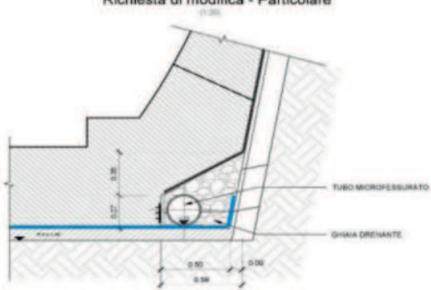


Figura 2 – Esempio di Richiesta di Modifica Tecnica in corso d'opera recepita nel modello informativo.

Figure 2 – Example of Technical Change Request during the work transposed into the information model.



Figura 3 – Esempio di Non Conformità inserita nel set informativo di un concio di galleria nella progressiva corrispondente all'interno del modello informativo. Figure 3 – Example of Non-Conformity included in the information set of a gallery section in the corresponding point within the information model.

Nei conci di anelli installati dalla TBM vengono registrate una serie di informazioni provenienti dalla macchina scavante stessa. Tali informazioni riguardano sia set informativi in relazione a dati di posizione (progressiva, posizione del concio di anello, etc.), sia parametri fisici e meccanici registrati direttamente dalla fresa in corso d'opera (Fig. 4).

Questi parametri, acquisiti ogni tre secondi circa dalla TBM, costituiscono un sistema efficace al fine del monitoraggio delle condizioni dell'ammasso roccioso. Pertanto, ricoprono un'importanza all'interno del modello informativo di progetto. Essi sono in aggiunta anche presenti nei report anelli, presenti all'interno dell'Ambiente di Condivisione Dati (ACDat). Tra questi parametri si possono annoverare: coppia testa (MNm), Penetrazione (mm/giro), Peso smarino medio (t), Quantità *pea gravel* (m3), Scostamento anello orizzontale e verticale (mm), Spinta cilindri principali e ausiliari (KN), Velocità di avanzamento (mm/min), Volume bicomponente.

Anche i dati provenienti dai sondaggi in avanzamento, per esempio, vengono raccolte all'interno del modello. Pertanto, nel caso specifico dello scavo meccanizzato del Cunicolo Esplorativo, si accompagna alla modellazione dei conci di TBM, anche l'inserimento dei report provenienti dai sondaggi in avanzamento. Tali sondaggi vengono eseguiti in maniera sistematica durante lo scavo del Cunicolo Esplorativo e nelle tratte di faglia anche per le Gallerie di Linea.

Oltre i sondaggi relativi alle perforazioni in avanzamento, vengono implementati anche i report provenienti dai Rilievi del Fronte. La documentazione geologica, che consiste nei rilievi, risulta importante per interpretare correttamente i dati fresa (Fig. 5).

The information model of the Brenner Base Tunnel includes both the works with definitive linings of the works carried out with traditional excavation and with mechanised excavation. All the elements that flow into the project are in turn characterised by an adequate Level of Information Need.

Therefore, having first defined the project information requirements, as well as the Asset, the need for effective collaboration with the construction site for the correct development of a Tunnel Information Model is known.

## 4. The synergistic flow of data with the construction site

The different information requirements included in the model are identified a priori according to all the needs that may be required both during the construction phase of the work and during operation, differentiated by sec-

tions carried out with the traditional excavation method and those with mechanised one, falling within their information and documentary set.

Thanks to the modelling of the individual construction segments and the individual blocks installed by the TBM, the individual Non-Conformities (NC) are introduced in the exact detection position, as well as the Technical Change Requests received during construction (Fig. 2 and 3).

This document set that can be viewed in the model is connected to the project's Data Sharing Environment.

An example of synergistic collaboration with the construction phase is shown below with regard to the progress of the TBMs (Tunnel Boring Machine).

In the ring segments installed by the TBM, an information set from the excavating machine itself is recorded. This information concerns both information sets in relation to position data (point, position of the ring segment, etc.), and physical and mechanical parameters recorded directly by the TBM during the work (Fig. 4).

These parameters, acquired by the TBM approximately every three seconds, constitute an effective system for monitoring the conditions of the rock mass. Therefore, they are important within the project information model. They are also present in the ring reports, within the Common Data Environment (CDE). These parameters can include: head torque (MNm), Penetration (mm/turn), Average Muck weight (t), Pea gravel quantity (m3), Horizontal and vertical ring deviation (mm), Main and auxiliary cylinder thrust (KN), Excavation speed (mm/min), Two-component volume.

Data from surveys in progress, for example, are also collected within the model. Therefore, in the specific case of the

#### **OSSERVATORIO**



Figura 4 – Esempio di Report Anello estratto dalla TBM con il set di parametri fisici e meccanici registrati anche all'interno del singolo concio nel modello informativo.

Figure 4 – Example of Ring Report extracted from the TBM with the set of physical and mechanical parameters also recorded within the single section in the information model.

Dal rilievo del fronte effettuato in cantiere proviene l'indice RMR (*Rock Mass Rating*), sempre inserito nel TIM per ogni PK (progressiva chilometrica) di rilievo, che permette la classificazione della roccia attraverso un punteggio secondo "Bieniawski".

Dal flusso sinergico con la costruzione dell'opera, provengono altri fabbisogni informativi, tra cui a titolo d'esempio:

- barrette estensimetriche: misure delle deformazioni sul rivestimento di prima fase (betoncino proiettato e centine) tramite 5 coppie di barrette estensimetriche a corda vibrante saldate sulle centine e inglobate nel betoncino proiettato;
- celle di pressione: misura della pressione all'interno del rivestimento di prima fase (betoncino proiettato e centine), tramite n. 2 celle di carico disposte sotto il piede della centina;
- chiodi Strumentati: misura delle deformazioni dell'ammasso roccioso sul contorno dello scavo, tramite 5 chiodi strumentati disposti radialmente;

mechanised excavation of the Exploratory Tunnel, the modelling of TBM sections is also accompanied by the inclusion of reports from the surveys in progress. These surveys are carried out systematically during the excavation of the Exploratory Tunnel and in the fault sections also for the Line Tunnels.

The reports from the tunnel face mapping are also implemented in addition to the surveys related to the drilling in progress. The geological documentation, consisting of the surveys, is important for the correct interpretation of the TBM data (Fig. 5).

The RMR index (Rock Mass Rating) comes from the survey of the front carried out on site, always included in the TIM for each PK (progressive kilometre) of survey, which allows classifying the rock through a score according to "Bieniawski".

Other information needs arise from the synergistic flow with the construction of the work, including, by way of example:

 strain gauges: measurements of the deformations on the first-stage lining (shotcrete and ribs) by means of 5 pairs

#### **OSSERVATORIO**

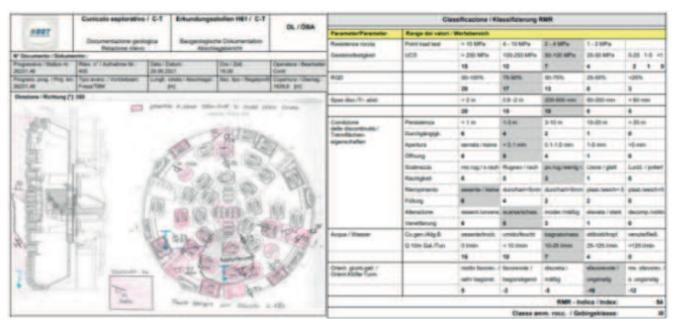


Figura 5 – Esempio di report di un rilievo del fronte inserito all'interno del modello alla progressiva corrispondente. Figure 5 – Example of reports of a survey of the front inserted within the model at the corresponding point.

 convergenze: convergenza di 5 target riflettenti su rivestimento.

Il tutto confluisce all'interno del livello di fabbisogno informativo di competenza, a seconda della parte d'opera e della tratta, in accordo alle più recenti normative, tra cui la ISO 19650 e la EN 17412. A seguire si riportano due estratti per tipo di scavo (Fig. 6 e 7).



Figura 6 – Esempio di Livello di Fabbisogno Informativo per il rivestimento definitivo in tratte scavate con metodo tradizionale.

Figure 6 – Example of Information Requirement Level for the final lining in sections excavated with the traditional method.

- of vibrating wire strain gauges welded on the ribs and incorporated into the shotcrete;
- pressure cells: measurement of the pressure inside the first-stage lining (shotcrete and ribs), using 2 load cells arranged under the foot of the rib;
- instrumented soil nails: measurement of the deformations of the rock mass on the contour of the excavation, using 5 radially arranged instrumented soil nails;
- convergences: convergence of 5 reflective targets on lining.

All this falls within the level of information needs of competence, depending on the part of the work and the section, in accordance with the most recent regulations, including ISO 19650 and EN 17412. Below are two extracts by type of excavation (Fig. 6 and 7).

#### 5. The case study of the Brenner Base Tunnel

The case study of the BIM development of the construction lots of the Brenner Base Tunnel is now practically addressed.

This is an As Built model, which can be updated in progress depending on further information needs that may arise, which must then be of assistance to the maintenance technician during the operation phase of the infrastructure. It is therefore essential to include the hydraulic systems and in particular the drainage wells for maintenance purposes as well as the development of cast savings in the linings so as to be able to best reproduce a PIM subsequently necessary for the technological design phase.

#### 5. Il caso studio della Galleria di Base del Brennero

Viene ora affrontato nella pratica il caso studio dello sviluppo BIM dei lotti costruttivi della Galleria di Base del Brennero. Trattasi di un modello *As Built*, comunque aggiornabile in itinere in funzione di ulteriori esigenze informative che possono sopraggiungere, che dovrà poi essere di ausilio al manutentore durante la fase di esercizio dell'infrastruttura. Risulta fondamentale quindi l'inserimento dei sistemi idraulici ed in particolare dei pozzetti di drenaggio in ottica manutenzione così come lo sviluppo dei risparmi di getto nei rivestimenti in modo da poter al meglio riprodurre un PIM successivamente necessario per la fase di progettazione tecnologica.

#### 5.1. Introduzione al progetto

La Galleria di Base del Brennero (BBT) è una galleria ferroviaria ad andamento pianeggiante che collega due Stati e rappresenta la parte centrale del nuovo corridoio ferroviario Monaco-Verona e si situa, più in generale, lungo il più esteso corridoio Scandinavo-Mediterraneo all'interno della rete europea di trasporti TEN-T. Si estende tra Innsbruck (Austria) e Fortezza (Italia) per una lunghezza complessiva di 64 km (includendo la circonvallazione di Innsbruck) e rappresenterà in futuro il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo.

La BBT rappresenta un sistema complesso di gallerie, che si sviluppa per una lunghezza complessiva di 230 km e di cui a oggi ne sono stati completati 160, le cui principali sono le due gallerie di linea e il cunicolo esplorativo. Essa offrirà una valida alternativa per quanto riguarda il trasporto merci e aprirà al traffico passeggeri una nuova dimensione di viaggio.

Tra i principali vantaggi dell'opera si possono menzionare lo spostamento del traffico merci e passeggeri su rotaia, il decongestionamento del traffico a vantaggio dell'uomo e dell'ambiente, una maggiore sicurezza dai pericoli naturali e notevole decremento dei tempi di percorrenza. Oggi, per spostarsi in treno da Fortezza a Innsbruck sono necessari 80 minuti per il traffico passeggeri e 105 per il traffico merci mentre in futuro, a galleria completata, ne saranno sufficienti, rispettivamente, 25 e 35.

# **5.2.** Utilizzo del *Tunnel Information Model* per le opere definitive dell'infrastruttura

L'utilità del *Tunnel Information Model* consiste in una gestione uniforme delle informazioni e dei dati per la fase di attrezzaggio tecnologico e di esercizio ferroviario. I metodi applicati per il BBT rispettano i più recenti sviluppi normativi in materia BIM. Si può così ottenere un miglioramento della comunicazione transnazionale, che comporta un aumento di trasparenza e qualità nel progetto. Inoltre, per progetti complessi di grandi dimensioni, un'implementazione BIM comporta una diminuzione di

LEVEL OF INFORMATION NEED [	UNI EN 17412-1:2021, UNI EN ISO 19650-1:2019)
INFORMATION DELIVERY MILESTONE:	PROGETTO AS BUILT
OPERA:	OPERE IN SOTTERRANEO
MODELLO DISCIPLINARE:	STRUTTURE: SCAVO MECCANIZZATO GALLERIE DI LINEA
SCOPO:	Asset Information Model per la fase manutentiva
	Rappresentazione digitale e informativa
	Simulazione realizzativa 4D
ATTOR	Responsabili BIM BBT per progettazione e coordinamento
The state of the s	- Figure BIM Appaltatore per documentazione e dati da
	cantiene
ELEMENTI	Rivestimenti definitivi: conci anelli (da A a G) + conci d
	base CB3 e CB3 per predispositione pozenti
→ Identificazione dell'oggetto	LCB CONCIO A GL, LCB CONCIO B GL, LCB CONCIO C GL
a formation between	LCB CONCIO D GL, LCB CONCIO E GL, LCB CONCIO E GL, LCB CONCIO F GL, LCB CONCIO G GL, LCB CONCIO CB3, LCB CB: + POZZETTO GL
Contenuto informativo	COMOD F GL, LOS CONCIO G GL, LOS CONCIO CES, LOS CES  + POZZETTO GL  LOB, Codicia identificativo anello, LCB, Cappia besta (MNm), LCB, Data montaggia, LCB, Difformità concio "", LCB, Link NC, LCB, Junk R.AM, LCB, Julia modello itpelegior LCB, Link report anello, LCB, Matricola concio "x" LCB, NCC, LCB, Note concio "x" LCB, Numero N.C., LCB, Numero R.d.M., LCB, N° anello LCB, Peco anello (m), LCB, Penetrazione immiglico) LCB, Ecostamento anello (m3), LCB, Pasisone il discontante (pon) LCB, Scottamento anello (min), LCB, Sectione tipo pipilicata, LCB, Spinta cilindri ausiliari (NN), LCB, Spinta cilindri principali (NN), LCB, "Tipo anello, LCB Velocità di avanuamento (mmu/min), LCB, Volonte bicomponenti (m3), LCB, X Centro anello (m), LCB, V Centro anello (m)
- Documentatione	COMOOF GL. LOS CONCIO G GL. LOS CONCIO CB3, LOS CB  + POZZETTO GL  LOB Codicia identificativo anello, LCB, Coppia besta (MNm) LCB, Data montaggio, LCB, Difformità concio """, LCB, List N.C., LCB, Link R.M., LCB, Link modello tipologico LCB, Link report anello, LCB, Matricola concio "", LCB, Numera N.C., LCB, Numera N.E.M. Nota concio "", LCB, Numera N.C., LCB, Numera N.E.M., LCB, "A" anello LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Reich M. LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Scione tip- applicata, LCB, Spinta cilindri ausiliari (NN), LCB, Spinta LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume anello (m2), LCB, X Centro anello (m1), LCB, X Centro anello (m2), LCB, X Centro anello (m3), LCB
	COMOOF GL. LOS CONCIO G GL. LOS CONCIO CB3, LOS CB  + POZZETTO GL  LOB Codicia identificativo anello, LCB, Coppia besta (MNm) LCB, Data montaggio, LCB, Difformità concio """, LCB, List N.C., LCB, Link R.M., LCB, Link modello tipologico LCB, Link report anello, LCB, Matricola concio "", LCB, Numera N.C., LCB, Numera N.E.M. Nota concio "", LCB, Numera N.C., LCB, Numera N.E.M., LCB, "A" anello LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Peco consumin medio (I), LCB, Positione immiglico LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Reich M. LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Scione tip- applicata, LCB, Spinta cilindri ausiliari (NN), LCB, Spinta LCB, Scotzamento anello (m3), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume bitomponent (m3), LCB, X Centro anello (m1), LCB, Volume anello (m2), LCB, X Centro anello (m1), LCB, X Centro anello (m2), LCB, X Centro anello (m3), LCB

Figura 7 – Esempio di Livello di Fabbisogno Informativo per il rivestimento definitivo in tratte scavate con TBM. Figure 7 – Example of Information Requirement Level for the final lining in sections excavated with TBM.

#### 5.1. Introduction to the project

The Brenner Base Tunnel (BBT) is a plain railway tunnel that connects two States and represents the central part of the new Munich-Verona railway corridor and is located, more generally, along the most extensive Scandinavian-Mediterranean corridor within the European TEN-T transport network. It extends between Innsbruck (Austria) and Fortezza (Italy) for a total length of 64 km (including the Innsbruck bypass) and will represent the longest underground railway connection in the world in the future.

The BBT represents a complex system of tunnels, which extends for a total length of 230 km and of which 160 have been completed to date, the main ones being the two line tunnels and the exploratory tunnel. It will offer a viable alternative with regard to freight transport and will open up a new dimension of travel to passenger traffic.

Among the main advantages of the work, we can mention the shift of freight and passenger traffic to rail, the decongestion of traffic for the benefit of man and the environment, greater safety from natural hazards and a significant decrease in travel times. Today, travelling by train from For-

perdite di dato ed errori di comunicazione grazie a una interconnessione di informazioni, e così anche un considerevole aumento di efficienza, che nel caso dell'implementazione BIM BBT riguarda la progettazione e l'esecuzione dell'attrezzaggio nonché l'esercizio e la manutenzione. In particolar modo, una gestione complessiva e unitaria di informazioni e dati delle gallerie principali comporta sul lungo termine un'ottimizzazione della manutenzione con riduzione di eventuali guasti grazie ad una manutenzione preventiva continuativa, nonché una riduzione di interruzioni del traffico ferroviario in fase di esercizio.

## 5.3. Il rivestimento definitivo delle opere civili in sotterraneo

Una particolarità del progetto della Galleria di Base del Brennero consiste nel fatto di aver considerato una durabilità delle strutture definitive realizzate in calcestruzzo con una vita utile di 200 anni.

Nel dimensionamento dei rivestimenti definitivi vengono considerati oltre 30 condizioni di carico differenti; quelli essenziali sono dovuti agli sforzi indotti dall'ammasso roccioso, dall'influenza dell'aggressività dell'acqua, e dai requisiti di resistenza al fuoco.

Il Progetto Esecutivo di Dettaglio delle opere in sotterraneo prevede una scelta ben definita di sezioni tipo idonee ad affrontare gli sforzi indotti. In particolare, a seconda del metodo di scavo, si utilizza un rivestimento defini-

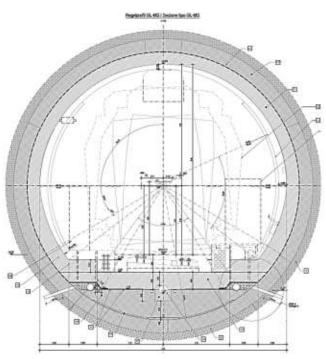


Figura 8 – Sezione tipologica del doppio rivestimento in tratte scavate con TBM.

Figure 8 – Typological section of the double lining in sections excavated with TBM.

tezza to Innsbruck takes 80 minutes for passenger traffic and 105 for freight traffic while in the future, once the tunnel is completed, 25 and 35 will be enough, respectively.

# 5.2. Use of the Information Model Tunnel for the final works of the infrastructure

The utility of the Tunnel Information Model consists of a uniform management of information and data for the technological equipment and railway operation phase. The methods applied for the BBT comply with the latest regulatory developments in the field of BIM. In this way, an improvement in transnational communication can be achieved, which entails an increase in transparency and quality in the project. In addition, for large complex projects, a BIM implementation entails a decrease in data losses and communication errors thanks to interconnection of information, and thus also a considerable increase in efficiency, which in the case of the BIM BBT implementation concerns the design and execution of the tooling as well as operation and maintenance. In particular, an overall and unified management of information and data of the main tunnels involves optimisation of maintenance in the long term with reduction of any failures thanks to continuous preventive maintenance, as well as the reduction of disruptions of rail traffic during operation.

#### 5.3. Final lining of underground civil works

A peculiarity of the Brenner Base Tunnel project is that the durability of the final structures made of concrete with a useful life of 200 years has been considered.

More than 30 different load conditions are considered in the sizing of the final linings; the essential ones are due to the stresses induced by the rock mass, the impact of the aggressiveness of the water, and the fire resistance requirements.

The Executive Detail Project of the underground works provides for a well-defined choice of type sections suitable for dealing with the induced stresses. In particular, depending on the excavation method, a final lining consisting of a ring in single-thickness prefabricated concrete segments and/or a final lining in cast-in-place concrete is used (Fig. 8).

In the case of traditional excavation, before the final lining is applied, the first-stage lining is prepared for the fitting of the waterproof membrane by regularising the surface with an additional layer of shotcrete. The waterproofing system consists of a geotextile with the function of draining the percolation water and protecting the base layer from imperfections, and a PVC sheet that performs the actual waterproofing function. In correspondence with the reinforced parts of the final lining, an additional membrane is also provided to protect the waterproofing (Fig. 9).

The drainage system provides for a "selective drainage" system, that is, separate for the percolation waters collected along both tunnel abutments in micro-cracked tubes, and

tivo costituito da un anello in conci prefabbricati di spessore unico e/o un rivestimento definitivo in calcestruzzo gettato in opera (Fig. 8).

Nel caso di scavo tradizionale, prima della messa in opera del rivestimento definitivo, il rivestimento di prima fase viene preparato per la posa della membrana impermeabile mediante regolarizzazione della superficie con un ulteriore strato di betoncino proiettato. Il sistema di impermeabilizzazione consiste in un geotessuto con funzione di drenaggio delle acque di percolazione e di protezione da imperfezioni dello strato di base, ed in un telo in PVC che svolge l'effettiva funzione di impermeabilizzazione. In corrispondenza delle parti armate del rivestimento definitivo è inoltre previsto una ulteriore membrana a protezione dell'impermeabilizzazione (Fig. 9).

Il sistema di drenaggio prevede un sistema di "drenaggio selettivo", cioè separato per le acque di percolazione raccolte lungo entrambi i piedritti della galleria in tubi microfessurati, e le acque di piattaforma che prevedono un tubo centrale al di sotto della sovrastruttura ferroviaria con un flusso continuo di acqua in fase di esercizio di ca. 4l/s. Per permettere il corretto funzionamento, un'idonea ispezionabilità e un'adeguata accessibilità per la manutenzione, sono necessari innumerevoli pozzetti disposti con cadenza regolare.

## 5.4. Il rivestimento definitivo gettato in opera per tratte scavate in tradizionale

In accordo con il Progetto Esecutivo di Dettaglio e nel rispetto delle sezioni di getto così come realizzate in corso d'opera, sono state sviluppate le diverse sezioni tipologiche in modo da ottenere delle estrusioni 3D parametriche da poter essere a loro volta utilizzate in modo versatile per le varie tratte di galleria. Esse costituiscono il punto di partenza per la successiva implementazione georeferenziata all'interno del tracciato del Lotto Costruttivo.

Il metodo utilizzato è di seguito proposto:

### Modello generico metrico → Modello generico metrico adattivo

Nel dettaglio, dalla modellazione delle famiglie bidimensionali tramite i modelli generici metrici, si passa alla nidificazione all'interno del modello generico metrico tramite due punti adattivi e due punti di riferimento. Tramite i punti adattivi si ha la possibilità di estrudere le sezioni sul tracciato in funzione delle progressive chilometriche e quindi delle reali coordinate geografiche, mentre con i punti di riferimento è possibile dare le giuste rotazioni alle sezioni sul tracciato.

Di seguito si riporta il risultato ottenuto sull'esempio della calotta della sezione tipo GL-T2-T3-TRb e la relativa parametrizzazione di punti adattivi e di riferimento (sovrapposti). Le stesse famiglie adattive contengono i parametri condivisi come previsto dal proprio Livello di Fabbisogno Informativo (Fig. 10).

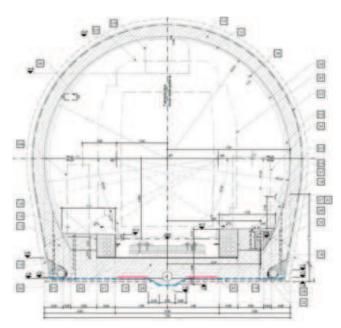


Figura 9 – Sezione tipologica del rivestimento definitivo in tratte scavate con metodo tradizionale.

Figure 9 – Typological section of the final lining in sections excavated using the traditional method.

the platform waters that provide a central tube below the railway superstructure with a continuous flow of water of approx. 4l/s during operation. Infinite wells regularly arranged are required to allow proper operation, suitable inspection and adequate accessibility for maintenance.

## 5.4. Final lining cast on site for sections excavated with the traditional method

In accordance with the Detailed Executive Project and in compliance with the casting sections as carried out during construction, the different typological sections have been developed in order to obtain parametric 3D extrusions that can in turn be used in a versatile way for the various sections of the tunnel. They constitute the starting point for the subsequent georeferenced implementation within the layout of the Construction Lot.

The method used is as follows:

#### Generic Metric Model → Generic Metric Adaptive Model

In detail, from the modelling of two-dimensional families through generic metric models, we move on to nesting within the generic metric model through two adaptive points and two reference points. Through the adaptive points the sections on the track can be extruded according to the mileage and therefore the real geographical coordinates, while with the reference points the right rotations can be given to the sections on the track.

Below is the result obtained on the example of the crown of the GL-T2-T3-TRb type section and the relative parameter-



Figura 10 – Famiglia di calotta con attributi informativi al suo interno.

Figure 10 – Crown family containing informational attributes.

Così facendo, nella famiglia a modello adattivo è possibile parametrizzare la lunghezza e le rotazioni da dare ai due profili bidimensionali, parametri che a loro volta vengono calcolati direttamente dagli script di programmazione visuale in funzione delle coordinate del tracciato e nel rispetto delle reali lunghezze di getto previste in cantiere (Fig. 11).

Ottenute, dunque, le sezioni tridimensionali di ogni singolo elemento necessario ad ottenere il modello federato (calotte, archi, murette, solette intermedie, riempimenti laterali, sottofondi, tubazioni di falda e di piattaforma, ghiaia), si procede con la modellazione delle tratte di galleria automatizzando il processo attraverso codici di programmazione visuale.

A seguire si riporta una visione d'insieme dello script per la generazione di un modello locale relativo ad una tratta di galleria situata nella zona a sud della Finestra di Mules.

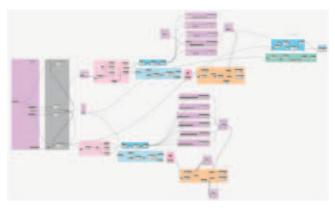


Figura 11 – Codice di programmazione visuale sviluppato per l'automatizzazione della modellazione su tracciato di tratte scavate con metodo tradizionale e relativo popolamento di dati informativi.

Figure 11 – Visual programming code developed for the automation of the modelling of sections excavated with the traditional method and related population of information data.

isation of (overlapping) adaptive and reference points. The same adaptive families contain the shared parameters as required by their Information Requirement Level (Fig. 10).

In this way, in the adaptive model family the length and rotations to be given to the two bidimensional profiles can be parametrised, parameters that in turn are calculated directly from the visual programming scripts according to the coordinates of the route and in compliance with the actual casting lengths envisaged on site.

Therefore, once the three-dimensional sections of each individual element necessary to obtain the federated model (crowns, arches, walls, intermediate slabs, lateral fillings, substrates, groundwater and platform pipes, gravel) is obtained, we proceed with the modelling of the tunnel sections by automating the process through visual programming codes (Fig. 11).

Below is an overview of the script for the generation of a local model relating to a tunnel section located in the area south of the Mules access tunnel.

In this particular case, the code carries out:

- Import of the x, y, z coordinates of the individual cast sections.
- Creation of adaptive points on which to create the segments.
- Calculation of the rotations of the start and end profiles of each single cast segment.
- Extrusion of the segment cast according to the start and end PKs with the type section used on site.
- Population of the information attributes and document set in each element as required by the level of information needs.

Below are some outputs correctly georeferenced within the reference system adopted:

- local model on the East-South Line Tunnel, single-track area, between PK 49+082.87 and 49+223.03 characterised by the presence of the GL-MSTRB and GL-T2-T3-TRb typological sections (Fig. 12).
- Model of the Access Tunnel of the Trens Emergency Stop between PK 1+775.15 and 1+506.05 (Fig. 13).
- Presence of a tunnel face mapping with a Rock Mass Rating of 66 (Fig. 14).
- Model of the CT 52/3 By-Pass and related entries on the Line Tunnel (GL) with single track section on the West South Line Tunnel and double track on the East South Line Tunnel with cut-off example of the works as of 31.08.2021 (Fig. 15).

## 5.5. Definitive lining in segments for mechanised excavated sections

By way of example, the case of the mechanised excavation of the Line Tunnels of the H61 Mules 2-3 Construction

In questo caso particolare il codice svolge:

- Importazione delle coordinate x, y, z dei singoli conci gettati.
- Creazione dei punti adattivi su cui istanziare i conci.
- Calcolo delle rotazioni dei profili di inizio e fine di ogni singolo concio gettato.
- Estrusione del getto del concio in funzione delle PK di inizio e fine con la sezione tipo utilizzata in cantiere.
- Popolamento degli attributi informativi e set documentale in ogni elemento così come previsto dal livello di fabbisogno informativo.

Si riportano a seguire alcuni output correttamente georeferenziati all'interno del sistema di riferimento adottato:

 modello locale sulla Galleria di Linea Est Sud, zona a singolo binario, tra le PK 49+082,87 e 49+223,03 caratterizzato dalla presenza delle sezioni tipologiche GL-MSTRB e GL-T2-T3-TRb (Fig.12).

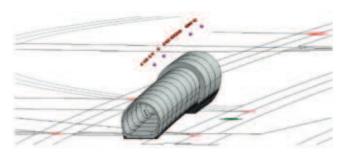


Figura 12 – Modello digitale di una tratta a sud della galleria realizzata con metodo tradizionale.

Figure 12 – Digital model of a section south of the tunnel made using the traditional method.

Modello della Galleria d'Accesso alla Fermata di Emergenza di Trens tra le PK 1+775,15 e 1+506,05 (Fig. 13).

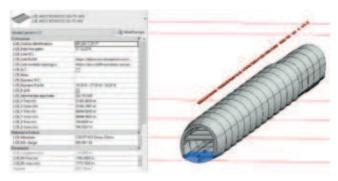


Figura 13 – Modello digitale della galleria di accesso alla Fermata di Emergenza di Trens.

Figure 13 – Digital model of the access gallery to the Trens Emergency Stop.

 Presenza di un rilievo del fronte con Rock Mass Rating pari a 66 (Fig. 14). Lot is reported. Two twin TBMs S-1071 and S-1072 were used here, respectively called "Virginia" (which concluded its excavation in March 2023) and "Flavia". As for the Exploratory Tunnel, the type of machine adopted is the Double Shield TBM, with a diameter of 10,170 mm and a total length of the machine body of 210 m. The two DS-TBMs travel a route of 14 km northbound.

The positioning of each individual ring segment has been respected, keeping to the assembly diagrams provided for by the project and consistent with the positioning data from the machine's navigation system (VMT).

The main data concerns the position of the key segment A. Knowing the position of the key segment from the VMT and knowing the number of possible positions (19 design mounting diagrams for the line tunnels), the positions of the remaining segments can be determined analytically by automating everything through visual programming scripts (Fig. 16 and 17).

Knowing the coordinates of the track and positioning of the ring segments and knowing the number of rings between two PKs, we can proceed with the modelling using dedicated scripts depending on the section and the relative population of information and documentary set (Fig. 18 and 19).

Below is an example of a local model for a section of the East-North Line Tunnel between PK 36+992.02 and 36+671.78 (Fig. 20).

All the local models created are in turn federated within a single coordination model and/or Project Information Model.

## 5.6. Implementation of the technological equipment in the model

Technological equipment will also play an important role in the Brenner Base Tunnel project in BIM modelling. The information management plan currently created for this design phase provides clear indications on the requirements of the railway superstructure, electric traction systems, command and control systems, mechanical systems, etc.

The purpose of BBT is to have a unitary and complete model, therefore containing both specialised disciplinary models and information related to technological equipment (Fig. 21 and 22).

#### 6. Model checking for underground works

The information flow also evolves according to control procedures and analyses of the associated information contributions. We are talking about coordination and verification, with processes and flows based on compliance with EN ISO 19650 standard.

This document will look at the processes of:

- Interference resolution or Clash Detection.
- Verification of information inconsistencies.



Figura 14 – Individuazione di una tratta con un buon RMR nella galleria di accesso alla Fermata di Trens. Figure 14 – Identification of a section with a good RMR in the access tunnel to the Trens Stop.

Modello del *By-Pass* CT 52/3 e relativi innesti sulla Galleria di Linea (GL) con sezione a singolo binario sulla Galleria di Linea Ovest Sud e a doppio binario sulla Galleria di Linea Est Sud con esempio *cut-off* delle lavorazioni al 31.08.2021 (Fig. 15).



Figura 15 – Esempio di modello digitale in corso d'opera relativo ad un cunicolo trasversale.

Figure 15 – Example of a digital model in progress relating to a transverse tunnel.

## 5.5. Il rivestimento definitivo in conci per tratte scavate in meccanizzato

Si riporta, a titolo d'esempio, il caso dello scavo in meccanizzato delle Gallerie di Linea del Lotto Costruttivo H61 Mules 2-3. Qui sono state adoperate due TBM gemelle S-1071 e S-1072, denominate rispettivamente "Virginia" (che ha concluso il suo scavo a marzo 2023) e "Flavia". Come per il Cunicolo Esplorativo, la tipologia di macchina adottata è la *Double Shield* TBM, con un diametro di 10.170 mm ed una lunghezza complessiva del corpo macchina di 210 m. Le due DS-TBM percorrono un tracciato di 14 km in direzione Nord.

Sono stati rispettati i posizionamenti di ogni singolo concio di anello, fedelmente agli schemi di montaggio previsti da progetto e coerentemente con i dati di posizionamento provenienti dal sistema di navigazione (VMT) della macchina.

Il dato principale riguarda la posizione del concio chiave A. Nota dal VMT la posizione del concio chiave e noto il numero delle posizioni possibili (19 schemi di montaggio da progetto per le gallerie di linea), è possibile determinare analiticamente, automatizzando il tutto tramite script di programmazione visuale, le posizioni dei restanti conci (Fig. 16 e 17).

#### 6.1. Clash detection

It is necessary to proceed with the federation of local and multidisciplinary models in order to obtain a single digital model, thus becoming the Coordination Model on which to carry out the related checks (Fig. 23 and 24).

By creating a coordination model in \*.nwf format (Navisworks file group) composed of the various multidisciplinary local models with \*.rvt extension (Revit project file), in case of correction on the single post verification model, the entire project information model and its derived files (\*.nwc extension, Navisworks Cache File) can be automatically updated, and of course the updating of the checks set up at the same time as the progress of the work on site can be automated.

Depending on the case studies, it is advisable to proceed with research and selection groups. A first subdivision is possible according to the areas, type of excavation and bore (multidisciplinary local models), while a second one (necessary for clashes) takes place according to the (structural, hydraulic, miscellaneous, monitoring) discipline (Fig. 25).

The interference matrix is then implemented for the control of geometric interferences (Fig. 26).

Given the considerable extension of the work, the verification times are optimised through a matrix that simultaneously contemplates both the first level of coordination (according to EN ISO 19650) within a single model and the second level of coordination between several models.

Each interference is associated with a condition. The latter is automatically updated by the instrument each time the same test is performed as the construction progresses (for example, after resolving some interference on Revit, the test is postponed for rechecking) (Fig. 27 e 28).

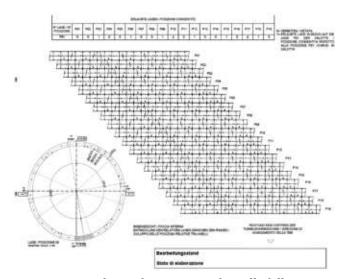


Figura 16 – Schema di montaggio di anelli della TBM. Figure 16 – TBM ring mounting diagram.

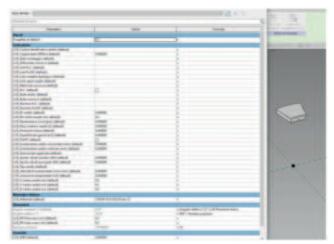


Figura 17 – Set informativo nella famiglia del concio di anello della TBM e implementazione del dato per lo schema di montaggio da rispettare nella modellazione. Figure 17 – Information set in the TBM ring segment family and implementation of the data for the assembly diagram to

be observed in modelling.

Note le coordinate del tracciato e di posizionamento dei conci di anelli e conoscendo il numero di anelli tra due PK, si può procedere con la modellazione tramite script dedicati a seconda della tratta ed il relativo popolamento di informazioni e set documentale (Fig. 18 e 19).

A seguire si riporta un esempio di modello locale per una tratta di Galleria di Linea Est Nord tra le PK 36+992,02 e 36+671,78 (Fig. 20).

Tutti i modelli locali realizzati vengono a loro volta federati all'interno di unico modello di coordinamento e/o *Project Information Model*.

# 5.6. L'implementazione dell'attrezzaggio tecnologico nel modello

Anche l'attrezzaggio tecnologico ricoprirà nel progetto della Galleria di Base del Brennero un ruolo importante nella modellazione BIM.

Il piano di gestione informativo attualmente realizzato per tale fase di progettazione fornisce chiare indicazioni sui requisiti della sovrastruttura ferroviaria, degli impianti di trazione elettrica, dei sistemi di comando e controllo, impianti meccanici ecc.

Lo scopo di BBT è quello di disporre di un modello unitario e completo, quindi contenente sia i modelli disciplinari specialistici che le informazioni correlate all'attrezzaggio tecnologico (Fig. 21 e 22).

#### 6. Il model *checking* per opere in sotterraneo

Il flusso informativo si evolve anche in accordo a pro-



Figura 18 – Modelli di tratte in meccanizzato realizzati con le singole famiglie dei vari conci.

Figure 18 – Mechanised section models created with the individual families of the various segments.

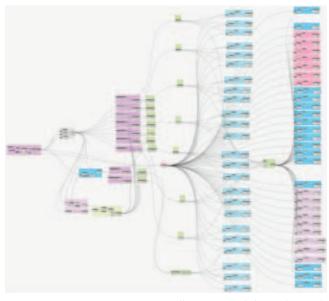


Figura 19 – Panoramica d'insieme del codice di programmazione visuale per la modellazione di tratte in meccanizzato.

Figure 19 – Overview of the visual programming code for mechanised section modelling.



Figura 20 – Esempio di modello ottenuto tramite uno script per tratta in meccanizzato.

Figure 20 – Example of a model obtained by means of a mechanised section script.

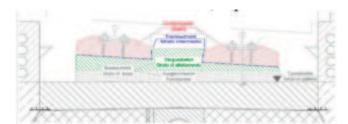


Figura 21 – Esempio di sovrastruttura ferroviaria. Figure 21 – Example of railway superstructure.

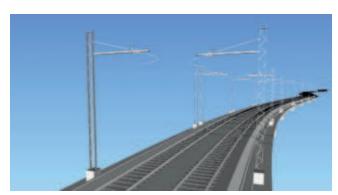


Figura 22 – Esempio di modello di una tratta della linea ferroviaria esistente Verona-Brennero.

Figure 22 – Example of a model of a section of the Verona-Brenner existing railway line.

cedure di controllo e analisi dei contributi informativi associati. Stiamo parlando del coordinamento e della verifica, con processi e flussi basati sul rispetto della normativa EN ISO 19650.

In questo documento verranno visti i processi di:

- Risoluzione delle interferenze o Clash Detection.
- Verifica delle incoerenze informative.

#### 6.1. Clash detection

È necessario procedere con la federazione dei modelli locali e multidisciplinari al fine di ottenere un unico modello digitale divenendo così il Modello di Coordinamento su cui svolgere le relative verifiche (Fig. 23 e 24).

Creando un modello di coordinamento in formato \*.nwf (Gruppo di file Navisworks) composto dai vari modelli locali multidisciplinari con estensione \*.rvt (file di progetto Revit), è possibile, in caso di correzione sul singolo modello post verifica, aggiornare in maniera automatica l'intero modello informativo di progetto ed i relativi file derivati (estensione \*.nwc, Navisworks Cache File), nonché ovviamente automatizzare l'aggiornamento delle verifiche impostate contestualmente all'avanzamento dei lavori in opera.

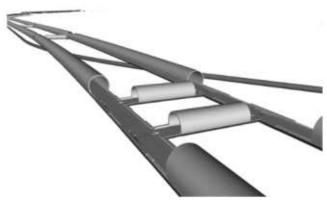


Figura 23 – Federazione di modelli locali e ottenimento di un modello di coordinamento dell'opera.

Figure 23 – Federation of local models and obtaining a coordination model of the work.



Figura 24 – Modello federato dell'opera visto dal cunicolo esplorativo.

Figure 24 – Federated model of the work seen from the exploratory tunnel.

An example of clash concerns TBM segments. Interference always occurs in the same models, demonstrating the fact that it is necessary to review the discretisation for the positioning of a certain number of segments between one PK and the other (Fig. 29 and 30).

Therefore, having identified the error, correctly reworking the site data and relaunching the Dynamo scripts for the discretisation of the path between two PKs and for modelling, the correct "As Built" model is obtained. In the meantime, the tests on the coordination model will have been updated automatically according to the corrections made (Fig. 31).

È opportuno, in funzione dei casi di studio, procedere con dei gruppi di ricerca e di selezione. Una prima suddivisione è possibile in funzione delle zone, tipo di scavo e canna (modelli locali multidisciplinari), mentre una seconda (necessaria per le *clash*) avviene in funzione della disciplina (strutturale, idraulica, varie, monitoraggi) (Fig. 25).

Si implementa poi la matrice delle interferenze per il controllo delle interferenze geometriche (Fig. 26).

Data la notevole estensione dell'opera si ottimizzano i tempi di verifica attraverso una matrice che contempla in maniera simultanea sia il primo livello di coordinamento (secondo EN ISO 19650) all'interno di un singolo modello sia il secondo livello di coordinamento tra più modelli.

Ad ogni interferenza viene associato uno stato. Quest'ultimo viene aggiornato automaticamente dallo strumento ogni volta che si esegue lo stesso test con l'avanzare della costruzione (ad esempio, dopo aver risolto alcune interferenze su Revit si rimanda il test per la nuova verifica) (Fig. 27 e 28).

Un esempio di *clash* riguarda i conci della TBM. L'interferenza si presenta sempre negli stessi modelli, a dimostrazione del fatto che è necessario rivedere la discretizzazione per il posizionamento di un certo numero di conci tra una PK e l'altra (Fig. 29 e 30).

Dunque, individuato l'errore, rielaborando correttamente il tabulato di cantiere e rilanciando gli *script* Dynamo per la discretizzazione del tracciato tra due PK e per la modellazione, si ottiene il modello "As Built" corretto. Nel frattempo, i test sul modello di coordinamento si saranno aggiornati in maniera automatica in funzione delle correzioni apportate (Fig. 31).

Altro esempio di *clash* è l'interferenza tra pozzetti e tubazioni (Fig. 32).

Un processo così impostato nella fase costruttiva dell'opera in sotterraneo permette di risolvere le interferenze del modello a priori prima della successiva progettazione tecnologica/ferroviaria e la futura manutenzione dell'Asset [2].



Figura 25 – Suddivisione del modello di coordinamento in tratte e gruppi per il loro successivo utilizzo nell'individuazione delle interferenze e delle incoerenze.

Figure 25 – Subdivision of the coordination model into sections and groups for their subsequent use in the identification of interferences and inconsistencies.

Matrice Clash Detection Disciplina	Disciplina Disciplina	STR					IDR			VAN			MON
		Calonie	Arch meets	Murette	Solette intermedie	Constand 19M	Tubarrom of falda	Tubazioni di piattaformia	Pozzetti di drenaggio	Sottofordi	Ghine	Rempmentilateral	Montonaggi
STR	Calotte	101-102	101-102	101-102	LOS-LOS				101-100				101-102
	Archi rovescio		101-102	101-102		- 11	101458	101-102	101-152	101-102	161-163	LC1-LC2	UCH-LIER
	Muretie			HEN-LEE			10140		101-112	100000	101-102	101-102	LET-LEE
	Solette intermedie				LCS-LCS								LENLER
	Conci anelli TBM					101-102							ioi-ins
IDA	Tubazioni di falda						101101		105100	seiner	101-103	101-103	serve
	Tubazioni di piattaforma							LON-LOS	103-102	LON-LOS			101-108
	Pozzetti di drenaggio									invin	101152	101-102	CONTRA
VAR	Sottofondi									101102	LET LES	101-103	101-103
	Ghiale										101-102	101-102	101-102
	Riempimenti laterali					- 1			-	-		101-102	101-152
MON	Monitoraggi												101103

Figura 26 – Matrice delle interferenze per l'analisi del modello di coordinamento.

Figure 26 – Interference matrix for coordination model analysis.



Figura 27 – Impostazione delle verifiche e della matrice sul software di coordinamento.

Figure 27 – Setting up the checks and matrix on the coordination software.



Figura 28 – Esito della matrice dopo il lancio del test. *Figure 28 – Matrix result after test launch.* 



Figura 29 – Interferenza tra conci di TBM segnalata nel modello di coordinamento.

Figure 29 – TBM segments interference reported in the coordination model.



Figura 30 – Individuazione e risoluzione dell'interferenza direttamente nel software di BIM *Authoring* con ricerca tramite codice identificativo unico.

Figure 30 – Detection and resolution of interference directly in BIM Authoring software with search using unique identification code.



Figura 31 – Aggiornamento della matrice dopo la risoluzione di alcune interferenze.

Figure 31 – Updating the matrix after the resolution of some interferences.

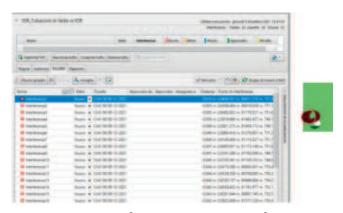


Figura 32 – Interferenza tra pozzetto e tubazione. *Figure 32 – Interference between shaft and pipe.* 

#### 6.2. Analisi delle incorenze informative

Viene proposta un'attività di verifica sull'analisi quantitativa e qualitativa dei parametri necessaria per la successiva parte dedicata alla simulazione realizzativa 4D:

- Codice identificativo.
- Data fine getto per tratte in scavo tradizionale e data di montaggio per tratte in scavo meccanizzato.
- Work Breakdown Structure (WBS).

L'obiettivo è identificare eventuali campi vuoti o incoerenti, i quali possono causare una mancata lettura nell'associazione al cronoprogramma.

Il flusso seguito dell'analisi è così impostato:

- Ricerca elementi tramite proprietà.
- Individuazione visiva degli elementi.
- Utilizzo dello strumento di analisi selezione (con settaggio ID e file sorgente).
- Esportazione tabulato completo di eventuali incoerenze riscontrate.
- Risoluzione incoerenza nel file sorgente del modello locale in Revit.
- Verifica finale.

Un settaggio simile offre la possibilità di risalire in maniera istantanea all'elemento interessato semplicemente intervenendo nel file sorgente (modello locale) tramite la ricerca dell'id (che corrisponde tra Revit e Navisworks avendo creato un modello di coordinamento \*.nwf costituito da \*.rvt e non da \*.nwc). Il risultato a sua volta è esportabile in formato aperto tramite un \*.csv utilizzabile per il coordinamento con le altre figure specialistiche coinvolte.

Solamente una volta risolte le incoerenze informative è possibile analizzare l'aspetto legato ai tempi di esecuzione delle parti d'opera.

#### 7. Simulazioni 4D e analisi temporali

La transizione dalla metodologia CAD alla progettazione in ambiente BIM offre la possibilità, tra i mille benefici, di considerare la quarta dimensione all'interno di un progetto. Per far ciò, è fondamentale portare a termine



Figura 33 – Impostazione del test per la ricerca delle incoerenze informative sul modello di coordinamento. Figure 33 – Setting up the test to search for information inconsistencies on the coordination model.

Another example of clash is interference between shaft and pipes (Fig. 32).

A process thus set up in the construction phase of the underground work allows solving the interferences of the model a priori before the subsequent technological/railway design and the future maintenance of the Asset [2].

#### 6.2. Analysis of the informative incoherences

A verification activity is proposed on the quantitative and qualitative analysis of the parameters necessary for the next part dedicated to the 4D implementation simulation:

- Identification code.
- Cast end date for sections in traditional excavation and assembly date for sections in mechanised excavation.
- Work Breakdown Structure (WBS).

The objective is to identify any empty or inconsistent fields, which may cause a reading failure in the association to the schedule.

The flow followed by the analysis is set as follows:

- Search for items through properties.
- Visual identification of the elements.
- Use of the selection analysis tool (with ID setting and source file).
- Export of table with any inconsistencies found.
- Resolution of inconsistency in local template source file in Revit.
- Final test.

A similar setting offers the possibility of instantly tracing the affected element simply by intervening in the source file (local model) through the search for the id (which corresponds between Revit and Navisworks since a coordination model \*.nwf consisting of \*.rvt and not \*.nwc has been created). The result in turn can be exported in open format

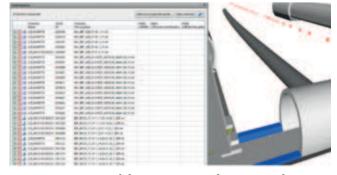


Figura 34 – Esito del test con visualizzazione dei conci caratterizzata dalla presenza di incoerenza informativa.

Figure 34 – Result of the test with visualisation of the segments characterised by the presence of information inconsistency.

una rigorosa attività di controllo per le incoerenze informative. Basti pensare alle problematiche che potrebbero sorgere per l'assenza di parametri informativi, quali la data di realizzazione, WBS e codice identificativo (Fig. 33).

Si definiranno, dapprima, le attività realizzative giornaliere. In tal modo sarà possibile osservare il processo di simulazione dei getti di calcestruzzo e di montaggio dei conci prefabbricati, come realmente avvenuti durante le lavorazioni quotidiane (Fig. 34).

Successivamente, si passerà a collegare alcune attività individuate nel programma lavori con il modello digitale.

## 7.1. Simulazione dell'avanzamento getti e montaggio conci

L'associazione ai modelli informativi per il rilevamento delle quantità consente di simulare e visualizzare l'evoluzione nel tempo delle varie lavorazioni, verificando ad esempio lo stato di avanzamento del cantiere ad una certa data.

Con le informazioni immagazzinate è fattibile l'implementazione di una simulazione realizzativa (concio per concio, data per data) dei rivestimenti definitivi (gettati o montati) sia per quanto concerne lo scavo tradizionale sia circa lo scavo in meccanizzato.

Il formato scelto per l'esportazione e per questo studio è il \*.csv (*comma-separated values*).

Esso è un formato aperto basato su file di testo molto utilizzato per esportazioni e importazioni di tabelle di dati di e da fogli elettronici e/o database.

Nell'immagine successiva è possibile osservare il cronoprogramma delle esecuzioni giornaliere nelle tratte in tradizionale così come effettivamente avvenute in cantiere per ogni getto effettuato. Inoltre, attraverso procedure di auto "matching", appositamente modulate nel software, sono state associate in maniera corretta le singole lavorazioni del cronoprogramma importato con gli elementi modellati (Fig. 35 e 36).

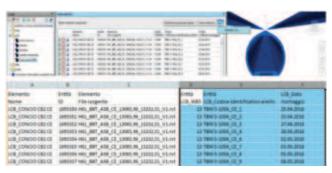


Figura 35 – Estrazione delle informazioni relative all'effettiva data realizzativa del concio per il successivo collegamento automatico al cronoprogramma nel modello di coordinamento.

Figure 35 – Extraction of information relating to the actual date of completion of the segment for the subsequent automatic connection to the schedule in the coordination model.

through a \*.csv that can be used for coordination with the other specialist figures involved.

Only once the information inconsistencies have been resolved can the aspect related to the execution times of the work parts be analysed.

#### 7. 4D Simulations and temporal analyses

The transition from CAD methodology to design in a BIM environment offers the possibility of considering, among thousands of benefits, the fourth dimension within a project. To do this, it is essential to carry out a rigorous control activity for information inconsistencies. Just think of the problems that could arise due to the absence of information parameters, such as the date of completion, WBS and identification code (Fig. 33).

First, the daily construction activities will be defined. This way, the process of simulation of concrete castings and assembly of prefabricated concrete segments can be observed, as actually occurred during daily processing (Fig. 34).

Next, some activities identified in the work programme will be connected with the digital model.

### 7.1. Simulation of the progress of casts and segment assembly

The association with the information models for the detection of quantities allows simulating and visualising the evolution of the various processes over time, checking for example the progress of the site on a certain date.

With the information stored, an implementation simulation of the final linings (cast or assembled) can be carried out (segment by segment, date by date) both with regard to traditional excavation and mechanised excavation.

The format chosen for export and for this study is \*.csv (comma-separated values).

It is an open format based on text files widely used for exporting and importing data tables of and from spreadsheets and/or databases.

In the following image the schedule of daily executions

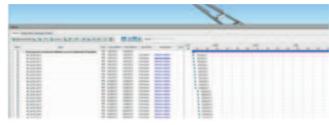


Figura 36 – Collegamento automatico del cronoprogramma dei getti tramite lettura dell'attributo informativo temporale contenuto nel singolo concio.

Figure 36 – Automatic connection of the casts schedule by reading the temporal information attribute contained in the single segment.

Di seguito, si riportano alcune immagini rappresentative del risultato ottenuto, con l'occhio dell'osservatore all'altezza dei BY-PASS 52/2 e 52/2A [2] (Fig. 37, 38, 39 e 40).

can be observed in the traditional sections as well as those that actually took place on site for each cast made. In addition, the individual processes of the imported schedule

have been correctly associated with the modelled elements through self-"matching" procedures, specifically modulated in the software (Fig. 35 and 36).

Below are some representative images of the result obtained, with the observer's eye at the level of BY-PASSES 52/2 and 52/2A [2] (Fig. 37, 38, 39 and 40).



Figura 37 – Simulazione realizzativa della tratta a Sud scavata in tradizionale in un primo istante temporale di analisi.

Figure 37 – Construction simulation of the South section excavated using the traditional method in a first time instant of analysis.



Figura 38 – Simulazione realizzativa della tratta a Sud scavata in tradizionale in un secondo istante temporale di analisi.

Figure 38 – Construction simulation of the South section excavated with the traditional method in a second time instant of analysis.

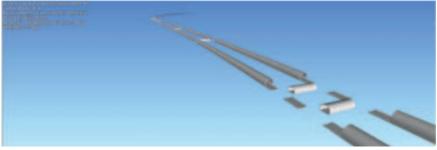


Figura 39 – Simulazione realizzativa della tratta a Sud scavata in tradizionale in un terzo istante temporale di analisi.

Figure 39 – Construction simulation of the South section excavated using the traditional method in a third time instant of analysis.

#### 7.2. Programma di esecuzione lavori

Si va ora a presentare una seconda tipologia di presentazione e gestione 4D del progetto: il collegamento tra modello digitale informativo e il programma di esecuzione dei lavori (PEL). In questo, l'aspetto fondamentale lo riveste il parametro *Work Breakdown Structure* (WBS) presente all'interno di ogni singolo concio.

#### 7.2. Work execution programme

A second type of 4D project presentation and management is now presented: the link between the digital information model and the work execution programme (PEL). In this, the fundamental aspect is the Work Breakdown Structure (WBS) parameter present within each individual segment.

In the exemplary case that we report, the following WBSs (Level 1) made through TBM are considered:

- WBS 013 for the exploratory tunnel (CF)
- WBS 035 and WBS 060 for the line tunnels (East North GLEN Line Tunnel, West North GLON Line Tunnel) (Fig. 41).

In order to refine the matching and speed up the procedure, the research groups must immediately dialogue with the activity identifiers (Activity IDs) of the Work Execution Programme (Fig. 42).

At this point, the activities of the work programme with scheduled dates could be imported and the model automatically linked to them. At the same time, the actual dates derived directly from the model as well as from the construction site results are reported (Fig. 43).

We can then proceed with the simulation of the activities through the actual dates.

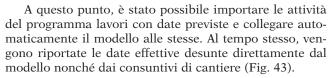
This is reported in:

- White: initial aspect of the simulation, that is, the section to be carried out and not yet executed.
- Red: the processes in that section have begun but are not finished.

Nel caso esemplificativo che riportiamo, si considerano le seguenti WBS (Livello 1) realizzate tramite TBM:

- WBS 013 per il cunicolo esplorativo (CE).
- WBS 035 e WBS 060 per le gallerie di linea (Galleria di Linea Est Nord GLEN, Galleria di Linea Ovest Nord GLON) (Fig. 41).

Per poter affinare l'abbinamento e velocizzare la procedura, si fa in modo che i gruppi di ricerca dialoghino immediatamente con gli identificativi delle attività (ID Attività) del Programma Esecuzione Lavori (Fig. 42).



Si può procedere quindi con la simulazione delle attività attraverso le date effettive.

Si riporta in:

- Bianco: aspetto iniziale della simulazione, cioè la tratta da realizzare e non ancora realizzata.
- Rosso: le lavorazioni in quella tratta sono cominciate ma non terminate.
- Verde: aspetto finale della tratta, ossia le lavorazioni sono concluse (Fig. 44 e 45).

Nell'ultima immagine riportata, alla data riportata, si può desumere che:

- Il Cunicolo Esplorativo nella WBS 013 è terminato.
- È stata realizzata la prima parte della WBS 035 su GLEN e GLON.

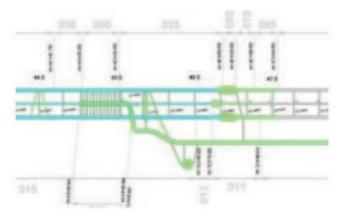


Figura 41 – Inquadramento geografico delle WBS di interesse nel caso di analisi.

Figure 41 – Geographical classification of the WBSs of interest in the case of analysis.

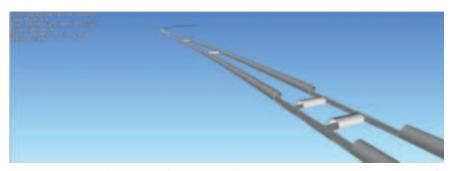


Figura 40 – Simulazione realizzativa della tratta a Sud scavata in tradizionale in un quarto istante temporale di analisi.

Figure 40 – Construction simulation of the South section excavated with the traditional method in a fourth time instant of analysis.

- Green: final aspect of the section, that is, the work is finished (Fig. 44 and 45).

In the last image shown, at the date shown, it can be inferred that:

- The Exploratory Tunnel in WBS 013 is finished.
- The first part of the WBS 035 was executed on GLEN and GLON.
- The section of WBS 060 has been lined on the GLON but not yet on the GLEN.



Figura 42 – Gruppi di ricerca automatici basati sulle WBS di interesse per la successiva simulazione.

Figure 42 – Automatic search groups based on the WBSs of interest for the subsequent simulation.



Figura 43 – Collegamento automatico del programma di esecuzione lavori (per le WBS di studio) con le WBS digitalizzate del modello informativo.

Figure 43 – Automatic connection of the work execution programme (for the study WBSs) with the digitised WBSs of the information model.

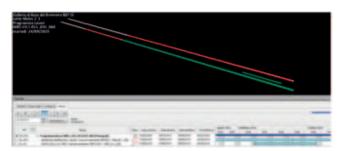


Figura 44 – Output del programma di esecuzione lavori in un primo istante di analisi.

Figure 44 – Output of the work execution programme in a first instant of analysis.

- È stata rivestita la tratta della WBS 060 sulla GLON ma non ancora sulla GLEN.
- Non è completato lo scavo e quindi il rivestimento sulla seconda parte della WBS 035 sulla GLON mentre non è partito lo scavo sulla GLEN corrispondente.

#### 8. Conclusioni

La metodologia BIM aumenta i vantaggi all'aumentare della complessità dell'opera, come nel caso di tunnel ferroviari di notevole lunghezza. Vantaggi che spaziano dalla fase progettuale, con l'implementazione di un modello BIM, alla fase costruttiva, con lo sviluppo di un modello *As Built*, fino a giungere ad un modello di *Asset Information Model* dell'Infrastruttura nella fase manutentiva e di gestione.

Questo approccio metodologico permette di tracciare efficacemente lo sviluppo dell'infrastruttura nel suo intero ciclo di vita, in modo da concepire, progettare, costruire e gestire l'opera in maniera integrata e sostenibile nell'ottica della sua vita intera.

Il modello informativo dell'infrastruttura si pone come elemento fondamentale oggigiorno sin dai primi step progettuali per prevenire errori, mitigare incongruenze durante la costruzione rispetto a quanto progettato, ridurre la perdita di dati e diminuire i tempi e costi non solo di realizzazione dell'opera quanto anche di strumento utile in fase di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria.

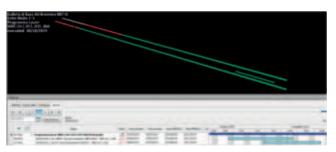


Figura 45 – Output del programma di esecuzione lavori in un secondo istante di analisi.

Figure 45 – Output of the work execution programme in a second instant of analysis.

- The excavation and therefore the lining on the second part of the WBS 035 on the GLON has not been completed while the excavation on the corresponding GLEN has not started.

#### 8. Conclusions

The BIM methodology increases the advantages as the complexity of the work increases, as in the case of railway tunnels of considerable length. Advantages that range from the design phase, with the implementation of a BIM model, to the construction phase, with the development of an As Built model, up to an Asset Information Model of the Infrastructure in the maintenance and management phase.

This methodological approach allows effectively tracing the development of the infrastructure throughout its entire life cycle, in order to conceive, design, build and manage the work in an integrated and sustainable manner with a view to its entire life.

The infrastructure information model is a fundamental element today from the first design steps to prevent errors, mitigate inconsistencies during construction compared to what was planned, reduce data loss, and reduce the time and costs not only of carrying out the work but also of a useful tool during the operation of the railway infrastructure.

#### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] ABBONDATI F., ABRAMOVIC B., BIANCARDO S.A., DELL'AQUILA G., INTIGNANO M. (2021), "Building Information Modeling orizzontale: il caso di studio della linea ferroviaria Croata Gradec-Sveti Ivan Zabno", CIFI Ingegneria Ferroviaria n. 12, pag. 979-994.
- [2] CATAPANO M., FRANCHI G., MARINI D. (2022), "Metodologia BIM per le opere in sotterraneo: realizzazione di un project information model come strumento di supporto per il project management e per la futura gestione dell'asset"; Tesi di master Politecnico di Milano.

#### **NUOVA EDIZIONE DEL CIFI**

#### Francesca CIUFFINI

#### **ORARIO FERROVIARIO**

#### Integrazione e connettività

L'orario è l'essenza dei trasporti di linea e pertanto anche del trasporto ferroviario, con un elemento specifico, quello del vincolo di natura infrastrutturale, che rende maggiormente complessa la sua progettazione rispetto a quella di altri sistemi.

L'orario è il prodotto che viene offerto e venduto dal sistema nel suo insieme, il catalogo commerciale dei servizi di trasporto offerti dalle imprese ferroviarie, ma anche lo strumento di organizzazione industriale, sia del trasporto che dell'infrastruttura. Ad esso sono collegati quindi aspetti sia commerciali che produttivi, connessi con l'attrattività dei servizi e con l'organizzazione industriale di operatori e gestore della rete.

Esso riveste un'importanza strategica, in quanto intorno ad esso ruotano costi e ricavi delle aziende, efficienza economica e redditività. E soprattutto la soddisfazione dei viaggiatori, che potranno decidere se servirsi o meno del treno, sicuramente in base al prezzo ma anche in base a quanto l'orario risponda alle proprie esigenze di spostamento e sia ritenuto affidabile.

Il libro ha l'obiettivo di mostrare perché l'orario è importante e a che cosa serve, come funziona, chi lo decide e come si può costruire.

Particolare rilievo è dato all'aspetto della connettività e dell'integrazione dei servizi a questa finalizzata. Un'integrazione sia interna al ferro che con le altre modalità di trasporto, per la quale l'orario svolge un ruolo importante.

Approfondito anche il tema dell'orario ciclico (o cadenzato), per gli aspetti sia di merito, che di metodo, che consentono di mettere più facilmente in luce i meccanismi di funzionamento di un sistema di orario.



#### Parte I

# Panoramica generale sull'orario e sull'integrazione dei servizi di trasporto

- 1. Che cosa è l'orario
- 2. Perché l'orario è importante
- 3. Come fare l'orario
- 4. Il risultato della progettazione: qualità ed efficienza dell'orario
- 5. Il cadenzamento degli orari come innovazione
- 6. Chi fa l'orario e quando

#### Parte II

#### Focus: elementi di tecnica dell'orario

- 7. La progettazione delle tracce orarie
- 8. Progettazione dell'orario grafico e vincoli di infrastruttura
- 9. Organizzazione industriale lato trasporto
- 10. Analisi di capacità e stabilità dell'orario

#### Parte III

#### Sistemi di orario cadenzato: approfondimenti

- 11. Schematizzazione di un orario cadenzato
- 12. La struttura dell'orario e la simmetria
- **13.** Variazioni di struttura: effetti su costi lato trasporto, capacità di stazione e attrattività
- 14. Progettazione di un orario cadenzato
- 15. Esempi applicativi

Formato cm 24x17, 296 pagine in quadricromia, copertina cartonata.

#### Prezzo di copertina € 30,00.

Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

#### Notizie dall'interno

Massimiliano Bruner

#### TRASPORTI SU FERROVIA

Lombardia: firmato il protocollo di legalità per il collegamento ferroviario Bergamo-Aeroporto Orio al Serio e raddoppio Ponte San Pietro-Bergamo-Montello

Firmato il Protocollo di legalità tra la Prefettura di Bergamo, Rete Ferroviaria Italiana (società capofila del Polo infrastrutture del Gruppo FS Italiane) e le Organizzazioni sindacali di categoria per gli interventi relativi al Collegamento Ferroviario con l'Aeroporto di Orio e il raddoppio della linea Montello-Bergamo-Ponte San Pietro, con lo scopo di prevenire e contrastare le infiltrazioni della criminalità organizzata in materia di appalti, servizi e forniture pubbliche.

Il progetto del nuovo collegamento all'aeroporto di Orio è finalizzato ad incentivare il transfer modale su ferro dei passeggeri e si inserisce nella strategia di RFI e del Gruppo FS per il potenziamento dei collegamenti ferroviari con gli aeroporti, favorendo l'intermodalità e il rilancio del turismo.

Il progetto del raddoppio della linea ferroviaria della Montello-Bergamo-Ponte S. Pietro è finalizzato a potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.

I Protocolli prevedono la collaborazione tra la Prefettura e RFI per vigilare sul pieno rispetto della legalità nei contratti pubblici, sviluppando, in aggiunta agli standard richiesti dalla normativa, ulteriori forme di controllo, scambio di informazioni e procedure che ne garantiscano la trasparenza. I documenti sottoscritti riguarderanno tutta la filiera delle imprese affidatarie dei lavori che a qualunque titolo saranno impegnate nella realizzazione delle opere.

L'attività rientra fra le iniziative intraprese dal Gruppo FS, con il coordinamento della *Security & Risk -* FS Security, per tutelare la realizzazione di opere e la prestazione di servizi di interesse pubblico da ogni tentativo di infiltrazione da parte della criminalità organizzata.

Gli investimenti complessivi per le opere da realizzare sono di 209 milioni di euro per il collegamento Bergamo-Orio al Serio e di 278 milioni di euro per la prima fase di raddoppio da Bergamo a Ponte S. Pietro, finanziati anche con i fondi del PNRR. I progetti sono compresi tra quelli in carico al Commissario Straordinario di Governo Vera Fiorani (Da: Comunicato Stampa Gruppo FSI, 7 novembre 2023).

#### Marche: lavori di raddoppio dei binari fra Genga e Serra San Quirico sulla linea Orte-Falconara

Rete Ferroviaria Italiana ha aggiudicato la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori di realizzazione del raddoppio dei binari del tratto Genga-Serra San Quirico, parte integrante della linea Orte-Falconara, al raggruppamento temporaneo di imprese composto da ETERIA CONSORZIO STABILE SCARL e SALCEF. La gara ha un valore di 374,2 milioni di euro ed è finanziata in parte con fondi PNRR.

Gli interventi consistono nella realizzazione di una nuova linea di circa 9 km, di cui oltre la metà in galleria, in affiancamento a quella esistente interamente a binario unico. I lavori includono la realizzazione di 6 gallerie naturali, per circa 5 km, 4 viadotti, l'adeguamento e l'attuazione della nuova viabilità stradale per il ripristino dei collegamenti con la SS 76 e la trasformazione in fermata dell'attuale stazione di Serra San Quirico. È inoltre prevista la realizzazione di una nuova stazione a Genga che rappresenterà la porta d'ingresso al Parco delle Grotte di Fra-

Il raddoppio della tratta Genga-San Quirico è ritenuto intervento prioritario del raddoppio Orte-Falconara fino a Castelplanio. Seguiranno gli interventi per la realizzazione del raddoppio degli altri due lotti, Serra San Quirico-Castelplanio, e Posto Movimento 228-Genga.

L'intervento rientra nel più ampio piano di RFI per il potenziamento e la velocizzazione della direttrice Orte-Falconara, che ha l'obiettivo di migliorare i collegamenti ferroviari tra i versanti tirrenico e adriatico.

Una volta ultimati, i lavori consentiranno la riduzione dei tempi di percorrenza tra Roma e Ancona, il miglioramento dei livelli di regolarità, l'incremento del numero dei treni che possono circolare sulla tratta e una maggiore accessibilità al servizio ferroviario.

• Calabria: gara per l'elettrificazione della tratta Sibari-Crotone

Rete Ferroviaria Italiana ha avviato la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori di "Elettrificazione della tratta Sibari-Crotone della linea ferroviaria Metaponto-Reggio Calabria Centrale" (Lotto 2A).

La gara ha un valore di circa 47 milioni di euro finanziati con fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

L'intervento consiste nella realizzazione di circa 112 km di elettrificazione dell'esistente tratta Sibari-Crotone, mediante la realizzazione di 8 sotto-stazioni elettriche in media tensione e la posa del sistema per la trazione elettrica ferroviaria, completando in tal modo i lavori propedeutici di allestimento dei pali già in corso di esecuzione lungo la linea a partire dal 2018.

La gara rappresenta la seconda delle tre procedure di affidamento previste per realizzare i tre lotti funzionali dell'articolato progetto d'investimento "Potenziamento Collegamento Lamezia Terme-Catanzaro Lido-Dorsale Jonica" approvato dal Commissario Straordinario di Governo con Ordinanza n. 4 del 25/09/2023.

Per il completamento dell'opera è stato nominato come Commissario Straordinario di Governo R. PAGONE.

L'elettrificazione contribuirà ad uniformare le caratteristiche della rete ferroviaria calabrese in termini di sistemi di trazione, consentendo così l'esteso utilizzo dei nuovi treni elettrici, e a creare le condizioni per migliorare la qualità dei collegamenti con le aree del litorale ionico a forte vocazione turistica. Inoltre, il processo di elettrificazione delle linee ferroviarie contribuisce a ridurre le emissioni inquinanti e il loro impatto sul clima (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 30 ottobre 2023).

#### Lazio: Nodo di Roma, proseguono i lavori preparatori della fermata di Pigneto

Cantieri al lavoro domenica 22 e 29 ottobre fra le stazioni di Roma Tiburtina e Roma Tuscolana per interventi di potenziamento infrastrutturale funzionali alla realizzazione della nuova fermata di Pigneto.

Per consentire il regolare svolgimento delle attività – che hanno richiesto l'interruzione della circolazione ferroviaria per circa 24 ore entrambe le giornate – i treni della FL1 (Orte-Fiumicino Aeroporto) e quelli della FL3 (Roma-Viterbo) hanno subito modifiche modifiche.

In particolare, i clienti provenienti da Orte/Fara Sabina e diretti a Fiumicino Aeroporto sono invitati a scendere nella stazione di Roma Tiburtina e ad utilizzare la linea B della Metropolitana per raggiungere la stazione di Roma Ostiense (Piramide) dove possono proseguire il viaggio in treno. Così come nella direzione contraria, i viaggiatori utilizzano la Metropolitana da Roma Ostiense (Piramide) a Roma Tiburtina per poi continuare in treno.

Sulla linea FL3 Roma-Cesano/Viterbo i treni sono limitati a Roma Ostiense.

I treni della relazione Pisa Roma effettuano la fermata straordinaria a Roma Tuscolana nei giorni dell'interruzione.

I viaggiatori possono usufruire del servizio sostituivo e accedere gratuitamente alla metro esibendo il titolo di viaggio ferroviario valido per la tratta interrotta. Ai clienti che vorranno acquistare il biglietto e programmare il proprio viaggio sui sistemi di vendita apparirà la soluzione treno + metro con i relativi tempi di percorrenza e di interscambio.

Nelle ore in cui il servizio della metropolitana è sospeso, i collegamenti sono garantiti con bus che fermeranno nei piazzali di stazione o in punti opportunamente segnalati.

Il personale dell'assistenza Trenitalia sarà presente nelle stazioni di Roma Tiburtina e di Roma Ostiense, sia in stazione che all'ingresso della metropolitana, per consentire ai viaggiatori muniti di regolare titolo di viaggio ferroviario, di superare i tornelli dedicati e proseguire in metro la tratta ferroviaria cancellata (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 20 ottobre 2023).

#### TRASPORTI URBANI

Piemonte: Torino sale a bordo dei nuovi tram, i veicoli realizzati da Hitachi Rail per GTT Partito il servizio passeggeri dei primi tram, targati Hitachi Rail, acquistati da GTT (Gruppo Torinese Trasporti) per la città di Torino.

Si tratta di veicoli all'avanguardia dal punto di vista del confort al passeggero e del design, curato da Giugiaro Architettura. La livrea è caratterizzata dai colori giallo-blu della Città, in continuità con la colorazione dei nuovi bus GTT, come mostrato in anteprima lo scorso settembre, attraverso l'esposizione di un veicolo a Piazza Castello.

L'accordo quadro, sottoscritto da GTT e Hitachi Rail nella primavera del 2020, prevede una fornitura generale di 70 nuovi tram, con una suddivisione in due tranche dell'appalto. La prima tranche prevede la fornitura di 30 veicoli, interamente finanziati dal Ministero dei Trasporti attraverso una convenzione con la Città di Torino volta a potenziare i trasporti su rotaia nei grandi centri urbani.

 I nuovi tram sono realizzati nello stabilimento Hitachi Rail di Napoli, che occupa circa 1.890 persone.

I nuovi treni dispongono di un sistema di climatizzazione innovativo che assicura lo scambio di aria con l'esterno, garantendo standard di sicurezza elevati per la salute dei passeggeri. Sono caratterizzati da ampie vetrate e le zone laterali trasparenti del tetto offrono grande luminosità interna e una maggiore visibilità verso l'esterno. Gli interni sono stati progettati per garantire zone più ampie per i passeggeri rispetto ai tram di vecchia generazione. Dispongono inoltre di due postazioni attrezzate per le persone con disabilità e garantiscono facile accesso e buona manovrabilità alle carrozzine.

I veicoli hanno una velocità massima di 60km/h, sono lunghi 28 m, con 36 posti a sedere e una capienza massima di 218 passeggeri

I nuovi tram per la città di Torino – commenta L. D'AQUILA, COO Hita-

chi Rail Group e CEO Hitachi Rail Italy - fanno parte della nuova piattaforma tram sviluppata in Italia da Hitachi Rail e rappresentano l'evoluzione dei più tradizionali tram SIRIO, di cui sono state realizzate centinaia di esemplari per città italiane ed estere. Un'evoluzione che costituisce la sintesi di nuove tecnologie e più elevati standard qualitativi, pensati per incentivare ancor di più l'utilizzo del trasporto pubblico nelle città. Torino è sicuramente un fiore all'occhiello in Italia per quanto riguarda la rete dei mezzi di superficie, e l'amministrazione ha voluto fornire - in maniera lungimirante - un livello di servizio ancora più elevato alla cittadinanza. Siamo orgogliosi di contribuire a questo traguardo" (Da: Comunicato Stampa Hitachi Rail, 6 settembre 2023).

#### Lombardia: autostazione San Donato Milanese

A novembre è stata inaugurata la nuova Autostazione di San Donato Milanese. All'evento hanno partecipato le istituzioni locali, le associazioni di categoria, i rappresentanti delle maggiori aziende di trasporto e la stampa.

L'apertura della nuova autostazione rappresenta un momento importante in quanto i suoi servizi potenzieranno il trasporto sostenibile e l'intermodalità del territorio lombardo.

• Intermodalità, Milano al centro dell'Europa

L'autostazione di San Donato Milanese si candida ad essere il più importante hub di mobilità della città di Milano. Si trova all'interno del complesso del capolinea della metropolitana M3 (San Donato) a una sola fermata dalla stazione di Rogoredo dove transitano i treni ad alta velocità, i regionali e il Passante Ferroviario. Uno snodo che prevede, inoltre, la stazione di bus urbani ed interurbani, i taxi, il *car sharing* e un servizio di trasporto pubblico con autobus, che lo collega direttamente al-



(Fonte: Hitachi Rail)

Figura 1 - Il nuovo tram Hitachi Rail per la città di Torino.

l'aeroporto di Milano Linate, in soli dieci minuti. L'autostazione rappresenta un punto strategico per chi arriva o deve partire dalla città meneghina, in quanto si trova al centro dell'intersezione tra le Tangenziali Est e Ovest, consentendo così un facile accesso alle principali arterie autostradali (Da: Comunicato Stampa Be Content Communication, 9 novembre 2023).

#### TRASPORTI INTERMODALI

#### Nazionale: Gruppo FSI, Bluferries entra a far parte del polo logistica

Bluferries, società del Gruppo Ferrovie dello Stato che si occupa del traghettamento dei passeggeri e dei mezzi di trasporto nello Stretto di Messina, entra a far parte del Polo Logistica.

L'operazione, in linea con il Piano Industriale 2022-2032 del Gruppo guidato dall'Amministratore Delegato L. FERRARIS, è avvenuta attraverso un atto di scissione con l'assegnazione delle quote rappresentative dell'intero capitale sociale di Bluferries da Rete Ferroviaria Italiana in favore di Mercitalia Logistics.

La società capofila del Polo Logistica diventa così il socio unico ed eserciterà anche l'attività di direzione e coordinamento. L'attività consentirà una maggiore integrazione mareferro-gomma in un'ottica di sviluppo dei traffici a supporto dell'economia del territorio. Resta salvaguardato il livello occupazionale dell'operatore marittimo, ora composto da oltre 170 persone (Da: *Comunicato Stampa Gruppo* FSI, 2 novembre 2023).

Friuli Venezia Giulia:
Porto di Trieste,
bando di gara europea
per il collegamento
fra Molo VII e stazione
di Trieste Campo Marzio

È stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, il bando di gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione del "Collegamento diretto fra il fascio A/P di Trieste Campo Marzio e il Molo VII del Porto di Trieste (cosiddetto Varco 5)".

L'intervento di Rete Ferroviaria Italiana, capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, cofinanziato dal PNRR, fa parte dei progetti finalizzati a potenziare lo scalo di Trieste Campo Marzio. Il nuovo "Varco 5" che collegherà l'infrastruttura ferroviaria a quella dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale, prevede la realizzazione di una galleria artificiale a singolo binario tra la stazione e il Molo VII del Porto.

Tra le attività previste all'interno dell'appalto rientra anche la demolizione di un ponte dismesso che ostacola l'imbocco del nuovo tunnel di collegamento

L'importo a base di gara dell'appalto principale è di circa 7,05 milioni di euro, finanziati anche con fondi PNRR.

 L'attivazione dell'opera è prevista entro la fine del 2026.

Trieste Campo Marzio, al termine degli interventi di riassetto complessivo (investimento 112 milioni di euro), che comprenderanno anche l'attivazione del modulo merci da 750 m, continuerà a essere, con le attuali stime di crescita, il primo scalo merci italiano per numero di treni.

L'obiettivo del Gruppo FS – in linea con quanto previsto dalla politica nazionale ed europea dei trasporti – è rendere il trasporto merci via ferrovia sempre più competitivo e ambientalmente sostenibile, favorendo le attività degli operatori della logistica che si avvalgono del treno (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 5 ottobre 2023).

#### Sardegna: Linea Cagliari-Golfo Aranci, potenziamento infrastrutturale tra Chilivani e Golfo Aranci

Ad iniziare dalla prima settimana di ottobre, Rete Ferroviaria Italiana, società capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS Italiane, eseguirà importanti interventi di potenziamento infrastrutturale tra Chilivani e Golfo Aranci, sulla linea Cagliari-Golfo Aranci.

I lavori riguarderanno nello specifico interventi volti a aumentare la velocità massima che, in alcune tratte, raggiungerà i 140 km/h (per i treni con sistemi di pendolamento attivo).

Questi interventi, insieme ai progetti di upgrade infrastrutturale e tecnologico attualmente in corso, porteranno alla realizzazione di condizioni per la riduzione dei tempi di percorrenza fino a 40 minuti sulla linea Cagliari-Olbia e fino a 30 minuti sulla Sassari-Olbia e, in coerenza con quanto stabilito nell'Accordo Quadro sottoscritto tra RFI e Regione Sardegna, a un servizio cadenzato con frequenza di 120 minuti nel collegamento Cagliari-Olbia.

Nella stazione di Olbia Terranova, verrà attivato al servizio viaggiatori il IV binario e il relativo marciapiede e sottopasso.

Si tratta della prima fase del progetto, finanziato con risorse PNRR, di collegamento dello scalo con l'Aeroporto Costa Smeralda di Olbia. L'attività è stata progettata e realizzata in 18 mesi. Verrà installata anche la nuova pensilina ed il percorso pedonale diretto su Corso Umberto I per collegare la nuova stazione con il cuore della città.

Si realizzeranno – nel corso della medesima interruzione – anche interventi di manutenzione straordinaria (Ponte Metallico e Tecnologie diffuse) e la messa in sicurezza dai fenomeni legati al dissesto idrogeologico nella tratta Olbia-Golfo Aranci oltre a diversi interventi di Opere Civili propedeutici all'ulteriore incremento di velocità da completare nel corso del 2024.

Per consentire l'operatività dei cantieri – attivi per 78 ore consecutive e che vedranno all'opera oltre 150 tra personale di sette Imprese Appaltatrici e tecnici di Rete Ferroviaria Italiana – la circolazione dei treni sarà sospesa e i collegamenti saranno garantiti dal Regionale di Trenitalia con autobus.

Il valore dei lavori ammonta a circa 10 milioni di euro finanziati anche con fondi regionali (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 4 ottobre 2023).

Nazionale: il futuro della logistica in Italia, sostenibilità, efficienza e innovazione al centro dell'agenda del Freight Leaders Council

Una logistica efficace e sostenibile è fondamentale per migliorare la competitività del sistema produttivo italiano, in cui le esportazioni rappresentano il 30% del PIL. Pertanto, diventa cruciale non solo recuperarne l'efficienza, ma farlo seguendo percorsi di sostenibilità e resilienza. In questo contesto, il Quaderno numero 31 dell'associazione Freight Leaders Council (FLC), "Multimodalità: più efficienza, meno costi, maggiore velocità di consegna", presentato nel corso del convegno che si è tenuto presso il Dipartimento di Scienze Giuridiche del Linguaggio, dell'Interpretazione e della Traduzione dell'Università di Trieste, propone un approccio innovativo, basato sul concetto di "seamless freight transport system", che coinvolge tutte le componenti dell'ecosistema logistico, andando oltre il semplice trasporto di merci o il mezzo di traspor-

"Il trasporto intermodale deve poter essere una valida alternativa al trasporto su strada - ha dichiarato M. MARCIANI, presidente del Freight Leaders Council -. Come rileva la Corte dei Conti dell'Unione Europea il sostegno non è stato sufficiente, ma occorre cambiare il punto di vista e coinvolgere tutta la filiera, compreso chi produce le merci e chi le consuma. In questo il Freight Leaders Council è in prima linea con le indicazioni che sono presenti nel Quaderno 31 e che sono state confermate da autorevoli stakeholder durante questo evento."

"L'esempio virtuoso del Porto di Trieste, già primo porto ferroviario d'Italia e che mira a raggiungere entro pochi anni una capacità di 25.000 treni/anno, dimostra come l'intermodalità possa rappresentare un modello competitivo che può e deve essere replicato su scala nazionale - ha commentato M. Campailla, Professore di Diritto della Navigazione e dei Trasporti all'Università di Trieste -. Inoltre, il luogo comune secondo cui le maggiori resistenze al riequilibrio modale sarebbero da imputare alle imprese autotrasporto potrebbe rivelarsi infondato: la oramai cronica carenza di autisti e le difficili condizioni in cui spesso questi si trovano ad operare lasciano sperare che il trasporto stradale di merci possa trovare conveniente ricercare un punto di equilibrio sinergico con l'intermodalità ferro/gomma."

Al convegno, aperto dai saluti del Direttore IUSLIT dell'Università di Trieste, G.P. Dolso, hanno partecipato, oltre a Marciani e Campailla:

A. Albertini, Presidente ANAMA – Z. D'Agostino, Presidente ESPO – S. De Filippis, AD Mercitalia Logistics – A. de Girolamo, Presidente Assoferr – A. Milotti, Vice-Presidente Europlatform – U. Ruggerone, Presidente Assologistica – N. Zaccheo, Presidente dell'Autorità di Regolazione dei Trasporti (ART).

Lo studio evidenzia che il trasporto su strada rappresenta l'87,8% del totale del trasporto merci terrestre in Italia, ma ciò comporta un significativo impatto ambientale. Per ridurre le emissioni di CO, e affrontare questa sfida, sono necessari cambiamenti sostanziali. Le politiche europee di shift modale, promuovendo il trasferimento delle merci su ferrovia e mare, possono contribuire significativamente a questa trasformazione. Tuttavia, è essenziale riflettere sulla tempistica e l'efficacia delle politiche europee per la decarbonizzazione del settore, concentrandosi su azioni concrete come l'aumento della capacità delle infrastrutture esistenti e la promozione dell'intermodalità. Inoltre, migliorare l'integrazione tra le diverse modalità di trasporto, utilizzando strumenti informatici e di intelligenza artificiale, può contribuire al riequilibrio modale e alla riduzione delle emissioni di CO2. La sostenibilità ambientale è una priorità, promossa in Italia da incentivi come Marebonus e Ferrobonus, ma è necessario un approccio più focalizzato e migliorato per massimizzare i risultati positivi.

È possibile scaricare il Quaderno 31 all'indirizzo https://www.freightleaders.org/i-quaderni/.

L'innovazione, la sostenibilità e l'efficienza nella logistica sono stati anche i temi al centro della visita, organizzata in esclusiva per i soci del Freight Leaders Council (FLC), al Porto di Trieste, all'Innovation Hub di BAT e all'Interporto di Trieste: questo svolge un ruolo chiave nella promozione della multimodalità e della sostenibilità della logistica nazionale e internazionale e funge da gateway per i flussi commerciali tra l'Europa centrale, l'Europa orientale e il Mediterraneo.

La visita ha permesso di apprezzare da vicino le infrastrutture e le soluzioni logistiche innovative offerte dalla struttura, aprendo nuove opportunità di scambio di conoscenze per migliorare ulteriormente il settore a livello globale (Da: *Comunicato Stampa FLC*, 20 ottobre 2023).

#### **INDUSTRIA**

#### Piemonte: "Fabbriche Aperte", 28 ottobre visita nello stabilimento Alstom di Savigliano

Anche quest'anno Alstom aderisce al progetto Fabbriche Aperte, l'iniziativa della Regione Piemonte che permette al grande pubblico di visitare i luoghi della produzione industriale del territorio, aperti straordinariamente per l'occasione. Lo stabilimento Alstom di Savigliano (Fig. 2) apre quindi le proprie porte ai visitatori che avranno l'occasione di conoscere da vicino il mondo Alstom, conoscere i processi e toccare con mano alcune delle più importanti tecnologie e novità. Tra queste, il Coradia Stream a idrogeno, il primo treno alimentato ad idrogeno presentato in occasione di Expo Ferroviaria che entrerà in funzione in Italia e finanziato dal progetto IPCEI.

"Abbiamo accolto con entusiasmo quest'iniziativa e siamo lieti di aprire al pubblico le porte del nostro centro di eccellenza per i treni regionali e per i treni ad alta velocità Pendolino. Il sito di Savigliano è un perfetto esempio di "fabbrica 4.0", con una sala di realtà virtuale 3D d'avanguardia



(Fonte: Alstom)

Figura 2 – Veduta aerea dello stabilimento Alstom di Savigliano.

che consente di ridurre i tempi di progettazione dei treni, migliorando la qualità del prodotto finale in termini di prestazioni, affidabilità e manutenibilità" ha dichiarato D. VIALE, direttore generale del sito Alstom di Savigliano.

Durante la visita, sono mostrate tutte le fasi del ciclo produttivo a gruppi di 15-20 persone che si sono preventivamente iscritti presso il sito della Regione Piemonte, con possibilità di diversi orari di partenza (Da: Comunicato Stampa Alstom, 27 ottobre 2023).

#### Nazionale: Ferrovie, stanziati oltre 34 milioni alle società a gestione governativa

Con il decreto n. 314 del 16 ottobre 2023 è stato autorizzato l'impegno delle risorse assegnate dal 2021 al 2027 relative al "Fondo Comune per il rinnovo o per l'integrazione degli impianti fissi e materiale rotabile delle ferrovie in regime di concessione ed in gestione governativa".

Si tratta di una cifra complessiva pari a 34.480.550 di euro destinata alle società Gestione Governativa Ferrovia Circumetnea e alla Società Subalpina di Imprese Ferroviarie Spa, la cui gestione è ancora in capo allo Stato.

Gli importi sono stati così ripartiti tra i diversi capitoli:

- Gestione Governativa Ferrovia Circumetnea: 21.884.081.86.
- Società Subalpina di Imprese Ferroviarie S.p.a.: 12.596.468,14.

Le risorse sono state assegnate sulla base di un Piano Previsione che tiene conto del fabbisogno finanziario espresso dai soggetti beneficiari.

Ricordiamo che il Fondo, previsto dall'art. 10 della Legge 297/78 nello stato di previsione di spesa del MIT, ha come obiettivo il miglioramento dell'efficienza dei servizi di trasporto ferroviario (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 30 ottobre 2023).

# Nazionale: OICE, aggiornamento ad ottobre 2023

Nuovo calo delle gare a settembre: 115 bandi per 70,2 mln: -69,6% in numero e -56,4% in valore su settembre 2022. Ultimo trimestre: -65,5% in numero e -69,6% in valore sul trimestre precedente. Nei primi nove mesi 2023 valore a 2.985,8 mln, -8,9% in valore sul 2022. In forte flessione anche gli appalti integrati: 80 bandi per 782,6 milioni di lavori (-22,9% su agosto) e 15,4 milioni di progettazione esecutiva (-62,2%).

Il totale dei servizi tecnici (bandi di architettura e ingegneria più appalti integrati) a settembre 85,6 milioni, -60,3% su agosto Lupoi: "Anche a settembre dati negativi e preoccupanti; pesano la messa a regime del nuovo codice, i frazionamenti degli affidamenti sotto i 140.000 euro e la rimodulazione del PNRR. Urgente intervenire."

Terzo mese consecutivo di calo per il mercato dei servizi di ingegneria e architettura, in gran parte dovuto alle difficoltà per l'implementazione delle modifiche normative entrate in vigore all'inizio di luglio, ma anche agli effetti sempre più marcati degli "spezzatini" degli incarichi di valore oltre soglia UE, sempre più in

Nel mese di settembre sono stati rilevati solo 115 bandi, sempre un numero bassissimo, per 70,2 milioni, rispetto a settembre 2022 le gare calano del 69,6% in numero e del 56,4% in valore; mentre rispetto al precedente mese di agosto le gare crescono del 17,3% in numero e perdono il 60,0% in valore. Il totale del valore per servizi tecnici immessi nel mercato pubblico a settembre, comprendendo i 70,2 milioni derivati dai bandi di architettura e ingegneria e i 15,6 milioni di servizi tecnici contenuti negli appalti integrati, è di 85,6 milioni, -60,4% rispetto ai 216,0 milioni di

Nel trimestre estivo di luglio-agosto-settembre il numero dei bandi per servizi tecnici arriva appena a 380, contro i 1.103 del trimestre precedente di aprile-maggio-giugno con un calo del 65,5%, e il valore si ferma a 459,7 milioni, contro i 1.512,7 milioni del precedente trimestre, -69,6%.

Nei primi nove mesi del 2023 il mercato dei servizi di architettura e ingegneria torna in campo negativo, i bandi sono stati 2.719 con un valore di 2.985,8 milioni di euro, -31,2% in numero e -8,9% in valore sui primi nove mesi del 2022. Nei nove mesi il valore totale messo in gara per servizi tecnici, sommando il valore dei bandi di architettura e ingegneria e il valore dei servizi tecnici compresi nei bandi per appalti integrati, arriva a 3.934.

"Il terzo trimestre si chiude senza che dal mercato arrivino segnali positivi - ha dichiarato G. Lupoi, a commento dei dati dell'osservatorio la discesa è generalizzata e riguarda tutto il settore, abbiamo stimato che se il trend rimarrà questo, con un ultimo trimestre in marcata flessione, si potrà arrivare ad un calo del 2023 pari al 23% in numero e al 24% in valore, contrariamente ai dati dei primi sei mesi che mostravano una tendenza in linea con il 2022. Inizia ad essere evidente che la scelta di mantenere a 140.000 la soglia per gli affidamenti diretti ha effetto anche sull'artificio suddivisione di incarichi che, diversamente, andrebbero affidati con gara soggetta ad evidenza pubblica nazionale o europea. Peraltro, va considerato che in questa fascia del mercato è impossibile rilevare con precisione l'entità degli affidamenti diretti dal momento che la stazione appaltante potrebbe conferire gli incarichi senza procedere ad avvisi e manifestazioni di interesse tracciabili sugli albi pretori. Il codice appalti infatti ha anche eliminato l'obbligo di consultazione di due preventivi, lasciando mano libera alle stazioni appaltanti. Su questo OI-CE aveva proposto di mantenere la soglia a 75.000, un valore ben superiore alla media dei redditi professionali annui. Ma il punto è che se

approssimativamente circa il 60% del numero delle gare si colloca in questa fascia e se questi affidamenti sono di fatto "intuitu personae", la qualità delle prestazioni diventa un optional. Rimangono per noi fondamentali quindi concorrenza sul prezzo e sulla qualità, senza scelte rimesse alla discrezionalità assoluta sulla parte tecnica, con attente valutazioni sulle anomalie delle offerte, a garanzia della committenza. Un'opinione anche della maggior parte delle stazioni appaltanti se è vero che nei tre mesi estivi sono state 47 su 67 le gare con OEPV e richiesta di ribasso unico (compensi e spese), e soltanto 9 (emesse da 4 stazioni appaltanti) sono state le gare con compenso fisso e ribasso sulle sole spese, secondo alcuni orientamenti applicativi della legge 49 sull'equo compenso".

Le gare di sola progettazione subiscono un tracollo per l'entrata in vigore del nuovo codice degli appalti: nel mese di settembre le gare sono state solo 51, con un valore di 35,3 milioni di euro, rispetto al mese di settembre 2022 -78,2% in numero e -27.6% in valore.

Il confronto con il precedente mese di agosto vede il numero crescere del 2,0% e il valore calare del 36,9%. Le gare pubblicate nella gazzetta comunitaria in agosto sono state solo 23. Sempre per la sola progettazione i nove mesi del 2023 si chiudono con 1.518 bandi per 1.107,7 milioni, il confronto con i primi nove mesi del 2022 vede il numero calare del 40,5% e il valore del 18,5%.

Da luglio sono in discesa anche i bandi per appalti integrati: nel mese di settembre 2023 le gare rilevate per appalti integrati sono state 80, il numero più basso dell'anno, tutte con valore noto per un importo complessivo dei lavori di 782,6 milioni e con un importo dei servizi compresi stimato in 15,4 milioni di euro.

Rispetto al mese di settembre 2022, il numero è salito del 21,2%, valore dei lavori è sceso del 47,1%, quello dei servizi è sceso del 61,7%. Degli

80 bandi 12 hanno riguardato i settori speciali, per 4,9 milioni di euro di servizi, e 68 i settori ordinari, per 10,5 milioni di euro di servizi.

Nel terzo trimestre di luglio, agosto e settembre, dopo l'entrata in vigore del nuovo codice degli appalti, raccolte 428 gare, nel precedente secondo trimestre di aprile, maggio e giugno 667 gare (-35,8% nel terzo trimestre), con un valore dei lavori di 3.262,9 milioni, nel trimestre precedente 15.953,6 milioni (-79,5%) e con un valore dei servizi di 95,8 milioni, nei mesi di aprile, maggio e giugno 660,4 (-85,5%).

Nei primi nove mesi del 2023 le gare rilevate per appalti integrati sono state 1.564, +190,2% sul 2022, con un valore di 24.175,0 milioni di lavori (+64,1%) e 948,2 milioni di servizi (+20,5%) (da: *Comunicato Stampa OICE*, 10 ottobre 2023).

#### **VARIE**

#### Lazio: Convegno Annuale ANCEFERR 2023, 12°anno "cantieri in marcia"

Nelle costruzioni ferroviarie, AN-CEFERR rilancia le priorità del settore con la presenza dell'Ing. GENTILE (CIFI), del Dr. MICELI con l'intervento "Imprese competenti e responsabili, la politica faccia la sua parte", del Ministro Salvini: "Il Ponte sullo Stretto si farà insieme a scuole per i lavoratori. Brandizzo sia monito per la sicurezza", dell'AD Strisciuglio (RFI): "83% opere PNRR in fase realizzativa, entro fine anno via ad altri 100 cantieri".

Il convegno annuale 2023 "Cantieri in marcia" ha celebrato i primi 12 anni di attività dell'Associazione nazionale costruttori edili ferroviari riuniti. Un anniversario che costituisce un nuovo punto di partenza per l'attività dell'associazione che raggruppa le 83 principali imprese italiane, qualificate da RFI per l'esecuzione delle opere civili alla sede ferroviaria e alle gallerie su linee in esercizio. Una

giornata di confronto per parlare di infrastrutture, manutenzione ferroviaria, qualità e sicurezza negli appalti con le istituzioni, la politica il sindacato, le imprese.

Ad aprire i lavori con la sua relazione, il presidente V. MICELI: "Festeggiamo i 12 anni di ANCEFERR, questo convegno racconta il lavoro di tutti gli associati. Per questo abbiamo voluto dare un titolo molto chiaro, anche forte, 'Cantieri in marcia'. Quelli che ci vedono impegnati ogni giorno in tutto il Paese. Proiettati nella realizzazione dei progetti del PNRR e nei cantieri del Piano industriale di RFI, oltre che nei lavori di manutenzione. Lavoriamo come ANCEFERR per raggiungere, insieme, risultati migliori rispetto all'iniziativa solitaria dei singoli, che rischia di autolimitarsi ed essere poca cosa.

 Il Ministro Salvini: "Vostro settore operoso e silenzioso, indispensabile per il Paese"

In videocollegamento da Genova è intervenuto anche il ministro delle Infrastrutture, M. SALVINI: "Il vostro settore è cruciale per lo sviluppo del Paese e per la riuscita del PNRR. Siete una realtà silenziosa e operosa. Il Ponte sullo Stretto si farà perché serve, insieme a scuole professionali per formare i lavoratori. Brandizzo sia monito per la sicurezza".

• MICELI: "Settore coeso e responsabile: qualità, sicurezza e formazione nostri pilastri"

ANCEFERR nei suoi 12 anni di attività, ha assunto l'onore e l'onere di essere la voce di un mondo eterogeneo, ma coeso e responsabile nel segno della qualità e della sicurezza, con un indotto di filiera che ha superato i 5 miliardi di euro e dà lavoro a oltre ventimila persone. Cantieri, opere ferroviarie, gallerie, le imprese che noi rappresentiamo, sono questo mondo". Al centro delle riflessioni del convegno il tema delle tutele a 360 gradi e della qualità del lavoro. "La sicurezza insieme alla formazio-

ne per noi non rappresentano mai un costo, ma un investimento indispensabile. I cantieri del nostro settore, inclusi ovviamente quelli del PNRR, sono sicuri: ogni notte sono aperti 1.000 cantieri, impegnando 15.000 operai e centinaia di mezzi d'opera ferroviari in movimento lungo i binari. L'impegno per la sicurezza è corale di tutto il nostro settore come imprese ed è stato confermato in pieno da RFI nell'intervento dell'AD STRISCIUGLIO".

La proposta di MICELI: "Chiediamo che siano aumentate da tre a cinque/sei le ore di interruzione notturna della circolazione dei treni, obbligatoria per consentire l'esecuzione dei numerosi e complessi interventi su linee in esercizio (gallerie, stazioni, cavalcavia, rischio idrogeologico). Un aspetto su cui richiamo l'attenzione anche degli amici dei sindacati perché si lega al tema della diversità contrattuale tra personale ferroviario e dipendenti delle imprese, sui quali andrebbe uniformata la disciplina del lavoro notturno e festivo. Sul tema della sicurezza il settore ferroviario ha già fatto molto, e certamente deve continuare a fare altrettanto. Non dimentichiamo i tragici fatti di cronaca anche recenti, l'incidente di Brandizzo, innanzitutto. La prevenzione si attua con l'applicazione delle regole in vigore e con una maggiore cultura della salute e della sicurezza, fin dalla formazione".

• STRISCIUGLIO (RFI): "Patto per la sicurezza nei nostri cantieri"

"È vero quel che recita il titolo di questo convegno: i nostri cantieri sono in marcia. Abbiamo l'83% delle opere PNRR in fase realizzativa ed entro fine anno avvieremo altri 100 cantieri. Senza contare quelli quotidiani di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete. Parliamo di investimenti di circa 2 miliardi per i prossimi 2 anni che riguardano anche la manutenzione delle opere civili e della linea e lavoriamo insieme a più di 8mila imprese, medie e piccole. Con tutte loro abbiamo stretto un solido e fondamentale

'Patto per la sicurezza' che prevede attività di formazione congiunta, informazione continua, sensibilizzazione, segnalazioni spontanee, capillare diffusione di una indispensabile e diffusa cultura della sicurezza", lo ha detto nel suo intervento Gianpiero Strisciuglio, amministratore delegato RFI, Gruppo FS Italiane.

 CASTELLI (Commissario Sisma 2016): "Contributo ANCEFERR prezioso per la ricostruzione"

"Occorre lavorare per riportare attraverso la ricostruzione lo sviluppo economico, culturale e sociale all'interno dell'area del cratere sisma 2016 (Abruzzo, Marche, Lazio, Umbria), che supera gli 8mila km di estensione. Un'occasione per rilanciare un territorio già in abbandono prima del sisma. Per questo il vostro lavoro come imprese delle costruzioni ferroviarie è oltremodo prezioso per le nuove strategie di integrazione tra i diversi segmenti del tessuto economico-sociale. Il massimo coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti nella ricostruzione rappresenta una priorità alla quale lavoriamo ogni giorno per realizzare i risultati che ci siamo prefissati" (Da: Comunicato Stampa ANCEFERR, 25 ottobre 2023).

#### Lazio: ANSFISA autorizza oltre 80 ascensori e scale mobili nelle stazioni della Metro B a Roma

A seguito della necessaria revisione tecnica a cui sono stati sottoposti gli ascensori e le scale mobili che servono le stazioni della linea "B" della metropolitana di Roma, compresi quelli installati nella Stazione "Termini", ANSFISA, l'Agenzia che per il Ministero si occupa di verificare la sicurezza dei sistemi e delle infrastrutture di trasporto terrestri, ha condotto i sopralluoghi e le verifiche previste attualmente dalla legge che hanno portato alla riapertura al pubblico di oltre 80 impianti, tra ascensori e scale mobili.

A partire dallo scorso anno, sono stati infatti avviati dalla società esercente i lavori di ammodernamento e revisione generale di numerosi impianti contemporaneamente, che sono stati poi, una volta ultimati gli interventi, sottoposti ai sopralluoghi e alle verifiche necessarie da parte dell'Agenzia. In poche settimane le procedure tecnico-amministrative sono state ultimate per la grande maggioranza degli impianti, e sono in fase di conclusione quelle per gli ultimi 5 rimasti anche con l'assenso necessario della Regione.

Intanto MIT e ANSFISA stanno elaborando una proposta normativa che renderà queste procedure più snelle prevedendo che la riapertura degli impianti pubblici, come già avviene nel settore privato, sia in capo all'esercente stesso, responsabile effettivo della sicurezza degli impianti, che ne potrà riattivare la funzionalità in autonomia e sotto la propria responsabilità (Da: Comunicato Stampa ANASFISA, 28 ottobre 2023).

#### Nazionale: portualità, online le modalità di accesso al finanziamento di 16 mln di euro dei servizi PCS

Sono state pubblicate le modalità di accesso al finanziamento per lo sviluppo e l'implementazione dei servizi *Port Community System* (PCS) per l'interoperabilità con le Pubbliche Amministrazioni coinvolte e la Piattaforma Logistica digitale Nazionale (PLN) a valere sulle risorse previste dalla Misura M3C2 I 2.1 del PNNR "#Next Generation Italia" che, allegato al decreto, ne costituisce parte integrante.

L'Avviso disciplina le modalità ed i requisiti necessari per la presentazione delle proposte di investimento per l'ammissione al finanziamento, al quale possono presentare richiesta di ammissione a finanziamento le Autorità di Sistema Portuale (AdSP).

Le risorse erogabili per la realizzazione degli interventi previsti sono



(Fonte: Alstom)

Figura 3 – FNM e Alstom presentano il primo treno a idrogeno d'Italia.

pari a 16 milioni di euro, di cui almeno il 40% delle risorse allocabili è destinato prioritariamente alle Regioni del Mezzogiorno.

I servizi *Port Community System* (PCS) sono quei sistemi in grado di facilitare lo scambio di informazioni tra gli attori della filiera, semplificando le procedure di scambio di informazioni con la pubblica amministrazione, rendendo in questo modo più efficiente e sicuro il flusso delle merci tra il porto e l'hinterland, secondo gli indirizzi del Piano Nazionale della Portualità e della Logistica.

Titolare del procedimento di assegnazione dei finanziamenti è la Direzione generale per le politiche integrate di mobilità sostenibile, la logistica e l'intermodalità con il supporto di RAM Logistica, Infrastrutture e Trasporti Spa (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 4 novembre 2023).

#### Lombardia: FNM e Alstom presentano il primo treno a idrogeno d'Italia

FNM, principale Gruppo integrato nella mobilità sostenibile in Lombardia, ha presentato, insieme all'azienda costruttrice Alstom, il treno Coradia Stream alimentato ad idrogeno che segna l'inizio di una nuova era nel trasporto ferroviario passeggeri in Italia (Fig. 3). L'evento si è svolto all'interno di EXPO Ferroviaria 2023. Il treno entrerà in servizio commerciale in Valcamonica tra la fine del 2024 e l'inizio del 2025, lungo la linea non elettrificata Brescia-Iseo-Edolo di FERROVIENORD su cui il servizio è gestito da Trenord, nell'ambito del progetto H2iseO, che mira a realizzare la prima Hydrogen Valley italiana nel territorio bresciano. Il Coradia Stream, alimentato a idrogeno, risponde all'obiettivo europeo di ridurre del 100% le emissioni di CO, entro il 2050 ed è il primo treno a zero emissioni dirette di CO, per l'Italia dotato di celle a combustibile a idrogeno, con una capacità totale di 260 posti a sedere e un'autonomia superiore a 600 km.

Alla cerimonia di presentazione hanno partecipato il Sen. M. Salvini, Vicepresidente del Consiglio dei Ministri e Ministro delle Infrastrutture e Trasporti, il Sen. A. Morelli, Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, la Regione Lombardia, presente con gli assessori F. Lucente (Trasporti e Mobilità sostenibile), C.M. Terzi (Infrastrutture e Opere pubbliche) e A. Spada, Presidente di Assolombarda. Sono intervenuti inoltre il presidente di FNM A.

GIBELLI, il Presidente di FERROVIE-NORD F. CARADONNA, la Presidente di Trenord F. SANTINI, l'Amministratore Delegato di Trenord e Direttore Generale di FNM M. PIURI, il Presidente Alstom della Regione Europa, G.L. ERBACCI e il Direttore Generale di Alstom Italia e Presidente e AD di Alstom Ferroviaria, M. VIALE. Il Ministro delle Imprese e del *Made in Italy*, A. URSO, è intervenuto con un video messaggio nel corso dell'inaugurazione.

L'evento fa seguito all'accordo firmato da FNM e Alstom nel novembre 2020 che prevede la fornitura a Trenord di 6 treni a celle a combustibile a idrogeno, con opzione per ulteriori otto. (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 3 ottobre 2023).

Master universitario di II livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari A.A. 2023/2024

Sono aperte le iscrizioni al Master di Secondo Livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari, giunto alla sua diciannovesima edizione (Fig. 4). Le domande di ammissione dovranno essere presentate entro 15 gennaio 2024, esclusivamente online alla pagina web: <a href="https://web.uniroma1.it/masteriisf/domanda-di-ammissione/domand

Il Corso, promosso da Sapienza, Università di Roma in collaborazione con il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Almaviva, Alstom, BPS Deployment, ETS, Ferrotramviaria Engineering, For.Fer, GCF (Generale Costruzioni Ferroviarie), Hitachi Rail STS, IDOM, SALCEF Group, Siemens Mobility e ZF Italia, si propone di realizzare un percorso formativo finalizzato ad un perfezionamento scientifico multidisciplinare nel campo dei trasporti ferroviari e dell'intera mobilità, con l'obiettivo di preparare tecnici di alto livello in grado di soddisfare le esigenze delle società ferroviarie e di ingegneria, dei centri di ri-

#### NOTIZIARI

cerca e delle imprese e industrie che operano nel settore.

Il Master è destinato ai laureati di secondo livello in Ingegneria, nelle classi di laurea riportate nel Bando. Possono presentare domanda di ammissione anche i laureandi che conseguiranno il titolo entro l'a.a. 2022/2023.

La selezione per l'ammissione al Master avverrà sulla base della valutazione dei titoli dei candidati e di una prova di accesso, volta a verificare le loro conoscenze tecniche, linguistiche (inglese) e capacità psico-attitudinali. Saranno ammessi al Master un massimo di 30 allievi.

La quota di iscrizione al Master è di  $\in$  3.000,00. Le Aziende partner mettono a disposizione borse di studio da  $\in$  3.000,00 lordi ai primi 15 candidati ammessi al Master, che frequenteranno in aula almeno il 75% delle ore di didattica.

Il Master richiede un impegno a tempo pieno per 7 mesi, da febbraio a giugno 2024 per lezioni, lavori di gruppo e visite didattiche, da luglio a settembre per l'attività di stage; mentre la prova finale, con discussione del progetto elaborato durante il periodo di stage, è prevista nel mese di ottobre 2024.

Per ulteriori informazioni è possibile consultare il Bando sul sito web del Master (<a href="https://web.uniroma1.it/masteriisf/">https://web.uniroma1.it/masteriisf/</a>) (Da: Comunicato stampa Segreteria Master IISF, 10 novembre 2023).



Figura 4 – Locandina del Master di secondo livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari.

### Notizie dall'estero News from foreign countries

Massimiliano Bruner

# TRASPORTI SU FERROVIA RAILWAY TRANSPORTATION

Francia-Italia: un altro importante obiettivo raggiunto nell'avanzamento della Torino-Lione

Ancora una volta l'Italia in prima linea per la realizzazione della Torino-Lione. Presso lo stabilimento di Herennknecht di Schwanau in Germania, si è tenuta la cerimonia ufficiale di presentazione della seconda TBM (Fig. 1) per la realizzazione di 23 km di tunnel sulla nuova linea ferroviaria Torino-Lione, versante francese.

Presenti alla cerimonia: la stazione appaltante TELT, esponenti di Direzione Lavori del raggruppamento S2IP, tra cui Italferr, la società di ingegneria del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, e il consorzio costruttore LYTO.

La TBM scudata si è presentata al pubblico con la testa di color rosso e 47 inserti per il posizionamento dei cutters rotanti, un diametro di 10.4 mt e una lunghezza complessiva di 184 m.

Questa TBM è la seconda delle tre destinate allo scavo di completamento del tratto di cantiere tra le due piattaforme di lavoro di Saint-Martin-la Porte (CO7) e La Praz (CO6) per i 23 km di tunnel di base verso Modane. I due cantieri (CO7 e CO6) prevedono l'utilizzo di 625 persone per 65 mesi di lavoro. L'opera comprende anche la realizzazione dei rami di comunicazione ogni 333 m tra le gallerie, i locali tecnici, le nicchie e le gallerie per l'esercizio e la sicurezza.

Sono interessati dai lavori di questo tratto di galleria i territori dei comuni di Saint-Martin-la-Porte, Saint-Michel-de-Maurienne, Orelle, Saint André, Villargondran e Saint-Julien-Mont-Denis (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 6 ottobre 2023).

# France-Italy: another important objective achieved in the progress of the Turin-Lyon

Once again Italferr at the forefront for the construction of the Turin-Lyon route. At the Herennknecht plant in Schwanau, Germany, the official presentation ceremony of the second TBM (Fig. 1) for the construction of 23 km of tunnel on the new Turin-Lyon railway line, on the French side, was held.

Present at the ceremony: the contracting authority TELT, representatives of the Works Management of the S2IP group, including Italferr, the engineering company of the Infrastructure Hub of the FS Group, and the LYTO construction consortium.

The shielded TBM was presented to the public with a red head and 47 inserts for positioning the rotating cutters, a diameter of 10.4 meters and an overall length of 184 m.

This TBM is the second of the three destined for the excavation to complete the section of the construction site between the two work platforms of Saint-



(Fonte - Source: Gruppo FSI)

Figura 1 – Entrano nel vivo i lavori in sotterraneo con la presentazione della nuova TBM. *Figure 1 – Underground work comes to life with the presentation of the new TBM.* 

Martin-la Porte (CO7) and La Praz (CO6) for the 23 km of base tunnel towards Modane. The two construction sites (CO7 and CO6) involve the use of 625 people for 65 months of work. The work also includes the creation of communication branches every 333 meters between the tunnels, the technical rooms, the niches and the tunnels for operation and safety.

The territories of the municipalities of Saint-Martin-la-Porte, Saint-Michelde-Maurienne, Orelle, Saint André, Villargondran and Saint-Julien-Mont-Denis are affected by the works of this section of the tunnel (From: FSI Group Press Release, 6 October 2023).

Regno Unito: estensione del contratto per Services di otto anni per un valore di circa 950 milioni di euro da CrossCountry nel Regno Unito

Un'estensione di otto anni del contratto di servizi ferroviari (TSA) con CrossCountry nel Regno Unito. Il valore del contratto di estensione è di circa 950 milioni di euro a garanzia di una partnership a lungo termine e testimonia la fiducia riposta dal cliente in Alstom.

In base all'accordo, Alstom continuerà a occuparsi della manutenzione, della revisione, dell'assistenza e della pulizia di 252 veicoli della flotta CrossCountry (Fig. 2) (34 Voyager di Classe 220 e 24 Super Voyager di Classe 221) presso il suo deposito principale di Central Rivers. Inoltre, sette Voyager passeranno a CrossCountry quando saranno ritirati dal servizio con Avanti West Coast per rafforzare la flotta di CrossCountry e consentire l'aumento del servizio.

"Siamo lieti di estendere di altri otto anni il nostro contratto di manutenzione dei Voyager per CrossCountry. Lavoriamo in stretta collaborazione dal 2007, fornendo treni affidabili, confortevoli e sicuri a tutti i clienti di CrossCountry. Non vediamo l'ora di lavorare con i nostri colleghi di CrossCountry per aiutarli a fornire un servizio ferroviario di alta qualità per i prossimi otto anni", ha dichiarato N.



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 – Alstom continuerà a svolgere la manutenzione, la revisione, l'assistenza e ad occuparsi della pulizia della flotta Voyager e Super Voyager di CrossCountry fino al 2031; il contratto prevede l'implementazione di innovazione in materia di sostenibilità in previsione di un servizio di lungo termine. Figure 2 – Alstom will continue to maintain, overhaul, service and clean CrossCountry's Voyager and Super Voyager fleet until 2031; the contract provides for the implementation of sustainability innovation in anticipation of a long-term service.

CROSSFIELD, *Managing Director* di Alstom per il Regno Unito e l'Irlanda.

"Siamo lieti di continuare il nostro rapporto con Alstom nell'ambito del nostro contratto ferroviario nazionale. Migliorare l'esperienza a bordo è fondamentale per garantire che i nostri clienti ci considerino un operatore di prima scelta e siamo entusiasti di lavorare a stretto contatto con Alstom nei prossimi anni per realizzare questi miglioramenti", ha dichiarato T. Joyner, Amministratore delegato di CrossCountry.

Il contratto pone un forte accento sulla solidità delle prestazioni della flotta, con la creazione di un team di collaborazione tra Alstom, il proprietario dell'asset e CrossCountry per identificare le iniziative di ottimizzazione e miglioramento, nonché per garantire la qualità dell'ambiente dei passeggeri.

Il contratto prevede la gestione di tutta la manutenzione programmata (preventiva) e non programmata (correttiva); tutte le attività di revisione richieste; i servizi di pulizia e manutenzione leggera dei veicoli; l'assistenza ai veicoli; il supporto alla fornitura di servizi (compresa la linea telefonica di assistenza 24/7); la pulizia dei veicoli (giornaliera e periodica); la gestione del deposito; la manovra; il monitoraggio e la gestione dell'obsolescenza e la riparazione di incidenti/atti di vandalismo.

Nell'ambito dell'accordo, la flotta sarà dotata di un sistema IESS (*Intelligent Engine Stop Start*), che consentirà di ridurre il consumo di carburante, le emissioni e i costi operativi. Inoltre, il team continuerà ad adottare altre misure di risparmio di carburante, sulle quali innestare anche le iniziative di riduzione del peso già intraprese o in corso, che ridurranno in modo sostanziale le emissioni prodotte dalla flotta.

Di proprietà di Beacon Rail, i Voyager circolano sulla rete CrossCountry, da Aberdeen, in Scozia, a Penzance, in Inghilterra.

I treni interurbani Voyager e Super Voyager di Alstom trasportano i passeggeri in Inghilterra, Scozia e Galles da oltre due decenni. Operando a velocità fino a 200 km/h, hanno totalizzato oltre 414 milioni di chilometri di servizio (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 2 novembre 2023).

#### Eight-year Services contract extension worth approximately €950 million from CrossCountry in the UK

Eight-year extension to its Rail Services Agreement (TSA) with Cross-Country in the UK. The value of the extension contract is approximately 950 million euros to guarantee a long-term partnership and testifies to the trust placed by the customer in Alstom.

Under the agreement, Alstom will continue to maintain, overhaul, service and clean 252 vehicles in the CrossCountry fleet (Fig. 2) (34 Class 220 Voyagers and 24 Class 221 Super Voyagers) at its main depot in Central Rivers. Additionally, seven Voyagers will transition to CrossCountry when retired from service with Avanti West Coast to strengthen CrossCountry's fleet and allow for increased service.

"We are pleased to extend our Voyager maintenance contract for CrossCountry by another eight years. We have worked closely together since 2007, providing reliable, comfortable and safe trains to all CrossCountry customers. We look forward to working with our colleagues at CrossCountry to help them deliver a high quality rail service for the next eight years," said Nick Crossfield, Alstom Managing Director for the UK and Ireland.

"We are delighted to continue our relationship with Alstom as part of our national rail contract. Improving the onboard experience is key to ensuring our customers see us as an operator of first choice and we are excited to work closely with Alstom in the coming years to realize these improvements," said T. JOYNER, Chief Executive Officer of CrossCountry.

The contract places a strong emphasis on robust fleet performance, with the creation of a collaborative team between Alstom, the asset owner and CrossCountry to identify optimization and improvement initiatives, as well as ensure the quality of the passenger environment.

The contract provides for the management of all scheduled (preventive) and unscheduled (corrective) maintenance; all required audit activities; vehicle cleaning and light maintenance services; vehicle assistance; support for the provision of services (including the 24/7 telephone helpline); cleaning of vehicles (daily and periodic); warehouse management; the maneuver; monitoring and management of obsolescence and repair of accidents/vandalism.

As part of the agreement, the fleet will be equipped with an IESS (Intelligent Engine Stop Start) system, which will reduce fuel consumption, emissions and operating costs. Furthermore, the team will continue to adopt other fuel saving measures, upon which we will also build on the weight reduction initiatives already undertaken or underway, which will substantially reduce the emissions produced by the fleet.

Owned by Beacon Rail, Voyagers run on the CrossCountry network, from Aberdeen, Scotland to Penzance, England.

Alstom's Voyager and Super Voyager intercity trains have been transporting passengers across England, Scotland and Wales for more than two decades. Operating at speeds of up to 200 km/h, they have logged over 414 million km of service (From: Alstom Press Release, 2 November 2023).

#### Francia: Presentato il, primo dei cinque treni a batteria per gestire la mobilità regionale

Presentato il primo Treno Regionale (TER) a batteria (Fig. 3) in occasione di "Rencontres Nationales du Transport Public", a Clermont-Ferrand

Le regioni Auvergne-Rhône-Alpes, Hauts-de-France, Nouvelle Aquitaine, Occitanie Pyrénées-Méditerranée e Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur collaborano dal 2021 con SNCF Voyageurs e Alstom a un progetto di sviluppo di treni a batteria, per contribuire a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> sulle linee non elettriche. Cinque convogli dual-mode elettrico-diesel saranno sottoposti a modifiche per sostituire i motori diesel con batterie, in modo da diventare 100% elettrici. Il primo convoglio a batteria affidato



(Fonte - Source: Alstom

Figura 3 – SNCF Voyageurs e Alstom presentano il primo dei cinque treni a batteria ordinati dalle regioni francesi, in quanto autorità di trasporto incaricate di gestire la mobilità regionale.

Figure 3 – SNCF Voyageurs and Alstom present the first of five battery-powered trains ordered by the French regions, as transport authorities responsible for managing regional mobility.

dalla Regione Nouvelle-Aquitaine ha lasciato il sito Alstom di Crespin durante l'estate e ha appena iniziato le sue prove tecniche.

"La decarbonizzazione della mobilità è al centro della strategia di Alstom e la soluzione a batteria completa la nostra gamma di soluzioni rilevanti, insieme all'idrogeno e all'ibridazione, per ridurre le emissioni di gas serra legate alla mobilità", ha dichiarato J.B. Eyméoud, Presidente di Alstom France. "A questo proposito, siamo orgogliosi di poter presentare il primo TER a batteria, sviluppato in collaborazione con SNCF Voyageurs e con il sostegno delle cinque Regioni partner".

 Un progetto innovativo per la decarbonizzazione del trasporto ferroviario

La prima commessa, avviata nel 2021, riguarda cinque convogli, alcuni dei quali già in servizio da quasi 20 anni sulle reti ferroviarie delle regioni partner.

Ora dotati di un nuovo sistema di trazione più pulito ed ecologico, saranno rimessi in servizio commerciale per circolare su linee elettrificate e non elettrificate per altri 20 anni.

Una prima ottimizzazione di successo

Una prima fase di sviluppo di tipo statico e dinamico fino a 60 km/h si è svolta durante l'estate 2023 presso il sito Alstom di Crespin, al fine di verificare il funzionamento del treno e testare la modalità di trazione a batteria. Le prime prove hanno dimostrato che il sistema di carica e scarica delle batterie funziona correttamente.

Le prove stanno proseguendo presso il *Centre d'essais ferroviaires* di Bar le-Duc, con test di convalida e certificazione fino a 160 km/h. Verranno testate le nuove modalità di trazione del treno, al fine di convalidare i vari modelli di simulazione del percorso in condizioni operative identiche a quelle del servizio commerciale.

#### • Le prossime tappe

La fase finale dei test sulla rete ferroviaria nazionale francese (RFN) è prevista per dicembre 2023 e gennaio 2024. Questi test dovrebbero dimostrare la compatibilità del treno con l'infrastruttura francese esistente.

Consentiranno a SNCF Voyageurs di finalizzare il dossier di ammissione da presentare all'*Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire* (EPSF), al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie per il servizio commerciale.

L'obiettivo è che questo nuovo modello di treno regionale cosiddetto "a batterie AGC" sia autorizzato a entrare in servizio commerciale a partire dal dicembre 2024 nelle Regioni partner, durante un periodo iniziale di sperimentazione, che consentirà di diffondere la tecnologia su scala più ampia.

Il budget complessivo del progetto, compresa la fase di pre-produzione di cinque convogli, è di 40,2 milioni di euro, cofinanziati dai partner come segue: ogni Regione contribuisce con 5,7 milioni di euro, Alstom con 5,5 milioni di euro e SNCF con 6 milioni di euro. Alstom 5,5 milioni di euro e SNCF omilioni di euro e SNCF 6 milioni di euro (Da: Comunicato Stampa Alstom, 23 ottobre 2023).

# France: presented the first of five battery-powered trains to manage regional mobility

Presented the first battery-powered Regional Train (TER) (Fig. 3) at the "Rencontres Nationales du Transport Public", in Clermont-Ferrand.

The regions of Auvergne-Rhône-Alpes, Hauts-de-France, Nouvelle Aquitaine, Occitanie Pyrénées-Méditerranée and Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur have been collaborating since 2021 with SNCF Voyageurs and Alstom on a project to develop batterypowered trains, to help reduce CO, emissions on non-electricity lines. Five dual-mode electric-diesel trainsets will undergo modifications to replace diesel engines with batteries, to become 100% electric. The first batterypowered convoy entrusted by the Nouvelle-Aquitaine Region left the Alstom site in Crespin during the summer and has just started its technical tests.

"The decarbonisation of mobility is at the heart of Alstom's strategy and the battery solution complements our range of relevant solutions, together with hydrogen and hybridisation, to reduce mobility-related greenhouse gas emissions," said J.B. Eyméoud, President of Alstom France. "In this regard, we are proud to be able to present the first battery-powered TER, developed in collaboration with SNCF Voyageurs and with the support of the five partner Regions."

 An innovative project for the decarbonisation of rail transport

The first order, started in 2021, concerns five trains, some of which have already been in service for almost 20 years on the railway networks of the partner regions.

Now equipped with a new cleaner and more environmentally friendly traction system, they will be put back into commercial service to run on electrified and non-electrified lines for another 20 years.

#### • A successful first optimization

A first phase of static and dynamic development up to 60 km/h took place during the summer of 2023 at the Alstom site in Crespin, in order to verify the operation of the train and test the battery traction mode. The first tests have shown that the battery charging and discharging system works correctly.

Testing is continuing at the Center d'essais railwayaires in Bar le-Duc, with validation and certification tests up to 160 km/h. The new train traction modes will be tested in order to validate the various route simulation models in operating conditions identical to those of the commercial service.

#### The next steps

The final phase of testing on the French national rail network (RFN) is scheduled for December 2023 and January 2024. These tests are expected to demonstrate the train's compatibility with existing French infrastructure.

They will allow SNCF Voyageurs to finalize the admission dossier to be presented to the Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF), to obtain the necessary authorizations for the commercial service.

The objective is that this new socalled "AGC battery" regional train model will be authorized to enter commercial service starting from December 2024 in the partner regions, during an initial testing period, which will allow the technology to be disseminated on a larger scale.

The overall budget of the project, including the pre-production phase of five trains, is 40.2 million euros, co-financed by the partners as follows: each Region contributes with 5.7 million euros, Alstom with 5.5 million euro and SNCF with 6 million euros. Alstom 5.5 million euros and SNCF 6 million euros (From: Alstom Press Release, 23 October 2023).

# TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

# Svizzera: il TRAMLINK inizia il servizio regolare a Berna

Da novembre 2023 BERNMOBIL inizierà il servizio regolare con i TRAMLINK (Fig. 4). L'ordine, effettuato alla fine del 2019, comprende 20 veicoli bidirezionali e 7 veicoli a senso unico da consegnare tra il 2023 e il 2025. I nuovi tram sostituiranno i veicoli esistenti che stanno raggiungendo la fine della loro vita utile. I primi cinque veicoli sono già a Berna.

Con oltre 300 TRAMLINK venduti in 15 città, i tram Stadler stabiliscono gli standard in termini di prestazioni, sicurezza, accessibilità universale e comfort. I tram TRAMLINK sono già in servizio, ad es. a Erfurt e Rostock (Germania), Gmunden (Austria), Santos (Brasile), e presto sarà operativo anche a Jena (Germania) e Milano (Italia). In Svizzera il TRAMLINK circola sulla Waldenburgerbahn, sulla Limmattalbahn e sulla Lugano-Ponte-Tresa-Bahn e da domani anche a Berna.

"Siamo particolarmente orgogliosi di fornire i nuovi tram di Berna e di poter offrire ai suoi cittadini elevati standard di comfort di viaggio, sicurezza e accessibilità", ha affermato I. ERCE, vicepresidente operativo di Stadler Valencia.

I nuovi TRAMLINK di BERNMO-BIL sono stati progettati per soddisfare le esigenze di mobilità e di infrastrutture esigenze della capitale svizzera. Con 42,5 m di lunghezza e 2,3 m di larghezza offre un'ampia capacità di passeggeri, fino a 250 persone (con quattro persone per m<sup>2</sup> di superficie in piedi). La prima cosa che attira l'attenzione è l'elegante design esterno del veicolo e i suoi interni luminosi, spaziosi e senza barriere. Con sedili in legno e ampie aree multifunzionali per sedie a rotelle o passeggini accanto alle porte, il design unico degli interni è al servizio del comfort dei passeggeri.

Tra le innovazioni principali, questi veicoli incorporano un moderno sistema di informazione per i passeggeri, telecamere posteriori al posto degli specchietti retrovisori, un efficiente sistema di climatizzazione che funziona misurando la CO<sub>2</sub> nell'abitacolo per ridurre al minimo il consumo di energia e un sistema di assistenza alla frenata per evitare colli-

sioni. Inoltre, il TRAMLINK è dotato di carrelli innovativi con assi reali per una guida fluida e confortevole attraverso le strette strade del suo centro storico con curve a piccolo raggio. Per tutti questi dettagli, il TRAMLINK per BERNMOBIL è stato insignito del prestigioso *Red Dot Design Award* 2023.

"Con il TRAMLINK BERNMOBIL dispone ora di una flotta di tram al-l'avanguardia e completamente priva di barriere architettoniche", afferma R. SCHMIED, direttore di BERNMOBIL. "In questo modo i trasporti pubblici nella città e nella regione di Berna saranno ancora più attraenti e sostenibili." (Da: *Comunicato Stampa Stadler*, 31 ottobre 2023).

# Switzerland: the TRAMLINK starts regular services in Bern

Since November 2023, BERNMO-BIL will start regular service with the TRAMLINKs (Fig. 4). The order, placed at the end of 2019, comprises 20 bi-directional vehicles and 7 oneway vehicles to be delivered between 2023 and 2025. The new trams will replace existing vehicles that are reach-



(Fonte - Source: Stadler)

Figura 4 – La serie TRAMLINK (vista disegno 3D) è un tram multi-articolato a pianale ribassato. Il tram tipo TRAMLINK accessibile ai disabili ha il pianale ribassato su tutta la sua lunghezza. TRAMLINK è disponibile per reti a scartamento metrico e standard.

Figure 4 – TRAMLINK Series (3d design view) is a low-floor multi-articulated tram. The TRAMLINK type tram accessible to disabled people has a low floor along its entire length. TRAMLINK is available for metric and standard gauge networks.

ing the end of their useful life. The first five vehicles are already in Bern.

With more than 300 TRAMLINKs sold in 15 cities, Stadler trams are setting standards in terms of performance, safety, universal accessibility and comfort. The TRAMLINK trams are already in service e.g. in Erfurt and Rostock (Germany), Gmunden (Austria), Santos (Brazil), and will soon be operating in Jena (Germany) and Milan (Italy). In Switzerland, the TRAMLINK runs on the Waldenburgerbahn, on the Limmattalbahn and on the Lugano-Ponte-Tresa-Bahn, and from tomorrow also in Bern.

"We are particularly proud to supply Bern's new trams and to be able to offer its citizens high standards of travel comfort, safety and accessibility," said I. ERCE, Operations Vice-President of Stadler Valencia.

BERNMOBIL's new TRAMLINKs have been designed to meet the mobility needs and infrastructure requirements of the Swiss capital. With 42.5 m long, 2.3 m wide offer large passenger capacity, up to 250 people (at four people per m² of standing area). The first thing that attracts attention is the vehicle's elegant exterior design and its bright, spacious, barrier-free interior. With wooden seats and large multifunctional areas for wheelchairs or pushchairs next to the doors, the unique interior design serves the comfort of the passengers.

As main innovations, these vehicles incorporate a modern passenger information system, rear cameras instead of rear mirrors, an efficient air conditioning system that works by measuring the CO, in the passenger compartment to minimize energy consumption and a brake assistance system for collision avoidance. In addition, the TRAMLINK features innovative bogies with real axles for smooth and comfortable driving through the narrow streets of its historic center with small radius curves. For all these details, the TRAMLINK for BERNMOBIL has been awarded the prestigious Red Dot Design Award 2023.

"With the TRAMLINK, BERNMO-

BIL now has a state-of-the-art tram fleet that is completely barrier-free," says R. Schmied, Director of BERN-MOBIL. "This will make public transport in the city and region of Bern even more attractive and sustainable." (From: Stadler Press Release, October 31st, 2023).

# TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

#### Danimarca: Maersk firma un accordo con Starlink per la sua flotta oceanica

A.P. Moller - Maersk, sta avviando una collaborazione con Starlink, la pionieristica costellazione Internet satellitare sviluppata da SpaceX.

Le oltre 330 navi portacontainer gestite da Maersk avranno Starlink installato, consentendo Internet ad alta velocità con velocità superiori a 200 Mbps. Il servizio rappresenta un passo avanti in termini di velocità e latenza di Internet che porterà vantaggi significativi sia in termini di benessere dell'equipaggio che di impatto aziendale.

L'accordo arriva dopo una fase pilota di successo in cui i membri dell'equipaggio di più di 30 navi Maersk hanno avuto l'opportunità di testare la tecnologia Starlink, ottenendo feedback molto positivi.

Oltre agli evidenti vantaggi derivanti da Internet ad alta velocità che si traduce in streaming senza interruzioni e videochiamate ad alta definizione per i membri dell'equipaggio, Internet ad alta velocità e a bassa latenza faciliterà anche misure di risparmio sui costi spostando le applicazioni aziendali critiche nel cloud e rafforzando il supporto remoto e le ispezioni delle navi.

Starlink ha cambiato le regole del gioco per fornire Internet affidabile e ad alta velocità in tutto il mondo con la sua rete satellitare all'avanguardia. La sua visione è quella di creare un mondo connesso a livello globale in cui le opportunità non siano limitate dalla geografia, rendendolo ideale per risolvere le sfide legate alla permanenza in alto mare del mondo.

L. Sonzio, responsabile della gestione e della tecnologia della flotta presso A.P. Moller - Maersk, ha dichiarato: "Siamo entusiasti di annunciare il nostro viaggio con Starlink per fornire una connettività all'avanguardia ai nostri colleghi marittimi. La connettività ad alta velocità consentirà ai nostri colleghi di mare di rimanere in contatto con i loro cari mentre sono in mare. Promuoverà inoltre l'espansione di soluzioni cloud senza soluzione di continuità. consentendo la nostra visione di digitalizzare le operazioni delle nostre navi".

J. HOFELLER, Vice Presidente delle vendite commerciali Starlink di SpaceX, ha commentato: "A.P. MOLLER - Le navi di Maersk sono fondamentali per il commercio globale e la banda larga ad alta velocità di Starlink attraverso la costellazione Internet satellitare più avanzata al mondo contribuirà ad aumentare l'efficienza attraverso una connettività senza soluzione di continuità, indipendentemente da dove si trovino nel mondo". (Da: Comunicato Stampa Maersk, 12 ottobre 2023).

#### Denmark: Maersk signs deal with Starlink for its Ocean fleet

A.P. Moller - Maersk, is embarking on a collaboration with Starlink, the pioneering satellite internet constellation developed by SpaceX.

Maersk's more than 330 own operated container vessels will have Starlink installed, enabling high-speed internet with speeds over 200 Mbps. The service is a leap forward in terms of internet speed and latency which will bring significant benefits in terms of both crew welfare and business impact.

The agreement comes after a successful pilot phase where crew members on more than 30 Maersk vessels have had the opportunity to test the Starlink technology – resulting in very positive feedback.

Besides obvious benefits from highspeed internet resulting in seamless streaming and high definition videocalls for crew members, high-speed, low latency internet will also facilitate cost saving measures by moving business critical applications into the cloud and by strengthening remote support and inspections of the vessels.

Starlink has been changing the game to provide reliable and high-speed internet across the globe with its state-of-the-art satellite network. Its vision is to create a globally connected world where opportunities are not limited by geography – making it a great fit to solve the challenges of staying connected on the high seas of the world.

L. Sonzio, Head of Fleet Management and Technology at A.P. Moller – Maersk, said: "We are excited to announce our journey with Starlink to provide state of the art connectivity to our sea going colleagues. The high-speed connectivity will enable our seagoing colleagues to stay connected with their loved ones while at sea. It will also propel the expansion of seamless cloud solutions, enabling our vision to digitalise our vessel operations."

J. Hofeller, SpaceX's Vice President of Starlink Commercial Sales, commented: "A.P. Moller - Maersk's vessels are key to global trade, and Starlink's high-speed broadband through the world's most advance satellite internet constellation will help boost efficiency through seamless connectivity no matter where in the world they are." (From: Maersk Press Release, October 12th, 2023).

#### INDUSTRIA MANUFACTURES

# Internazionale: chiusura di Expo Ferroviaria

Si è chiusa a Rho Fiera Milano l'11° edizione di EXPO Ferroviaria, l'esposizione internazionale biennale leader in Italia ed Europa per le tecnologie, prodotti e sistemi ferroviari. Per tre giorni la fiera è stata il cuore

pulsante dell'innovazione ferroviaria registrando un risultato record con 11.157 visitatori (Fig. 5).

L'evento è rinomato per essere una piattaforma di scambio di conoscenze e tecnologie nel campo ferroviario, e quest'anno ha riunito aziende ferroviarie, fornitori di servizi da tutto il mondo e rappresentanti governativi e delle istituzioni.

• Una fiducia confermata per il settore ferroviario italiano

La presenza del Vicepresidente del Consiglio dei Ministri e Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti Sen. M. SALVINI ha sottolineato l'importanza cruciale del settore ferroviario per il paese, con un forte accento alle tecnologie più innovative e alla sostenibilità ambientale. A conferma del continuo sviluppo del settore il forte aumento del numero di visitatori, che ha visto una crescita senza precedenti sorpassando la partecipazione pre-pandemica. Tra di loro manager, dirigenti e ingegneri che provengono dai diversi ambiti dell'industria per conoscere le ultime novità e per portare avanti il loro business.

L'evento ha accolto le principali multinazionali e players del settore, oltre a nuove aziende, con 274 espositori, provenienti da 15 paesi, di cui 80 presenti per la prima volta. Presenti tra gli espositori i big names dell'industria Siemens, Alstom Ferroviaria, ABB, Stadler Rail, e Knorr Bremse Rail Systems, ma anche aziende come CZ Loko, Duagon, Margaritelli Ferroviaria, EAO, Eredi Giuseppe Mercuri, ETS o FerLog. Grande soddisfazione per RX, organizzatore della manifestazione, non solo per i numeri, ma anche per il riconoscimento da parte degli espositori di EXPO Ferroviaria come luogo di affari e innovazione unico e privilegiato in Italia per il settore ferroviario.

"Ad EXPO Ferroviaria partecipa tutto il mondo ferroviario, sono stati tre giorni in cui siamo riusciti a concentrare incontri che normalmente avrebbero richiesto mesi di tempo" ha commentato P. Covoni, AD di Progress Rail, una società Caterpillar, tra i maggiori fornitori di materiale rotabile e di soluzioni e tecnologie per le infrastrutture a livello globale. "La partecipazione alla fiera è stata sicuramente positiva per noi e il fatto di aver allestito nel nostro stand un sistema ferroviario in miniatura, completo e funzionante, ci ha permesso



(Fonte – Source: Alstom

Figura 5 – Il primo treno ad idrogeno in Italia presentato ad Expo Ferroviaria 2023. *Figure 5 – The first italian hydrogen train presented at Expo Ferroviaria 2023.* 

di registrare una grande affluenza ed interesse per i nostri prodotti".

La partecipazione di visitatori stranieri ha messo in luce, ancora una volta, lo spirito sempre più internazionale dell'esposizione. Grazie ad un progetto di promozione internazionale per le imprese del settore coordinato e supportato da ICE Agenzia, Federazione ANIE, in collaborazione con SACE e Ferrovie dello Stato Italiane, una delegazione internazionale di 12 operatori del settore provenienti da Georgia, Turchia e Ungheria ha visitato la fiera e partecipato ad incontri B2B.

• Un'esposizione ricca di eventi e innovazioni

In fiera presentate importanti innovazioni tecnologiche. Nell'Area Esterna Fiorenza Trenord è stato presentato il primo treno ad idrogeno per l'Italia da Alstom e FNM Group. Anche presente sui binari la locomotiva elettrica E-L0 di ELEN MACHI-NES per la manutenzione delle linee ferroviarie. Altre grandi innovazioni nell'area espositiva interna per Stadler che ha svelato il mock-up della vettura centrale dei nuovi elettrotreni di EAV per la linea Circumvesuviana. Sempre Stadler, con FAL (Ferrovie Appulo Lucane) ha presentato i primi treni alimentati esclusivamente a batteria che verranno messi in esercizio nel 2026 per il servizio ferroviario sulla tratta Altamura-Matera.

Allo stand DITECFER invece la presentazione in anteprima assoluta del prototipo del DAC-IE (*Digital Automatic Coulping* Italia-Europa), l'unico DAC in corso di sviluppo in Europa nativo di Tipo 5 (*Fully Automatic Coupling*).

Tra le novità della fiera, l'Aerospace Technology Hub è stato occasione di scambio e networking, con importanti presenze tra gli espositori. Fra questi Ente Autonomo Volturno (EAV) e Distretto Tecnologico Aerospaziale della Campania (DAC) che hanno portato avanti importanti progetti di ricerca utilizzando tecnologie di derivazione aerospaziale applicate al campo ferroviario, una sinergia tra due pilastri del settore manufatturiero italiano.

L'Area Tunnelling ha raccolto grande entusiasmo e soddisfazione da parte dei visitatori. "Il futuro sostenibile è il trasporto ferroviario e siamo pronti a supportare i nostri partner con esperienza e affidabilità" ha commentato Segula Technologies, gruppo leader nella consulenza ingegneristica presente per esporre i suoi servizi nella zona Tunnelling.

Oltre ai prodotti esposti, la fiera ha visto affluire numerosi visitatori alle varie conferenze organizzate durante i tre giorni dell'evento. La ricca programmazione ha permesso ai partecipanti di confrontarsi sugli argomenti al centro dell'attualità ferroviaria, trattando di temi come il Piano Nazionale ERTMS, la prossima fase della connessione Torino-Lione, la mobilità sostenibile, la competitività del settore o ancora i treni turistici. La prossima edizione tornerà dal 30 settembre al 2 ottobre 2025, nei padiglioni 9 e 11 di Rho Fiera Milano

EXPO Ferroviaria 2023 è stata supportata dai partner: Ferrovie dello Stato Italiane, FNM Group, ANIEAS-SIFER – Associazione dell'Industria Ferroviaria, ANIAF – Associazione Nazionale Imprese Armamento Ferroviario, ASSTRA – Associazione Trasporti, CIFI – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, UNIFE – Associazione Europea dell'Industria Ferroviaria, TELT – Tunnel Euralpin Lyon Turin, DR Ferroviaria Italia per l'area infrastrutture ed il CTNA – Cluster Tecnologico Nazionale Aerospazio.

Host Partner dell'area esterna: Trenord (Da: *Comunicato Stampa Carolina Mailander Comunicazione*, 9 ottobre 2023).

## International: closure of the Railway Expo

The 11th edition of EXPO Ferroviaria, the leading biennial international exhibition in Italy and Europe for railway technologies, products and systems, closed on Thursday at Rho Fiera Milano. For three days the fair was the beating heart of railway innovation, recording a record result with 11,157 visitors.

The event is renowned for being a platform for the exchange of knowledge and technologies in the railway field, and this year brought together railway companies, service providers from around the world and government and institutional representatives.

• Confirmed trust for the Italian railway sector

The presence of the Vice President of the Council of Ministers and Minister of Infrastructure and Transport Sen. M. SALVINI underlined the crucial importance of the railway sector for the country, with a strong emphasis on the most innovative technologies and environmental sustainability. Confirming the continuous development of the sector is the strong increase in the number of visitors, which saw unprecedented growth, surpassing prepandemic participation. Among them managers, executives and engineers who come from different areas of the industry to learn about the latest news and to take things forward their busi-

The event welcomed the main multinationals and players in the sector, as well as new companies, with 274 exhibitors, coming from 15 countries, of which 80 were present for the first time. Present among the exhibitors are the big names in the industry Siemens, Alstom Ferroviaria, ABB, Stadler Rail, and Knorr Bremse Rail Systems, but also companies such as CZ Loko, Duagon, Margaritelli Ferroviaria, EAO, Eredi Giuseppe Mercuri, ETS or FerLog. Great satisfaction for RX, organizer of the event, not only for the numbers, but also for the recognition by the exhibitors of EXPO Ferroviaria as a unique and privileged place of business and innovation in Italy for the railway sector.

"The entire railway world participates in EXPO Ferroviaria, there were three days in which we managed to concentrate meetings that would normally have required months of time" commented P. COVONI, CEO of Progress Rail, a Caterpillar company, one of the major suppliers of material rolling stock and global infrastructure solutions and technologies. "Participa-

tion in the fair was certainly positive for us and the fact of having set up a complete and functioning miniature railway system in our stand allowed us to register a large turnout and interest in our products".

The participation of foreign visitors highlighted, once again, the increasingly international spirit of the exhibition. Thanks to an international promotion project for companies in the sector coordinated and supported by ICE Agency, ANIE Federation, in collaboration with SACE and Ferrovie dello Stato Italiane, an international delegation of 12 sector operators from Georgia, Turkey and Hungary visited the fair and participated in B2B meetings.

 An exhibition full of events and innovations

Important technological innovations will be presented at the fair. Trenord was in the Fiorenza External Area presented the first hydrogen train for Italy by Alstom and FNM Group. Also present on the tracks is the ELEN MACHINES E-L0 electric locomotive for the maintenance of railway lines. Other great innovations in the internal exhibition area for Stadler which unveiled the mock-up of the central car of the new EAV electric trains for the Circumvesuviana line. Again Stadler, with FAL (Ferrovie Appulo Lucane) presented the first trains powered exclusively by battery which will be put into operation in 2026 for the railway service on the Altamura-Matera route.

At the DITECFER stand, however, the absolute preview presentation of the prototype of the DAC-IE (Digital Automatic Coulping Italy-Europe), the only native Type 5 (Fully Automatic Coupling) DAC currently being developed in Europe.

Among the new features of the fair, the Aerospace Technology Hub was an opportunity for exchange and networking, with important presences among the exhibitors. Among these, Ente Autonomo Volturno (EAV) and the Aerospace Technological District of Campania (DAC) have carried out important research projects using aerospace-derived technologies applied to

the railway field, a synergy between two pillars of the Italian manufacturing sector.

The Tunneling Area garnered great enthusiasm and satisfaction from visitors. "The sustainable future is rail transport and we are ready to support our partners with experience and reliability" commented Segula Technologies, a leading group in engineering consultancy present to exhibit its services in the Tunneling area.

In addition to the products on display, the fair saw numerous visitors flock to the various conferences organized during the three days of the event. The rich programming allowed participants to discuss topics at the center of current railway news, dealing with topics such as the ERTMS National Plan, the next phase of the Turin-Lyon connection, sustainable mobility, the competitiveness of the sector or even tourist trains. The next edition will return from 30 September to 2 October 2025, in pavilions 9 and 11 of Rho Fiera Milano.

EXPO Ferroviaria 2023 was supported by the partners: Ferrovie dello Stato Italiane, FNM Group, ANIEAS-SIFER – Association of the Railway Industry, ANIAF – National Association of Railway Equipment Companies, ASSTRA – Transport Association, CIFI – College of Italian Railway Engineers, UNIFE – European Association of 'Railway Industry, TELT – Euralpin Lyon Turin Tunnel, DR Ferroviaria Italia for the infrastructure area and the CTNA – National Aerospace Technology Cluster.

Host Partner of the external area: Trenord (From: Carolina Mailander Comunicazione Press Release, October 9th, 2023)

#### VARIE OTHERS

Internazionale: Al top nella transizione energetica, Hitachi Rail ottiene il premio Emas

Hitachi Rail, ha ottenuto il prestigioso premio Emas, nella categoria 3

dedicata ai progetti per l'autonomia energetica. In particolare, il riconoscimento è andato alle iniziative ambientali attuate nel sito di Tito Scalo.

I due principali progetti considerati sono il revamping di tutto l'impianto elettrico dello stabilimento, comprendente l'aggiornamento dell'impianto di distribuzione e la sostituzione dei corpi illuminanti con sistema domotico Wi-Fi, e l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Il premio, promosso da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e dal Comitato per l'Ecolabel e l'Ecoaudit, ha lo scopo di riconoscere le organizzazioni pubbliche e private che si distinguono in termini di prestazioni ambientali. Il premio è stato consegnato in occasione di Ecomondo, la principale fiera italiana sulle tecnologie green, a Rimini.

Lo stabilimento di Tito Scalo, nel 2006, aveva già ottenuto la registrazione Emas per l'implementazione di un sistema di gestione ambientale secondo lo standard UNI EN ISO 14001. Nel 2022 la registrazione EMAS era stata estesa anche ai siti di Napoli, Pistoia e Reggio Calabria.

"La lotta ai cambiamenti climatici passa per la transizione energetica e la riduzione delle emissioni di CO<sub>3</sub>. Hitachi Rail - commenta L. D'AQUILA, COO di Hitachi Rail Group e CEO di Hitachi Rail Italy - lavora per dare il proprio contributo alla mobilità del futuro. Per questo motivo mettiamo la sostenibilità alla base di ogni nostra scelta, dai processi produttivi alla progettazione dei nostri prodotti e servizi, dalle procedure interne agli investimenti nei nostri siti, dalle caratteristiche del nostro portfolio prodotti alla ricerca e sviluppo. Il nostro impegno è di dimezzare le emissioni di CO, su tutta la nostra catena del valore entro il 2030 e di ridurle dell'80% entro il 2050. Il progetto di transizione energetica dei nostri stabilimenti rappresenta un passo tangibile nel perseguimento di quest'obiettivo prioritario" (Da: Comunicato Stampa Hitachi Rail, 8 novembre 2023).

#### International: At the top in the energy transition, Hitachi Rail obtains the Emas award

Hitachi Rail, has obtained the prestigious Emas award, in category 3 dedicated to projects for energy autonomy. In particular, the recognition went to the environmental initiatives implemented at the Tito Scalo site.

The two main projects considered are the revamping of the entire electrical system of the plant, including the updating of the distribution system and the replacement of the lighting fixtures with a Wi-Fi home automation system, and the installation of a photovoltaic system for the production of electricity from renewable sources.

The award, promoted by ISPRA (Higher Institute for Environmental Protection and Research) and the Ecolabel and Ecoaudit Committee, aims to recognize public and private organizations that stand out in terms of environmental performance. The award was presented at Ecomondo, the main Italian fair on green technologies, taking place in Rimini.

In 2006, the Tito Scalo plant had already obtained EMAS registration for the implementation of an environmental management system according to the UNI EN ISO 14001 standard. In 2022, EMAS registration was also extended to the sites of Naples, Pistoia and Reggio Calabria.

"The fight against climate change involves the energy transition and the reduction of CO, emissions. Hitachi Rail - comments L. D'AQUILA, COO of Hitachi Rail Group and CEO of Hitachi Rail Italy - works to make its contribution to the mobility of the future. For this reason we put sustainability at the basis of all our choices, from production processes to the design of our products and services, from internal procedures to investments in our sites, from the characteristics of our product portfolio to research and development. Our commitment is to halve CO, emissions across our entire value chain by 2030 and to reduce them by 80% by 2050. The energy transition project for our factories represents a tangi ble step in pursuing this priority objective" (From: Hitachi Rail Press Release, 8 November 2023).

#### Notiziario CIFI

#### Rassegna Ferroviaria "Associazione Bianchi-Servettaz 1883

CIFI, Sezione di Venezia, il Segretario

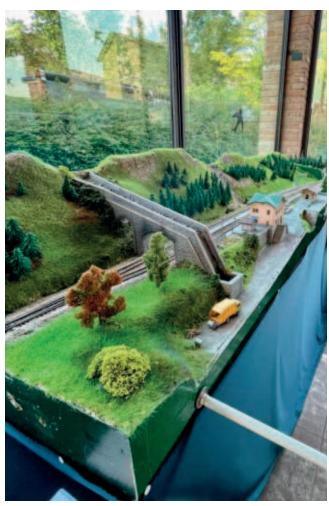
Il giorno 28 ottobre presso la Fornace Panizzon a Romano d'Ezzelino è stata inaugurata la rassegna ferroviaria organizzata dall'Associazione Bianchi-Servettaz 1883 alla presenza del Presidente di Fondazione Ferrovie dello Stato, del Sindaco di Romano, dei Delegati di RFI Veneto e Trenitalia Trasporto Regionale, del CIFI Sezione Venezia e con la partecipazione straordinaria del personale del compartimento Polfer Veneto.

La mostra aperta fino al 26 novembre 2023 raccoglie, all'interno dei bellissimi locali ristrutturati di una vecchia fornace (Fig. 1), un percorso didattico per far amare e conoscere il treno a grandi e bambini.

Plastici e fermodellismo (Fig. 2), oggetti d'epoca sia tecnici che di lavoro (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5), documenti d'e-



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia) Figura 1.



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia)

Figura 2.



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia)

Figura 3.

poca, fotografie e curiosità che evidenziano e rappresentano il treno nei suoi tanti aspetti poliedrici e trasversali.

Una società ferroviaria di ferrovieri e viaggiatori che in quasi due secoli di storia ha saputo incalzare quel progresso economico e turistico del tessuto sociale della nostra nazione. Un contesto che l'Associazione ha voluto evidenziare anche promuovendo un concorso scolastico rivolto agli alunni delle scuole primarie e secondarie del territorio bassanese dal titolo "Il treno unisce l'Italia e gli italiani" nonché all'organizzazione di tre serate a tema inerenti la storia del treno e del suo paesaggio con conferenze dedicate alle ferrovie nella Grande Guerra, alla storia della prima ferrovia Manchester-Liverpool e con la proiezione di un reportage a cura del noto fotografo Francesco Pozzato.

La mostra vuole sottolineare non solo gli aspetti tecnici e sociali del treno, gli aspetti architettonici delle stazioni e dei fabbricati, ma soprattutto le molte curiosità legate al mondo professionale di uomini tra i binari. È stato pubblicato anche un volume sulla storia delle casellanti: "Caselli e Casellanti" (Fig. 6, Fig. 7), prima vera emancipazione femminile ai bordi dei binari. Nella rassegna, inoltre, hanno fatto da cornice meravigliose gigantografie con i bellissimi treni turistici di Fondazione FS e del nuovo asset Treni Turistici Italiani riprendendo con immagini mozzafiato quell'armonia di viaggio tra treno e paesaggio immerso nei più bei scorci italiani dalle Alpi alla Sicilia

La polizia ferroviaria, con i propri agenti, ha promosso verso i visitatori la sicurezza ferroviaria con uno stand dedicato. Una curiosità è stata la presentazione del raro cimelio, prestato appositamente dal Museo Ferroviario di Signa: il frammento (Fig. 8) della sezione della rotaia della prima linea da Napoli a Granatello di Portici.



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia)

Figura 4.

### VITA DEL CIFI



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia) Figura 5.



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia) Figura 6.



Figura 7.



(Fonte: CIFI, Sezione di Venezia) Figura 8.

#### RECENSIONE

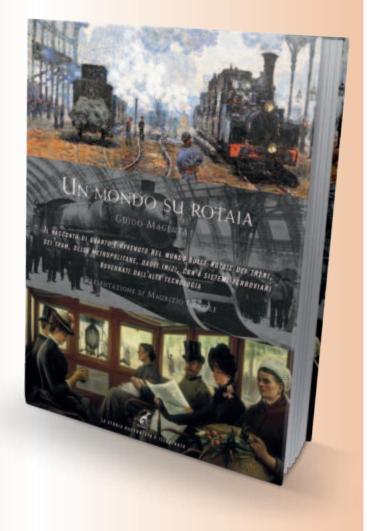
Oltre alle pubblicazioni edite dal CIFI, che rappresentano ovviamente i nostri volumi più cari, riteniamo opportuno, nei limiti del possibile, presentare anche i volumi di altre case editrici con le quali è stato instaurato un reciproco rapporto di informazione e collaborazione.

# GUIDO MAGENTA UN MONDO SU ROTAIA

Questo volume completa il tema iniziato con i due precedenti testi intitolati "I grandi eventi storici" e "I protagonisti degli episodi di cronaca", raccontando non solo di treni ma anche di posti storici, tram, metropolitane, funicolari, installazioni a cremagliera e su ghiaccio, in tutto il mondo.

La panoramica sulla storia dei trasporti è correlata da illustrazioni, su tutto ciò che è avvenuto sulle rotaie in tutto il mondo a partire dagli inizi con la locomotiva di George Stephenson, per giungere alle più moderne applicazioni tecnologiche dei sistemi ferroviari AV. Il tutto è narrato senza dimenticare il mondo dei trasporti, alcune volte erroneamente interpretato come di minore importanza al cospetto delle istallazioni ad altissima tecnologia richieste per i servizi di trasporto ad alta ed altissima velocità. Così si ritrovano importanti riferimenti a tram, a metropolitane, a tram a vapore, alle ferrovie funicolari, alle istallazioni con trazione a cremagliera, alle modalità di trasporto su monorotaia ultimamente tornate ad assumere un ruolo fondamentale nello svolgimento degli spostamenti intermodali di breve lunghezza ed ora denominate automatic people mover. Il tutto inserito nel contesto storico perfettamente documentato. Appendici di approfondimento tecnico completano la contestualizzazione storica dei dispositivi di trasporto descritti. Nota di interesse per gli appassionati di storia dei trasporti è rappresentata dalla riproduzione di due serie d'epoca delle Figurine Liebig, diffuse in Europa dal 1875 al 2000 ed ora non più riprodotte.

L'autore, G. MAGENTA, ingegnere meccanico specializzato in trasporti, si è dedicato agli aspetti storici e tecnici dei trasporti su rotaia. Svolge attività di divul-



gazione di cultura ferroviaria con conferenze pubbliche, interventi didattici nelle scuole e lezioni universitarie al Politecnico di Milano.

Il libro ha formato 29,5 x 21cm, 188 pagine in bianco e nero.

Il volume viene venduto dal Collegio al prezzo di copertina di € 29.00.

Per i Soci del Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (CIFI) e per gli abbonati alla rivista "Ingegneria Ferroviaria" è applicato lo sconto del 20% (€ 23.00).

Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

#### IF Biblio

#### Maria Vittoria Corazza

#### **INDICE PER ARGOMENTO**

- 1 CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
- 4 VETTURE
- 5 CARRI
- 6 VEICOLI SPECIALI
- 7 COMPONENTI DEI ROTABILI
- 8 LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
- 16 MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
- 18 IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE COMPONENTI
- 19 SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 CIRCOLAZIONE DEI TRENI
- 21 IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
- 24 IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
- 25 METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 TRAM E TRAMVIE
- 27 POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 TRASPORTI MERCI
- 31 TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 TRASPORTO LOCALE
- 33 PERSONALE
- 34 FRENI E FRENATURA
- 35 TELECOMUNICAZIONI
- 36 PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 CIFI
- 39 INCIDENTI FERROVIARI
- 40 STORIA DELLE FERROVIE
- 41 VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni:  $\epsilon \in 6,00$  fino a quattro facciate e  $\epsilon \in 0,50$  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  $\epsilon \in 6,00$  per un articolo segnalato e  $\epsilon \in 2,00$  per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del *CIFI* - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; *FS* (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.



#### CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2024

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale <i>non ingegnere</i> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- $\textit{Studenti}$ (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
- $\textit{Students}$ (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.

 $For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria - Ph: +39.06.4742987 - E\ mail: redazione if @cifi.it and the contact is a contact in the conta$ 

#### **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 Armamento e suoi componenti 382 Posa di traversine in funzione dello spessore della massicciata (MARSCHNIG - EHRHART - OFFENBACHER - VEIT) ZEV Rail, 146(11-12), 2022, pagg. 461 – 469, fig. 6, biblio 8 titoli. Schwellenbesohlungen auf unterschiedlicher Schotterbettstärke

Prove sperimentali, condotte dalle ferrovie austriache, sul posizionamento e prestazioni di traversine in calcestruzzo su massicciate di diverso spessore, per concludere che dimensioni ridotte dello strato di allettamento della massicciata non sono consigliato né dal punto di vista tecnico né da quello economico.

	IF Biblio	Elett	rotreni di linea
96	figg. 28, tabb. 2.	00  onale, giugno 2021, pagg. 18-31, ono descritte le principali caratteri-	stiche tecniche e arc 350 della serie 100 co per di Bologna nell'ar to delle qualità del s Regione Emilia-Roma

stiche tecniche e architetturali del nuovo treno FLIRT 350 della serie 100 consegnati alla Società Trenitalia Tper di Bologna nell'ambito del progetto di miglioramento delle qualità del servizio ferroviario regionale della Regione Emilia-Romagna



Accessori per cassette da CdB



2

9

#### in MATERIALE PLASTICO

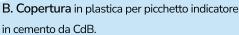
Accessori per cassette da CdB ideati, progettati e realizzati dalla nostra azienda sfruttando nuovi materiali per raggiungere proprietà migliorative.

- Peso decisamente ridotto rispetto ai prodotti attuali in cemento:
- Maggior stabilità del picchetto 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 in esercizio, grazie al materiale, al peso ridotto (trasporto, mezzi ecc.), manutenzione, e facilità di gestione.
- Migliore sicurezza in esercizio eliminando la presenza di rigidi ostacoli in CLS.

A. Picchetto indicatore per circuiti di binario CdB È un segnale complementare costituito da un picchetto con testa a scalpello colorato per metà rosso e per metà giallo.







C. In taluni casi, in sostituzione del picchetto viene colorato in giallo e rosso, e con lo stesso significato, la cassetta da CdB. La nostra azienda propone un Raccordo Angolare in materiale plastico colorato che viene inserito nella cassetta.

www.plastiroma.it | info@plastiroma.it

Linkedin



### **NUOVA EDIZIONE DEL CIFI**

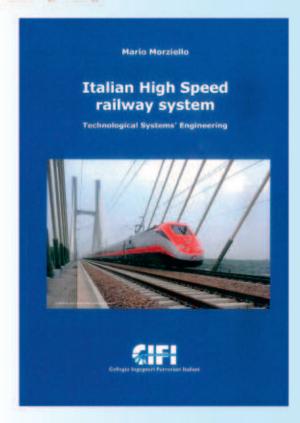
#### Mario MORZIELLO

Halian high-speed railway system Technological Systems Engineering

The book describes the general framework for the realisation of the Italian High-Speed/High-Capacity (HS/HC) railway system with particular reference to the problems of Technological Systems, starting with the organisation of the structures, both public and private, that have contributed to the construction of the innovative railway network based on the ERTMS/ETCS Level 2 systems. In the text, in fact, all the protagonists of the Italian HS system have been identified and described, starting from the Italian State Railways and the Italian Railway Network up to the Companies, constituted in Consortia, for the design, construction and commissioning of the HS sections.

Reference is also made to projec coordination and control organisations such as Italferr and railway safety organisations such as ANSF (now ANFISA). Since the Italian HS project is designed to be integrated and interoperable with the european railway network, the book sets out the national and european technical reference standards, both general [Basic Specifications (description of the requirements for the entire infrastructure), TSI, UNISIG, CENELEC, UIC, CEN] and specific [CEI, UNI, etc.] as regards the components of the technological systems and subsystems. A reference is given about the classification of the Technical Specifications for Structural Interoperability on the basis of what is specified by the European Agency for Railway (ERA).

Having defined the organisational and regulatory frameworks, the text describes both the technical characteristics of the infrastructure [train running systems, track equipment] and the structural requirements of the HS systems: energy, signalling and safety, telecommunications, command and control system, special systems, safety in railway tunnels. The technical framework is completed by a description of the project organisation and system engineering with the specification of the physical and functional interfaces between the TSs and civil and track works.



Finally, the problems of works scheduling are addressed with an extensive discussion of the organisation of testing and commissioning of HS railway lines.

Formato em 24 a 16, 250 pagine in quadricomita.

Persoo di copertina € 36,00.

Scormo del 20% ai soci CIFI n'o agli abbonari alla Rivinta.

"Ingegneria Ferroviaria".

Per scorit, spese di spedicione e modalità d'acquino consultate la pagina "Elestoo di tutte le pubblicationi CIFI" sempre presente nella rivinta "Ingegneria Ferroviaria".

#### L. Franceschini, A. Garofalo, R. Marini e V. Rizzo

# ELEMENTI GENERALI DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO

Tradizione, evoluzione, sviluppi

Seconda edizione

Il CIFI ha pubblicato la seconda edizione del libro "Elementi generali dell'esercizio ferroviario". La prima edizione era stata data alle stampe nel 1999. Andata esaurita anche la ristampa, il CIFI ha giustamente ritenuto opportuno, anziché procedere ad un'ulteriore ristampa, di pubblicare una nuova edizione, aggiornando ed integrando i contenuti del testo originario, in base agli sviluppi intervenuti nel frattempo. In effetti gli ultimi quindici anni hanno visto realizzarsi tali e tanti cambiamenti nell'organizzazione, nelle infrastrutture, nelle tecnologie ferroviarie che una semplice rilettura non era sufficiente.

Partendo da tali considerazioni, gli autori di questa seconda edizione, una squadra affiatata ed eterogenea di tre generazioni di ferrovieri, lasciando traccia dell'evoluzione storica, hanno svolto un completo lavoro di revisione ed aggiornamento ma anche di integrazione ed aggiunta di nuove parti. Nella prima edizione il sistema ad Alta Velocità era in fase di progetto, ora è in fase di consolidato esercizio. Il modello di esercizio prevalente era quello in cui le stazioni erano affidate ai "dirigenti movimento", ora sono ampiamente diffusi evoluti sistemi di comando e controllo delle linee che interessano nodi ferroviari e direttrici di traffico.

Per quanto riguarda il materiale rotabile, l'elettronica di potenza e di comando ha definitivamente sostituito la regolazione reostatica e consentito l'adozione generalizzata di motori asincroni trifasi. I sistemi per la ripetizione dei segnali in macchina erano facoltativi, ora i sistemi per la protezione della marcia dei treni sono obbligatori. Inoltre, le Ferrovie italiane si stanno proiettando sempre di più all'estero e non mancano riferimenti e confronti con le ferrovie straniere. Infine l'interoperabilità è anch'essa nel pieno della applicazione pratica, mentre era prima solo accennata come intenzione.

Il volume espone quindi in un quadro ordinato e logicamente articolato gli elementi essenziali, i concetti e le informazioni di base dell'esercizio ferroviario considerato nel suo complesso e nei diversi settori in cui si differenzia.

Nel volume sono inserite, quando opportune, notizie storiche e di costume dell'esercizio ferroviario. Questo consente al lettore di comprendere il perché di certe scelte tecnologiche e normative, quasi sempre dettate dalla necessità di risolvere problematiche magari oggi considerate banali,



ma all'epoca di elevato spessore e sfidanti per coloro che le hanno dovute affrontare e risolvere.

Il volume ha intenti formativi e si indirizza ad una estesa platea di lettori: operatori dell'esercizio ferroviario, professionisti, tecnici, studenti e cultori della materia, rappresentando un'introduzione di base al sistema ferroviario. Il testo comprende tutte le diverse discipline della ferrovia, riportando l'evoluzione e la descrizione degli attuali sviluppi relativi all'infrastruttura, alle tecnologie, al materiale rotabile ed alla normativa.

Il volume costituisce un "classico" del CIFI, in edizione completamente aggiornata e rinnovata, immancabile per ogni percorso di inquadramento e aggiornamento della materia.

Formato 17x24 cm, 640 pagine, 157 figure in bianco e nero, 120 figure a colori, 42 tabelle. Prezzo di copertina Euro 40,00 (Sconto del 20% ai Soci CIFI).

### Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 - TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE	2.18	B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA -	<b>6</b>	40.00
1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria	2.19	A. VENTIMIGLIA – "L'Alta Velocità Ferroviaria" €     E. PRINCIPE – "Il veicolo ferroviario - carri" €		
1.1.6 E. PRINCIPE – "Impianti di riscaldamento ad aria	2.19	L. LUCCINI – "Infortuni: Un'esperienza per capire	E 3	10,00
soffiata" (Vol. 1° e 2° ) € 20,00		e prevenire" €	€	7,00
1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA — "Il materiale rotabile motore" € 20,00	2.21	AUTORI VARI – "Quali velocità quale città. AV		
1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – "Nozioni sul freno ferroviario" € 15,00		e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia" €	€ 15	50,00
1.1.11 V. MALARA – "Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta" € 30,00	2.22	G. ACQUARO – "I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria" €	€ 2	25,00
1.1.12 G. PIRO – "Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica" € 15,00	2.23	F. CIUFFINI – "Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività" €	€ 3	30,00
	2.24	G. ACQUARO – "La Sicurezza Ferroviaria -		
1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario		Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee″ €	€ 2	25,00
1.2.3 L. CORVINO – "Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco" (Vol. 6°) € 15,00	2.25	F. BOCCHIMUZZO – "La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie - volume 1 Le regole generali"	€ 3	38,00
1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari	2.26	ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A - Fabio Senesi e Autori Vari		
1.3.16 A. FUMI – "La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari" € 35,00		prezzo di copertina	€ 3	32,00
1.3.17 U. ZEPPA – "Impianti di Sicurezza - Gestione	2.33	Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari €	€ 22	24.00
guasti e lavori di manutenzione″ € 30,00	2.34	M. MORZIELLO – "High Speed Railway System" €		
2 - TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO	2.35	F. SENESI e AUTORI VARI – "ERTMS/ETCS - Planning		
2 - TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO	2.35	F. SENESI e AUTORI VARI — "ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions €	€ 3	32,00
<ul> <li>2 - TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO</li> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00</li> </ul>	0 7		€ 3	32,00
2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura	3 <b>-</b> T	and Basic Functions€  ESTI DI CARATTERE STORICO	€ 3	32,00
2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00	<b>3 - T</b> I	and Basic Functions€		
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3.	and Basic Functions €  ESTI DI CARATTERE STORICO  G. PAVONE – "Riccardo Bianchi: una vita	€ 1	
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3.	and Basic Functions	€ 1	6,00
<ul> <li>2.2 L. Mayer – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5.	and Basic Functions	€ 1 € 1	6,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6.	and Basic Functions	€ 1 € 1	6,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6.	and Basic Functions	€ 1 € 1	6,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6.	and Basic Functions	€ 1 € 10	6,00 6,00 12,00 00,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6. 4 - A 4.4. 4.8.	and Basic Functions	€ 1 € 1 € 10	6,00 6,00 12,00 00,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6. 4 - A 4.4. 4.8. 4.9.	and Basic Functions	€ 1 € 1 € 10	6,00 6,00 12,00 00,00
2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6. 4 - A 4.4. 4.8. 4.9.	and Basic Functions	€ 1 € € 10 € 4	15,00 6,00 12,00 00,00 40,00
<ul> <li>2.2 L. MAYER – "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia)</li></ul>	3 - Ti 3.1. 3.3. 3.5. 3.6. 4 - A 4.4. 4.8. 4.9.	and Basic Functions	€ 1 € € 10 € 4	15,00 6,00 12,00 00,00 40,00

6 - TESTI ALTRI EDITORI	6.12 A. Bussi (ed. Luigi Pellegrini Editore) "Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)" € 16,00
6.5. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – "Treni italiani con Carrozze Media Distanza" € 25,00	6.61. M. MORZIELLO "Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità" € 34,00
6.6. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – "Treni italiani con carrozze a due piani" € 28,00	6.64. G. MAGENTA (ed. Gaspari) – "Un Mondo su rotaia" € 29,00
6.7. E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – "Treni italiani Eurostar City Italia" € 35,00	6.65. A. CARPIGNANO – "La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo
6.8. E. PRINCIPE – "Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa" € 25,00	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
6.11. R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana) "Treni nel Mondo" € 30,00	da crociera" € 23,00 6.68. P. Messina – "I Trasporti all'Elba" € 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'1.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

#### 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.

Data	Si allega la ricevuta del versamento
La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:	
•	
n(in lettere) copie del volume:	
n(in lettere) copie del volume:	
n(in lettere) copie del volume:	
Conferma con il presente l'ordine d'acquisto per:	
P.I.V.A./C.F:	(l'inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)
Indirizzo:	Telefono:
Richiedente: (Cognome e Nome)	

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



DOMANDA D'ASSOCIAZIONE PER SOCI INDIVIDUALI AL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI Via Giovanni Giolitti, 46 - Tel. 06-4882129 - fax 06-4742987 00185 ROMA - E-MAIL: areasoci@cifi.it - Sito Internet: www.cifi.it

de <b>ll'</b> Associazione in qualità di:	Socio: "ordinario"	Socio: "aggregato"	Socio: "junior"
	Socio. Ordinario	Socio. aggregato	socio. juinoi
conoscenza che riceverà le rivist	te <b>"Ingegneria Ferroviaria"</b> (Orga	associativa per l'anno	ofessionale e le comunicazioni e
Fa presente che le riviste (I.F. e	TP) dovranno essere inviate al seç	guente indirizzo:	
Via	C.a.p	Città	(prov.)
Desidera ricevere le riviste '	"Ingegneria Ferroviaria" e "La Te	cnica Professionale" on line anziché su	cartaceo
Le comunicazioni e-mail dovranno	essere inviate presso il seguente indi	rizzo di posta elettronica:	
Si impegna a dare comunicazione i	mmediata di eventua <b>l</b> i variazioni di ir	ndirizzo e chiede di essere iscritto a <b>ll</b> a Sezio	ne di
	35,00 €/anno con entrambe le rivi		
🔲 Soci Ordinari e Aggregati (u	ınder 35) <b>60,00 €/anno</b> con entra	mbe le riviste periodiche	
Soci Junior (studenti - under	r 28 anni) <b>25,00 €/anno</b> con entra	mbe le riviste periodiche, solo online	
Nuovi Associati (studenti, ne periodiche, solo online	eolaureati e neoassunti per i primi	3 anni di iscrizione fino a 35 anni) <b>0 €</b> .	<b>/anno</b> con entrambe <b>l</b> e riviste
Da versare nelle seguenti modalità:	:		
Conto corrente postale n.31569	2007 intestato a Collegio Ingegneri Fer	roviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 001	85 Roma
<del>_</del>	REDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORL	<b>0101180047</b> - Codice BIC/SWIFT: UNCRIT ANDO	M1704, intestato a Col <b>l</b> egio Ingegne
Il rinnovo della quota va effettuato	entro i termini previsti dallo Statuto	ovvero entro i <b>l 31 dicembre</b> de <b>ll</b> 'anno pre	cedente.
		'	
racendo parte dei personale dei	l 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 trasmette		quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito	del CIFI è disponibile l'apposito
· · ·		quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito	del CIFI è disponibile l'apposito
modulo da compilare e trasmette	ere al CIFI.	quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito	
modulo da compilare e trasmette	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmetto	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmetto	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmette  Firma del Socio presentatore .	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmette  Firma del Socio presentatore .	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmette  Firma del Socio presentatore .  Cognome - Nome	ere al CIFI.		
modulo da compilare e trasmette  Firma del Socio presentatore .  Cognome - Nome	SCHEDA		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita	SCHEDA		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita	SCHEDA		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - Clttà - Prov C.A	SCHEDA		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A	SCHEDA		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann	SCHEDA  A.P		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A	SCHEDA  A.P		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann  Laurea Specialistica - Università - A	SCHEDA  A.P  Anno Accademico		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - Clttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann	SCHEDA  A.P  Anno Accademico		
modulo da compilare e trasmette  Firma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann  Laurea Specialistica - Università - A	SCHEDA  A.P  no Accademico  Anno Accademico  ualifica professionale		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - CIttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann  Laurea Specialistica - Università - A	SCHEDA  A.P  no Accademico  Anno Accademico  ualifica professionale		
modulo da compilare e trasmette  Pirma del Socio presentatore  Cognome - Nome  Luogo - Data di Nascita  Indirizzo privato - Clttà - Prov C.A  E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob  Laurea Triennale - Università - Ann  Laurea Specialistica - Università - A  Ente/Società di appartenenza - Qu  Iscrizione Ordine degli Ingegneri  I/La sottoscritto/a, ai sensi del D	SCHEDA  SCHEDA  A.P  no Accademico  Anno Accademico  ualifica professionale  - Numero - Provincia	to UE 2016/679 (GDPR), esprime il pr	



### TRATTENUTA A RUOLO QUOTA ASSOCIATIVA C.I.F.I. (per i dipendenti delle Società del Gruppo FSI)

SOCI INDIVIDUALI

ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it	ОМА
• II/La sottoscritto/a	
• Profilo professionale	
• Matricola	
Società del Gruppo FSI	
☐ Chiede di essere iscritto/a a codesto Collegio e autorizza la trattenuta di associazione di € 85,00 a decorrere dal	·
E' già iscritto/a a titolo gratuito a codesto Collegio e autorizza la tratte quota di associazione a decorrere dal	
•	
TRATTENUTA A RUOLO QUOTA ASSOCIATIVA C.I.F.I.	COCLUNIDED OF
(per i dipendenti delle Società del Gruppo FSI)	SOCI UNDER 35
(per i dipendenti delle Società del Gruppo FSI)  ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it	
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R	ОМА
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it	OMA
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  • II/La sottoscritto/a	OMA
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  • II/La sottoscritto/a  • Profilo professionale	OMA
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  II/La sottoscritto/a  Profilo professionale  Matricola	OMA
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  Il/La sottoscritto/a  Profilo professionale  Matricola  Società del Gruppo FSI	OMA
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  • II/La sottoscritto/a  • Profilo professionale  • Matricola  • Società del Gruppo FSI  □ Chiede di essere iscritto/a a codesto Collegio e autorizza la trattenuta di associazione di € 60,00 a decorrere dal  □ E' già iscritto/a a titolo gratuito a codesto Collegio e autorizza la tratte	OMA  a a ruolo della quota enuta a ruolo della
ALLA SEGRETERIA DEL C.I.F.I VIA GIOVANNI GIOLITTI n. 46 - 00185 R TEL. 06.4882129 - E-mail: areasoci@cifi.it  II/La sottoscritto/a  Profilo professionale  Matricola  Società del Gruppo FSI  Chiede di essere iscritto/a a codesto Collegio e autorizza la trattenuta di associazione di € 60,00 a decorrere dal	OMA  a a ruolo della quota  enuta a ruolo della

### 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
- Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- Prodotti chimici ed affini
- G Articoli di gomma, plastica e vari
- Rilievi e progettazione opere pubbliche
- Trattamenti e depurazione delle acque
- Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- **O** Formazione
- P Enti di certificazione
- 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.

D

Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica). Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morsetteria in CuNiSi ad alta resistenza meccanica per tutti i tipi di filo di contatto, terminali, morse di amarro e giunti a innesto rapido per fune portante. Pendini tradizionali e regolabili in altezza, pendini elastici – smorzatori per usi su alta velocità e linee tradizionali. Dispositivi di messa a terra e corto circuito. Soluzioni personalizzate e speciali su misura.

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di: videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezione dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.

CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO) – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-mail: canavera@canavera.com – www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciafuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per 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 LOMA-GNA (LC) – Tel. +39/039/92259202 – Fax +39/039/92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di comunicazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTI-CHIARI (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: infosede@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - Via Volvera, 51 - 10045 PIOSSASCO (TO)** - Tel. 011/9044.1 - Fax 011/9064394 - www.faiveley.com

Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari - Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità - Sistemi di antipattinaggio e antislittamento - Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio - Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa -Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno. Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY: Convertitori statici di potenza e carica batterie - Impianti di riscaldamento e condizionamento - Porte e comandi porte - Sistemi di piattaforme - Porte di accesso treno - Pantografi - Interruttori di alta tensione - Sistemi di scatola nera -Registratori di eventi (DIS) - Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo - Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – www.fase.it – Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e diagnostica co-

struite 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 CINI-SELLO 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 toilettes 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 ORNAVAS-SO (VB) – Tel. 0323/837368 – Fax 0323/836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

**LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG)** – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rolling-stock@lucchini.it – www.lucchini.it – Materiale rotabile

per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – E-mail: info@mariniimpianti.it – www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

MATISA S.p.A. – Via Ardeatina, km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA) – Tel. 06/918291 – Telefax 06/91984574 – E-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rincalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratraverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rincalzatrici a lame vibranti.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI) – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a ter-

ra, 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 AGRA-TE BRIANZA (MB) - Tel. +39/039/9080007/ +39/039/9153752 - E-mail: info.it@pandrol.com www.pandrol.com - Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.
- PISANI S.r.l. Via Vilfredo Pareto, 20 27058 VOGHERA (PV) Tel. +39/347/4318990 E-mail: giorgio@pisani.eu Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione plano altimetrica del binario.
- PLASSER ITALIANA S.r.l. Via del Fontanaccio, 1 00049 VELLETRI (ROMA) Tel. 06/9610111 Fax 06/9626155 E-mail: info@plasser.it www.plasser.it Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario Risanatrici, rincalzatrici, 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 ungibordo, 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@sirtel-srl.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 IM-PIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparati Centrali Elettrici a Itinerari, etc. Manutenzione, formazione e assistenza tecnica RETI & SISTEMI DI TE-LECOMUNICAZIONI: 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 Pollaiolo, 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 rincalzatura del binario e di compattamento della massicciata.

### VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH - Sales Office

Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railwaysystems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco.

E

Impianti di aspirazione e di depurazione aria

### $\overline{\mathbf{F}}$

#### Prodotti chimici ed affini

#### Articoli di gomma, plastica e vari

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CA-LEPIO (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, compo-

nenti 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 CINQUE-

PALMI - 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 CA-STELLAMMARE 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-ERTMS\_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.



# 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, istallazione, 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.



#### Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari



# Vetrofanie, targhette e decalcomanie



#### **Formazione**

TRAINing S.r.l. – Via Sommacampagna, 63H – 37137 VE-RONA – 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, (professional e/o manager) sull'organizza-

zione, 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.



#### 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.



# 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.



#### Trasporto materiale ferroviario

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci, direttore responsabile Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

> Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma Finito di stampare nel mese di Novembre 2023



# Ponti ESSEN





ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia "Ponti ESSEN" per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.





Qualità e Sicurezza

Forte di un "curriculum" d'eccellenza, la tecnologia "Ponti ESSEN" garantisce, nelle sue diverse configurazioni di utilizzo, elevati standard di qualità e sicurezza all'esercizio ferroviario.







