



Plasser Italiana

In questo numero
In this issue



**Materiali innovativi nel progetto
del telaio del carrello**
*Innovative materials in the bogie
frame design*



**Chiusura dei passaggi a livelli
a basso traffico**
*Low Traffic Railway Level Crossings'
Closure*

FAST System

Beyond ballastless track

FAST è un sistema di armamento basato su piastre di calcestruzzo armato precompresso: una soluzione innovativa, affidabile e flessibile, per il rinnovamento e la costruzione di linee ferroviarie, metropolitane e tramviarie.

FAST supera i limiti caratteristici dei sistemi ballastless e consente di rinnovare il binario sfruttando le sole interruzioni notturne, senza arrecare disagi ai passeggeri e ai gestori dell'infrastruttura.



www.overail.com

Overail
track solutions

Overail S.r.l. – Società del Gruppo Salcef

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. – GENOVA	IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO
A.T.M. S.p.A. – MILANO	INFRARAIL FIRENZE SRL - FIRENZE
ABB S.p.A. – GENOVA	INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD)
AI2 SRL – APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. – BARI	INTECS S.p.A. – ROMA
AIAS – ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA – SESTO SAN GIOVANNI (MI)	ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE
AKKA ITALIA S.r.l. - BOLOGNA	ITALFERR S.p.A. – ROMA
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)	ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO
ANCEFERR – ROMA	IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV)
ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA	KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI)
ANSFISA – FIRENZE	KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA)
ANTFER – ASS.NE NAZIONALE TECNOL. DEL SETTORE FERROVIARIO – ROMA	LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO
ARMAFER S.r.l. – LECCE	LEF S.r.l. – FIRENZE
ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA	LOTTRAS S.r.l. – FOGGIA
ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO	LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)
AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE	MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG)
B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)	MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT)
BOMBARDIER TRANSPORTATION – ROMA	MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)	MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
BOSCH SECURITY SYSTEMS SPA – MILANO	MICOS S.p.A. – LATINA
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA	MICROELETTICA SCIENTIFICA – BUCCINASCO (MI)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO	MM METROPOLITANA MILANESE SPA - MILANO
C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA	MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA	MOSDORFER RAIL S.r.l. – RHO (MI)
CAPTRAIN ITALIA S.r.l. – PIOSSASC (TO)	NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO	NIER INGEGNERIA S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI	NORD_ING S.r.l. – SARONNO (VA)
CEIT IMPIANTI S.r.l. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)	PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB)
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA	PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM)
CEPAV DUE – MILANO	POLISTUDIO S.p.A. – MOSCHETTO (VE)
CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)	PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI)
Co.Me.F. S.r.l. – ROMA	PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (BG)
COET S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)	PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – MILANO	PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
COMESVIL S.p.A. – VILLARICA (NA)	PTF S.r.l. – CARINI (PA)
COMMEL S.r.l. – ROMA	RAIL TRACTION COMPANY – VERONA
CONSORZIO SATURNO – ROMA	RAVA – REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA – POLLEIN (AO)
CONSORZIO TRIVENETO ROCCIAIATORI S.c.a.r.l. – FONZASO (BL)	R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA
CONSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)	RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA
CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV)	S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. – CHIUSI (PI)
CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)	S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO
D&T S.r.l. – MILANO	SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE – MONTORIO AL VOMANO (TE)	SAGA S.r.l. – RAVENNA (RA)
DINAZZANO PO - REGGIO NELL'EMILIA	SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA
DITECFER S.p.A. DI EUGENIO DI GENNARO & CO – SENAGO (MI)	SATFERR S.r.l. – FIDENZA (PR)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA	SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
DYNASTES S.r.l. – ROMA	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - MILANO
E.M.S. SPARE PARTS S.r.l. – BARI	SENAF SRL - CASTEL MAGGIORE (BO)
EAV ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI	SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA)
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI	SIELTE S.p.A. – ROMA
ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA	SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI – MILANO
ESPERIA S.r.l. – PAOLA (CS)	SILSUD S.r.l. – FERENTINO (FR)
ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA	SIMPRO S.p.A. – TORINO
FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO)	SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG)
FASE S.a.s. – DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)	SPII S.p.A. – SARONNO (MI)
FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA	SPIITEK S.r.l. – PRATO
FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI	SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)
FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI	T&T S.r.l. – NAPOLI
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI	T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA)
FERROVIE DELLA CALABRIA SRL - CATANZARO	TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI	TECNOFER S.p.A. – (MN)
FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA	TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM)
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO	TEKFER S.r.l. – BEINASCO (TO)
FIDA S.r.l. – ROMA	TELEFIN S.p.A. – VERONA
FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA	TEORESIS S.p.A. - TORINO
FOR.FER S.r.l. – ROMA	TERMINALI ITALIA – VERONA
FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. – GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)	TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)
G.C.F. S.p.A. – ROMA	THALES ITALIA – FIRENZE
G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO	THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO	TRAINING S.r.l. – VERONA
GECO SRL – GALLIATE (NO)	TRASPORTO PASSEGGERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA
GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA – ROMA	TRENITALIA S.p.A. – ROMA
GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC)	TRENITALIA TPER – BOLOGNA
GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA	TRENORD S.r.l. – MILANO
HARPACEAS S.r.l. – MILANO	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO
HILTI ITALIA S.r.l. – SESTO SAN GIOVANNI (MI)	URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR)
HIMA ITALIA – MILANO	VERICERT S.r.l. – FORNACE ZARATTINI (RA)
HITACHI RAIL STS S.p.A. – NAPOLI	VERTIV S.r.l. – ROMA
HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA)	VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA
IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. – MILANO	VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA
IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)	VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA)
	WEGH GROUP S.p.A. – FORNOVO DI TARO (PR)
	Z LAB S.r.l. – VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	I copertina
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	II copertina
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 880
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 2022

- Soci Ordinari e Aggregati (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	60,00
- Soci Junior (che hanno già maturato 3 anni di iscrizione e under 28 , con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	25,00
- Nuovi Associati (under 35, per i primi 3 anni "considerati in modo retroattivo", con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	00,00
- Soci Collettivi (con entrambe le riviste periodiche: IF una copia online più una copia cartacea – TP una copia cartacea)	€/anno	600,00

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni editate 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 "ASSOCIARSI" e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

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.

Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d'ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

Le associazioni devono essere rinnovate entro il 31 dicembre.

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

Contatti - Contacts

Tel. 06.4742987
E-mail: redazioneif@cifi.it - notiziari.if@cifi.it - direttore.if@cifi.it
Indirizzo skype: REDAZIONE I.F. C.I.F.I.

Servizio Pubblicità - Advertising Service

Roma: 06.47307819 - redazioneif@cifi.it
Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

Direttore - Editor in Chief

Stefano RICCI

Vice Direttore - Deputy Editor in Chief

Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione - Editorial Board

Benedetto BARABINO
Massimiliano BRUNER
Maurizio CAVAGNARO
Giuseppe CAVALLERI
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
Simon David IWNICKI
Marino LUPI
Adoardo LUZI
Gabriele MALAVASI
Giampaolo MANCINI
Vito MASTRODONATO
Enrico MINGOZZI
Elena MOLINARO
Francesco NATONI
Umberto PETRUCCCELLI
Luca RIZZETTO
Stefano ROSSI
Francesco VITRANO
Dario ZANINELLI

Consulenti - Consultants

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

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO
Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

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

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

Partita IVA 00929941003
Orario Uffici: lun-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00
Biblioteca: lun-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

Indice

Anno LXXVII | **Novembre 2022** | 11

Condizioni di Associazione al CIFI**854****MATERIALI INNOVATIVI NEL PROGETTO DEL TELAIO
DEL CARRELLO****INNOVATIVE MATERIALS IN THE BOGIE FRAME DESIGN**

Luigi VENTURA

857**VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITÀ DELLA CHIUSURA
DEI PASSAGGI A LIVELLO FERROVIARIO A BASSO TRAFFICO -
UN QUADRO PER I GESTORI DELL'INFRASTRUTTURA
FERROVIARIA PER ASSISTERE IL PROCESSO****DECISIONALE EFFICACE****FEASIBILITY ASSESSMENT OF LOW TRAFFIC RAILWAY
LEVEL CROSSINGS' CLOSURE -****A FRAMEWORK FOR RAILWAY INFRASTRUCTURE
MANAGERS TO ASSIST EFFECTIVE DECISION MAKING**

Nikolaos DEMIRIDIS

Evangelos MANTHOS

Christos PYRGIDIS

881**Notizie dall'interno****899****Notizie dall'estero****News from foreign countries****909****IF Biblio****921****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria****Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria****922****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****924****Fornitori di prodotti e servizi****926**

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 editate da soggetti terzi, sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

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

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

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

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

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

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

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

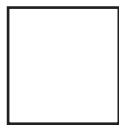
The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.

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

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

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

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



Materiali innovativi nel progetto del telaio del carrello

Innovative materials in the bogie frame design

Luigi VENTURA ^(*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.11.2022.ART.1.>)

Sommario - Lo scopo di questo documento è focalizzato sui materiali utilizzati per la fabbricazione dei telai dei carrelli ferroviari.

Il documento evidenzierà i materiali ammissibili e innovativi dopo aver discusso i materiali tradizionali relativi alla produzione di questo sottosistema vitale del materiale rotabile.

Recentemente l'ottimizzazione progettuale è fondamentale in tutti i settori automotive, anche in ambito ferroviario. Per questo motivo i costruttori di veicoli ferroviari sono stati impegnati in un processo di innovazione del veicolo ferroviario, riduzione dei costi, del peso, dell'utilizzo dei materiali e dell'impatto ambientale durante la produzione e il servizio dei componenti.

L'ottimizzazione del telaio del carrello è interessata dalla progettazione ottimale della forma, della topologia, del materiale, della disposizione dei componenti, del calcolo della resistenza e delle caratteristiche portanti del telaio. L'autore ha scelto di analizzare la proprietà materiale indirizzata al contenimento di massa.

1. Introduzione

Il carrello è il sottosistema principale di un veicolo ferroviario e la sua progettazione è fondamentale per realizzare un buon progetto di tutto il veicolo ferroviario in termini di sicurezza, qualità/comfort di marcia e caratteristiche di marcia.

In questo documento l'obiettivo si focalizza sulla caratterizzazione dei materiali ammissibili che potrebbero essere adatti per la produzione del telaio del carrello (Fig. 1).

Nelle prossime sezioni, si prova ad individuare i materiali che i produttori di carrelli hanno utilizzato in passa-

Summary - The aim of this paper is focused on the materials used for the manufacturing of the railway bogie frames.

The paper will highlight the allowable and innovative materials after discussing the traditional materials related to the production of this vital rolling stock subsystem.

Recently the design optimization is fundamental in all the automotive sectors, also in the railway field. For this reason the rail vehicle manufacturers have been engaged in a process of rolling stock innovation, reduction of cost, weight, material usage and environmental impact during the production and operation of the components.

The optimization of the bogie frame has passed from the optimal design of shape, topology, material, the layout of components, the calculation of the strength and load-bearing characteristics of the frame.

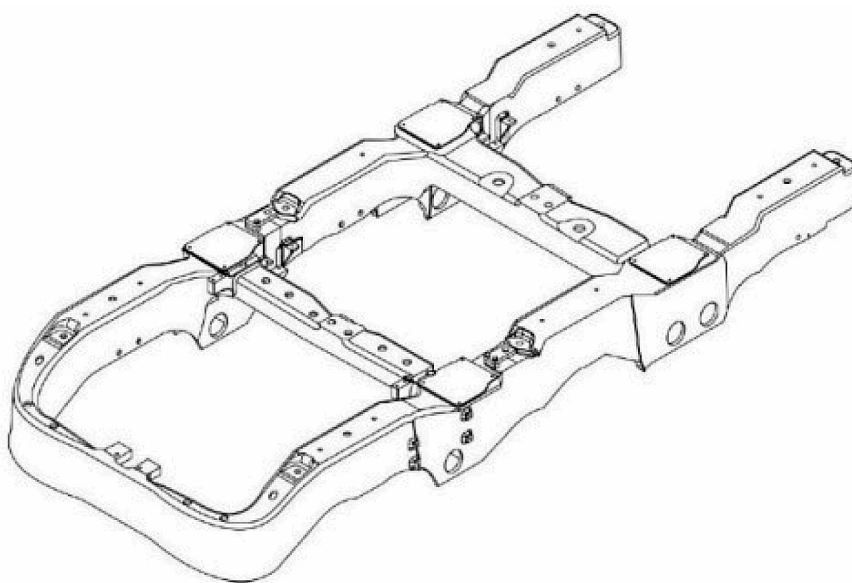


Figura 1 – Un esempio di telaio del carrello ferroviario.

Figure 1 – Bogie frame.

^(*) ANSFISA (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali ed Autostradali)

^(*) ANSFISA (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali ed Autostradali)

to fino ad ora e la possibile innovazione sulla scelta di questa proprietà fisica del componente.

I motivi per trovare materiali adatti e innovativi sono:

- la riduzione dei costi, grazie al risparmio durante il ciclo di vita del telaio del carrello;
- il ridotto consumo di risorse nella produzione, nel servizio e nella manutenzione del telaio del carrello;
- la riduzione della massa del componente con conseguenze sul comportamento dinamico;
- il miglioramento e la scelta ottimale della progettazione del carrello al fine di ottenere un potenziamento delle prestazioni in molti aspetti ingegneristici.

Dall'analisi precedente è evidente che l'interesse per l'argomento materiale è rilevante. Come nel settore aeronautico, dove i compositi iniziarono ad essere utilizzati nel 1980 per piccole parti, si prevede di migliorare i materiali utilizzati nel settore ferroviario.

Certamente, è fondamentale considerare gli aspetti specifici del settore ferroviario e dell'ambiente ferroviario. Inoltre, si deve considerare la lunga esperienza sulla fatica meccanica che crebbe in coerenza alle indicazioni di WÖHLER nel settore ferroviario in relazione alla rottura delle parti ferroviarie.

2. Funzioni del carrello ed effetti del peso

Il design del carrello ha conseguenze vitali qualità di marcia e comfort di marcia del veicolo ferroviario e sul comfort del passeggero del veicolo ferroviario. Infatti, il suo telaio è la prima massa sospesa dopo il contatto ruota-rotaia. Contiene i supporti, le connessioni e i fissaggi per le sospensioni (lateral e verticali), la barra antirullo, la barra di trazione, i blocchi paraurti, le sale montate attraverso i cuscinetti degli assi, i componenti frenanti e gli ausiliari. In alcuni casi il carrello è dotato di ingranaggi e motori anche se è consigliato un posizionamento in modalità doppiamente sospesa. Tutti questi componenti, installati sul telaio del carrello, hanno un impatto enorme sulle prestazioni del treno.

I principali obiettivi del carrello sono:

1. miglioramento dell'interazione dinamica tra il veicolo e i binari in curva;
2. garanzia che il veicolo rimanga all'interno dell'involucro dinamico di sicurezza e delle condizioni critiche prescritte;
3. mantenimento delle forze dinamiche a valori ammissibili tra sale montate e binario;
4. ricezione e trasmissione delle forze del peso corpo vettura;
5. resistenza ai carichi dinamici e di impatto delle sale montate derivanti dall'interazione tra ruote e binario;
6. ricezione delle forze derivanti dall'attuazione di sforzi di trazione o frenatura attraverso elementi di sospensione elastici ammortizzanti;

The author has chosen to analyze the material property and the mass saving on this part is advisable.

1. Introduction

The bogie is the main subsystem of a railway vehicle and its design is crucial in order to achieve a good project of all the rail vehicle in terms of safety, ride quality and ride characteristics.

In this paper the goal is focused on the characterization of the allowable materials which could be suitable for the manufacturing of the bogie frame (Fig. 1).

In the next sections, we attempt to find the materials that bogie manufacturers have used in the past up to now and the possible innovation on the choice about this physical property of the component.

The reasons to find right innovative materials are:

- *the reduction of costs, thanks to savings during the life cycle bogie frame;*
- *the reduced consumption of resources in the production, operation and maintenance of the bogie frame;*
- *the reduction of the component mass with consequences on the dynamic behaviour;*
- *the improvement and optimal choice of the bogie design in order to get better performances in many engineering aspects.*

From the previous analysis it is obvious that the interest about the material topic is relevant.

Like in the aeronautical field, where composites started to be used in 1980 for small parts, it is foreseen to improve the materials used in the railway field.

Certainly, it is vital to consider the specific aspects of the railway field and railway environment. Moreover, we should consider the long experience about fatigue that grew with WÖHLER properly in railway field about the rupture of railway parts.

2. Bogie Functions And Weight Effects

The bogie design has vital consequences on the ride quality and ride comfort of the railway vehicle. Indeed, its frame is the first once suspended mass after the wheel-rail contact. It contains the supports, lugs and fixings for the suspensions (lateral and vertical suspensions), anti-roll bar, traction bar, bumper stops, the wheelsets through axle-bearings, braking components and auxiliaries. In some cases, the bogie is equipped with the gear and motors even if it is better to put them in a double suspended/sprung manner.

All those components that are installed on the bogie frame have a huge impact on the train performances.

The main aims of the bogie are:

1. *improving of the dynamic interaction between the vehicle and the curved tracks;*

7. avere la resistenza e la durata necessarie contro i carichi provenienti da motori di trazione da meccanismi di ingranaggi di trazione (giunti sospesi, alberi di trasmissione e riduttori) da meccanismi di frenatura.

Dall'esperienza maturata durante l'innovazione del materiale rotabile è possibile elencare i parametri del carrello che hanno un forte impatto sulla velocità critica del veicolo ferroviario (Tab. 1). La velocità critica è legata al serpeggio e alla dinamica del veicolo. Il problema è il compromesso tra la qualità di marca e l'iscrizione in curva del carrello. Di solito, quando i produttori dei veicoli migliorano la dinamica (in rettilineo), essi peggiorano il comportamento in curva. Come riportato nel [1] il progettista potrebbe agire su questi parametri fisici per aumentare o ridurre la velocità critica, secondo la tabella.

Il progetto futuro del telaio del carrello prevede le seguenti implementazioni progettuali:

- 1. riduzione del peso del telaio del carrello;
- 2. eliminazione dell'instabilità all'imbardata ad alta velocità;
- 3. riduzione della massa del veicolo;
- 4. riduzione della resistenza al rotolamento del veicolo;
- 5. diminuzione dell'usura del profilo della ruota;
- 6. limitazione del consumo di energia del veicolo ferroviario;
- 7. riduzione del rumore esterno ed interno;
- 8. limitazione dei costi operativi.

A parità di velocità, la riduzione della massa riduce l'usura di ruote e rotaie. Inoltre, i sistemi di frenatura hanno benefici dalla riduzione della massa del veicolo.

La massa del telaio del carrello deriva da uno studio di resistenza meccanica statica e a fatica. Il materiale, la forma della sezione trasversale e la topologia sono fondamentali per stimare le sollecitazioni. I carichi sul telaio del carrello dipendono dai componenti installati (motori e sospensioni) e strettamente dal tipo di esercizio a cui il veicolo è destinato (ad esempio alta velocità, carro merci), soprattutto dalle caratteristiche di velocità e carico assiale.

In generale, la differenza principale viene fatta tra il carrello motore e il carrello portante.

Per lo stesso veicolo ferroviario, il carrello motore è solitamente più pesante del carrello portante, quindi la massa del telaio del carrello motore è più elevata; questo accade nel caso in cui i motori siano installati sul carrel-

- 2. assurance the vehicle remains within its prescribed dynamic safe envelope and critical conditions;
- 3. maintaining values of the dynamic forces between wheelsets and track;
- 4. receiving and transmitting the forces of the car body weight;
- 5. withstanding the dynamic and impact loads from wheelsets resulting from interaction between wheels and track;
- 6. receiving the forces from implementation of traction or braking efforts through elastic-damping suspension elements;
- 7. having the necessary strength and durability against the loads from traction motors, traction gear mechanisms (suspended joints, drive shafts and gear boxes) and braking mechanisms.

From the experience gained during the innovation of the rolling stock, it is possible to list the bogie parameters that have a large impact on the critical speed of the rail vehicle (Tab. 1).

The critical speed is related to the hunting and dynamic of the vehicle.

The problem is the trade-off between the ride quality and the curve negotiation of the bogie. Usually, when manufacturers improve dynamics they get worse the curving behaviour.

Tabella 1 – Table 1

Tendenze tra variazione parametri e velocità critica
Trends between parameters change and critical speed

Variazione della quantità fisica Physical quantity variation	Tendenze velocità critiche Critical speed trends
Spaziatura assi ↑ Axle spacings ↑	↑
Carico assiale ↑ Axial load ↑	↑
Conicità della ruota ↓ Conicity of the wheel ↓	↑
Smorzatori di deriva (uso) Yaw dampers (usage)	↑
Peso del telaio ↑ Frame weight ↑	↓
Momento d'inerzia della deriva del carrello con telaio ↑ Yaw inertia moment of frame bogie ↑	↓
Massa dell'asse ↑ Axle mass ↑	↓
Momento d'inerzia della deriva dell'asse ↑ Yaw inertia moment of axle ↑	↓
Valori non ottimali delle rigidità Non optimal values of stiffnesses	↓

lo (il motore è una massa una volta sospesa/massa semplicemente sospesa) o quando il motore è installato sulla cassa (il motore è massa sospesa due volte/massa doppiamente sospesa) e il ponte di trasmissione è fissato sulla sala montata e passa attraverso il telaio del carrello.

Tra i tipi di carrelli che hanno effetti sulla massa del telaio del carrello, è anche degno di nota menzionare i carrelli a ruote indipendenti. Queste architetture presentano un peso inferiore, minore spinta laterale nelle curve e relativa forza centrifuga, autoregolazione della velocità di rotazione delle ruote con minore usura. Tuttavia, i carrelli a ruote indipendenti possono soffrire di problemi di frequente risalita del bordino sul fianco della rotaia senza alcun effetto di richiamo gravitazionale; al contrario questa condizione avviene nella sala tradizionale e aiuta la centratura della sala sul binario utilizzando il peso e il baricentro della sala stessa.

2.1. Effetti del peso sul trasferimento del carico

La disposizione del carrello e alcune sue caratteristiche hanno un forte impatto sul trasferimento del carico tra gli assi del veicolo. È possibile comprendere alcuni comportamenti del veicolo ferroviario a 4 sale montate nell'esempio successivo (Fig. 2). Il peso lordo del veicolo è "P", la distanza tra le sale montate è "p", la distanza tra i carrelli (passo carrello) è "i", (interperno) l'altezza "H" è la distanza del baricentro della cassa dal piano della rotaia, "h" è l'altezza dalla rotaia al perno della sospensione secondaria. A causa di questo fenomeno il carico viene trasferito da una sala all'altra. Il carico statico $\frac{P}{4}$ sulle sale montate viene modificato mediante due contributi sull'equazione: il trasferimento del carico tra il carrello anteriore e quello posteriore del veicolo ed il contributo del trasferimento del carico le sale montate di uno stesso sul carrello. Il contributo maggiore è il trasferimento del carico sul carrello, perché la distanza tra i carrelli è superiore alla distanza tra le sale montate ($i > p$).

Like it is reported in the (1) the designer could act on these physical parameters to increase or reduce the critical speed, according to the table.

The future project of the bogie frame forecasts the following design implementations:

1. *reduction of the bogie frame weight;*
2. *deletion of the yaw instability at high speed;*
3. *reduction of the vehicle mass;*
4. *reduction of the rolling resistance of the vehicle;*
5. *diminution of the wear of the wheel profile;*
6. *limitation of the energy consumption of the rail vehicle;*
7. *reduction of the external and internal noise;*
8. *limitation of the operational costs.*

Assuming the same speed, the mass reduction brings less wear of wheels and rails. Besides, the braking systems has benefits from the vehicle mass reduction.

The mass of the bogie frame comes from a static and fatigue mechanical strength study. The material, the cross-section shape and the topology are fundamental to estimate the stresses. The loads on the bogie frame depends on components which are installed on the bogie (motors and suspensions), and the loads are strictly dependent on the type of vehicle (for instance high speed, freight wagon), above all on the characteristics of speed and axial load.

In general, the main difference is made between motor bogie and trailer bogie.

For the same rail vehicle, the motor bogie is usually heavier than trailer bogie, thus the bogie frame mass of motor bogie is higher; this happens in case the motors are installed on the bogie (motor is an once sprung mass simply suspended mass) either when motor is installed on the car (motor is twice sprung mass/doubled suspended mass) and the gear box is fixed on the wheelset passing through the bogie frame.

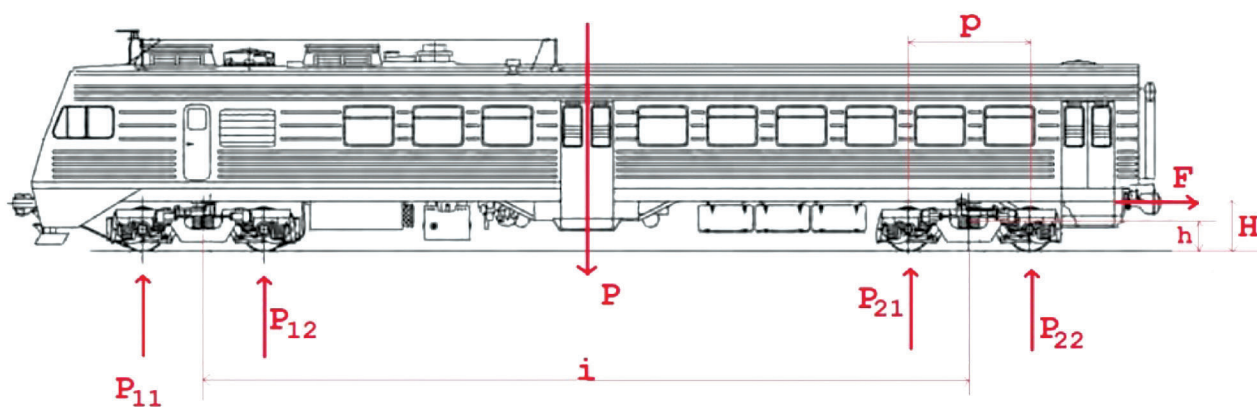


Figura 2 – Schema di equilibrio delle forze per un veicolo in marcia soggetto a massa trainata.

Figure 2 – Transfer load.

$$\Delta F = \pm \frac{F*(H-h)}{2*i} \pm \frac{F*h}{2*p} \quad (1)$$

Si preferiscono valori bassi di “h” basso e “H” basso. Questa conclusione ha portato alla costruzione di carrelli con una geometria mostrata in Fig. 3. Per la dimensione di “p”, occorre fare un compromesso. Con “p” esteso, si ottiene una velocità critica alta. Quando lo stesso parametro geometrico viene aumentato dal progettista, l'iscrizione in curva è peggiore e viene prodotto un carrello più grande, quindi un peso maggiore del telaio del carrello.

2.2. Effetti del peso sull'equazione dinamica

La massa M del sistema vincolato multi-corpo ha un effetto rilevante sull'equazione del movimento dinamico:

$$\begin{aligned} M \cdot \ddot{q} &= Q - C_q^T \cdot \lambda \\ M \cdot \ddot{q} &= Q_e + Q_v - C_q^T \cdot \lambda \end{aligned} \quad (2)$$

Nell'equazione (2):

- M è la matrice di massa del sistema;
- $\ddot{q}$ è il vettore delle derivate seconde delle coordinate coordinate generalizzate, quindi raccoglie le accelerazioni;
- Q_e è il vettore di forze esterne generalizzate. Contiene il contributo reale delle forze esterne associate alle coordinate traslazionali e rotazionali;
- Q_v è il vettore delle forze d'inerzia che hanno una relazione quadratica con la velocità. Di solito, raccoglie alcuni contributi non ideali, ad esempio accelerazioni non ideali;
- λ è il vettore dei moltiplicatori di Lagrange che sono le reazioni ideali dei vincoli;
- C_q è la matrice Jacobiana delle equazioni di vincolo;
- $C_q^T \cdot \lambda$ contiene le forze di vincolo generalizzate dovute ai gradi di libertà bloccati nel sistema.

Dall'equazione del moto è possibile comprendere che per l'equilibrio più elevati sono i termini sul lato sinistro dell'equazione, più elevati dovrebbero essere i contributi sul lato destro.

Una massa più elevata del sistema vincolato provoca forze generalizzate più elevate. Queste azioni vengono scambiate attraverso il contatto ruota-rotaia. Le conseguenze dirette in effetti macroscopici nelle equazioni sono il calore nel contatto ruota-rotaia, l'usura della ruota e della rotaia (ma fondamentalmente delle ruote che sono costruite più morbide delle

Among the types of bogie that have effects on the bogie frame mass, it is also noticeable to mention the independently rotating wheels bogies. They are prone to less weight, less lateral thrust in curves and related centrifugal force, self-adjusting of the rotational speed with less wear. On the contrary independently rotating wheels bogies can suffer problems of flange climbing and no gravitational effect; this effect happens in the traditional wheelset and helps the centering of the wheelset on the track by using the weight and the centre of gravity of the wheelset itself.

2.1. Weight effects on the load transfer

The arrangement of the bogie and some its characteristics have a large impact on the load transfer between the axles of the vehicle. In the next example (Fig. 2) of 4 wheelsets rail vehicle, it is possible to understand some behaviours. The gross weight of the vehicle is “P”, the wheelset spacing is “p”, the bogie spacing is “i”, the height “H” from the body to the rail plan, “h” is the height from the rail to the pin of the secondary suspension.

Due to this phenomenon the load is transferred from one wheelset to another.

The static load on the wheelsets is modified by means of two contributions on the equation: the load transfer between the front and rear bogie of the vehicle; the load transfer contribution on the wheelsets of a bogie.

The higher contribution is the load transfer on the bogie because the bogie spacing is higher than the wheelset spacing ($i > p$).

$$\Delta F = \pm \frac{F*(H-h)}{2*i} \pm \frac{F*h}{2*p} \quad (1)$$

We prefer low “h” and low “H” values. This conclusion has brought the construction of bogie with the following lateral shape (Fig. 3).

For the dimension of “p”, it needs to do a trade-off. With high “p”, high critical speed is gained. When the same geometric parameter is increased by the designer, the curve ne-

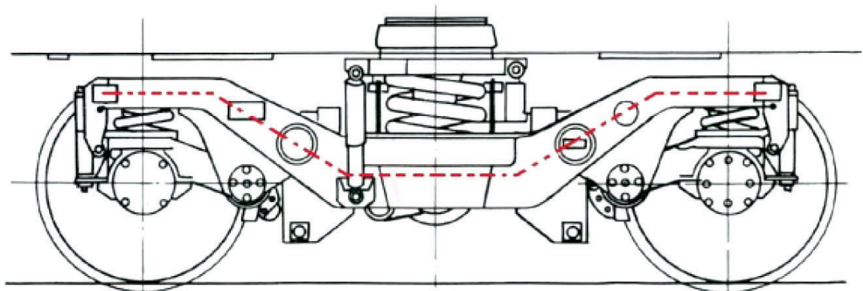


Figura 3 – Progettazione del carrello (vista laterale).
Figure 3 – Bogie design (lateral view).

rotaie), danni strutturali e fenomeni di fatica e difetti sul binario.

Forze più elevate nell'equazione determinano anche un maggiore consumo e dissipazione di energia nel movimento del sistema vincolato multi-corpo. Da questo punto di vista, la riduzione di massa è così desiderata per la vita operativa delle ruote, delle rotaie e dei binari.

Un secondo effetto indiretto della massa si trova nell'equazione di vincolo della formulazione aumentata.

$$C_q \cdot \ddot{q} = Q_d \quad (3)$$

Nell'equazione precedente Q_d è il vettore risultante dalla differenziazione delle equazioni di vincolo di sistema.

2.3. Effetto del peso sulla densità spettrale di potenza

Un'analisi di sensibilità dei parametri sul sistema di sospensione ferroviaria è stata eseguita e trovata in letteratura [3]. La strategia di questa analisi è quella di modificare un parametro alla volta, mentre gli altri rimangono fissi. La modifica del parametro è stata effettuata rispetto ai valori di riferimento.

Nella Fig. 4, m_1 è un quarto della massa del carrello ed m_2 è un ottavo della massa della cassa.

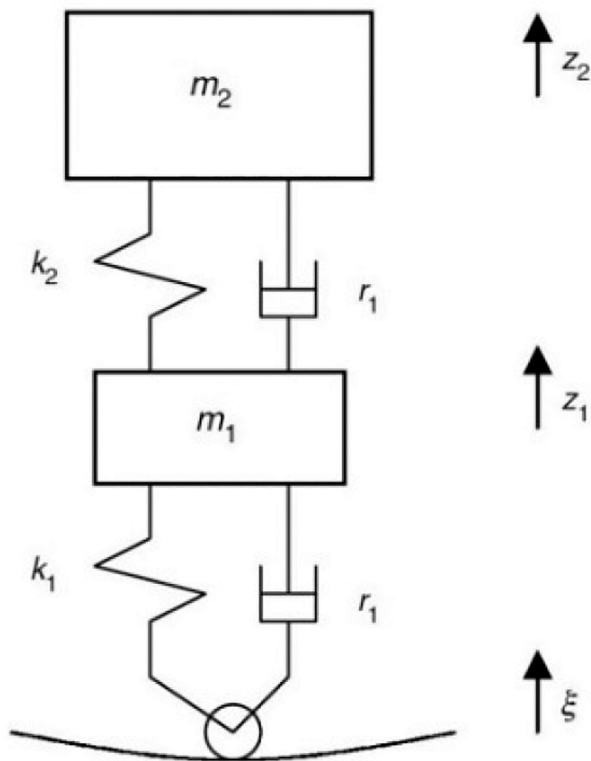


Figura 4 – Modello di sistema di sospensione ferroviaria.
Figure 4 – Railway suspension system model.

gotiation is worse and bigger bogie is produced, thus higher weight of the bogie frame.

2.2. Weight effects on the dynamic equation

The mass M of the multibody constrained system has a relevant effect on the dynamic motion equation.

$$\begin{aligned} M \cdot \ddot{q} &= Q - C_q^T \cdot \lambda \\ M \cdot \ddot{q} &= Q_e + Q_v - C_q^T \cdot \lambda \end{aligned} \quad (2)$$

In the equation [2], there are:

- M is the system mass matrix;
- $\ddot{q}$ is the second derivative vector of generalized coordinates, therefore it collects the generalized accelerations;
- Q_e is the vector of generalized external forces. It contains the real contribution from the external forces associated with the translational and rotational coordinates;
- Q_v is the vector of inertia forces which have got a quadratic relationship with the speed. Usually, it collects some not ideal contributions, for instance not ideal accelerations;
- λ is the vector of Lagrange multipliers that are the ideal reactions of the constraints;
- C_q is the jacobian matrix of the constraint equations;
- $C_q^T \cdot \lambda$ contains the generalized constraint forces due to the degrees of freedom locked in the system.

It is possible to understand from the motion equation that the higher are the terms on the left side of the equation the higher contributions should be on the right side for the balanced.

Higher mass of the constrained system causes higher generalized forces. These actions are exchanged through the wheel-rail contact.

The direct consequences of the large terms in the equations are heat in the wheel-rail contact, wear of wheel and rail (but basically wheels that are built softer than rails), structural damage and fatigue phenomena and defects on the track.

Higher forces on the equation also determine a more consumption and dissipation in the motion of the multibody constrained system. From this point of view, the reduction of mass is so desired for the operating

life of wheels, rails and tracks.

A second indirect effect of the mass is found in the constraint equation of the augmented formulation.

$$C_q \cdot \ddot{q} = Q_d \quad (3)$$

In the previous equation Q_d is the vector resulting from the differentiation of the system constraint equations.

Si presume che lo spostamento ξ (irregolarità del binario) sia una variabile casuale definita da un processo stocastico stazionario ed ergodico. Sono state adottate due formule analitiche per interpolare i dati misurati che si riferiscono alla densità spettrale di potenza (PSD) del processo stocastico che definisce ξ .

Pertanto, il sistema viene analizzato utilizzando due approcci: una densità spettrale di potenza *one-slope* (1S-PSD) e *two slope* densità spettrali di potenza *slop* (2S-PSD).

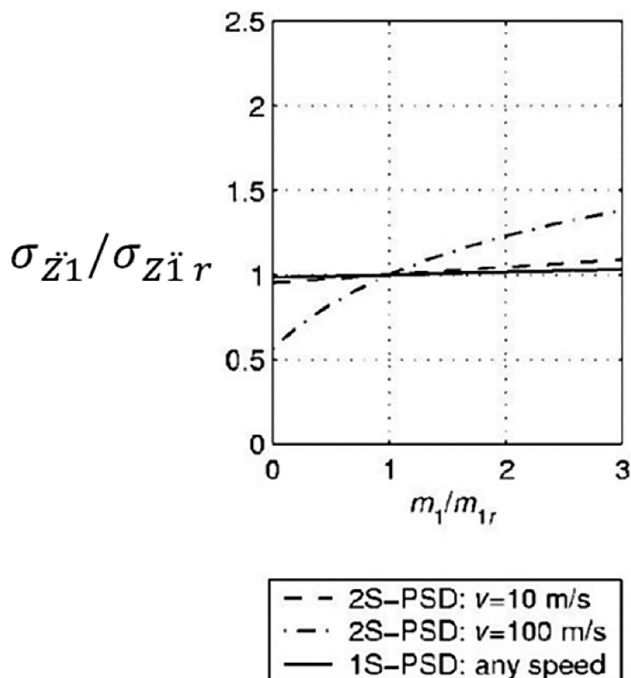
Le deviazioni standard adimensionali derivate dalle due formulazioni sono riportate di seguito.

Sono stimate sulla boccola. σ_{z1} è il discomfort, vale a dire la deviazione standard dell'accelerazione verticale; σ_{Fz1} è la deviazione standard della forza verticale sulla boccola.

In questo articolo siamo interessati all'analisi della massa del telaio del carrello.

La seguente Fig. 5 mostra il comportamento del sistema quando la massa una volta sospesa viene modificata rispetto a un valore di riferimento (m_{r1}). Maggiore è la velocità, maggiore sarà l'effetto della massa del telaio del carrello e dei componenti fissati su di esso. Un ratio di massa grande m_1/m_{r1} determina un elevato disagio per il passeggero e sollecitazioni sul sistema. Questo è uno dei motivi per mettere i motori in massa doppiamente sospesa.

Il comportamento del sistema diventa non lineare quando la velocità aumenta. Inoltre, il discomfort influisce



(Fonte - Source: [3])

Figura 5 – Disagio da sospensione ferroviaria, accelerazione verticale (deviazione standard).

Figure 5 – Railway suspension discomfort (standard deviation of the vertical acceleration).

2.3. Weight effect on the power spectral density

A parameter sensitivity analysis about railway suspension system is performed and found in literature [3].

The strategy of this analysis is to modify one parameter while the others stay fixed. The modification of parameter has made in comparison to reference values.

In the figure below (Fig. 4), m_1 is one-fourth of the bogie mass and m_2 is one-eighth of the body mass.

The displacement ξ (track irregularity) is assumed to be a random variable defined by a stationary and ergodic stochastic process. Two analytical formulae have been adopted to interpolate the measured data referring to the power spectral density (PSD) of the stochastic process defining ξ .

Therefore, the system is analyzed by using two approaches: one slope power spectral density (1S-PSD) and two slope power spectral density (2S-PSD).

The non-dimensional standard deviations derived from the two formulations are reported next.

They are estimated on the axle box. σ_{z1} is the discomfort, namely the standard deviation of the vertical acceleration; σ_{Fz1} is the standard deviation of the vertical force on the axle box.

In this article we are interested in the analysis about the bogie frame mass.

The following figure (Fig.5) shows the behaviour of the system when the once-sprung mass is modified in comparison with a reference value of weight (m_{r1}). The higher is the speed, the higher will be the effect of the bogie frame mass and component fixed on it.

Large mass ratio m_1/m_{r1} determines high discomfort for the passenger and stresses on the system. This is one of the reasons to put motors in doubled sprung mass.

The system behaviour becomes nonlinear when the speed increases. Moreover the discomfort has also effect on the ride quality and running characteristics.

The contribution and stochastic disturbance due to the track has got a large effect on the behaviour of the dynamics. For instance, the 1S-PSD does not depend from the speed and the variation of the discomfort σ_{z1} is negligible in comparison with the 2S-PSD behaviour.

From the first graph it is possible to understand the heavy influence of the track irregularities on the system.

The next diagram shows the effect of the mass modification focused on the vertical force acting on the axle box.

This performance, namely the standard deviation of the vertical force has got a direct effect on the derailment and the other phenomena in the wheel-rail contact.

The rail holding affects the Y/Q ratio, the ride quality and the running performance.

The graph (Fig. 6) shows that the mass ratio m_1/m_{r1} has got a huge effect on the vertical forces acting in the axle box.

sce anche sulla qualità di marcia e sulle caratteristiche di marcia.

Il contributo e il disturbo stocastico dovuto al binario ha avuto un grande effetto sul comportamento della dinamica. Ad esempio, il 1S-PSD non dipende dalla velocità e la variazione del discomfort σ_{z1} è trascurabile in confronto con il comportamento a 2S-PSD.

Dal primo grafico è possibile comprendere la pesante influenza delle irregolarità del binario sul sistema. Il diagramma successivo mostra l'effetto della modifica della massa focalizzata sulla forza verticale che agisce sulla boccola. Questa prestazione, cioè la deviazione standard della forza verticale, ha un effetto diretto sul deragliamento e sugli altri fenomeni nel contatto ruota-rotaia.

La variazione della forza verticale della rotaia influisce sul rapporto Y/Q, sul comfort e sulle prestazioni di marcia. Il grafico (Fig. 6) mostra che il rapporto di massa m_1/m_{r1} ha un effetto enorme sulle forze verticali che agiscono nella boccola. Il comportamento di σ_{Fz1} è lineare con m_1/m_{r1} dopo una soglia. Infine, lo studio dell'analisi di sensibilità si conclude con la deviazione standard della sospensione secondaria (Fig. 7): σ_{z1-z2} non è influenzata da m_1/m_{r1} . Pertanto, la massa del telaio del carrello non ha un grande effetto sulla sagoma del veicolo in direzione verticale.

2.4. Requisiti strutturali dei telai dei carrelli

Le norme EN sono fondamentali per sviluppare un progetto corretto dello specifico componente secondo i re-

The behaviour of σ_{Fz1} is linear with m_1/m_{r1} after a threshold.

Finally, the study of the sensitivity analysis is concluded with the standard deviation of the secondary stroke (Fig. 7) σ_{z1-z2} is not affected by the m_1/m_{r1} .

Therefore, the bogie frame mass has not large effect on the vehicle gauge in vertical direction.

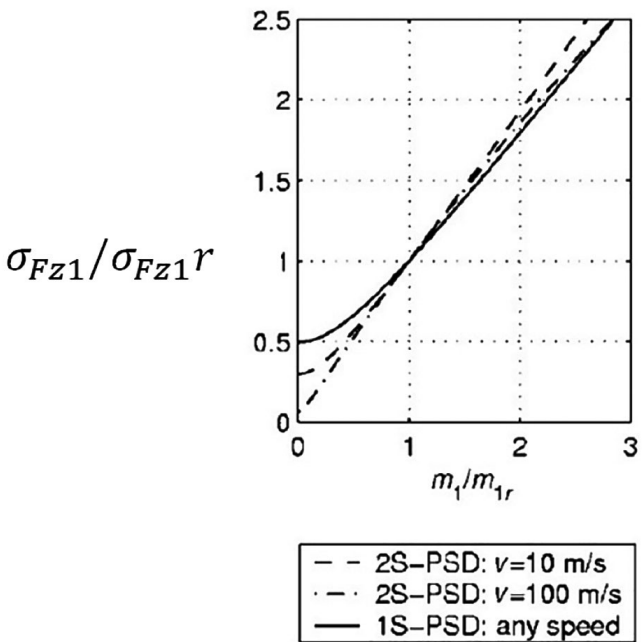
2.4. Structural requirements of the bogie frames

The EN regulations are crucial in order to perform EN regulations to perform a correct project of the specific component according to the requirements of the national and TSI rules. The V&V team (Validation and Verification) use the appropriate sections of the ENs (tests and calculations) to assure that the project passes the parameters of those specific rules.

There are also Notified bodies and Designed bodies must match the EN regulations parameters with the results of the testing laboratories and V&V team in order to perform their EC validation procedure and certification. Indeed, the Notified bodies and Designed bodies should confirm their independent judgement of compliance of the component with reference to the parameters of the EN and national and TSI rule.

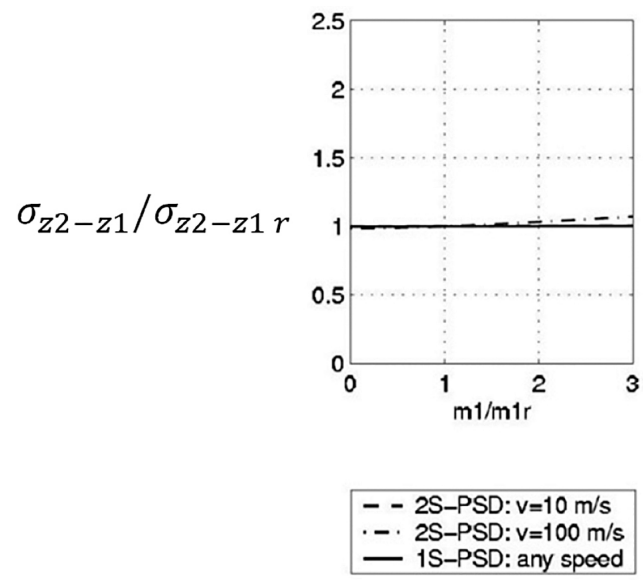
The EN standard [5] states the method of specifying the structural requirements of bogie frames.

The code defines the bogie frame like a load-bearing structure generally located between primary and secondary suspension.



(Fonte - Source: [3])

Figura 6 – Forza verticale delle sospensioni ferroviarie (deviazione standard).
Figure 6 – Railway suspension vertical force (standard deviation of the vertical force).



(Fonte - Source: [3])

Figura 7 – Sospensione secondaria ferroviaria, spostamento verticale (deviazione standard).
Figure 7 – Railway secondary stroke (standard deviation of the vertical displacement).

quisiti delle norme nazionali e delle STI. Il gruppo V&V (Validazione e Verifica) utilizza le apposite sezioni delle EN (test e calcoli) per assicurare che il progetto rispetti i valori relativi ai parametri di quelle specifiche norme.

Ci sono anche gli organismi notificati e gli organismi designati siano in accordo con i parametri della normativa EN con i risultati dei laboratori di prova e del gruppo di V&V, al fine di eseguire la loro procedura di convalida e certificazione CE. Infatti, gli organismi notificati e gli organismi designati dovrebbero confermare il loro giudizio indipendente di conformità del componente con riferimento ai parametri della norma EN, nazionale e della STI.

La norma EN [5] stabilisce il metodo per specificare i requisiti strutturali dei telai dei carrelli. La norma definisce il telaio del carrello come una struttura portante generalmente situata tra la sospensione primaria e quella secondaria. La stessa norma EN [5] stabilisce la classificazione del carrello in base ai requisiti operativi. Queste specifiche derivano dai casi di sollecitazione, di carichi eccezionali, di sollecitazioni a fatica del progetto e dal tipo di veicolo.

Vi sono sette categorie di carrelli appartenenti alla categoria B-I fino alla categoria B-VII. Si notino i seguenti valori di accelerazione che fluiscono attraverso il telaio del carrello dopo (Tab. 2) e prima (Tab. 3) del primo stadio di sospensione (g = accelerazione di gravità, valore standard).

È stato stimato che le accelerazioni possono raggiungere valori di 100 g nel contatto ruota-rotaia a causa di difetti e irregolarità della rotaia. La conseguenza di tali accelerazioni deve essere sopportata dal telaio del carrello: pertanto la sua progettazione è fondamentale per lo sviluppo di un veicolo ottimale. In generale il telaio del carrello è fuso o assemblato. I telai dei carrelli sono fabbricati in base alle loro condizioni di esercizio. Un interessante confronto tra i due processi produttivi è riportato in [9]. Da tale documento risulta che il carrello “fuso” è più pesante del carrello assemblato, le probabilità di difetti nella colata sono maggiori, i difetti (porosità, restringimento, particelle di inclusione, segregazione degli elementi di lega) sono difficili da recuperare e la preparazione della colata è un processo che richiede tempo. Il punto di vista degli autori in [9] è che il carrello assemblato è migliore del telaio del carrello “fuso”. Ovviamente nel caso di telaio del carrello assemblato è necessario che gli operatori professionali eseguano il processo industriale della saldatura.

The same EN standard [5] states the classification of the bogie according the operating requirements. These specifications come from the load cases, exceptional loads, fatigue loads of the project and vehicle type.

There are 7 categories of bogie from category B-I to category B-VII. It is noticeable that following values of acceleration through the frame bogie after (Tab. 2) and before (Tab. 3) the first suspension stage:

It has been estimated that the accelerations can reach values of 100 g in the wheel-rail contact due to defects and rail irregularities.

The consequence of that accelerations must be withstood by the bogie frame, therefore its design is crucial to design an optimal vehicle.

In general the bogie frame is either casted or fabricated. The bogie frames are manufactured based on their working conditions. An interesting comparison between the two manufacturing processes is reported in the [9].

What stand out from the paper [9] is that the casting bogie is heavier than the fabricated bogie, the chances of defects in the casting is higher, the defects (porosity, shrinkage, inclusion particles, segregation of alloying elements) are difficult to recover and the preparation of casting is a time taking process.

The point of view of the authors in [9] is that fabricated bogie is much better to casting bogie frame.

Tabella 2 – Table 2

Accelerazioni di progetto per le apparecchiature fissate al telaio del carrello
Design accelerations for equipment attached to the bogie frame

Direzione <i>Direction</i>	Accelerazione eccezionale <i>Exceptional Acceleration</i>	Accelerazione a fatica <i>Fatigue Acceleration</i>
Verticale <i>Vertical</i>	± 20g	± 6g
Laterale <i>Lateral</i>	± 10g	± 5g
Longitudinale <i>Longitudinal</i>	± 3g o ± 5g	± 2,5 g

Tabella 3 – Table 3

Accelerazioni di progetto per le apparecchiature collegate alla boccia
Design accelerations for equipment attached to the axle box

Direzione <i>Direction</i>	Accelerazione eccezionale <i>Exceptional Acceleration</i>	Accelerazione a fatica <i>Fatigue Acceleration</i>
Verticale <i>Vertical</i>	± 70g	± 25g
Laterale <i>Lateral</i>	± 10g	± 5g
Longitudinale <i>Longitudinal</i>	± 10g	± 5g

L'autore dell'articolo [10] afferma che occorre anche considerare della sequenza di saldatura e del processo di tecnologico di distensione al fine di ottenere una struttura del materiale stabilizzata. A tale scopo è stata redatta la norma EN per regolamentare la saldatura in campo ferroviario [6].

Le seguenti ipotesi cercano di riassumere le linee guida per il progetto del telaio del carrello. Il telaio del carrello dovrebbe essere realizzato in acciaio al carbonio con alta resistenza a trazione e resistenza agli agenti atmosferici, in grado di sopportare carichi pesanti, con un design che incorpori adeguati margini di sicurezza.

Si richiede inoltre che la costruzione del telaio del carrello sia coerente con una buona progettazione meccanica e sia il più leggero possibile. È consentito l'uso di inserti in acciaio fuso o ghisa di tipo accettabile nella fabbricazione del carrello, ad esempio paracolpi e boccole.

Il telaio dovrebbe seguire un design semplice che richieda un minimo di lavorazione e tutti i punti di collegamento del telaio dovrebbero essere facilmente accessibili ai fini di ispezione e manutenzione. Il telaio del carrello deve essere adeguatamente protetto contro la corrosione e adeguatamente verniciato. La composizione e le proprietà fisiche e meccaniche dell'acciaio devono essere pienamente documentate nel fascicolo tecnico del materiale rotabile. Il telaio del carrello dovrebbe essere fabbricato con una struttura in acciaio costituita da lamiere laminate a freddo o a caldo e da parti forgiate e fuse costituite da G20Mn5+QT [10]. La progettazione strutturale deve essere orientata per ridurre qualsiasi concentrazione di stress meccanico. Se possibile, devono essere intraprese azioni appropriate per rimuovere la sollecitazione di saldatura del telaio del carrello.

3. Materiali tradizionali

I materiali tradizionali utilizzati per la produzione di telai per carrelli sono gli acciai strutturali, in particolare gli acciai basso-legati ad alta resistenza con specifiche nomenclature di acciaio strutturale dello standard europeo. Lo stesso materiale viene solitamente utilizzato per le due parti principali del telaio del carrello (Fig. 8), vale a dire le travi laterali e le traverse. La sezione trasversale delle due parti potrebbe essere diversa: lamiere spesse laminate a caldo e tubi in acciaio.

L'applicazione delle classi di acciaio tradizionali è un approccio ben noto, perché questi materiali derivano da una lunga storia di progettazione dei carrelli. Altre applicazioni tipiche delle lamiere in acciaio strutturale sono:

- carpenterie strutturali, ponti/componenti altro punto offshore; centrali;
- attrezzature per l'estrazione e il movimento terra;
- componenti della torre eolica.

La lunga esperienza e conoscenza dei materiali tradizionali ha permesso di scrivere le norme EN [4] su questi ma-

Obviously in case of fabricated bogie frame it needs that professional workers must perform the manufacturing process of welding.

The author of article [10] states, that it also needs to take into account the welding sequence and the stress relief annealing in order to obtain a stabilized structure.

For this specific purpose, the EN standard was written to regulate the welding in railways field [6].

The following assumptions try to summarize the guidelines for the bogie frame project.

The bogie frame shall be manufactured from weather-resistant high tensile carbon steel, capable of withstanding heavy duty, with the design incorporating adequate safety margins.

It is also required that the bogie frame construction shall be consistent with good mechanical design and shall be as light as possible. The use of cast steel or cast iron inserts of acceptable grade in fabrication of the bogie is permissible, for instance bumpstops and axle box.

The frame should follow a simple design requiring a minimum of machining and all frame attachment points should be readily accessible for inspection and maintenance purposes.

The bogie frame must be suitably protected against corrosion and adequately painted. The composition and physical and mechanical properties of the steel have to be fully documented in the technical file of the rolling stock.

The bogie frame shall be fabricated of steel construction made of cold or hot rolled plates and forged and cast parts which are made of G20Mn5+QT [10]. Structural design should be oriented to reduce any stress concentration. If it is possible, appropriate actions shall be taken to remove welding stress of bogie frame.

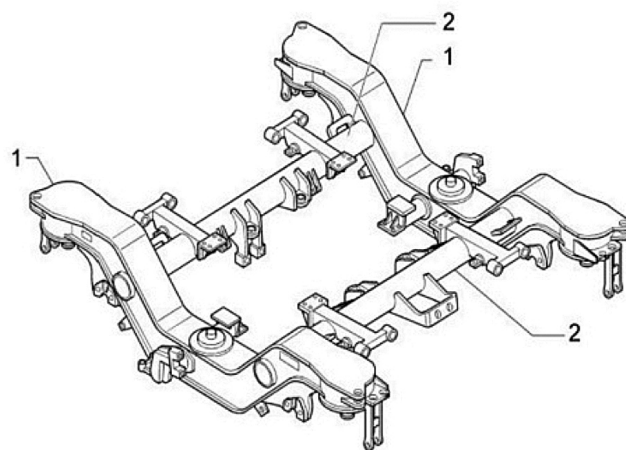
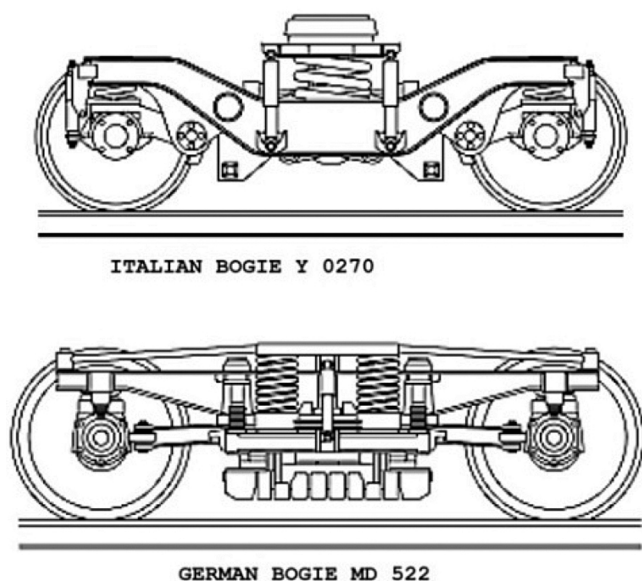


Figura 8 – Parti del telaio del carrello: 1) travi laterali; 2) traverse.

Figure 8 – Bogie frame parts: 1) side beams; 2) cross beams.



(Fonte - Source: Testo [1])
 Figura 9 – Famiglie europee di carrelli.
 Figure 9 – European families of bogies.

teriali e sull'applicazione in ambito ferroviario. I materiali descritti in seguito furono scelti nella fabbricazione dei carrelli principali europei per tre generazioni. Nel secolo scorso le tre serie europee di carrelli (Fig. 9) erano composte dal carrello tedesco (MindenDeutz), dal carrello francese e dal carrello italiano (Fiat), come mostrato nel [1]. Oggi, i design dei carrelli derivano tutti da questi prototipi, prendendo gli aspetti positivi di ognuno dei progetti europei.

Sono passate tre generazioni utilizzando i materiali tradizionali:

- prima generazione, velocità massima 160 km/h e 14-16 t di carico assiale;
- seconda generazione, velocità massima 200 km/h e 14-16 t di carico assiale;
- terza generazione, velocità massima 250 km/h e 11-12 t di carico assiale.

Il carrello Y32 è stato utilizzato in Francia per la seconda generazione di carrelli per carrozze passeggeri. Il materiale scelto per la fabbricazione è stato l'S355J2+N. La topologia del carrello era la struttura di saldatura del tipo a telaio H. La trave del telaio laterale è di tipo U.

Il carrello Y0270 è stato utilizzato in Italia per la prima generazione di carrelli per carrozze passeggeri. Il materiale scelto per la produzione è stato l'S235. Il materiale scelto nella seconda generazione è diventato l'S355J2G3 per il carrello italiano pari a S355J2+N carrelli francesi.

La famiglia tedesca di carrelli ha utilizzato la St 52-3 (MindenDeutz) che è stata utilizzata per le carrozze passeggeri per i treni IC.

3. Traditional materials

The traditional materials used for the bogie frame manufacturing are the structural steels, in particular high strength low alloy with specific European standard structural steel grades.

The same material is usually used for the two main parts of the bogie frame (Fig. 8), namely side beams and cross beams. The cross section of the two parts could be different: hot rolled thick plates and steel tubes.

The application of the traditional steel grades is a well-known approach, because these materials had collected a long history of bogie design. Other typical applications of the structural steel plates are:

- Structural steelworks, bridge/offshore components
- Power plants;
- Mining and earth moving equipment;
- Load handling equipment;
- Wind tower components.

The long experience and knowledge of the traditional materials has allowed to write the EN standards [4] about these materials and the application on the railways field.

The materials described next were chosen in the manufacturing of the European principal bogies for three generations.

In the past century three European bogie families (Fig. 9) were the German bogie (MindenDeutz), the French bogie and the Italian bogie (Fiat), like showed in the [1]. Today, the bogie designs come out all from those concepts, by taking the positive aspects of each European bogie design.

Three generations have been passed by using the traditional materials:

- First generation, maximum speed 160 km/h and 14-16 t of axial load;
- Second generation, maximum speed 200 km/h and 14-16 t of axial load;
- Third generation, maximum speed 250 km/h and 11-12 t of axial load.

The Y32 bogie was used in France for the second generation of bogies for passenger coaches. The material chosen for the manufacturing was the S355J2+N.

The topology of the bogie was H frame type welding structure. The side frame beam is U type structure.

The Y0270 bogie was used in Italy for the first generation of bogies for passenger coaches. The material chosen for the manufacturing was the S235. The material chosen in the second generation became the S355J2G3 for the Italian bogie equals to S355J2+Nof French bogies.

The German family of bogie used the St 52-3 (MindenDeutz) that was used for the passenger coaches for IC trains.

The last example of bogie frame for traditional materials is the DT200 bogie frame of the Japan Shinkansen bogie.

Tabella 4 – Table 4

Simboli di designazione di S355
Designation symbols of S355

Simbolo Symbol	Significato del simbolo Symbol Meaning
S	Strutturale Structural
355	Tensione di snervamento minimo 355 MPa fino a 16 mm 355 MPa minimum yield strength up to 16 mm
JR	Charpy intaglio a V (longitudinale) 27 J @ +20 gradi Celsius 355 MPa minimum yield strength up to 16 mm
JO	Charpy intaglio a V (longitudinale) 27 J @ 0 gradi Celsius Charpy V-notch (Longitudinal) 27 J @ 0 Celsius degree
J2	Charpy intaglio a V (longitudinale) 27 J @ -20 gradi Celsius Charpy V-notch (Longitudinal) 27 J @ -20 Celsius degree
K2	Charpy intaglio a V (longitudinale) 40 J @ +20 gradi Celsius Charpy V-notch (Longitudinal) 40 J @ +20 Celsius degree
+N (o G3) +N (or G3)	Condizione di fornitura "Normalizzato o Normalizzato laminato" Supply condition "Normalized or Normalized Rolled"
N	Impatti longitudinali Charpy con intaglio a V a una temperatura non inferiore a -20 gradi Celsius Longitudinal Charpy V-notch impacts at a temperature not lower than minus 20 Celsius degree
W	Migliore Resistenza alla Corrosione Atmosferica Improved Atmospheric Corrosion Resistance

L'ultimo esempio di telaio del carrello per materiali tradizionali è il telaio del carrello DT200 dello Shinkansen giapponese. La topologia era di tipo H. Gli ingegneri giapponesi hanno utilizzato come materiali principali le piastre in acciaio SS400 e SM400B con uno spessore di 9 mm e una buona saldabilità.

Poi per i prossimi treni Shinkansen, gli ingegneri decisero di costruire le travi del telaio utilizzando lamiere spesse di acciaio laminato SM490YA e STKM18B.

Dagli scenari precedenti, comprendiamo che il telaio è tipicamente realizzato in lamiere di acciaio S355 laminate a caldo, anche recentemente. Tuttavia, nella trattazione seguente si analizza la classe di acciaio (Tab. 4).

Dopo aver mostrato il significato dei simboli della designazione dell'acciaio (cfr. Tab. 4), è possibile identificare il tipo di acciaio (Tab. 5) utilizzati per i suddetti telai di carrelli europei.

La densità di quel materiale è di 7850 Kg/. La composizione chimica dell'acciaio scelto è riportata nella tabella seguente (Tab. 6). Si considerano i valori per uno spessore inferiore a 40 mm.

Vale la pena notare la percentuale massima di Manganesio, Silicio e Rame all'interno del materiale. Le piccole percentuali di Zolfo e Fosforo sono le impurità accettate nel materiale. Nella Tab. 7 vengono raccolte le principali caratteristiche meccaniche, che saranno utili nell'ulteriore discussione, in questo documento, per confrontare il materiale tradizionale con i materiali innovativi. La di-

The topology was H type. Japan engineers used as principal materials the SS400 and SM400B steel plates with a thickness of 9 mm and good welding capability.

Then for the next Shinkansen trains, engineers decided to build the frame beams by using SM490YA and STKM18B thick rolled steel plates.

From the previous scenarios, we understand that the frame is typically made of S355 steel hot rolled sheets, also recently. However in the next tables and paragraphs we analyze the steel grade.

Tabella 5 – Table 5

Corrispondenza della qualità dei tipi S355
Correspondence of quality of S355 grades

Tipi di acciaio Steel grades	Italia Italy	Germania Germany
S355J2G3	Fe 510 D1	St 52-3 N

Tabella 6 – Table 6

Composizione dei tipi S355, percentuali massime di elementi
Composition of S355 grades, maximum percentages of elements

C %	Mn %	P %	S %	Si %	Cu %
0,2	1,6	0,025	0,025	0,5	0,55

Tabella 7 – Table 7

Caratteristiche meccaniche di S355J2+N @ < 16 mm di spessore
Mechanical characteristics of S355J2+N @ < 16 mm of thickness

Quantità fisica Physical quantity	Valori Values
Tensione di snervamento minimo Reh <i>Reh minimum yield strength</i>	355MPa
Energia min. assorbita @ -20°C <i>Min. Absorbed Energy @ -20°C</i>	27 J
Percentuale di allungamento dopo rottura <i>Elongation percentage after fracture</i>	22%
Resistenza alla trazione <i>Tensile strength</i>	490-630 MPa
HB (durezza Brinell) <i>HB (Brinell hardness)</i>	141-192
E (Modulo di Young) <i>E (Young's Modulus)</i>	210 GPa @ 20°C
G (Modulo tangenziale) <i>G (Tangential Modulus)</i>	80 GPa @ 20°C
Resistenza alla rottura della KIC [11] <i>KIC fracture toughness [11]</i>	35,78 - 40,4 MPa√m

scussione sul materiale tradizionale si conclude con la seguente considerazione sulle saldature e sull'effetto della saldatura sul materiale.

La Fig. 10 è estratta da [7] ed è possibile osservare il cambiamento delle proprietà meccaniche dovuto alla saldatura.

La discontinuità del materiale dovuta alle saldature potrebbe causare una concentrazione di sollecitazioni attorno al cordone di saldatura. Inoltre, le istruzioni di manutenzione devono essere chiare circa l'ispezione all'ispezione del telaio del carrello, soprattutto nella zona intorno alle saldature. Altri possibili danneggiamenti al telaio del carrello sono dovuti a deformazioni, corrosione, crepe e graffi dovuti al sollevamento della massicciata. Si potrebbero scegliere tipi di acciaio migliori, ma il costo elevato delle leghe potrebbe non essere giustificato. In [10], si suppone l'uso di piastre di acciaio ad alta resistenza con una sollecitazione di snervamento nell'intervallo di 355-500 MPa. Tuttavia, al giorno d'oggi, molti telai di carrelli sono costruiti ancora con l'acciaio S355J2, soprattutto macchine da lavoro su rotaia o treni regionali; quindi, si ritroverà in utilizzo quel materiale per molti anni. Inoltre, la forma ad H è anche la forma prevalente: infatti permette di ottimizzare la struttura e la capacità di carico.

4. Materiali innovativi

Recentemente, sono stati valutati nuovi materiali per

After to show the meaning symbols of the steel designation (Tab. 4), it is possible to identify the steel grade (Tab. 5) used for the aforementioned European bogie frames.

The density of that material is 7850 Kg/. The chemical composition of the chosen steel is reported in the next table (Tab. 6). The values for a thickness less than 40 mm are considered.

It is worth noticing the maximum percentage of Manganese, Silicon and Copper inside the material. The little percentages of Sulfur and Phosphorus are the impurities accepted in the material.

In the next table (Table. 7) the main mechanical characteristics are collected. In the further discussion in this paper, they will be useful to compare traditional material with novel materials. The discussion about traditional material is concluded by the following consideration about welds and the effect of welding on the material.

The next table (Tab. 10) is extracted by the [7] and it is possible to look at the mechanical properties change due to welding.

The discontinuity of the material due to the welds could cause stress concentration around the welding seam.

Moreover, the maintenance instruction must be clear about the inspection of the bogie frame, above all in the area around welds.

Other possible damages on the bogie frame are due to deformations, corrosion, cracks and scratches due to ballast lifting.

Better steel grades could be chosen, but the high cost of alloys may be not justified.

In [10], it is guessed the use of high strength steel plates with a yield in the range of 355-500 MPa. However, nowadays many bogie frames are built yet with the S355J2 steel, above all on-track machines either regional trains; thus we will look at that material for many years. Moreover the H shape is also the prevailing shape, indeed it allows to optimize the structure and load capability.

4. Innovative materials

Recently, novel material has assessed to design new bogie frames. Basically, the engineers have focused on cast iron and composites.

	Limit stress N/mm ²		
	S235	S275	S355
Parent metal	235	275	355
Parent metal in the immediate vicinity of welds	214	250	323

Figura 10 – Effetto della saldatura sulla proprietà del materiale [7].

Figure 10 – Effect of welding on material property [7].

progettare il telaio del carrello. Gli ingegneri si sono concentrati fondamentalmente su ghisa e compositi.

In [12] viene presentato un lavoro molto interessante; l'argomento principale della ricerca è il ghisa duttile austemperata (ADI). Le fusioni sono abbastanza competitive in una produzione su larga scala e l'applicazione della ghisa potrebbe migliorare la qualità della fusione in termini di difetti; il problema della riparazione in servizio mediante saldatura non può essere risolto. Soprattutto in caso di saldature tra ghisa e acciaio; pertanto, sono necessari collegamenti a vite.

In [12], l'autore ha esposto un nuovo design del telaio del carrello utilizzando l'ADI per i carri merci. I risultati meccanici sono buoni ma c'è il problema dell'equalizzazione disomogenea dei carichi delle ruote e della flessibilità strutturale. A causa delle difficoltà di applicazione di questo materiale per la struttura completa del telaio del carrello, ci sono molti casi di componenti specifici che sono realizzati con questo materiale e poi sono fissati al telaio del carrello.

L'approccio graduale di applicare il nuovo materiale solo in piccoli elementi è utile per studiare il comportamento del nuovo materiale, soprattutto per la durata a fatica. Tutte le nuove applicazioni della ghisa nella componente ferroviaria sono riportate in [12]; qui si ricorda la boccola ADI fusa, la ruota, l'accoppiatore da traino pesante.

È utile riportare le caratteristiche (Tab. 8) meccaniche di uno di questi materiali riportati in [12]. La densità di quel materiale è di 7100 kg/m³. La Tab. 9 riporta la composizione chimica della ghisa scelta. La designazione dell'ADI 800 è armonizzata nel EN-GJS-800-10 (Tab. 10). Questo tipo di materiale è una ghisa sferoidale, trattata

Tabella 9 – Table 9

Composizione dell'ADI 800, percentuali massime di elementi
Composition of ADI 800, maximum percentages of elements

C %	Si %	Mn %	Ni %
3,5 - 3,7	2,3 – 2,6	0,4	1

Tabella 10 – Table 10

Simboli di designazione di EN-GJS-800-10
Designation symbols of EN-GJS-800-10

Simbolo <i>Symbol</i>	Significato <i>Meaning</i>
EN	Norma europea <i>European norm</i>
GJSJ	Ghisa sferoidale <i>Spheroidal cast iron</i>
800	Resistenza alla rottura minima in Mpa <i>Minimum tensile strength in MPa</i>
10	Allungamento in percentuale <i>Elongation in percentage</i>

Tabella 8 – Table 8

Caratteristiche meccaniche dell'ADI 800
Mechanical characteristics of ADI 800

Quantità fisica <i>Physical quantity</i>	Valori <i>Values</i>
Tensione di snervamento minimo Reh <i>Reh minimum yield strength</i>	500 MPa
Energia min. assorbita @ +23°C <i>Min. Absorbed Energy @ +23°C</i>	10 J
Percentuale di allungamento dopo rottura <i>Elongation percentage after fracture</i>	10%
Resistenza alla trazione <i>Tensile strength</i>	800 MPa
HB (durezza Brinell) <i>HB (Brinell hardness)</i>	HB 250-310
E (Modulo di Young) <i>E (Young's Modulus)</i>	170 GPa @ 20°C
G (Modulo tangenziale) <i>G (Tangential Modulus)</i>	60 GPa @ 20°C
Resistenza alla rottura della KIC [8], [11] <i>KIC fracture toughness [8], [11]</i>	80-106 MPa√m

A very interesting work is reported in [12]; the main topic of the research is the Austempered Ductile Iron (ADI).

Castings are quite competitive in a large-scale production and the application of cast iron could improve the casting quality in terms of defects; the problem of in-service repair by welding cannot be solved. Above all in case of welds between cast iron and steel; therefore, bolts connections are required.

In [12], the author has exposed a new design of bogie frame by using ADI for freight wagon. The mechanical results are good but there is the problem of uneven equalization of the wheel loads and the structural flexibility.

Due to the difficulties to apply this material for the complete structure of the bogie frame, there are many cases of specific components that are made with this material and then are fixed to the bogie frame.

The gradual approach to apply the novel material only in small pieces is useful to study the behaviour of the new material, above all for the fatigue life.

All the new applications of the cast iron in the railway component are reported in [12]; here we recall the Casted ADI axlebox, wheel, heavy haul coupler.

It is useful to report the table of characteristics (Tab. 8), related to the mechanical characteristics of one of this material reported in [12]. The density of that material is 7100 kg/m³.

The chemical composition of the chosen cast iron is reported in the next table (Tab. 9). The designation of the ADI

mediante austenitizzazione. Il materiale è classificato come un'alternativa per l'acciaio strutturale ed equivale a un acciaio temperato in termini di prestazioni.

Alcuni ingegneri hanno compiuto un ulteriore avanzamento nel tentativo di ottenere un telaio del carrello più leggero. Ci sono esempi di telai di carrelli compositi [13], per la metropolitana/tram in paesi stranieri. Ovviamente, le applicazioni sono relative ai compositi con fibre di vetro e fibre di carbonio con matrice plastica. Infatti, le fibre di Kevlar e Boro sono costose e vengono utilizzate in applicazioni militari e aerospaziali. Inoltre, il loro comportamento è fortemente anisotropo.

Le matrici ceramiche sono troppo fragili per i componenti strutturali primari; le matrici metalliche sono costose e vengono utilizzate in altre applicazioni.

In [13], è stato studiato un telaio del carrello in polimero rinforzato con fibra di vetro GFRP per treno metropolitano urbano ed effettuato un confronto con l'SM490A, vale a dire l'S355JR.

Vi è un esempio di produzione di telai di carrelli utilizzando il composito in fibra di carbonio. Questo progetto ha vinto il Premio Compositi JEC 2018 a Parigi. I partner di questo progetto innovativo sono Magma Structures (UK), ELG Carbon Fiber Ltd (UK), Alstom Transport (UK), University of Birmingham (UK) e University of Huddersfield (UK). Anche in Giappone, Kawasaki ha studiato l'applicazione dei compositi in fibra di carbonio in un carrello di nuova generazione per materiale rotabile "efWING" (Fig. 11). Un documento sull'applicazione del polimero rinforzato con fibra di carbonio è riportato in

800 is harmonized in EN-GJS-800-10 (Tab. 10). This type of material is a spheroidal cast iron, treated by austempering. It is classified like an alternative for structural steel and it equated to a tempered steel in terms of performance.

Some engineers have performed a further step in the attempt to get lighter bogie frame. There are examples of composite bogie frames [13], for metro/tram transports in foreign countries.

Obviously, the applications are related to the glass and carbon fibers composites with plastic matrix.

Indeed, the Kevlar and Boron fibers are expensive and are used in military and aerospace applications. Moreover their behaviour is very anisotropic.

The ceramic matrices are too much fragile for the primary structural components; the metal matrices are expensive and are used in other applications.

In the [13], GFRP a Glass Fiber Reinforced Polymer bogie frame for urban subway train has studied and a comparison is done with the SM490A, namely the S355JR.

There is an example of bogie frame manufacturing by using the Carbon fiber composite. This project has won the JEC 2018 Composites Awards in Paris.

The partners of this innovative project are Magma Structures (UK), ELG Carbon Fiber Ltd (UK), Alstom Transport (UK), University of Birmingham (UK) and University of Huddersfield (UK).

Also in Japan, Kawasaki has studied the application of the carbon fiber composites in the next-generation bogie for rolling stock "efWING" (Fig. 11). A paper about the application of the Carbon Fiber Reinforced Polymer is given in [14], but the project is virtual in AN-SYS.

As done for the traditional material, we report the table to gather the mechanical performances of the GFRP composite. We consider the case of quasi-isotropic glass-epoxy laminate with 60% of E-Glass fibers.

The density of the material is 2100 Kg/. The other properties are in the appropriate table (Tab. 11).

We report the table [Table 12] to gather the mechanical performances of the CFRP (Carbon fiber reinforced polymer) composite. We consider the case of quasi-isotropic carbon-epoxy laminate with 60% of carbon fibers.

The density of the material is 1700 Kg/. The other properties are in the appropriate table. The GFRP and CFRP quasi-isotropic laminate has a stiffness matrix that it does not depend on the



Figura 11 – Serie 6000 EMU gestita da Kumamoto Electric Railway Co, Ltd. [16].
Figure 11 – Series 6000 EMU operated by Kumamoto Electric Railway Co., Ltd. [16].

[14], ma il progetto è allo stadio di prototipazione agli elementi finiti.

Come per il materiale tradizionale, riportiamo le prestazioni meccaniche del composito GFRP. Consideriamo il caso del laminato quasi-isotropo fibra vetro-epossidica quasi isotropo con il 60% di fibre di E-Glass. La densità del materiale è di 2100 Kg/m³. Le altre proprietà sono nella tabella appropriata (Tab. 11).

Riportiamo (Tab. 12) le prestazioni meccaniche del composito CFRP (*Carbon fiber reinforced polymer* - polimero rinforzato in fibra di carbonio). Consideriamo il caso laminato quasi-isotropo a fibra di carbonio-epossidica con il 60% di fibre di carbonio.

La densità del materiale è di 1700 Kg/m³. Le altre proprietà sono nella tabella correlata. Il materiale quasi-isotropo GFRP e CFRP ha una matrice di rigidità che non dipende dall'orientamento. I laminati quasi-isotropi tipici hanno le seguenti sequenze di strati in termini di angoli, con riferimento alla direzione principale di sviluppo del componente:

$$\left[0 \left| \frac{\pi}{n} \right| \frac{2\pi}{n} \right] \dots \left[\frac{(n-1)\pi}{n} \right]_S$$
$$\left[\frac{\pi}{n} \right| \frac{2\pi}{n} \right] \dots \left[\pi \right]_S$$

Un esempio è il laminato [0; ± 45; 90]. L'Eurobiegie [10] è stato il primo esempio di carrello composito su piccola scala (Fig. 12).

5. Analisi comparativa dei materiali

I materiali tradizionali e i nuovi materiali, trattati nelle sezioni precedenti, vengono analizzati per ottenere un utile confronto tra i parametri meccanici chiave. Inoltre, vengono eseguite altre analisi riguardanti alcune diverse caratteristiche dei materiali in termini di proprietà, capacità e caratteristiche non strettamente meccaniche. Ovviamente il confronto inizia dal punto di vista meccanico. Fondamentalmente, si evidenziano i seguenti parametri (valorizzati nelle tabelle), relativi a un obiettivo specifico:

- σ_y o Re_h (tensione di snervamento) è rilevante per identificare l'intervallo di comportamento elastico lineare senza danni plastici.
- E (modulo di Young) è fondamentale per valutare la rigidità del materiale. È vitale in caso di progettazione a rigidità rigido. Potrebbe avere un effetto enorme sulla ripartizione del carico negli assi della sa-

Tabella 11 – *Table 11*
Caratteristiche meccaniche del vetro epossidico quasi-isotropo
Mechanical characteristics of the glass-epoxy quasi-isotropic

Quantità fisica Physical quantity	Valori Values
Tensione di snervamento minimo Re_h <i>Reh minimum yield strength</i>	600 MPa
E (Modulo di Young) <i>E (Young's Modulus)</i>	22 GPa
Resistenza alla rottura della KIC <i>KIC fracture toughness</i>	20 - 60 MPa√m
Energia min. assorbita @ +25°C [15] <i>Min. Absorbed Energy @ +25°C [15]</i>	~ 10 J

Tabella 12 – *Table 12*
Caratteristiche meccaniche del vetro epossidico quasi-isotropo
Mechanical characteristics of the glass-epoxy quasi-isotropic

Quantità fisica Physical quantity	Valori Values
Tensione di snervamento minimo Re_h <i>Reh minimum yield strength</i>	700 MPa
E (Modulo di Young) <i>E (Young's Modulus)</i>	120 GPa
Resistenza alla rottura della KIC <i>KIC fracture toughness</i>	50 MPa√m
Energia min. assorbita @ +25°C [15] <i>Min. Absorbed Energy @ +25°C [15]</i>	~ 2 J

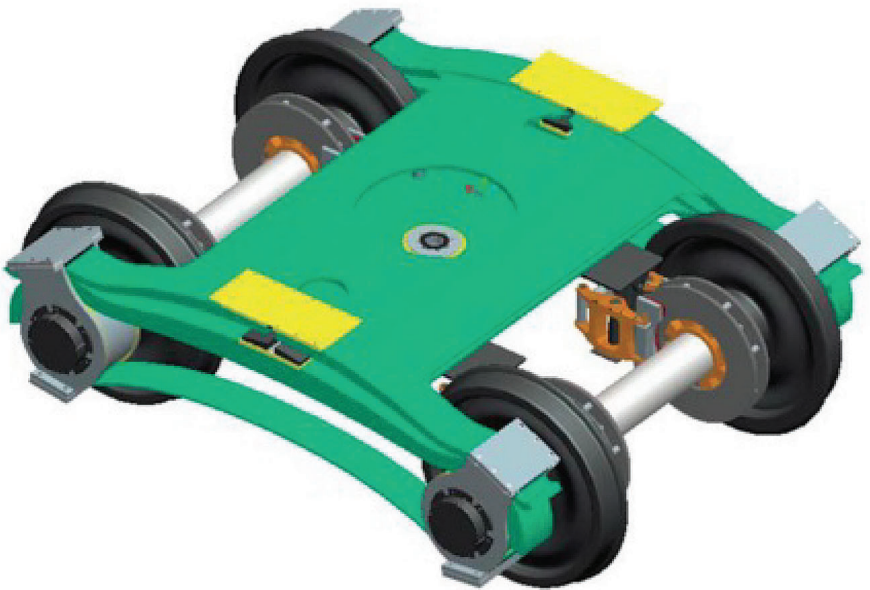


Figura 12 – Eurobiegie.
Figure 12 – Eurobiegie.

la montata e del carrello. Una conseguenza diretta è la capacità di superare il difetto di sghebo sul binario.

- La KIC (resistenza alla frattura) è una misura della resistenza a frattura, del comportamento a fatica e della resistenza ai danni. Questo parametro è rilevante perché il materiale e il cordone di saldatura non sono perfetti, la cricca può essere sempre presente e intorno ai suoi apici ci sono concentrazioni di tensione che tendono ad aprire la fessura. Il materiale più resistente e tenace può anche sostenere un carico critico più elevato.
- L'energia min. assorbita è fondamentale per identificare la tenacia e la resilienza del materiale, soprattutto per l'impatto e il carico impulsivo delle parti meccaniche. Questo valore è importante perché nel capitolo precedente, l'autore ha dimostrato che ci sono accelerazioni di 70 g nel telaio del carrello a causa del contatto ruota-rotaia.

I primi due parametri dell'elenco vengono modificati per valutare correttamente l'efficienza strutturale dei materiali. In caso di confronto per strutture leggere, è necessario considerare il rapporto tra tali parametri e la densità del materiale. Pertanto, è meglio considerare la proprietà normalizzata con la densità del materiale piuttosto che la proprietà assoluta. Gli altri due parametri sono intrinseci e non dipendono dalla geometria e dalle dimensioni della telaia.

L'approccio della normalizzazione della densità è spiegato nei seguenti punti:

- σ_y/ρ (resistenza allo snervamento specifica). Questo parametro per un materiale strutturale efficiente ha un valore alto. Ciò significa che la deformazione plastica si verifica a carichi elevati. Allo stesso tempo il peso e il volume del materiale per garantire questo comportamento sono bassi e quindi la quantità unitaria di materiale ha ottenuto migliori prestazioni rispetto al carico per resistere con la quantità minima di materiale in termini di volume e peso.
- E/ρ (rigidezza specifica). Al contrario del settore aerospaziale, in campo ferroviario non è utile avere questo parametro con un valore estremamente elevato. Troppa rigidezza potrebbe portare problemi per l'esercizio del carrello da affrontare il difetto dello sghebo del binario. Tuttavia, una bassa rigidezza potrebbe influire sugli spostamenti relativi tra i componenti del carrello e dovrebbe essere presa in considerazione anche nei calcoli della sagoma (sagoma del veicolo).

È possibile effettuare un confronto tra il materiale tradizionale e il materiale nuovo. La Tab. 13 permette di rilevare gli aspetti positivi e negativi del materiale. Queste proprietà sono confermate nei grafici in [17].

Il materiale migliore per l'assorbimento minimo di energia è l'S355J2G3. È stimato mediante il test di Charpy (misura della resilienza e della tenacità all'impatto del materiale). In caso di incidente questa proprietà è fondamentale per ottenere la tenacità alla rottura e per assorbi-

orientation. Typical quasi isotropic laminates have got the following ply-sequences in terms of angles with reference to the principal direction of the part:

$$\left[0 \left| \frac{\pi}{n} \right| \frac{2\pi}{n} \right] \dots \left[\frac{(n-1)\pi}{n} \right]_s$$

$$\left[\frac{\pi}{n} \left| \frac{2\pi}{n} \right| \dots \pi \right]_s$$

An example is the laminate $[0; \pm 45; 90]$

In [10], the Eurobogie was the first example of composite bogie in a small scale (Fig. 12).

5. Comparative analysis of materials

The traditional materials and the novel materials of the previous sections are analyzed to get an useful comparison between the key mechanical parameters.

Moreover, other analysis are performed regarding some other characteristics of the materials in terms of properties, capabilities, not strictly mechanical characteristics.

Obviously the comparison is started from the mechanical point of view. Basically, the author has reported the following data in the tables, related to specific goal:

- σ_y or R_{eh} (yield strength) is relevant to identify the range of linear elastic behaviour without plastic damage.
- E (Young's modulus) is crucial to evaluate the stiffness of the material. It is vital in case of stiffness design. It could have a huge effect in the load sharing in the axles of the wheelset and the bogie. A direct consequence is the capability to overcome twist defect on the track.
- KIC (fracture toughness) is a measure of the crack resistance, fatigue behaviour and damage tolerant. This is relevant because the material and the weld seam are not perfect, the crack is always present and around its tips there are stress concentration to open the crack. The tougher material may also sustain a higher critical load.
- Min. Absorbed Energy is crucial to identify the tenacity and resiliency of the material, above all for impact and suddenly loading of the mechanical parts. This value is important because in the previous chapter, the author has showed that there are accelerations of 70 g in the bogie frame due to wheel-rail contact.

The first two parameters in the list above are modified to assess correctly the structural efficiency of the materials. In case of comparison for lightweight structures, it needs to consider the ratio between those parameters and the density of the material. Therefore, it is better to consider the density normalized property of the material rather than the absolute property.

The other two parameter are inherent and do not depend on the geometric and size of the body.

The approach of density normalization is explained in the following bullets:

Tabella 13 – *Table 13*

Confronto delle caratteristiche meccaniche tra materiale tradizionale e nuovo
Mechanical characteristics comparison between traditional and novel material

Materiale <i>Material</i>	σ_y/ρ [Mpa m3/Kg]	E/ρ [GPa m3/Kg]	KIC [MPa√m]	Energia Min. [J] <i>Min. Energy [J]</i>
S355J2G3	0,045	0,026	35,78 - 40,4	27
ADI800	0,07	0,024	80-106	10
GFRP	0,29	0,01	20 - 60	~ 10
CFRP	0,41	0,07	50	~ 2

re energia. Un altro caso è l'impatto contro la massicciata, per sollevamento aerodinamico indotto da elevate velocità di marcia del treno. L'ADI800 è il miglior materiale in termini di resistenza alla frattura. In caso di fessurazione, la ghisa duttile austemperata si oppone all'apertura, infatti la sollecitazione deve raggiungere il valore critico K per la crescita della cricca (Fig. 13).

Il materiale migliore per la rigidezza specifica è l'S355J2G3. Il suo valore è quasi nella fascia media tra i materiali analizzati (Fig. 14). Pertanto, il telaio del carrello è abbastanza rigido da rimanere nella zona elastica quando affronta lo sghembo del binario. Il CFRP ha la massima resistenza specifica, dieci volte quella dell'S355J2G3 (Fig. 15). Questo materiale è fondamentale nel design leggero, ma a causa della bassa energia di assorbimento, si preferiscono i compositi Kevlar epossidici in caso di parti che devono resistere agli urti piuttosto che il CFRP. Un altro pro-

- σ_y/ρ (specific yield strength). Structural efficient material has got high value of this parameter. This means that the plastic deformation occurs at high loads. At the same time the weight and volume of the material to assure this behaviour are low and therefore the unit quantity of material has got better performance against the load to withstand itself with the minimum quantity of material in terms of volume and weight.
- E/ρ (specific stiffness). On the contrary to the aerospace field, in the railway field it is not useful to have extremely high value of this parameter. Too much stiffness could bring problem about the running of the bogie to face with the twist track defect. However, low stiffness could affect the relative displacements among bogie components and should also be taken into account in gauge calculations (vehicle gauge).

The next table collects the traditional material and the novel material to get a clear comparison. The table (Tab. 13) allows to detect the positive and negative aspects of the materials. These properties are confirmed in the graphs in [17].

The best material for the minimum absorption of energy is the S355J2G3. It is estimated by means of the Charpy test, it is a measure of the resilience and impact toughness of the material.

In case of crash this property is crucial to get ductile rupture and to absorb energy. Another case is the impact against the ballast, due to the ballast lifting with the induced speed with the running of the train.

The ADI800 is the best material in terms of fracture toughness. In case of crack, the austempered ductile iron opposes to the opening, indeed the stress must reach the K critic value to crack growth (Fig. 13).

The best material for the specific stiffness is the S355J2G3. Its value is nearly in the middle range among the

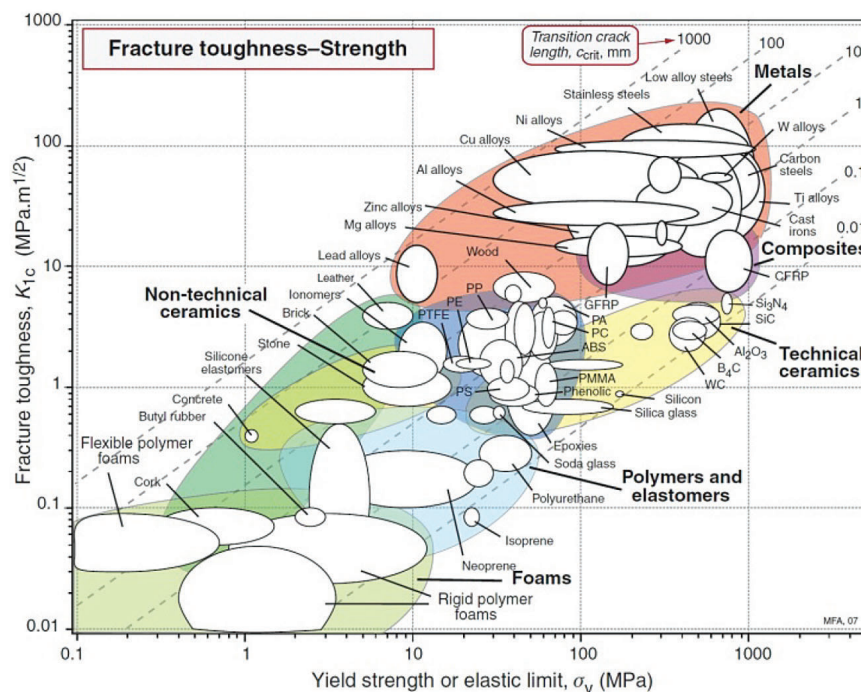


Figura 13 – Tensione di frattura rispetto alla resistenza allo snervamento [17].
Figure 13 – Fracture toughness VS yield strength [17].

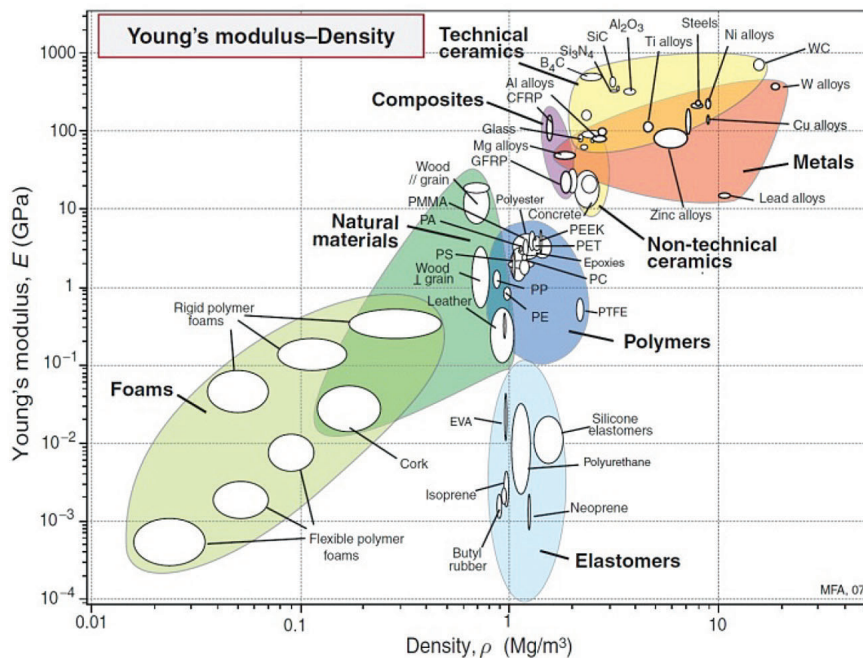


Figura 14 – Modulo di Young rispetto alla densità [17].

Figure 14 – Young's modulus VS density [17].

blema è la cattiva resistenza alla compressione e l'eccesso di comportamento anisotropo delle fibre di carbonio.

Concludiamo il confronto dei materiali meccanici facendo altre considerazioni. I materiali compositi, in questo caso CFRP e GFRP, soffrono l'umidità e l'effetto termico. Queste condizioni ambientali causano sollecitazioni interne l'applicazione di carichi. Per questo motivo è necessario proteggere la superficie del composito e vi è uno spessore extra di resina sulla superficie esterna. Non meno importante è il comportamento sotto carichi elettrici dovuto alla segnalazione a terra, come i circuiti di binario, la terra del veicolo e i transponder quindi, le rotaie sono i conduttori di ritorno per la corrente che possono anche passare attraverso le parti del carrello. È noto che la fibra di carbonio ha un alto grado di anisotropia per il coefficiente termico e le fibre di vetro hanno proprietà dielettriche. Una caratteristica importante dei materiali compositi è che non mostrano il limite di fatica (Fig. 16) come il materiale tradizionale. Questo è uno dei motivi per raggiungere maggiore conoscenza di questi materiali prima di applicarli. Ad esempio, sono stati inseriti in piccole parti dell'aereo negli anni '80 prima di

analyzed materials (Fig. 14). Thus, bogie frame is stiff enough to stay in the elastic zone when it faces with the twist track.

The CFRP has got the highest specific strength, ten times then the S355J2G3 (Fig. 15). This material is crucial in the lightweight design, but due to the low absorption energy, the Kevlar-epoxy composites is preferred in case of parts that must withstand impacts instead of CFRP. Another problem is the bad strength in compression and excess of anisotropic behaviour of the carbon fibers.

We conclude the mechanical material comparison by doing other considerations.

The composite materials, in this case CFRP and GFRP, suffer the moisture and the thermal effect. This environmental conditions cause internal stresses without applying loads. For this reason it needs to protect the surface of the composite and there is an extra thickness of resin on the external surface.

Not less important is the behaviour under electric loads due to trackside signalling, like track circuits, earth of vehicle and balises then the rails are the return wires for the current which can also pass through the bogie parts. It is well

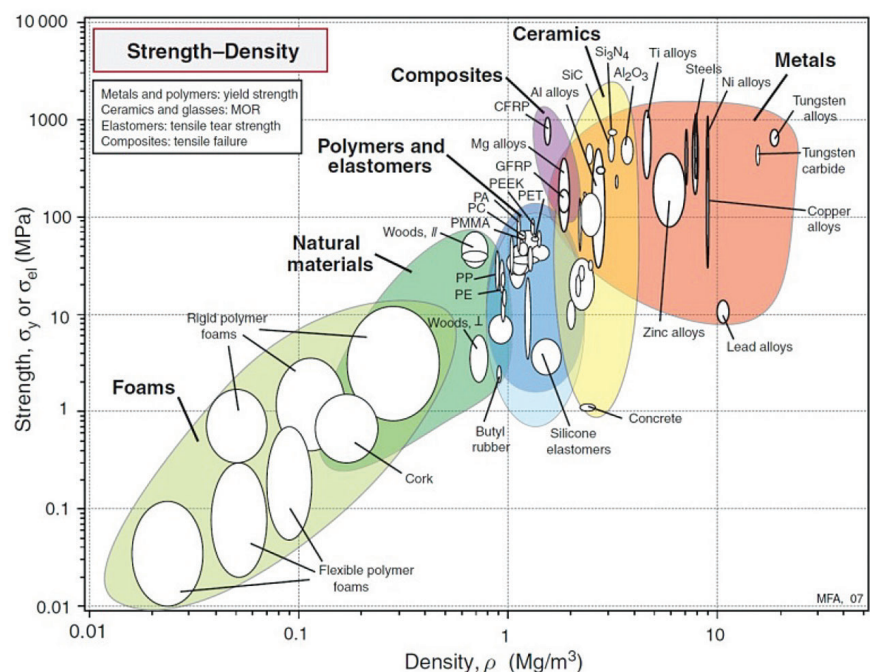


Figura 15 – Diagramma di resistenza rispetto alla densità [17].

Figure 15 – Strentgh VS density graph [17].

usarli per superfici aerodinamiche più grandi e strutture di aerei.

Occorre menzionare le differenze meccaniche tra i materiali considerando le modalità di rottura. I modi di rottura sono totalmente diversi nel caso di materiali tradizionali o compositi. Infatti, si applicano diverse teorie per stimare il criterio di cedimento di un laminato. Il cedimento di un composito si verifica nelle seguenti situazioni:

- frattura interlaminare che si verifica tra gli strati;
- frattura di matrice;
- rottura delle fibre;
- delaminazione che parte dai bordi del laminato;
- distacco fibra-matrice.

In generale le modalità di cedimento a compressione per un composito unidirezionale sono:

- **snervamento della matrice;**
- frantumazione delle fibre;
- microdeformazione fibra.

Probabilmente, dal punto di vista meccanico, i materiali compositi non hanno avuto successo nelle ferrovie come nel campo aerospaziale a causa di molti tipi di guasto, il limite di fatica non ben definito che è cresciuto con WHOLER, il concetto del ciclo di vita che è più lungo per il materiale rotabile rispetto agli aerei. Le particolari caratteristiche meccaniche del composito richiedono di stabi-

known that carbon fiber has got an high degree of anisotropy for thermal coefficient and glass fibers have dielectric properties.

An important characteristic of the composite materials is that they do not show the fatigue limit (Fig. 16) like the traditional material. This is one of the cause to achieve more knowledge of these materials before applying it. For instance, they were inserted in small parts of the airplane in the 80s before using them for more large aerodynamic surfaces and airplane structures.

It needs to conclude the mechanical differences among the materials by considering the rupture modes.

The manners of rupture are totally different in case of traditional materials or composites. Indeed different theories are applied to estimate the failure criterion of a laminate.

The failure of a composite happens for the following situations:

- interlaminar failure which happens between the plies;
- matrix failure;
- fiber failure;
- delamination which starts from the edges of the laminate;
- debonding fiber-matrix.

In general the compression failure modes for an unidirectional composites are:

- matrix yielding;
- fiber crushing;

- fiber microbuckling.

Probably, from the mechanical point of view, the composite materials have not got success in railways like in the aerospace field due to many failure modes, the not well defined fatigue limit that grew with Wholer, the concept of the life cycle which is longer for rolling stock than airplanes.

The particular mechanical characteristics of the composite require to set new EN standards for the frame bogies.

Moreover, it often happens that designers cope with the non-complete knowledge of the composite by using higher safety factors. Thus the structure is a bit over-sized and it reduces the advantages of specific ratios (for strength and stiffness).

The problem of material characteristics decay is huge in the railway field due to the harsh conditions of rail vehicle operation and probably the results from aeronautical field are hardly applicable to the rolling stock.

The main critical aspect is the

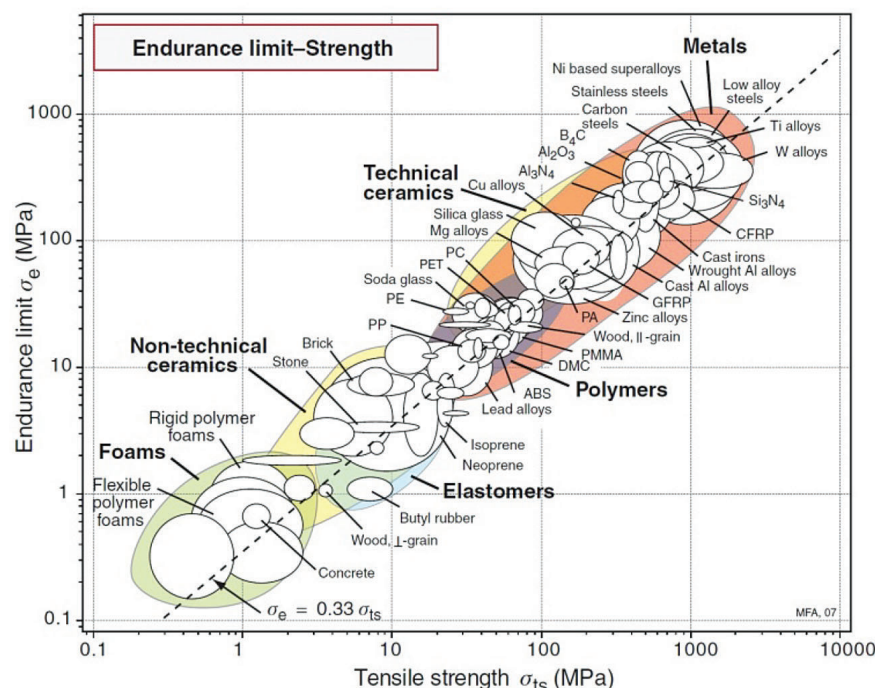


Figura 16 – Grafico del limite di fatica rispetto alla resistenza [17].
Figure 16 – Fatigue limit VS strength graph [17].

lire nuove norme EN per i carrelli con telaio in composito. Inoltre, spesso accade che i progettisti affrontino la conoscenza non completa del composito utilizzando fattori di sicurezza più elevati. Quindi la struttura è un po' sovradimensionata e riduce i vantaggi di rapporti specifici (per robustezza e rigidità). Il problema del degrado delle caratteristiche dei materiali è enorme nel settore ferroviario a causa delle dure condizioni di esercizio dei veicoli ferroviari e probabilmente i risultati del settore aeronautico sono difficilmente applicabili al materiale rotabile. L'aspetto critico principale è l'interazione ruota-rotaia e di conseguenza la fatica e lo spettro di carico sono molto diversi tra i binari e i veicoli. Altri aspetti sono che la regolazione e la fabbricazione aerospaziale è più avanzata delle regole e della produzione ferroviaria. Inoltre, vi sono maggiori probabilità di danno al materiale rotabile rispetto agli aerei.

Occorre analizzare altri aspetti per il confronto tra i materiali. In [10], si suppone che alcuni ostacoli all'adozione di nuovi materiali siano legati ai metodi di produzione e manutenzione nonché agli standard.

In [18], vi è un confronto tra proprietà di ghisa e acciaio fuso. La discussione è estesa anche per i compositi relativi alle loro caratteristiche specifiche e il ragionamento di [18] è rappresentato di seguito (Tab. 14).

È noto che i compositi hanno elevati coefficienti di smorzamento delle vibrazioni. L'affidabilità è maggiore per l'S355, perché l'ADI potrebbe avere alcuni difetti dovuti alla fusione. La peggiore affidabilità appartiene ai compositi. Il processo di produzione richiede un lavoro professionale, strumenti e procedure specifici; ad esempio, in caso di autoclave è fondamentale impostare correttamente pressione, temperatura e tempo di indurimento per ottenere buoni risultati. Piccoli errori potrebbero generare laminati difettosi a causa di difetti nelle lamine o fra esse o tra di essi.

La lavorabilità dell'acciaio (S355J2G3) e della ghisa (ADI-800) sono uguali. Al contrario questa proprietà è peggiore per i compositi. I compositi sono realizzati su misura, quindi è fondamentale progettare il prodotto finale con uno strato esterno di resina più spesso per la lavorazione di molatura e la protezione del laminato. Ulteriori processi di lavorazione, come la foratura, danneggiano le fibre di rinforzo del laminato e le prestazioni meccaniche potrebbero essere ridotte. I costi per la produzione di compositi sono elevati a causa del consumo di energia, del prezzo di alcune fibre particolari e della resina. Anche il processo di produzione ambientale è costoso, anche se questo co-

wheel-rail interaction and consequently the fatigue and load spectrum is very different among the tracks and vehicles. Other aspects are that the aerospace regulation and manufacturing is more advanced than railway rules and production. Moreover the damage of the rolling stock has got larger likelihood than the airplanes.

It needs to analyze other aspects for the comparison between the materials. In [10], it is supposed that some barriers to the adoption of new materials are related to manufacturing and maintenance methods as well as standards.

In [18], there is a table of properties for the comparison between cast iron and cast steel. The discussion will be also done for the composites related to their specific characteristics and the reasoning of [18] is extended below (Tab. 14).

It is known that the composites have got high coefficients of vibration damping.

The reliability is higher for the S355, because the ADI could have some defects due to the casting. The worst reliability owns to the composites. The manufacturing process needs professional working, specific tools and procedures; for instance, in case of autoclave it is crucial to set correctly pressure, temperature and time of curing to get good results. Little errors could generate bad laminates due to defects into the plies or among them.

The machinability of the steel (S355J2G3) and cast iron (ADI-800) are equal.

On the contrary this property is worse for the composites. The composites are tailor-made, thus it is vital to design the final product with a thicker external layer of resin for the grinder operation and laminate protection.

Tabella 14 – Table 14

Caratteristiche non meccaniche dei materiali tradizionali e innovativi, [12]-[18], 1 = migliore; 5 = peggiore
No-mechanical characteristics of the traditional and innovative materials, [12]-[18], 1 = best; 5 = worst

Caratteristiche Characteristics	S355J2G3	Ferro sferoidale Spheroidal iron	Compositi Composites
Smorzamento delle vibrazioni Vibration damping	4	2	1
Affidabilità Reliability	1	2	3
Lavorabilità Machinability	2	2	4
Costo del produttore Cost of manufacturer	2	2	3
Resistenza a corrosione Corrosion resistance	4	1	3
Riparabilità Repairability	1	5	4

sto sarà risparmiato durante la vita delle parti composite.

La resistenza alla corrosione dell'acciaio e dei compositi potrebbe essere teoricamente quasi la stessa. I compositi soffrono di umidità e temperatura. La probabile corrente continua del materiale rotabile potrebbe danneggiare i materiali compositi del telaio del carrello. Anche l'alta temperatura vicino ai dischi o ceppi freno potrebbe danneggiare i compositi o causare l'incendio nel polimero.

Infine, la riparabilità è fondamentale. La saldatura non è possibile nella ghisa, quindi in caso di danneggiamento, il telaio del carrello non è riparabile e deve essere rottamato. Il telaio in composito necessita di adeguate procedure di riparazione; per queste fasi vengono utilizzate adesivi, quindi necessita della polimerizzazione.

6. Conclusioni

Per la progettazione di un telaio del carrello merci, la ricerca [10] riferisce che il 43% della riduzione di massa ha portato a una riduzione percentuale del 5% per il consumo di energia, del 12,5% per i danni ai binari e dell'1% per le tariffe di accesso ai binari nel Regno Unito. Per quanto riguarda i carrelli passeggeri, non esistono informazioni sull'effetto della riduzione di massa sul consumo di energia, sui danni ai binari e sulle tariffe per l'accesso ai binari. Inoltre, i dati sono strettamente dipendenti dall'infrastruttura: tutti i binari e i veicoli non sono dotati di "contatori di energia"; il danno al binario è legato alla politica di manutenzione del gestore dell'infrastruttura, alle condizioni iniziali e di traffico sui binari e alla compatibilità rete-veicolo. Infine, le tariffe cambiano per ogni paese.

I nuovi materiali come compositi in fibra di carbonio e in fibra di vetro sono stati recensiti, ma si trovano anche di fronte a barriere importanti per l'implementazione e l'accettazione.

Le principali barriere sono: le normative armonizzate (ISO, CEN e CENELEC, EN) che sono riportate sui materiali tradizionali, sui codici e sugli approcci progettuali; la novità dei materiali significa know-how e database limitati, soprattutto per il comportamento del materiale durante il ciclo di vita (quasi 40 anni per il materiale rotabile). Ad esempio, per quanto riguarda la norma, è necessario un regolamento per gli adesivi e l'incollaggio dei compositi del materiale rotabile equivalente al [6] per la saldatura ferroviaria. Anche un'attenzione normativa al rischio di incendio dei compositi dovrebbe essere tenuta in considerazione. È accaduto già l'incendio di ceppi frenanti in composito e perciò "Historia magistra vitae".

Come mostrato nelle sezioni precedenti e nelle tabelle di confronto, i materiali tradizionali e innovativi considerati nelle sezioni precedenti presentano vantaggi e svantaggi. Qualunque sia il materiale scelto, per ottenere risultati ottimali è necessario tenere conto delle tre tecniche di ottimizzazione strutturale (Dimensioni, Forma, Topologia). Inoltre questi tre problemi sono strettamente connessi.

Further machining processes, like drilling, damage the reinforcement fibers of the laminate and the mechanical performance could be reduced.

The costs to produce composites are high due to the energy consumption, price of some particular fibers and resin. Also the environmental manufacturing process is expensive, even if this cost will be saved during the life of the composite parts.

The corrosion resistance of the steel and composites could be theoretically nearly the same. Composites suffer of moisture and temperature. The probable DC current from the rolling stock could damage the composites of the bogie frame. Also the high temperature near braking discs or blocks could damage the composites or cause a fire in the polymer.

Finally, it is crucial the repairability. The welding is not possible in the cast iron, therefore in case of damage, the bogie frame is not repairable and it must be scrapped. The frame in composite needs appropriate repairing procedures; for these steps, adhesives are used, then it needs the polymerization.

6. Conclusions

For a freight bogie frame design, the research [10] reports that 43% of mass reduction has brought a reduction in percentage of 5% for the energy consumption, 12.5% of the track damage and 1% of reduction fees to track access for the UK track access charging. Regarding passenger bogies, no information exists on the effect of mass reduction on energy consumption, track damage, and fees to track access. Moreover the data are strictly dependent from the infrastructure: all the tracks and vehicles are not equipped with energy meters; the track damage is related to the maintenance policy of the infrastructure manager, initial and traffic condition on the tracks and to the network-vehicle compatibility. Finally, the fees change for every country.

The novel materials such as glass or carbon fiber composites have been applied, but they also face to significant barriers to implementation and acceptance.

The main barriers are: the harmonized regulations (ISO, CEN and CENELEC, ENs) which are stated on the traditional materials, codes and design approaches; the novelty of the materials means limited know-how and database, above all for the behaviour of the material during the life cycle (nearly 40 years for the rolling stock).

For instance, regarding to the standard, it needs a regulation for the adhesives and bonding of the rolling stock composites equivalent to the [6] for the railway welding Rule. Attention to the fire risk of the composites must be taken into account. It has already happened the fire of composites braking blocks and therefore "Historia magistra vitae".

Like it is shown in the previous sections and comparison tables, traditional and innovative materials considered in the previous sections have got advantages and disadvantages.

si nella ricerca ottimale di Pareto.

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare per il rotabile, un punto di vista importante è fissato dal cliente e dalle specifiche di messa in servizio. I requisiti (obiettivi) per la commissione del carrello consentono di fissare alcuni parametri di progettazione, come il materiale.

Se il costruttore del veicolo o il soggetto incaricato della manutenzione del veicolo o il detentore del veicolo non vogliono spendere denaro per la riparazione del telaio del carrello e la sua progettazione non richiede modifiche, anche per la fabbricazione, la scelta è l'ADI. La saldatura non è possibile e il processo di produzione per fusione non è complicato.

Quando il costruttore del veicolo o l'ente responsabile della manutenzione del veicolo o il detentore del veicolo desiderano un treno con facilità di riparazione ed eventuali modifiche, vengono scelti i materiali tradizionali (tipi di acciaio appropriati).

In caso di estrema necessità di leggerezza, riparazioni relativamente facili e un basso livello di modifica, sarà una buona scelta il telaio del carrello in materiale composito. Alcune operazioni come la verniciatura richiedono più ripetizioni e potrebbe essere meglio utilizzare i compositi in esercizi su binari senza massicciata.

In caso di compositi, è necessaria la massima attenzione ai processi di produzione e riparazione. Ad esempio, la foratura dei laminati è critica perché il rinforzo in fibra dello strato forato viene tagliato durante la lavorazione. Pertanto, si preferisce incollare, ma è una procedura complicata come o più della saldatura. Inoltre, è necessario che si emetta la normativa specifica necessaria per tali materiali nell'ambito ferroviario.

Riassumendo, per i risultati e i confronti proposti in questo documento, si nota la mancanza di codici di condotta per l'applicazione di materiali innovativi nel materiale rotabile. Ad esempio l'equivalente [4] per i materiali innovativi. Si evidenzia anche l'assenza di "know-how" per l'applicazione di nuovi materiali ad elementi del rodiggio, soprattutto per l'intero ciclo di vita del telaio del carrello. Questo problema è legato alla fatica e, per i compositi, anche allo stato di sollecitazione dovuto all'umidità, alla temperatura, scarica elettrica e al degrado della matrice o al suo rischio di incendio.

7. Ringraziamenti

Grazie al Prof. RINDI e al Prof. MELI dell'Università di Firenze, per aver programmato un corso molto interessante e utile sulle dinamiche dei veicoli ferroviari e questo lavoro è il risultato del loro insegnamento.

tages. Whatever material is chosen, the three structural optimization techniques (Size, Shape, Topology) must be taken into account to get optimal results. Moreover those three problems are strictly connected in the Pareto optimal search.

Concerning the material to use for the rolling stock, an important point of view is fixed by the customer and the commissioning specifications. The requirements (objectives) for the bogie commission allow to fix some design parameters, like the material.

If the vehicle manufacturer or the entity in charge of the maintenance of the vehicle or the vehicle keeper do not want spend money for the repairing of the frame bogie and its design does not require modifications, also for the manufacturing, the choice is the ADI. Welding is not possible and manufacturing process with castability is easy.

When the vehicle manufacturer or the entity in charge of the maintenance of the vehicle or the vehicle keeper want a train with easy repairing and possible modifications, the traditional materials (appropriate steel grades) are chosen.

In case of extreme lightweight needing, relatively easy repairs and a small level of modification, the composite frame bogie will be a good choice. Some operations like painting require more repetition and it could be better to use composites on the slab track without ballast.

In case of composites, it needs maximum attention to the manufacturing and repairing processes. For instance, the drilling of laminates is critical because the fiber reinforcement of the drilled ply is cut during the machining. Therefore bonding is preferred, but it is complicated like or more than welding. Moreover it needs that EN rules will be released properly for these materials in the railway field

To sum up the results and comparisons of this paper, it is noticeable the lack of codices of practice for the application of innovative materials in the rolling stock.

For example the equivalent [4] for the innovative materials.

There is a lack of know-how for the application of novel materials to the rolling stock above all for the entire life cycle of the frame bogie. This problem is related to the fatigue, and for composites also the stress status due to moisture, temperature electric discharge and the degradation of the matrix.

7. Acknowledgments

Thank you to Prof. RINDI and Prof. MELI of the University of Florence, because they have planned a very interesting and useful course about rail vehicle dynamics and this paper is a result of their teaching or its fire risk.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

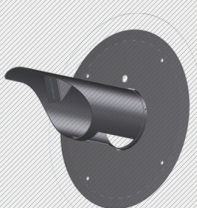
- [1] R. PANAGIN (2006), "Costruzione del veicolo ferroviario", Edizione CIFI.
- [2] A. SHABANA (2008), "Railroad vehicle dynamics: A computational approach", CRC press.
- [3] M. GOBBI *et al.* (2006), "Optimal Design of Complex Mechanical Systems", Springer.

- [4] EN standards, EN 10025-2 – “Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance”, BSI EN Standard Publication.
- [5] EN standards, EN 13749 - “Railway applications — Wheelsets and bogies — Method of specifying the structural requirements of bogie frames”, BSI EN Standard Publication.
- [6] EN standards, EN 15085 – “Railway applications — Welding of railway vehicles and components”, BSI EN Standard Publication.
- [7] EN standards, EN 12663 – “Railway applications — Structural requirements of railway vehicle bodies”, BSI EN Standard Publication.
- [8] EN standards, EN 1993 – “Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties”, EN Standard Publication.
- [9] S. HALDAR, R. VERMA (2017), “Analysis of Bogie Frame Manufactured with Different Processes”, SSRG International Journal of Mechanical Engineering (SSRG-IJME) – Volume 4 Issue 5 – May 2017.
- [10] S. IWNICKI (2017), “D2.1 Light materials assessment for rail freight bogie application”, Shift2Rail.
- [11] F. BOZKURT, E. SCHMIDOVÁ (2014), “Fracture Toughness Evaluation of S355 Steel Using Circumferentially Notched Round Bars”, Periodica Polytechnica Transportation Engineering.
- [12] G. MEGNA, A. BRACCIALI *et al.* (2019), “Application of Austempered Ductile Irons to structural components of railway vehicles”, Università degli Studi di Firenze.
- [13] G.K.W. JEONA *et al.* (2011), “A study on fatigue life and strength of a GFRP composite bogie frame for urban subway trains”, Elsevier.
- [14] A.J. ALFARO (2021), “Tension study of a carbon fiber bogie frame”, Polytechnical University of Catalonia.
- [15] C. UZAY *et al.* (2016), “Impact energy absorption capacity of fiber reinforced polymer matrix (frp) composites”, Conference of the International Journal of Arts & Sciences.
- [16] T. NISHIMURA *et al.* (2016), “efWING” — New-Generation Railway Bogie”, Kawasaki Technical Review No.177.
- [17] M. ASHBY *et al.* (2007), “Materials Engineering”, Science, Processing and Design, University of Cambridge, Elsevier.
- [18] R. ELLIOT (1988), “Cast iron technology”, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd.


PLASTIROMA® S.r.l.

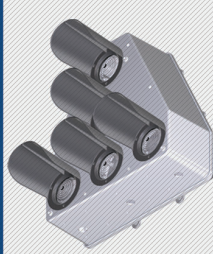
**SEGNALI
FERROVIARI**



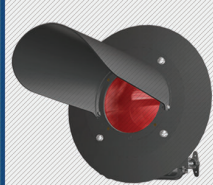


**VISIERA VELA
SEGNAL ALTO**

Hai un Progetto?
PLASTIROMA
ti accompagna
DALL'IDEA AL POST
VENDITA
Con l'aiuto dei suoi
PERSONALI
&
STRUMENTI
PLASTIROMA SRL



**SEGNAL PL
LAT TREN**



**SEGNAL PL
LAT STRA**



SEGNAL AVANZAMENTO D'AVVIO

**CERTIFICATO
IP 55**



SEGNAL INDICATORE A LED

PLASTIROMA

**PROGETTAZIONE
& COSTRUZIONE**
STAMPI - STAMPAGGIO
MATERIALI TERMOPLASTICI
Stabilimento: via Palombarese
Km 19.100 00012 Guidonia
Montecelio (RM)
tel. 0774-367431/32
Sede legale: via Tiburtina
1180 00156 ROMA

**CERTIFICATO
IP 54**



SEGNAL BASS

info@plastiroma.it | www.plastiroma.it



Valutazione della fattibilità della chiusura dei passaggi a livello ferroviario a basso traffico – Un quadro per i gestori dell'infrastruttura ferroviaria per assistere il processo decisionale efficace

Feasibility Assessment of Low Traffic Railway Level Crossings' Closure – A Framework for Railway Infrastructure Managers to Assist Effective Decision Making

Nikolaos DEMIRIDIS ^(*)
Evangelos MANTHOS ^(*)
Christos PYRGIDIS ^(**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.11.2022.ART.2.>)

Sommario - Il presente documento di ricerca sviluppa e presenta un quadro che consente ai gestori dell'infrastruttura ferroviaria di valutare in modo efficace quale passaggio a livello ferroviario della loro rete possa essere riesaminato in modo critico e potenzialmente eliminato senza causare oneri irrevocabili e sbilanciati alle comunità limitrofe e agli utenti della rete stradale adiacente e di attraversamento. L'approccio metodologico proposto si applica sia ai passaggi a livello ferroviari passivi che a quelli attivi con un traffico stradale giornaliero minimo (≤ 100 veicoli stradali), in cui anche l'uso da parte dei pedoni è ridotto al minimo. Il quadro sviluppato fornisce un contributo per tutte le fasi del processo di chiusura di un passaggio a livello ferroviario, identificato attraverso la ricerca sulla rete ferroviaria greca e affronta ciò che è stato individuato, attraverso la ricerca attuale, come la sfida principale per la quale le iniziative di chiusura del passaggio a livello ferroviario spesso falliscono, cioè la contrapposizione delle parti interessate, in modo semplice, conciso e ponderato.

1. Simboli - Definizioni

1.1. Simboli

- ADT: traffico giornaliero medio.
- ADTM: momento del traffico giornaliero medio.
- ERA: agenzia ferroviaria europea.
- MCA: analisi multicriterio.

Summary - This research paper develops and presents a framework allowing railway infrastructure managers to effectively assess which railway level crossing of their network may be critically reviewed and potentially cancelled without causing irrevocable and unbalanced burden to the neighbouring communities and adjacent / vertical road network users. The proposed methodological approach applies to both passive and active railway level crossings with minimal only daily road traffic (≤ 100 road vehicles) where pedestrian use is also kept to a bare minimum. The framework developed contributes to all stages of a railway level crossing's closure process identified through research on the Greek railway network and addresses what has been pinpointed, through the current research, as the main challenge for which railway level crossing closure initiatives often fail – i.e. stakeholder resistance – in a simple, yet concise and frugal way.

1. Symbols - Definitions

1.1. Symbols

- ADT: Average Daily Traffic.
- ADTM: Average Daily Traffic Moment.
- ERA: European Railway Agency.
- MCA: Multi-Criteria Analysis.
- NPV: Net Present Value.
- RLC: Railway Level Crossing.
- RIM: Railway Infrastructure Manager.

^(*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università Aristotele di Salonicco, 54124 Salonicco, Grecia.

^(**) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università Aristotele di Salonicco, 54124 Salonicco, Grecia. Autore corrispondente. Indirizzo e-mail: pyrgidis@civil.auth.gr.

^(*) Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece.

^(**) Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece. Corresponding author. E-mail address: pyrgidis@civil.auth.gr.

- NPV: valore attuale netto.
- RLC: passaggio a livello ferroviario.
- RIM: gestore dell'infrastruttura ferroviaria.
- KP: punto kilometrico (progressiva).
- KPI (indicatore di prestazione chiave).
- S: distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra la progressiva di passaggi a livello della ferrovia studiata e il passaggio su strada più vicino, in entrambi i sensi di marcia, indipendentemente dal fatto che sia a raso o meno con la linea ferroviaria.
- S_i: lunghezza di deviazione per gli utenti della strada interessati a seguito della chiusura del RLC oggetto di studio.

1.2. Definizioni

- Passaggio a livello ferroviario: qualsiasi intersezione a livello tra una strada o un passaggio e una ferrovia, riconosciuta dal gestore dell'infrastruttura e aperta a utenti pubblici o privati. Sono esclusi i passaggi tra le banchine all'interno delle stazioni, nonché i passaggi su binari ad uso esclusivo dei dipendenti [1][2].
- Passaggio a livello passivo (ferroviario): passaggio a livello senza alcuna forma di sistema di allarme o protezione attivato quando non è sicuro per l'utente attraversare il passaggio [1][2].
- Passaggio a livello attivo (ferroviario): passaggio a livello in cui gli utenti dell'attraversamento sono protetti o avvertiti del treno in avvicinamento da dispositivi attivati quando non è sicuro per l'utente attraversare il passaggio [1][2].
- Velocità progettata del binario: la velocità considerata nella progettazione dell'allineamento del binario e dell'infrastruttura ferroviaria corrispondente nel suo complesso – costituita dalla sovrastruttura e sottostruttura del binario, dalle strutture di ingegneria civile, nonché dai sistemi e dai locali ferroviari ed E&M [3].
- Momento di traffico giornaliero: il numero di treni al giorno in entrambe le direzioni di marcia, moltiplicato per il numero di veicoli stradali che attraversano di qualsiasi tipo in entrambe le direzioni durante lo stesso periodo di ventiquattro ore [3][4].

2. Soggetto e campo di applicazione

Questo documento si occupa della chiusura dei passaggi a livello ferroviari (RLC) con solo traffico stradale giornaliero minimo (Fig. 1 e Fig. 2) [5][6][7]. L'attuale ricerca sviluppa e presenta un quadro che consente ai gestori dell'infrastruttura ferroviaria (RIM) di valutare efficacemente quali RLC possono essere rivisti in modo critico e potenzialmente eliminati senza causare oneri irrevocabili e sbilanciati alle comunità limitrofe e agli utenti della rete stradale adiacente / incrociante, come, ad esempio: ridurre l'uso del territorio locale o costringere i residenti locali a rinunciare ad attività a valore aggiunto a cui ave-

- KP: Kilometric Point (Chainage).
- KPI: Key Performance Indicator.
- S: Distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing chainage being studied and the nearest road crossing, in either direction of travel, whether at grade with the railway line or not.
- S_i: Detour length for concerned road users following the closure of the RLC being studied.

1.2. Definizioni

- *Railway level crossing*: any level intersection between a road or passage and a railway, as recognised by the infrastructure manager and open to public or private users. Passages between platforms within stations are excluded, as well as passages over tracks for the sole use of employees [1][2].
- *Passive (railway) level crossing*: a level crossing without any form of warning system or protection activated



Figura 1 – RLC passivo – Attraversamento tra una linea ferroviaria principale a binario unico e una strada rurale con traffico stradale giornaliero minimo sulla rete ferroviaria greca [8].

Figure 1 – Passive RLC – Crossing between a single-track main railway line with a rural road with minimal daily road traffic on the Greek railway network [8].

vano accesso o incidere in modo significativo sul tempo necessario per svolgere queste attività.

L'approccio metodologico proposto riguarda solo gli RLC con traffico stradale giornaliero medio ≤ 100 veicoli stradali in cui anche l'uso da parte dei pedoni è ridotto al minimo. Questa categoria di traffico corrisponde a quella di RLC in cui gli attraversamenti della rete ferroviaria / stradale riguardano essenzialmente le linee ferroviarie principali o secondarie e le strade rurali o locali [5][6][7], che sono anche la maggior parte degli RLC presenti nella rete ferroviaria greca.

L'approccio metodologico proposto riguarda la valutazione di chiusura di RLC su base autonoma, supponendo che la chiusura di un RLC non sia seguita dalla sostituzione delle premesse/attività annullate, né presso la stessa ubicazione né in prossimità, né da un cavalcavia/sottopasso. La potenziale chiusura di un RLC riduce il numero di RLC per binario - km. L'approccio considera che, rimuovendo un RLC, esiste o potrebbe essere reso disponibile un collegamento stradale alternativo, che quindi non pesa negativamente, in termini di lunghezza e livello di servizio, sugli utenti della strada adiacente; consentendo loro di soddisfare ancora le loro esigenze utilizzando RLC adiacenti o sottopassi/cavalcavia stradali esistenti nella zona.

Vale la pena notare che molte reti ferroviarie, in caso di visibilità limitata ad un RLC con ADTM di piccole dimensioni, spesso installano sistemi di protezione automatici, come barriere e allarmi acustici/visivi [8][9].

L'approccio metodologico proposto affronta essenzialmente la prima fase del processo di chiusura di un RLC, come mappato attraverso ricerche relative sulla rete ferroviaria greca, per cui il RIM, sostenuto dal fatto che tali interventi hanno sempre un bilancio positivo (dal punto di vista operativo e di manutenzione) cerca e identifica gli RLC che possono essere proposti per la chiusura al relativo comitato di valutazione. Complementare al quadro proposto e alla prima fase del processo di chiusura di un RLC, il RIM è obbligato, in una seconda fase, a procedere ad una completa valutazione di fattibilità del RLC inizialmente individuato come candidato alla chiusura, utilizzando gli strumenti quantitativi e qualitativi a sua disposizione ad esempio analisi costi-benefici, metodo NPV, MCA, ecc. [10]. Durante questa fase del processo, l'attenzione si concentra sugli aspetti tecnici, economici e sociali della chiusura di un RLC al fine di valutare se sia sostenibile; esaminando l'intervento proposto da solo o tenendo conto di altri scenari di intervento, come ad esempio il



Figura 2 – RLC attivo – Attraversamento tra una linea ferroviaria principale a binario unico con una strada rurale/locale con traffico stradale giornaliero minimo sulla rete ferroviaria greca [8].

Figure 2 – Active RLC – Crossing between a single - track main railway line with a rural/local road with minimal daily road traffic on the Greek railway network [8].

when it is unsafe for the user to traverse the crossing [1][2].

- *Active (railway) level crossing: a level crossing where the crossing users are protected from or warned of the approaching train by devices activated when it is unsafe for the user to traverse the crossing [1][2].*
- *Track design speed: the speed considered in the design of the track alignment and corresponding railway infrastructure as a whole – consisting of the track superstructure and substructure, the civil engineering structures, as well as railway and E&M systems and premises [3].*
- *Daily traffic moment: the number of trains, in both directions of travel, per day multiplied by the number of crossing road vehicles of any type in both directions during the same twenty-four-hour period [3][4].*

2. Subject and application field

This paper deals with closure of Railway Level Crossings (RLC's) featuring only minimal daily road traffic (Fig. 1 and Fig. 2) [5][6][7]. The current research develops and presents a framework allowing Railway Infrastructure Managers (RIM's) to effectively assess which RLC may be critically reviewed and potentially cancelled without causing irrevocable and unbalanced burden to the neighbouring communities and adjacent / vertical road network users, such as, for instance: underserving local land use; or compelling local residents to forgo added-value activities they used to have access to; or significantly impacting on the time required for carrying out these activities.

mantenimento del soggetto RLC in quanto si sta ancora migliorando la sua costruzione e le sue caratteristiche operative o allo stesso modo, fornendo un sottopasso/calvacchia [6][8][9]. Durante la terza fase, il RIM, dopo aver esaminato i risultati della valutazione di fattibilità, propone al comitato di valutazione di chiudere l'RLC, portando così a una decisione presa nella quarta fase del processo e all'attuazione di tale decisione nella quinta e ultima fase dell'intera attività.

A questo proposito, il quadro analitico proposto contribuisce essenzialmente a tutte le fasi del processo di chiusura di un RLC e in particolare alla quarta, in quanto contribuisce ad affrontare efficacemente la sfida principale identificata durante l'intero processo, vale a dire il coinvolgimento delle parti interessate [5][6][7]. Inoltre, l'approccio metodologico proposto consente di delineare chiaramente l'insieme di ulteriori interventi tecnici che potrebbero essere necessari nell'area del RLC in esame, in modo che qualsiasi impatto negativo sui residenti locali (e le rispettive opposizioni come delineato sopra) sia mitigato con successo [11][12].

La chiusura di un RLC annulla essenzialmente i rischi di incidenti di sicurezza che avrebbero potuto verificarsi presso il soggetto RLC se fossero stati mantenuti. Tuttavia, il problema, in una certa misura, rimane, poiché è ancora possibile che l'RLC adiacente sia coinvolto a seguito del trasferimento del rischio derivante dal traffico stradale spostato, aumentando così l'ADTM nel RLC adiacente e di conseguenza il numero potenziale di incidenti in questi punti della linea [13][14][15][16]. Nei casi in cui entrambi gli RLC adiacenti sono abbastanza vicini da servire efficacemente gli utenti della strada deviata, la parte di traffico stradale servita dal RLC chiuso, che viene deviata verso ciascuna di esse, è solitamente calcolata in base alle distanze intermedie [8].

Quando i volumi di traffico stradale deviato sono particolarmente bassi, si può presumere che non verrà esercitato alcuno sforzo supplementare significativo sul RLC vicino. Tuttavia, quando il volume di traffico deviato è significativo, l'aumento risultante del numero potenziale di incidenti può essere calcolato con le formule di previsione degli incidenti esistenti che sono tipicamente basate sull'ADTM e su altre caratteristiche strutturali e operative del RLC [8][9].

Nonostante il problema rimanga in una certa misura, la chiusura di un RLC con traffico stradale giornaliero minimo e il transito del traffico stradale verso RLC adiacenti determinano considerevoli "economie di scala", poiché dal punto di vista della sicurezza, il traffico stradale migrante non è linearmente correlato con eventuali nuovi incidenti presso l'RLC adiacente; di conseguenza, il numero totale di incidenti di sicurezza, considerando sia l'RLC eliminato che quelli a sopportare il traffico stradale migrante è sempre inferiore a quello originale. Questo è irrilevante anche nel caso in cui il traffico stradale cancellato sia canalizzato attraverso una strada esistente sottopasso/calvacchia dove il rischio è mitigato in pieno.

The proposed methodological approach only covers RLC's with average daily road traffic ≤ 100 road vehicles where pedestrian use is also kept to a bare minimum. This traffic usage corresponds to RLC's where rail / road network crossings essentially concern main or secondary railway lines and rural or local roads [5][6][7], which also happen to be the majority of RLC's found in the Greek railway network.

The proposed methodological approach deals with RLC's closure appraisal on a standalone basis, assuming that closure of an RLC is not followed by replacing the cancelled premisses/assets, neither at the same or a close by location, nor by a road over/underpass. Potential closure of an RLC reduces the number of RLC's per track - km. The approach considers that, in removing an RLC, an alternative road connection exists or could be made available, henceby not weighing negatively, in terms of length and service level, on the adjacent road users; allowing them to still serve their needs using either neighbouring RLC or existing road under/overpasses in the area.

It is worth noting that many railway networks, in case of limited visibility at an RLC with small ADTM, often dictate automatic protection systems, such as barriers and audible/visual alarms [8][9].

The proposed methodological approach essentially addresses the first stage of an RLC's closure process, as mapped through relevant research on the Greek railway network, whereby the RIM, propped by the fact that such interventions have always (from an operations and maintenance perspective) a positive balance, seeks and identifies RLC's that may be proposed for closure to the relevant appraisal panel. Complementary to the proposed framework and the first stage of an RLC's closure process, the RIM is obliged, at a second stage, to proceed to a full feasibility assessment of the RLC initially identified as a candidate for closure, using the quantitative and qualitative tools available to them e.g. cost-benefit analysis, NPV method, MCA, etc. [10]. During this phase of the process, focus is on the technical, economic and social aspects of an RLC's closure in order to assess whether it is sustainable; either looking at the proposed intervention on its own or with consideration to other intervention scenarios, such as for instance, maintaining the subject RLC as is yet improving its construction and operational features or similarly, by providing a road under/overpass [6][8][9]. During the third stage, the RIM, having considered the results of the feasibility assessment, proposes to the appraisal panel the RLC to be closed, thereby leading to a decision being taken in the fourth stage of the process, and the implementation of that decision in the fifth and final stage of the entire undertaking.

In this respect, the proposed analytical framework contributes essentially to all stages in an RLC's closure process and specifically the fourth one since it helps to tackle effectively the main challenge that was identified throughout the entire process i.e. stakeholder buy-in [5][6][7]. In addition, the methodological approach proposed allows to clearly outline the ensemble of additional technical interventions that

Il quadro proposto e la relativa metodologia sono quindi ritenuti uno strumento utile che il RIM può sfruttare per valutare la chiusura di RLC in modo ponderato ed efficace, consentendo il confronto con tutte le parti interessate coinvolte nel processo, sia private che pubbliche. In ogni caso, è uno strumento che può aiutare il RIM a gestire efficacemente la sicurezza di RLC quando è chiamato a prendere decisioni su potenziali interventi, vale a dire se chiudere RLC, sostituirli con un sottopasso/cavalcavia o semplicemente migliorarne le caratteristiche tecniche e operative [9].

Questo documento è strutturato in sei sezioni. La Sezione 1 fornisce i simboli e le definizioni utilizzati nel testo. La Sezione 2 delinea l'oggetto e il campo di applicazione del documento. La Sezione 3 descrive il problema e convalida la necessità della ricerca intrapresa. Ciò è corroborato da ricerche in letteratura sull'argomento. La Sezione 4 presenta la metodologia proposta per valutare la fattibilità della chiusura dell'RLC, mentre la Sezione 5 presenta l'applicazione dell'approccio metodologico proposto in due RLC della rete ferroviaria greca. Infine, la Sezione 6 riassume i risultati della ricerca.

3. Descrizione del problema

Gli RLC sono installati su tutte le principali reti ferroviarie, *intercity*, velocità convenzionale, nonché su ferrovie urbane e moderni sistemi tranviari. La loro presenza, in tutti i casi detti, è ritenuta necessaria in quanto consentono l'attraversamento di binari ferroviari a raso sia per gli utenti della strada che per i pedoni, servendo quindi attività locali. Pur avendo impatti positivi sulle comunità in cui si trovano, gli RLC sopportano anche impatti e rischi negativi importanti [5][6][7][11][12][17]:

- L'esercizio ferroviario è significativamente degradato, soprattutto nel caso di RLC passivo, poiché in diverse occasioni il passaggio del treno avviene a velocità inferiori alla velocità di progetto del binario.
- L'RLC attivo aumenta i costi operativi e di manutenzione della rete.
- Gli RLC sono uno dei principali detrattori in termini di eccellenza della sicurezza dei binari, con il maggior numero di incidenti di sicurezza nelle reti principali con velocità convenzionale che si verificano presso gli RLC [8][9]. Inoltre, la maggior parte degli incidenti è grave, relazionata a pedoni colpiti da treni e/o collisioni di ferroviarie-veicoli stradali, che spesso provocano la morte e/o lesioni gravi. Non sorprende che, indipendentemente dal sistema o dai sistemi utilizzati per la loro protezione (RLC attivi o passivi), il numero di RLC per binario-km costituisca uno degli indicatori chiave di prestazione adottati dalle autorità ferroviarie per valutare qualitativamente la sicurezza e la sofisticazione offerte dalla rete ferroviaria [8][9]. Questo KPI deve essere il più basso possibile. A titolo indicativo, nell'UE-28 vi sono in media 5 RLC per 10 km di linea ferroviaria o 0,5 RLC/binario-km [18].

are likely to be needed around the RLC under study, so that any negative impact on residents (and respective resistance as outlined above) is successfully mitigated [11][12].

Closing an RLC essentially cancels out risks of safety incidents that could have taken place at the subject RLC if it were to be maintained. Nevertheless, the problem, to a certain extent remains, as it is still possible for the adjacent RLC to be affected because of the risk transfer deriving from the road traffic being transferred over, hence increasing ADTM in the adjacent RLC and as a result the potential number of incidents at these locations [13][14][15][16]. In cases where both neighbouring RLCs are close enough to effectively serve diverted road users, the portion of the road traffic served by the closed RLC that is diverted to each one is typically calculated based on the intervening distances [8].

When the diverted road traffic volumes are particularly low, it could be assumed that no significant extra strain will be placed on the neighbouring RLC. However, when the diverted traffic volume are significant, the resulting increase in the potential number of incidents may be calculated with existing accident prediction formulas that are typically based on the ADTM as well as other structural and operational characteristics of the RLC [8][9].

Despite the problem remaining to an extent, closure of an RLC featuring minimal daily road traffic and transiting of road traffic to adjacent RLC drives considerable "economies of scale", as from a safety standpoint, the migrating road traffic is not linearly correlated with any new incidents at the neighbouring RLC; as a result, the total number of safety incidents considering both the RLC being cancelled and the ones to bear the migrating road traffic is always less than the original one. This is irrelevant though in case the cancelled road traffic is channelled through an existing road under/overpass where the risk is mitigated in full.

The proposed framework and relevant methodology are hence believed to be a useful tool that RIM may leverage to assess RLC's closure frugally and effectively, allowing them to deal with all involved stakeholders in the process, both private and public. In any case, it is a tool that can assist RIM in managing RLC safety effectively when called upon to make decisions on potential interventions, that is whether to close RLC, replace them with an under/overpass or simply improve their technical and operational characteristics [9].

This paper is structured into six sections. Section 1 provides the symbols and definitions used in the text. Section 2 outlines the subject and application field of the paper. Section 3 describes the problem and validates the need for the research undertaken. This is underpinned by literature research on the subject matter. Section 4 presents the proposed methodology for assessing the feasibility of RLC closure, whilst Section 5 presents the application of the proposed methodological approach in two RLC's of the Greek railway network. Finally, Section 6, summarises the research results.

A tale riguardo, gli RLC nelle linee ferroviarie a velocità convenzionale dovrebbero essere limitati ai casi in cui sono necessari solo per attività non ferroviarie.

Gli RLC soggetti ad essere valutati come candidati idonei per l'eliminazione possono essere classificati in due gruppi:

- Quelli in cui la loro chiusura non sarà sostituita da un sottopasso/cavalcavia. In questo caso, il traffico stradale, se presente, è convogliato attraverso la rete di servizi stradali esistente e rispettivamente attraverso l'RLC successivo o precedente o sottopasso/cavalcavia. Questa categoria comprende gli RLC che non presentano un traffico stradale significativo e che possono essere caratterizzati come «non essenziali» [5]. La rimozione di questi RLC trova le autorità ferroviarie desiderose di agire, ma l'intera impresa può inciampare nell'opposizione dei residenti vicini e di terzi, spesso determinando conflitti a lungo termine e indecisione, come dimostrato dall'esperienza.
- Quelli in cui l'eliminazione di RLC è seguita dalla costruzione di un nuovo sottopasso/cavalcavia, nella stessa località o nelle vicinanze. Il traffico stradale, in questo caso, è convogliato attraverso la rete stradale esistente e attraverso il nuovo sottopasso/cavalcavia. Questo gruppo di RLC riguarda installazioni con grandi valori ADTM e molto spesso, importanti precedenti di incidenti: quindi questi RLC sono di solito considerati come «non efficaci». La chiusura di questi RLC spesso trova in accordo le autorità ferroviarie e le comunità vicine, poiché l'intervento congiunto elimina i rischi di incidente in quell'area, garantendo comunque un accesso altamente efficace dei residenti alle strutture locali, consentendo al contempo ai treni di circolare alle loro velocità nominali. Pur positiva dal punto di vista della sicurezza e del servizio, questa soluzione ha un costo di implementazione elevato e potenzialmente pesa negativamente, in termini di sostenibilità e integrazione urbana.

Il presente documento si concentra sul primo gruppo di eliminazione di RLC elencato sopra. L'eliminazione di un RLC senza prevedere una sostituzione attraverso un sottopasso/cavalcavia stradale ha impatti sia positivi (+) che negativi (-) [17]. In particolare:

Per il RIM e la linea ferroviaria in cui si trova l'RLC candidato alla chiusura:

- + Un miglioramento della sicurezza ferroviaria.
- + Riduzione dei tempi di percorrenza (ferroviaria).
- + Aumento della capacità del binario.
- + Una riduzione dei costi di esercizio e manutenzione, soprattutto nel caso di RLC attivi.
- + La possibilità di riassegnare i fondi ad altri RLC e/o impianti della rete in cui i miglioramenti possono avere un impatto maggiore per libbra nel territorio.
- Costo finanziario dei lavori necessari per l'eliminazione degli RLC.

3. Problem description

RLC's are installed across all main, intercity, conventional speed, railway networks, as well as urban railways and modern tramway systems. Their presence, in all previous cases, is deemed necessary as they allow for crossing of railway tracks at grade for both road users and pedestrians, thereby deserving local activities. Whilst having positive impacts on the communities where they are located, RLC's also bear significant negative impacts and risk [5][6][7][11][12][17]:

- *Rail operation is significantly degraded, especially in the case of passive RLC, as on several occasions, train pass-by occurs at speeds lower than track design speed.*
- *Active RLC increase operational and maintenance costs of the network.*
- *RLC's are a major detractor in terms of track safety excellence with the greatest number of safety incidents across conventional speed mainline networks occurring at RLC's [8][9]. In addition, majority of incidents is serious, relating to pedestrians being struck by trains and/or railway-road vehicle collisions often resulting in death and/or serious injuries. Unsurprisingly and irrespective of the system(s) used for their protection (active or passive RLC), the number of RLC's per track-km constitutes one of the KPI's adopted by railway authorities for qualitatively assessing the safety and sophistication offered by the railway network [8][9]. This KPI needs to be as low as possible. Indicatively, in EU-28, there are on average 5 RLC's per 10km of railway line or 0.5 RLC / track-km [18].*

In this respect, RLC's in conventional speed railway lines ought to be limited to those cases where only necessary for any non-railway related activities.

RLC's susceptible to being appraised as suitable candidates for closure may be classified in two groups:

- *Those whereby their closure will not be replaced by a road under/overpass. In these occasions, road traffic, if existing, is channelled through the existing road service network and via the next or previous RLC or under/overpass respectively. This category comprises RLC's that do not feature significant road traffic and which may be characterised as 'non-essential' [5]. Removal of these RLC's finds railway authorities eagerly willing to act, yet the entire undertaking may stumble on resistance from nearby residents and third parties, often ending up in long-term conflict and indecision-making as proven by experience.*
- *Those where RLC's closure is followed by construction, at the very same or nearby location, of a new road under/overpass. Road traffic, in this instance, is channelled through the existing road service network and via the new under/overpass. This group of RLC's concerns installations with great ADTM values and very often, a significant history of accidents, hence these RLC's are usually seen as 'non-effective'. Closure of these RLC's often*

Per i residenti nelle vicinanze e gli utenti locali della strada:

- + Aumento del valore dei terreni vicini [19].
- Un aumento della distanza che gli utenti della strada devono percorrere in modo che svolgano le stesse attività di prima della chiusura del RLC.
- Un calo nella facilità di accesso per gli utenti locali della strada e residenti. Lo stesso può influire sui servizi di emergenza.

Per la società in generale:

- + Una riduzione del numero di incidenti di sicurezza/km di linea e quindi una riduzione dei costi sociali.

Tenuto conto di quanto sopra, i gestori delle reti ferroviarie e i proprietari delle infrastrutture mirano generalmente a mantenere basso il numero di RLC per binario-km, esaminando e perseguendo potenziali opportunità di chiusura, ove possibile. Di conseguenza, in molti paesi la chiusura di RLC è diventata un'importante strategia per migliorare la sicurezza della rete ferroviaria nel suo complesso ed è un argomento di crescente attenzione per il RIM.

“Ci sono alcuni paesi o regioni in tutto il mondo che hanno programmi specifici di chiusura dei passaggi a livello per vari scopi” [6]. “Questi programmi forniscono supporto finanziario e una guida tecnica per risolvere i problemi incontrati durante il processo di chiusura sulla base dell'esperienza precedente. Inoltre, considerando che la chiusura di alcuni attraversamenti si rivela un'iniziativa audace e spesso complessa a causa dell'opposizione locale, di solito vengono adottate misure di incentivazione per facilitare il piano di chiusura, come dare denaro ai residenti vicini e stabilire zone tranquille” [12].

“Diversi sforzi nel passato descritti in letteratura hanno portato a quattro metodi principali per il supporto decisionale sulla chiusura di attraversamenti, tra cui la diagnosi di esperti, il rating euristico, il modello di albero decisionale e l'analisi dei costi-benefici basata sul rischio” [6].

“La diagnosi degli esperti è essenzialmente una decisione basata sulla conoscenza e sul giudizio professionale. Di solito comporta lo svolgimento di ispezioni in loco, la consultazione con le parti interessate e l'adozione di decisioni collettive da parte di un gruppo di funzionari governativi e rappresentanti dell'azienda ferroviaria e dell'autorità stradale” [6][20]. “Gran Bretagna, Australia e Canada hanno utilizzato questo metodo per molti anni. L'approccio diagnostico esperto è generalmente di natura soggettiva e spesso manca di strumenti di valutazione quantitativa sul rischio per la sicurezza. Inoltre, il processo può richiedere molto tempo, soprattutto quando si chiude in modo proattivo un gran numero di passaggi a livello da una vasta gamma di opzioni”.

“In un secondo approccio, viene utilizzata una classificazione euristica per determinare la priorità dei singoli attraversamenti ai fini della loro chiusura. L'idea alla base di

finds both railway authorities and nearby communities congruent since joint intervention cancels out accident risks in that area, still ensuring highly effective access of residents to local facilities whilst allowing trains to run at their nominal speeds. Whilst positive from a safety and service standpoint, this solution has a high implementation cost and potentially weighs negatively, in terms of sustainability and urban integration.

The present paper focusses on the first group of RLC's closure enumerated above. Closure of an RLC without foreseeing a replacement through a road under/overpass has both positive (+) and negative (-) impacts [17]. More in particular:

For the RIM and the railway line where the candidate for closure RLC is located:

- + *An improvement in railway safety.*
- + *A reduction in (railway) trip times.*
- + *An increase in track capacity.*
- + *A reduction in operation and maintenance costs, especially in the case of active RLC.*
- + *The possibility to reallocate funds to other RLC's and/or installations of the network where improvements may have a bigger impact per pound in the ground.*
- *Financial cost for works required for the elimination of the RLC.*

For nearby residents and local road users:

- + *An increase in value of nearby land [19].*
- *An increase in travel distance road users need to cover so that they fulfil the same activities as before the RLC closure.*
- *A drop in ease of access for local road users and residents. The same may affect emergency services.*

For society generally:

- + *A reduction in the number of safety incidents / km of line and therefore a reduction in social costs.*

Considering the above, railway network managers and infrastructure owners generally aim to keep the number of RLC's per track - km low by looking at and pursuing potential closure opportunities, where so possible. As a result, closing RLC has become an important strategy for improving the safety of the railway network as a whole in many countries and is an area of increasing focus for RIM.

“There are a few countries or regions around the world that have specific grade crossing closure programs for various purposes” [6]. “These programs provide funding support and technical guidance to solve the issues encountered during the closure process based on previous experience. Moreover, considering that closing some crossings proves a daring and often complex initiative due to local opposition, incentive measures are usually adopted to facilitate the closure plan, such as giving cash to nearby residents and establishing quiet zones” [12].

questo approccio è quella di applicare un'equazione multi-variabile per calcolare i punteggi per ogni attraversamento, che è una misura di priorità per la chiusura. Prima di applicare la formula di classificazione, i ricercatori di solito restringono gli attraversamenti candidati impostando soglie su alcune variabili. Ad esempio, il Dipartimento dei Trasporti della Florida [6][21] ha suggerito sei criteri per restringere l'elenco degli attraversamenti candidati per la chiusura: traffico giornaliero medio annuo <2000, numero giornaliero di treni >2, distanza massima dagli attraversamenti vicini <1300 piedi, attraversamenti a raso con un angolo di inclinazione estremo, non sulle rotte dei veicoli di emergenza, passaggi a livello a raso lungo un binario di linea di 1,6 km>5.

Come parte di uno studio a sostegno del programma di consolidamento del passaggio a livello a raso del Kansas, RUSSELL e MUTABAZI [5] hanno proposto una formula di valutazione euristica per classificare il rischio di sicurezza e la priorità di chiusura di un attraversamento. Sono stati incorporati sei fattori di rischio nella formula di classificazione finale sulla base del parere di un comitato consultivo, tra cui l'angolo di attraversamento, la distanza visiva, il grado di avvicinamento, il numero di treni giornaliero, la velocità del treno e il numero di binario. Il punteggio per un dato incrocio è definito come la somma dei pesi dei sei fattori. Tuttavia, questo studio considera solo la priorità della chiusura dal punto di vista del rischio per la sicurezza, ignorando alcuni fattori importanti come l'accessibilità spaziale. In un altro recente studio in Europa, ČIROVIĆ e PAMUČAR [22] hanno creato un modello di sistema di inferenza neuro-adattativo per prendere decisioni sull'investimento in attrezzature di sicurezza per passaggi a livello a raso. Questo sistema può essere adottato per il problema della chiusura del passaggio a livello a raso.

"In un terzo approccio, l'opportunità di chiudere un attraversamento è determinata da un modello ad albero decisionale, formato utilizzando i dati delle decisioni di chiusura passate per la mappatura tra le decisioni di chiusura (sì o no) e gli attributi di attraversamento. Questo approccio consiste essenzialmente nel cercare di apprendere le conoscenze di dominio degli esperti di sicurezza sulle decisioni relative alle chiusure degli attraversamenti utilizzando un modello di apprendimento automatico, il che significa anche che la precisione del modello dipenderebbe dalla correttezza delle decisioni prese in passato. Ad esempio, SOLEIMANI *et al.* [23] hanno sviluppato un modello di classificazione basato sull'apprendimento automatico chiamato XGboost per fornire supporto decisionale sulla chiusura dell'attraversamento."

"In un quarto approccio, un'analisi costi-benefici basata sul rischio può comprendere il problema della chiusura dal punto di vista dell'allocazione delle risorse e della riduzione del rischio di sicurezza allo stesso tempo. Questo metodo sembra essere più compatibile e flessibile. Tuttavia, per sostenere questo approccio è necessario sviluppare gli strumenti di valutazione dei costi e dei benefici in termini di sicurezza. In uno studio di SIYUAN QIU [6] viene

"Several past efforts described in the literature have resulted in four main methods for decision support on crossing closure, including expert diagnosis, heuristic rating, decision tree model, and risk-based benefit-cost analysis" [6].

"Expert diagnosis is essentially a decision which is based on professional knowledge and judgement. It usually involves conducting onsite inspections, consulting stakeholders, and making collective decisions by a team of government officials and representatives from the railway company and road authority" [6][20]. "Britain, Australia, and Canada have used this method for many years. The expert diagnosis approach is generally subjective in nature and often lacks quantitative assessment tools on safety risk. In addition, the process may take a long time, especially when proactively closing a large number of crossings from a wide range of options".

"In a second approach, a heuristic rating is used to determine the priority of individual crossings for being considered for closure. The idea behind this approach is to apply a multi-variable equation to calculate scores for each crossing, which is a measure of priority for closure. Before applying the rating formula, researchers usually narrow down candidate crossings by setting thresholds on some variables. For example, Florida Department of Transportation [6][21] suggested six criteria for narrowing the list of candidate crossings for closure: average annual daily traffic <2000, daily number of trains >2, maximum distance to the nearby crossings <1300 ft, grade crossings at an extreme skewed angle, not on the routes of emergency vehicles, grade crossings along a 1.6-km line track >5.

As part of a study to support Kansas's grade crossing consolidation program, RUSSELL and MUTABAZI [5] proposed a heuristic rating formula for ranking a crossing's safety risk and closure priority. Based on the opinion of an advisory committee, six risk factors were incorporated into the final rating formula, including crossing angle, sight distance, approach grade, daily train number, train speed, and track number. The rating score for a given crossing is defined as the sum of weights of the six factors. However, this study only considers the priority of closure from the safety risk aspect, ignoring some important factors such as spatial accessibility. In another recent study in Europe, ČIROVIĆ and PAMUČAR [22] created an adaptive neuro fuzzy inference system model to making decisions about investing in safety equipment for grade crossings. This system can be adopted to the grade crossing closure problem".

*"In a third approach, whether a crossing should be closed is determined by a decision tree model, which is trained using data of past closure decisions for mapping between closure decisions (yes or no) and crossing attributes. This approach is essentially about trying to learn the domain knowledge of the safety experts on decisions pertaining to crossing closures using a machine learning model, which also means that the accuracy of the model would depend on the correctness of the decisions made in the past. For example, SOLEIMANI *et al.* [23] developed a machine*

proposto un quadro basato sul rischio, che comprende uno *screening* preliminare e un modulo di analisi costi-benefici. Questo modulo determina i benefici previsti in termini di sicurezza, costi del tempo di percorrenza e costi di costruzione che potrebbero derivare dalla loro chiusura. Il beneficio in termini di sicurezza della chiusura di un determinato attraversamento è stimato utilizzando una serie di modelli di rischio di collisione per la frequenza e la gravità della collisione. Per stimare il costo del tempo di percorrenza extra che gli utenti della strada dovrebbero sostenere a causa della chiusura di un attraversamento, viene creato uno strumento di analisi dell'accessibilità in una ArcMap per calcolare la distanza di percorrenza extra, utilizzando i dati spaziali della rete stradale e ferroviaria. Infine, i rapporti benefici-costi del ciclo di vita di tutti gli attraversamenti candidati per la chiusura possono essere calcolati e utilizzati come criterio di classificazione per determinare la loro priorità di chiusura. L'applicazione e la razionalità del quadro proposto sono esaminate attraverso uno studio casistica di tre province canadesi."

Il quadro proposto in questo documento può essere considerato come una combinazione di una diagnosi esperta e uno strumento di valutazione euristica che può essere efficacemente implementato dal RIM per aiutare a valutare l'eliminazione di RLC in modo ponderato.

4. Quadro per verificare la fattibilità della chiusura del RLC

Come accennato in precedenza, per la chiusura di un RLC, pur non sostituendolo con un sottopasso/cavalcavia, non dovrebbe esserci alcun impatto avverso e negativo sulle attività dei residenti locali e in particolare degli utenti della strada.

A questo proposito, all'interno di questo documento viene sviluppato e proposto un quadro analitico che supporta il RIM nel:

- Valutare e identificare gli RLC potenzialmente idonei per la chiusura che potrebbero poi essere presentati alla rispettiva autorità di pianificazione per una decisione. Questi RLC possono essere classificati come "non essenziali" e presentare caratteristiche che non dovrebbero avere un peso negativo sostanziale sugli utenti della strada.
- Elaborare e formulare, se del caso, un insieme di interventi tecnici in relazione alla rete di servizi stradali adiacente e ai beni esistenti al fine di consentire il corretto funzionamento di percorsi alternativi – essenzialmente deviazioni – in modo da non sollevare obiezioni da parte dei vicini in merito alla rimozione di RLC.

Il quadro proposto include una procedura di controllo in due parti in cui entrambi i controlli devono rimanere veri allo stesso tempo; ciò include a) un controllo algoritmico relativo alla chiusura del RLC e b) un controllo di accessibilità stradale alternativo (deviazione).

learning-based classification model called XGboost for providing decision support on crossing closure".

"In a fourth approach a risk-based cost-benefit analysis can understand the closure problem from the perspective of resource allocation and safety risk reduction at the same time. This method seems to be more compatible and flexible. However, the tools for evaluating the costs and safety benefit are needed to be developed to support this approach. In a study contacted by SIYUAN QIU [6] a risk-based framework is proposed, including a preliminary screening and a cost-benefit analysis module. This module determines the expected safety benefit, travel time cost, and construction cost that could result from their closure. The safety benefit of closing a given crossing is estimated using a set of collision risk models for collision frequency and collision severity. To estimate the extra travel time cost that road users would experience due to the closure of a crossing, an accessibility analysis tool is created in a ArcMap to calculate the extra travel distance, using the spatial data of road and railway network. Lastly, the life-cycle benefit-cost ratios of all candidate crossings for closure can be calculated and used as a ranking criterion for determining their priority of closure. The application and rationality of the proposed framework are examined through a case study of three provinces in Canada".

The framework proposed in this paper may be considered as a combination of an expert diagnosis and a heuristic rating tool that can be effectively deployed by RIM to help assess RLC closure frugally.

4. A framework for checking RLC closure feasibility

As mentioned above, for closing an RLC whilst not replacing it with a road under/overpass, there should be no irrevocable, adverse impact on the local residents' activities and in particular road users.

In this respect, within this paper it is developed and proposed an analytical framework that supports RIM in:

- *Assessing and identifying RLC's potentially suitable for closure that could be then brought forward for a decision to the respective planning authority. These RLC's may be characterised as 'non-essential' and have features that are not expected to weigh negatively materially on road users.*
- *Shaping and formulating, where relevant, an ensemble of technical interventions in relation to the adjacent road service network and existing assets in order to enable alternative routes – essentially detours – to function adequately so as to waive any objections from nearby neighbours with regards to RLC removal.*

The proposed framework includes a two-part checking procedure where both checks need to stand true at the same time; this includes a) an algorithmic check pertaining to RLC closure, and b) an alternative road (detour) accessibility check.

α) Controllo algoritmico chiusura del RLC

L'algoritmo per consentire ad un RIM di decidere se proporre o meno un RLC per la chiusura è riportato di seguito:

1. Un RLC non è proposto per la chiusura se ci sono ragioni convincenti e speciali per il suo esercizio. Tali ragioni possono essere connesse, ad esempio, ad aspetti della sicurezza nazionale come il mantenimento dell'accesso senza ostacoli a un'installazione militare.
2. Un RLC non sarà proposto per la chiusura nel caso in cui non vi siano motivi speciali per mantenere il suo esercizio (come in 1 sopra), tuttavia il numero di veicoli stradali che attraversano al giorno (ADT) è zero e non si prevede che cambi nel prossimo futuro.
3. Un RLC può essere proposto per la chiusura nel caso in cui non vi siano motivi particolari per mantenere il suo funzionamento (come in 1 sopra) e siano soddisfatte le seguenti condizioni:
 - a. $10 \geq \text{ADT} > 0$, dove ADT è il traffico medio giornaliero di veicoli stradali di qualsiasi tipo.
 - b. $S \leq 3$ km, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario (cfr. Fig. 3) $S = FC$, tra il passaggio a livello della ferrovia in esame e il passaggio su strada più vicino, in entrambi i sensi di marcia, indipendentemente dal fatto che sia a raso con la linea ferroviaria o meno.
 - c. L'RLC più vicino o il sottopasso/cavalcavia stradale possono servire efficacemente il traffico stradale aggiuntivo derivante dal RLC chiuso (sia in termini di volume che di tipo di traffico).
4. Un RLC può essere proposto per la chiusura nel caso in cui non vi siano motivi particolari per mantenere il suo funzionamento (come in 1 sopra) e siano soddisfatte le seguenti condizioni:
 - a. $100 \geq \text{ADT} > 10$
 - b. $S \leq 2$ km, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario (cfr. Fig. 3) $S = FC$, tra il passaggio a livello della ferrovia in esame e l'attraversamento stradale più vicino, in entrambi i sensi di marcia, indipendentemente dal fatto che sia a raso con la linea ferroviaria o meno.
 - c. L'RLC più vicino o il sottopasso/cavalcavia possono servire efficacemente il traffico stradale aggiuntivo derivante dal RLC chiuso (sia in termini di volume che di tipo di traffico).

Note:

- È stato adottato il valore di 2 km per la distanza S previo consenso di otto esperti in materia [8][9]. Per ricavare il valore scelto, si è tenuto debitamente conto del numero medio di RLC per binario - km nell'UE-28, che secondo i dati dell'ERA e di Eurostat [18] è 0,525, corrispondente a 1 RLC per 2 km.
- Il caso di un ADT superiore non viene preso in considerazione nel presente documento. Vale la pena ricordare però che, considerando un numero giornaliero di treni in transito pari a 20 e un ADT pari a 100, l'ADTM

α) RLC closure algorithmic check

The algorithm to enable an RIM to decide whether or not to propose an RLC for closure is shown below:

1. *An RLC is not proposed for closure if there are compelling, special reasons for its operation. Such reasons may be related to e.g. aspects of national security such as maintaining unimpeded access to a military installation.*
2. *An RLC will not be proposed for closure in case there are no special reasons for maintaining its operation (as in 1 above), yet the number of crossing road vehicles daily (ADT) are nil and it is not expected for this to change in the near future.*
3. *An RLC may be proposed for closure in case there are no special reasons for maintaining its operation (as in 1 above) and the following conditions are satisfied:*
 - a. *$10 \geq \text{ADT} > 0$, where ADT is the average daily traffic of road vehicles of any sort.*
 - b. *$S \leq 3$ km, where S is the distance, measured along the track centre line (see Fig. 3) $S = FC$, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing, in either direction of travel, whether at grade with the railway line or not.*
 - c. *The nearest RLC or road under/overpass can service effectively the additional road traffic deriving from the closed RLC (both in terms of volume and type of traffic).*
4. *An RLC may be proposed for closure in case there are no special reasons for maintaining its operation (as in 1 above) and when the following conditions apply:*
 - a. *$100 \geq \text{ADT} > 10$*
 - b. *$S \leq 2$ km, where S is the distance, measured along the track centre line (see Fig. 3) $S = FC$, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing, in either direction of travel, whether at grade with the railway line or not.*
 - c. *The nearest RLC or road under/overpass can service effectively the additional road traffic deriving from the closed RLC (both in terms of volume and type of traffic).*

Notes:

- *The value of 2 km for distance S has been adopted following consensus of eight subject matter experts [8][9]. To derive the chosen value, due consideration was paid to the average number of RLC's per track - km in EU-28 which according to ERA and Eurostat [18] data is 0.525 corresponding to 1 RLC per 2 km.*
- *The case of a higher ADT is not being considered in the present paper. It is worth mentioning though that, considering a number of passing trains daily equal to 20 and an ADT of 100, the ADTM equals 2000. According to the Greek regulation for railway level crossings, this value is considered to be the limit value for not installing active RLC on a line with good visibility [8][9].*

è pari a 2000. Secondo la normativa greca per i passaggi a livello ferroviari, questo valore è considerato il valore limite per non installare RLC attivi su una linea con buona visibilità [8][9].

β) Controllo deviazione utente strada

Tale controllo richiede l'identificazione di tutti i percorsi alternativi da parte del RIM (idealmente in collaborazione con le autorità locali) che possono essere utilizzati dagli utenti della strada al momento della chiusura del RLC oggetto di studio. Ciò richiede una convalida obbligatoria in loco e include il calcolo della lunghezza della deviazione S_i ma richiede anche la conferma della fattibilità di tale opzione in relazione agli aspetti funzionali /di livello di servizio, ad esempio la qualità della superficie. Tenuto conto che, per l'ADT basso considerato, le strade di attraversamento sono spesso strade rurali, la verifica del percorso alternativo dovrebbe essere eseguita quando si prevede che le condizioni in loco siano le più sfavorevoli (ad esempio, durante la stagione invernale per la Grecia).

La lunghezza della deviazione è calcolata come la differenza tra la nuova lunghezza della strada che collega gli stessi due punti su ciascun lato del RLC in esame e la rispettiva lunghezza esistente. Si propone che questa lunghezza non sia più lunga di due volte la lunghezza S_{max} (vedi Eq. (1)). È stato adottato un fattore moltiplicatore pari a '2' in seguito al consenso tra otto esperti in materia [8][9].

$$S_i \leq 2 \cdot S_{max} \quad (1)$$

Un esempio di calcolo per la lunghezza di deviazione di un RLC fittizio è illustrato a titolo indicativo nella Fig. 3. Supponendo che la verifica della chiusura del RLC 'F' (punto 'F') sia in corso e che il traffico ferroviario sia convogliato al successivo RLC 'C' (punto 'C'). Nel caso specifico, si ritiene che un utente fittizio della strada inizi il suo viaggio al punto 'A' e termini dall'altra parte dell'RLC 'F', cioè al punto 'E'. Se l'RLC 'F' deve essere chiuso, l'utente della stra-

β) Road user detour / diversion check

This check necessitates identification of all alternative routes by the RIM (ideally in cooperation with local authorities) that may be used by road users upon closure of the RLC under study. This requires an obligatory on-site validation and includes calculating the detour length S_i yet also necessitates confirming feasibility of that option as it relates to functional / service level aspects, e.g. surface quality. Considering that, for the low ADT considered, crossing roads are often rural roads, alternative route verification should be performed when conditions on-site are expected to be the most adverse (e.g. winter time for Greece).

The detour length is calculated as the difference between the new road length connecting the same two points at each side of the RLC under study and the respective existing length. This length is proposed not to be longer than two times the length S_{max} (see Eq. (1)). A multiplying factor equal to '2' has been adopted following consensus between eight subject matter experts [8][9].

$$S_i \leq 2 \cdot S_{max} \quad (1)$$

Fig. 3 illustrates indicatively a calculation example for the detour length of a fictitious RLC. Assuming RLC 'F' (point 'F') is being checked for closure and that railway traffic is channelled to the next RLC 'C' (point 'C'). In this specific case, it is considered that a fictitious road user commences his journey at point 'A' and ends on the other side of RLC 'F', at point 'E' namely. If the RLC 'F' is to be closed, the road user would then still commence his journey at point 'A' and end at point 'E' yet executing route 'ABCDE'.

The detour length is

$$S_i = AB + BC + CD + DE - EF - FA \quad (2)$$

Since $S_i \leq 2 \cdot S_{max}$, the detour check is positive, where $S_{max} = 2 \text{ ń } 3$.

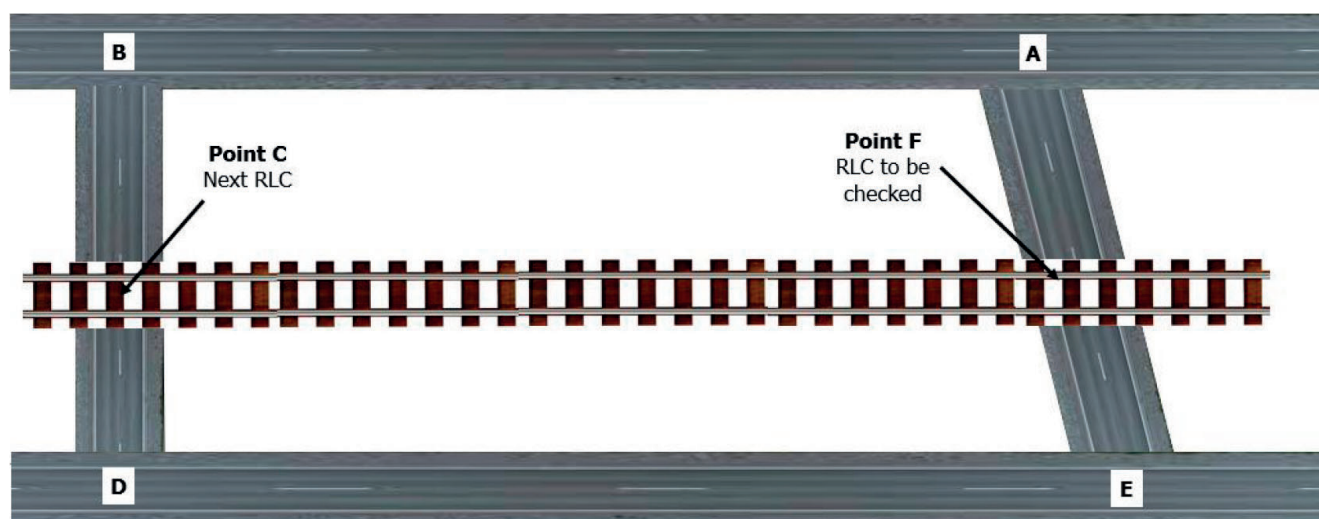


Figura 3 – Controllo della lunghezza della deviazione – Un esempio.
Figure 3 – Checking detour length – An example.

da inizierà comunque il suo viaggio al punto 'A' e terminerà al punto 'E', mentre eseguirà l'itinerario «ABCDE».

La lunghezza della deviazione è

$$S_t = AB + BC + CD + DE - EF - FA \quad (2)$$

Poiché $S_t \leq 2 \cdot S_{\max}$, il controllo della deviazione è positivo, dove $S_{\max} = 2 \cdot \eta \cdot 3$.

Lo stesso processo deve essere applicato per l'RLC adiacente, se presente.

Per garantire che la chiusura di un RLC sia possibile, quando si tratta della lunghezza della deviazione, è sufficiente che uno dei controlli in questo gruppo sia positivo e che la deviazione stessa sia percorribile da tutti i veicoli stradali durante tutto l'anno.

Note:

- Se eventuali asset all'interno del percorso alternativo (ad esempio rete stradale, RLC adiacente, sottopasso/cavalcavia non soddisfacenti i criteri di servizio richiesti per la deviazione per essere percorribile), allora il RIM è costretto a plasmare gli interventi tecnici necessari richiesti per migliorarlo. Nel caso in cui non ci sia una rete di assistenza collaterale, va da sé che, se i proprietari di terreni adiacenti/le parti interessate sono d'accordo, ciò può essere fornito da zero.
- I punti 'A' ed 'E' possono differire a seconda dei casi e delle condizioni specifiche applicabili a ciascun RLC. Potrebbero riferirsi ai punti di partenza-destinazione della maggior parte degli utenti della strada, ma potrebbero anche riferirsi alla media geometrica della distanza tra due RLC consecutivi.

Vale la pena notare che il quadro suggerito dal presente documento non considera la costruzione, l'installazione o le caratteristiche operative di un RLC (come, ad esempio, la visibilità del RLC, l'angolo di attraversamento, l'allineamento stradale orizzontale/incrociante, il numero di binari ferroviari, la cronologia degli incidenti di sicurezza, i sistemi di protezione RLC, il traffico giornaliero medio dei treni, la velocità massima di marcia dei treni, l'illuminazione del RLC o altro) che sebbene siano stati riscontrati nella ricerca come fattori contribuenti, sono stati valutati come non rilevanti per i casi di studio esaminati nel presente documento. Questo è importante per garantire che il processo rimanga diretto, frugale e semplice da usare rispetto ad altri *toolbox* più generici presenti in letteratura.

5. Esempi applicativi

5.1. Valutazione del RLC con conseguente mantenimento dell'attraversamento

Considerando l'RLC passivo situato alla progressiva 24+002 della linea ferroviaria Salonicco-Alessandropoli della rete ferroviaria greca. Questo specifico RLC presenta una protezione attiva che è fuori servizio (Fig. 4 - Attraversamento 1).

A seguito delle più recenti misurazioni del traffico stradale, si applica quanto segue:

The same process needs to be applied for the adjacent, if existing, RLC.

To ensure the closure of an RLC is possible, when it comes to the detour length, it is enough for one of the checks in this group to be positive and the detour itself to be trafficable by all road vehicles throughout the year.

Notes:

- *If any assets within the alternative route (e.g., road network, adjacent RLC, road under/overpass do not meet the service criteria required for the detour to be trafficable), then the RIM is compelled to shape the necessary technical interventions required to improve this. In case there is no side service network, it goes without saying that, if adjacent landowners/stakeholders agree, this may be provided from scratch.*
- *Points 'A' and 'E' may differ per case and depend on the specific conditions applicable to each RLC. They might refer to points of departure-destination of most road users, but, they might also refer to the geometric mean of the distance between two consecutive RLC's.*

It is worth noting that the framework suggested by the current paper does not consider construction, installation or operational characteristics of an RLC (such as, for instance, RLC visibility, crossing angle, horizontal/vertical road alignment, railway tracks' number, safety incident history, RLC protection systems, average daily train traffic, maximum train running speed, RLC lighting or else) which although found in research to be contributing factors, have been assessed as not relevant for the case studies examined herein. This is important in ensuring the process remains straight forward, frugal and simple to use compared to other more generic toolboxes found in the literature.

5. Case examples

5.1. RLC assessment resulting in maintaining the crossing

Considering the passive RLC located at KP 24+002 of the railway line Thessaloniki-Alexandroupolis of the Greek railway network. This specific RLC features active protection that is out of service (Fig. 4 - Crossing 1).

Following the latest road traffic measurements, the following apply:

- $ADTM = 134$.
- *Number of road vehicles passing during the summer period (24 h) = 8.*
- *Number of road vehicles passing during the winter period (24 h) = 17.*
- $ADT = (8 + 17) / 2 \approx 13$.

α) RLC closure algorithmic check

Considering the information out of the field surveys, the ADT of the subject RLC 1 is 13 vehicles, that is the condition enumerated previously applies i.e. $100 \geq 13 > 10$. It has been

- ADTM=134.
- Numero di veicoli stradali che transitano durante il periodo estivo (24 ore)=8.
- Numero di veicoli stradali che transitano durante il periodo invernale (24 ore)=17.
- ADT=(8+17)/2≈13.

α) Controllo algoritmico chiusura RLC

Considerando le informazioni al di fuori delle indagini sul campo, l'ADT del soggetto RLC 1 è di 13 veicoli, ossia si applica la condizione enumerata in precedenza cioè $100 \geq 13 > 10$. È stato inoltre confermato che non vi sono particolari motivi che vietino la chiusura del soggetto RLC 1.

Di conseguenza, per proporre la chiusura del soggetto RLC 1, almeno una delle seguenti tre condizioni dovrebbe essere vera e certamente la quarta (vedi Tab. 1).



Figura 4 – Immagine del RLC 1.
Figure 4 – Picture of RLC 1.

Tabella 1 – Table 1

Condizioni relative alla chiusura del RLC 1
Conditions pertaining to closure of RLC 1

	Condizioni Conditions	Note Observations	Conclusioni Conclusions
1	$S \leq 3$ km, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e l'attraversamento stradale più vicino <i>$S \leq 3$ km, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing</i>	Il precedente RLC è molto lontano (Progressiva 14+650) <i>The previous RLC is at a great distance afar (KP 14+650)</i>	Non è vero (9,352 >3) <i>Not true (9,352 >3)</i>
2	$S \leq 3$ km, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e l'attraversamento stradale più vicino <i>$S \leq 3$ km, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing</i>	Il prossimo RLC (Progressiva 27+764) è a 3,798 km di distanza <i>The next RLC (KP 27+764) is at 3.798 km afar</i>	Non è vero 3.762 >3 <i>Not true 3.762 >3</i>
3	$S \leq 3$ km, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e l'attraversamento stradale più vicino <i>$S \leq 3$ km, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing</i>	C'è un sottopasso / cavalcavia a 6 km di distanza (a valle) <i>There is a road under / overpass at 6 km afar (downstream)</i>	Non è vero (6>3) <i>Not true (6>3)</i>
4	L'RLC più vicino o il sottopasso/cavalcavia possono servire efficacemente il traffico stradale aggiuntivo derivante dal RLC chiuso (sia in termini di volume che di tipo di traffico) <i>The nearest RLC or road under/overpass may service effectively the additional road traffic deriving from the closed RLC (both in terms of volume and type of traffic)</i>	Utilizzando questi sottopassi/cavalcavia esistenti la deviazione è troppo lunga. La rete stradale dopo "Petroto" non è percorribile <i>The detour using these existing under/overpasses is too long. The road network after 'Petroto' is not trafficable</i>	Non è vero Not true

β) Controllo deviazione utente strada

La Fig. 5 illustra la deviazione nel caso di chiusura del RLC 1. Poiché il primo controllo non è riuscito, il controllo della deviazione non è stato eseguito completamente.

Considerando entrambi i controlli, l'RLC 1 deve essere mantenuto.

5.2. Valutazione RLC con conseguente chiusura dell'attraversamento

Considerando l'RLC passivo situato alla progressiva 77+640 della linea ferroviaria Salonico-Florina della rete ferroviaria greca (Fig. 6 - Attraversamento 2).

A seguito delle più recenti misurazioni del traffico stradale, si applica quanto segue:

- ADTM=447.
- Numero di veicoli stradali che transitano durante il periodo estivo (24 ore)=115.
- Numero di veicoli stradali che transitano durante il periodo invernale (24 ore)=34.
- $ADT=(115+34)/2 \approx 75$.

α) Controllo algoritmico chiusura RLC

Considerando le informazioni fuori dai sondaggi sul campo, l'ADT del soggetto RLC 2 è di 75 veicoli, cioè si applica la condizione enumerata in precedenza $100 \geq 75 > 10$.

È stato inoltre confermato che non vi sono particolari



Figura 5 – Deviazione del RLC 1.
Figure 5 – Detour of RLC 1.

also confirmed that there are no special reasons forbidding the closure of the subject RLC 1.

As a result, to propose the closure of the subject RLC 1, at least one of the following three conditions would need to stand true and definitely the fourth one (see Tab. 1).

β) Road user detour / diversion check

Fig. 5 illustrates the detour in the case of RLC 1 closure. Since the first check failed, the detour check has not been run in full.

Considering both checks, RLC 1 needs to be maintained.

5.2. RLC assessment resulting in closure of the crossing

Considering the passive RLC located at KP 77+640 of the railway line Thessaloniki-Florina of the Greek railway network (Fig. 6 - Crossing 2).

Following the latest road traffic measurements, the following apply:

- ADTM=447.
- Number of road vehicles passing during the summer period (24 h)=115.
- Number of road vehicles passing during the winter period (24 h)=34.
- $ADT=(115+34)/2 \approx 75$.

α) RLC closure algorithmic check

Considering the information out of the field surveys, the ADT of the subject RLC 2 is 75 vehicles, that is the condi-



Figura 6 – Immagine del RLC 2.
Figure 6 – Picture of RLC 2.

motivi che vietino la chiusura del soggetto RLC 2. Di conseguenza, per proporre la chiusura del soggetto RLC 2 almeno una delle seguenti tre condizioni dovrebbe essere vera e certamente la quarta (vedi Tab. 2).

β) Controllo deviazione utente strada

La Fig. 7 illustra la deviazione nel caso di chiusura del RLC 2.

La lunghezza della deviazione è:

$$S_t = AB + BC + CD + DE - AE = 1031 + 895 + 331 + 1195 - 368 - 259 = 2,825 \text{ m} = 2,825 \text{ km}$$

$$S_t = 2,825 \leq 2 \cdot S_{\max}$$

dove $S_{\max} = 2 \text{ km}$.

tion enumerated previously applies $100 \geq 75 > 10$. It has also been confirmed that there are no special reasons forbidding the closure of the subject RLC 2.

As a result, to propose the closure of the subject RLC 2 at least one of the following three conditions would need to stand true and definitely the fourth one (see Tab. 2).

β) Road user detour / diversion check

Fig. 7 illustrates the detour in the case of RLC 2 closure.

The detour length is:

$$S_t = AB + BC + CD + DE - AE = 1031 + 895 + 331 + 1195 - 368 - 259 = 2825 \text{ m} = 2.825 \text{ km}$$

$$S_t = 2.825 \leq 2 S_{\max}$$

Tabella 2 – Table 2

Condizioni relative alla chiusura del RLC 2
Conditions pertaining to closure of RLC 2

	Condizioni Conditions	Note Observations	Conclusioni Conclusions
1	$S \leq 2 \text{ km}$, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e il passaggio su strada più vicino $S \leq 2 \text{ km}$, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing	Il precedente RLC (Progressiva 75+255) è a 2,385 km di distanza The previous RLC (KP 75+255) is at 2.385 km afar	Non è vero 2,385 > 2 Not true 2.385 > 2
2	$S \leq 2 \text{ km}$, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e l'attraversamento stradale più vicino $S \leq 2 \text{ km}$, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing	Il successivo RLC (Progressiva 78+700) è a 1,060 km di distanza (Fig. 7) The next RLC (KP 78+700) is at 1.060 km afar (Fig. 7)	Vero 1,060 < 2 True 1.060 < 2
3	$S \leq 2 \text{ km}$, dove S è la distanza, misurata lungo la linea mediana del binario, tra il passaggio a livello ferroviario in esame e l'attraversamento stradale più vicino $S \leq 2 \text{ km}$, where S is the distance, measured along the track centre line, between the railway level crossing under study and the nearest road crossing	C'è un cavalcavia in direzione di Salonicco che non è tuttavia collegato con una rete stradale percorribile al punto A (Fig. 7) There is a road overpass in the direction to Thessaloniki which is however not connected with a trafficable road network to point A (Fig. 7)	Non è vero Not true
4	L'RLC più vicino o il sottopasso/cavalcavia possono servire efficacemente il traffico stradale aggiuntivo derivante dal RLC chiuso (sia in termini di volume che di tipo di traffico) The nearest RLC or road under/overpass may service effectively the additional road traffic deriving from the closed RLC (both in terms of volume and type of traffic)	Il prossimo RLC è un RLC attivo e potrebbe supportare efficacemente i suoi utenti stradali, grazie al basso traffico stradale del RLC esistente The next RLC is an active RLC and may, thanks to the low road traffic of the existing RLC support effectively its existing road users	Vero True



Figura 7 – Deviazione del RLC 2.

Figure 7 – Detour of RLC 2.

Considerando entrambe le verifiche, si potrebbe proporre l'RLC 2 per la chiusura.

6. Conclusioni

La chiusura del RLC è diventata un'importante strategia in molti paesi per migliorare la sicurezza della rete ferroviaria nel suo complesso ed è un'area di crescente attenzione per i gestori dell'infrastruttura ferroviaria. Considerando che la chiusura di alcuni attraversamenti si rivela un'iniziativa audace e spesso complessa a causa di questioni principalmente di opposizione locale (almeno per la rete ferroviaria greca, come dimostra l'esperienza degli autori) derivare un approccio su misura a quella che è una questione che può presentare diversi aspetti e variazioni può offrire vantaggi significativi alle autorità ferroviarie nell'affrontare questo problema in modo efficace.

Questa ricerca ha presentato un quadro analitico che consente ai gestori dell'infrastruttura ferroviaria di gestire la sicurezza ai passaggi a livello ferroviari con un traffico giornaliero minimo (≤ 100 veicoli stradali), che sia passivo o attivo; valutare la chiusura dei passaggi a livello ferroviari, se necessaria, in modo semplice, ma conciso e frugale; e, infine, identificare efficacemente la portata degli interventi tecnici e operativi aggiuntivi che potrebbero essere necessari, in prossimità dei passaggi a livello ferroviari considerati per la chiusura.

where $S_{max}=2$ km.

Considering both checks, RLC 2 may be proposed for closure.

6. Conclusions

RLC closure has become an important strategy for improving the safety of the railway network as a whole in many countries and is an area of increasing focus for railway infrastructure managers. Considering that the closure of some crossings proves to be a daring and often complex initiative due to mainly local opposition issues (at least for the Greek railway network, as the authors' experience shows) deriving a tailored approach to what is an issue that may feature several facets and variations may offer significant advantages to railway authorities in tackling this effectively.

This research paper presented an analytical framework allowing railway infrastructure managers to manage safety at railway level crossings with minimal only daily traffic (≤ 100 road vehicles), whether passive or active; assess railway level crossings' closure, where needed, in a simple, yet concise and frugal way; and eventually, effectively identify the full extent of additional technical and operational interventions likely to be needed, in proximity to the railway level crossings considered for closure.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] European Union, Official Journal of the European Union (2014), “*Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council as regards common safety indicators and common methods of calculating accident costs*”, L 201, pp. 9-17, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:201:FULL&from=RO>.
- [2] European Union, Directive (EU) (2016), “*2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety*” (Text with EEA relevance), <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/798/oj>.
- [3] C. PYRGIDIS (2021), “*Railway Transportation Systems: Design, Construction and Operation*”, second edition, Taylor and Francis.
- [4] Office of Rail Regulation, Managing Level Crossings (2010), “*Guide for designers, operators and users*” - Consultation, April.
- [5] E.R. RUSSEL, M.I. MUTABAZI (1998), “*Rail-Highway Grade Crossing Consolidation in Kansas*”, Transportation research record 1648, Paper No. 98-0910.
- [6] S. QIU (2022), “*A Risk-Based Decision Support Framework for Railway-Highway Grade Crossing Closures*”, thesis for the degree of Master of Applied Science in Civil Engineering, University of Waterloo, Ontario, Canada.
- [7] U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Federal Highway Administration, Highway-Railroad Grade Crossings (1994), “*A Guide To Crossing Consolidation And Closure*”, July, Washington D.C., USA.
- [8] Aristotle University of Thessaloniki (2022), “*Provision of supporting services for the development of a safety management system for railway level crossings - Pilot application at railway level crossings of the Greek railway network*”, research program, AUTH / OSE, April, Thessaloniki, Greece.
- [9] Hellenic Railway Organization (OSE) (1974), “*Greek regulation for the railway level crossings*”, Athens.
- [10] A.R. PREST, R. TURVEY (1966), “*Cost-benefit analysis: a survey*”. In *Surveys of economic theory*, pp. 155-207, Palgrave Macmillan, London.
- [11] VAGO - Victorian Auditor (2017), “*General Office Managing the level crossing removal program*”, Report, 2017M.
- [12] TRAN-SET (2018), “*Transportation Consortium of South-Central States Research Incentive Programs for Closures of Public and Private Grade Crossings*”, Project No. 17PPLSU13, Lead University: Louisiana State University, Final Report.
- [13] J. HEAVISIDES, A. LITTLE (2006), “*Hot topics in controlling risks at level crossings*”. Διαθέσιμο: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.558.9059&rep=rep1&type=pdf>.
- [14] M. MORFOULAKI, P. PAPAIOANNOU, C. PYRGIDIS (1994), “*Accident prediction at railway grade crossings: Application to the Greek railway network*”, Rail Engineering International, No.4, The Netherlands, pp.9-12
- [15] SAFER-LC (2018), “*Deliverable 1.3- Needs and requirements for improving level crossing safety*”. Available at: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b8375be7&appId=PPGMS>.
- [16] Indian Railways Country Paper (2015), “*Scale and severity of railway level crossing accident problem in selected countries of the region*”. Available at: https://indianrailways.gov.in/railwayboard/uploads/directorate/finance_budget/Budget_2015-16/White_Paper_English.pdf.
- [17] C. DE GRUYTER, G. CURRIE (2016), “*Rail-road impacts: an international synthesis Transport Reviews*”, Volume 36, Issue 6, pp 793-815, <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1188429>.
- [18] EUROSTAT-ERA (2014).
- [19] J. LIANG, K. MO KOO, C. LIN LEE (2021), “*Transportation infrastructure improvement and real estate value: impact of level crossing removal project on housing prices*”, Transportation 48:2969-3011, <https://doi.org/10.1007/s11116-020-10157-1>, Published online: 2 January 2021.
- [20] FRA (Federal Railroad Administration) (1994), “*Highway-Railroad Grade Crossings: A Guide to Crossing Consolidation and Closure*”.
- [21] Florida Department of Transportation (2000), “*Rail Manual*”, Topic No. 725-080-002, March.
- [22] G. ČIROVIĆ, D. PAMUČAR (2013), “*Decision support model for prioritizing railway level crossings for safety improvements: Application of the adaptive neuro-fuzzy system*”. Expert Systems with Applications, 40(6), pp. 2208-2223.
- [23] S. SOLEIMANI, S.R. MOUSA, J. CODJOE, J.M. LEITNER (2019), “*A comprehensive railroad-highway grade crossing consolidation model: a machine learning approach*”. Accident Analysis & Prevention, 128, pp. 65-77.

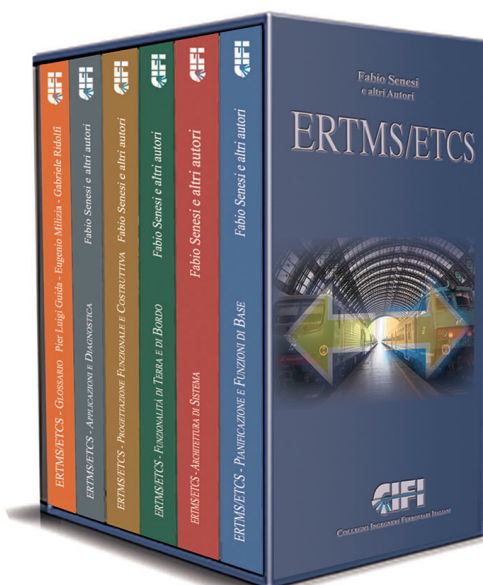
ERTMS/ETCS

*Collana di 6 volumi con
Appendice ed Aggiornamenti on-line*

I volumi, con circa 2.000 pagine, sono stati redatti a valle del Corso CIFI sul Sistema ERTMS/ETCS, ad opera di Fabio Senesi e di altri 43 specialisti del settore fra Autori, Istruttori e Revisori. I vari argomenti sono trattati per essere utili sia ai progettisti che ai cultori ferroviari. I capitoli dei volumi sono linkati con il sito CIFI www.wikirail.it in cui saranno pubblicati gli eventuali aggiornamenti che, nel tempo, si avranno nelle varie fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio del Sistema.

I testi sono un riferimento aggiornato sia per oggi che per il futuro.

**La collana non è solo libri, bensì un continuo servizio
sia formativo che informativo su ERTMS/ETCS**



Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Lombardia: Trenord potenzia il servizio e si sfiorano i 700 mila passeggeri al giorno

- Sulla Milano-Laveno altri due nuovi treni Caravaggio

Prosegue il potenziamento del servizio ferroviario lombardo: Trenord ha aggiunto due nuove corse sulla linea Milano Cadorna-Asso, per un'offerta complessiva di oltre 2170 collegamenti giornalieri sull'intera rete. Inoltre, due treni Caravaggio in più circolano sulla linea Milano Cadorna-Varese Nord-Laveno Mombello Lago, che ha visto il primo ingresso di due convogli nuovi lo scorso 5 settembre.

E i passeggeri tornano sempre più a prendere il treno: è in costante crescita il numero dei viaggiatori giornalieri, che per la prima volta dopo la pandemia torna a sfiorare i 700mila, senza pari nelle altre regioni della Penisola.

L'inserimento in esercizio dei nuovi treni ha consentito di migliorare significativamente le performance, oltre che il confort dei viaggiatori. Alcune cifre: sulla linea S8 Milano-Lecco, su cui circolano convogli Caravaggio, la puntualità è migliorata di 18 punti percentuali rispetto al 2019, passando dal 71% all'88%; la Milano-Gallarate-Domodossola è cresciuta di oltre 20 punti percentuali (da 63% a 83%); non meno significative le performance della S11 Milano-Monza-Como-Chiasso, migliorata di 13 punti percentuali. Sulla linea Colico-Chiavenna, i nuovi Donizetti

consentono di ottenere una puntualità che sfiora il 97%.

- Il potenziamento della linea Milano-Asso

Da Milano è stata introdotta la corsa 2649, che parte da Milano Cadorna alle ore 14.39 e arriva a Erba alle ore 15.44. Da lì, la corsa prosegue su bus fino ad Asso, dove l'arrivo è previsto per le ore 16.05.

Da Asso viene aggiunta la nuova corsa 662, in partenza alle ore 16.33 e arrivo a Milano Cadorna alle ore 17.53. La corsa 660 (Asso 16.03-Milano Cadorna 17.23) da Asso a Erba è sostituita da un bus, in partenza alle ore 15.53 e arrivo alle ore 16.11. Da Erba il servizio prosegue su treno, con gli stessi orari della corsa attuale (Erba 16.16-Milano Cadorna 17.23), ma nuova numerazione: 2660.

- Due Caravaggio in più sulla Milano-Laveno

Sale a quattro il numero dei treni Caravaggio in servizio sulla Milano Cadorna-Varese Nord-Laveno Mombello Lago: ai due introdotti lo scorso 5 settembre se ne aggiungono altri due. Complessivamente, sale a 20 il numero delle corse effettuate da lunedì a sabato dai nuovi convogli sulla linea, cioè più del 20% del servizio complessivo. La domenica e nei festivi, 12 corse saranno effettuate dai Caravaggio.

Con le due ultime immissioni in servizio, sale a 74 il numero dei treni nuovi in circolazione, dei 222 acquistati da Regione Lombardia per il servizio ferroviario regionale, a fronte di un investimento complessivo di 2 mi-

liardi di euro (*Comunicato Stampa Trenord*, 10 Ottobre 2022).

Sardegna: sviluppo della mobilità ferroviaria e stradale

Il Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, E. GIOVANNINI, il Presidente della Regione Sardegna, C. SOLINAS, l'Amministratore delegato di ANAS S.p.a., A. ISI, e l'Amministratrice delegata di Rete Ferroviaria Italiana (Gruppo FS), V. FIORANI hanno firmato un Protocollo d'Intesa per migliorare la mobilità ferroviaria e stradale della Regione Sardegna e superare il gap infrastrutturale che ancora penalizza l'Isola.

Nello specifico, il Protocollo prevede la costituzione di un Gruppo di lavoro per definire un piano di possibili interventi volti a migliorare in modo significativo la mobilità ferroviaria e stradale della Sardegna in un'ottica di intermodalità, potenziando i collegamenti tra le città, le aree produttive e i porti. Il Gruppo di lavoro dovrà: monitorare e facilitare l'effettiva realizzazione delle opere ferroviarie e stradali già previste e finanziate; procedere eventuali aggiornamenti progettuali; identificare ulteriori azioni da intraprendere nel prossimo futuro per migliorare i collegamenti ferroviari e stradali tra le diverse aree dell'Isola, nel rispetto dei criteri di sostenibilità economica, sociale e ambientali fissati dal Ministero nelle linee-guida recentemente adottate. Il Gruppo di lavoro dovrà completare le attività entro sei mesi, anche per valutare l'eventuale utilizzo del Fondo Sviluppo e Coesione 2021-2027 e di fondi nazionali.

“Con questo Protocollo si affronta in modo serio il tema del ritardo infrastrutturale di cui soffre la Sardegna per assicurare sistemi di mobilità moderni e all'altezza delle legittime aspettative delle persone e delle imprese” ha detto il Ministro GIOVANNINI. “Il potenziamento della rete ferroviaria, i collegamenti con i porti e l'adeguamento della rete viaria sono elementi indispensabili per accelerare lo sviluppo dell'economia della

Sardegna nel rispetto della tutela dell'ambiente, elemento irrinunciabile per assicurare la sua sostenibilità nel tempo. Alla Sardegna va dedicata un'attenzione particolare per migliorare l'accessibilità, anche se il solo Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza di competenza del MIMS – ricorda il Ministro – assegna già oltre 1,2 miliardi di euro alla Sardegna, destinati al potenziamento delle ferrovie e ad aumentare la sicurezza delle strade attraverso sistemi di controllo innovativi e tecnologici (458 milioni), al settore idrico (203,2 milioni), al rinnovo del parco autobus (138 milioni), all'acquisto di nuovi treni (15,2 milioni), alla mobilità ciclistica (42,4 milioni), all'efficientamento energetico dell'edilizia residenziale pubblica (56,3 milioni), alla rigenerazione urbana (42,2 milioni), al potenziamento dei porti (170 milioni) e alle ferrovie storiche (62 milioni), agli interventi per le aree interne (4,2 milioni), alle zone economiche speciali (10 milioni)".

Il Presidente della Regione Sardegna SOLINAS ha spiegato che "con la firma di questo Protocollo acceleriamo in maniera significativa il processo di efficientamento e modernizzazione infrastrutturale cominciato all'inizio della Legislatura e volto ad affrontare in maniera decisa e concreta quel gap infrastrutturale che è anche causa di mancato sviluppo per la Sardegna e, indirettamente, di esodo giovanile e spopolamento dei territori. La costituzione di un Gruppo di lavoro *ad hoc* che coinvolge i soggetti istituzionali direttamente interessati allo sviluppo delle infrastrutture è un altro significativo passo che ci avvicina agli obiettivi prefissati, in primis quello di dotare la nostra Isola di collegamenti sicuri e vie di accesso efficienti che dai territori più interni e marginali portino alla costa e all'asse viario principale, ma anche incidere sulla mobilità ferroviaria e stradale in un'ottica di intermodalità, potenziando i collegamenti tra le città, le aree produttive, i centri nevralgici sardi e i porti".

L'Amministratrice Delegata di RFI FIORANI, da parte sua, ha dichiara-

to che "gli interventi di sviluppo infrastrutturale e tecnologico, strutturati in modo integrato grazie ad una sinergia strada-ferrovia, porteranno ad un potenziamento significativo di tutto il sistema dei trasporti in Sardegna".

L'Amministratore Delegato dell'ANAS ISI ha sottolineato che "ANAS è presente in Sardegna con un piano di investimenti di oltre 4 miliardi di euro. Si tratta di una significativa iniezione di risorse destinate alla manutenzione e al potenziamento della rete che nell'Isola, è di circa 3000 km di strade statali. L'obiettivo è quello di migliorare ed estendere i collegamenti, velocizzando l'iter approvativo dei progetti, e portare a compimento in tempi brevi i lavori già avviati. La costituzione di questo Gruppo, che concluderà i lavori entro sei mesi, consentirà a RFI e ANAS di intervenire in modo congiunto e mirato ottimizzando tempi e costi con l'obiettivo di attuare quanto previsto dalle linee guida del MIMS in tema di sostenibilità ambientale" (*Comunicato Stampa MIMS*, 19 ottobre 2022).

Umbria-Toscana: collegamenti alla linea ferroviaria AV/AC

Per migliorare il collegamento dei territori dell'Umbria e del Centro-Sud della Toscana con la linea ad Alta Velocità/Alta Capacità (AV/AC) ferroviaria, il Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, E. GIOVANNINI, i Presidenti della Regione Toscana, E. GIANI, e della Regione Umbria, D. TESEI, e l'Amministratrice Delegata di Rete Ferrovia Italiana (Gruppo FS), V. FIORANI, hanno firmato un Protocollo d'Intesa che ha l'obiettivo di individuare la migliore soluzione per collegare le aree delle due Regioni ai servizi AV/AC realizzando la nuova stazione 'Medio Etruria'. Il Protocollo prevede l'istituzione di un Tavolo Tecnico, che dovrà valutare le diverse ipotesi per la realizzazione della nuova stazione sulla linea direttissima Firenze-Roma. In particolare, dovranno essere prodotte analisi tecniche approfondite per mettere a confronto le varie soluzio-

ni per la localizzazione della stazione, anche alla luce della domanda di mobilità delle diverse aree territoriali e le ricadute sociali ed economiche delle diverse ipotesi. Il Tavolo tecnico terminerà i lavori entro sei mesi dalla firma del Protocollo, a meno di un'intesa tra le parti per prorogare la sua attività.

Per il Ministro GIOVANNINI "l'iniziativa punta ad aumentare l'accessibilità al servizio ferroviario AV/AC di chi vive e lavora in aree importanti del Centro Italia, territori ricchi di cultura e di potenzialità di sviluppo economico, non solo nel settore turistico. Grazie all'istituzione del Tavolo, frutto della forte collaborazione costruita con ambedue le Regioni, vogliamo individuare, con un metodo rigoroso e condiviso, la soluzione più adatta sul piano dell'interesse generale".

La Presidente della Regione Umbria TESEI ha sottolineato come il Protocollo rappresenti "un nuovo importante tassello nel quadro dei trasporti regionali, che permetterà l'individuazione di un sito funzionale e adeguato alla nuova stazione 'Medio Etruria' intercettando la linea ad alta velocità sulla direttrice Roma-Firenze, al fine di poter collegare rapidamente l'Umbria sia verso Sud che verso Nord. Un ulteriore passo in avanti verso l'inversione di tendenza che sta portato al superamento dell'isolamento infrastrutturale vissuto dalla nostra regione".

Il Presidente della Regione Toscana GIANI ha precisato che "l'ampliamento delle connessioni della Toscana al sistema dell'Alta Velocità è di importanza strategica. Attendiamo con fiducia la ripartenza dei lavori del nodo AV di Firenze e, allo stesso tempo, siamo convinti della necessità di dare un rinnovato impulso attraverso il protocollo firmato alle verifiche di fattibilità della nuova Stazione Medio Etruria da effettuare in raccordo con il Ministero delle Infrastrutture, con RFI e con la Regione Umbria. La nuova stazione migliorerà l'accessibilità del territorio regionale e i collegamenti con il sistema nazionale dell'Alta Velocità. Il lavoro

che si prospetta è di natura tecnica per valutare pro e contro delle possibili soluzioni ove si può prevedere la stazione fra l'Alta valle dell'Arno e la Valdichiana, gli approfondimenti tecnici metteranno in condizione la politica di individuare la collocazione della stazione e le interconnessioni con la viabilità stradale e ferroviaria".

L'Amministratrice Delegata di RFI FIORANI, da parte sua, ha dichiarato che "la firma del Protocollo contribuisce in modo significativo allo sviluppo delle infrastrutture e della mobilità dei territori interessati. Una nuova stazione, come la Medio Etruria, consentirà una migliore accessibilità e intermodalità nei collegamenti dell'Italia centrale" (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 18 ottobre 2022).

TRASPORTI URBANI

Nazionale: mobilità e logistica sostenibili, pubblicato il documento strategico del MIMS

Il Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili (MIMS) ha pubblicato il documento "Mobilità e logistica sostenibili. Analisi e indirizzi strategici per il futuro" che contiene dati, analisi e metodi innovativi sulla cui base sono state elaborate le linee di indirizzo per contribuire alla creazione di un sistema di trasporti e della logistica orientato alla crescita economica del Paese, sostenibile, resiliente e inclusivo. Il documento illustra numerose proposte sulle quali basare le future politiche per il trasporto delle persone e delle merci, nella prospettiva della sostenibilità ambientale e sociale, della resilienza alla crisi climatica e ad altri possibili shock futuri. Il documento analizza anche i temi legati all'innovazione tecnologica (decarbonizzazione, transizione digitale e sviluppo di veicoli autonomi e connessi), alla qualità del lavoro, un settore interessato da profondi cambiamenti e da livelli di tutela troppo diversi nei vari comparti, nonché al rapporto tra Stato e

mercato nella realizzazione delle infrastrutture e nella gestione dei servizi offerti.

"Questo documento rappresenta una straordinaria base analitica per la programmazione delle politiche future per la mobilità e la logistica, in una visione integrata", sottolinea il Ministro Enrico Giovannini. "Il documento è un contributo fondamentale per programmare gli investimenti futuri, secondo un "piano-processo", l'unico possibile per analizzare i sistemi di trasporto e della logistica, in grado di adattarsi ai cambiamenti in atto e a quelli futuri. I risultati conseguiti e le raccomandazioni avanzate confermano in pieno la direzione intrapresa dal Ministero: ad esempio, gli investimenti programmati sulla rete ferroviaria permetteranno, a regime, di ridurre del 17% il tempo medio (ponderato) di viaggio e del 38% la disegualianza territoriale in termini di accessibilità ferroviaria".

Il documento è frutto del lavoro di 40 esperti nelle materie di competenza del MIMS, i quali, attraverso il ciclo di quattro eventi "Moveo" svolti nel corso dell'anno a Milano, Napoli, Firenze, Roma, hanno ascoltato i portatori di interesse, raccolto istanze e contributi di oltre 300 rappresentanti di organizzazioni che hanno partecipato all'iniziativa, senza precedenti per il Ministero. Il documento è stato realizzato utilizzando un approccio inedito, non solo per il metodo, ma anche per la qualità dei dati e delle analisi, grazie all'utilizzo, per la prima volta su questa scala, delle informazioni provenienti dalle SIM dei cellulari e da una pluralità di altre fonti (tra cui consumi di carburante, gestori delle reti, ecc.) per mappare la mobilità delle persone e delle merci.

"I dati elaborati – conclude il Ministro – mostrano un Paese in forte movimento, più di quanto immaginato finora, così come i forti problemi di accessibilità di alcuni territori. D'altra parte, viene evidenziato come l'efficacia, la sostenibilità e la resilienza del sistema logistico e di trasporto non derivano unicamente da investimenti sulle infrastrutture fisi-

che, ma anche da un forte impegno per la decarbonizzazione dei trasporti, la digitalizzazione a tutti i livelli, il miglioramento delle condizioni di lavoro, soprattutto nel settore della logistica, e un bilanciamento maggiore delle relazioni tra lo Stato e il settore privato, temi ai quali sono stati dedicati numerosi rapporti elaborati dal Ministero nel corso degli ultimi 20 mesi".

Di seguito, e in estrema sintesi, sono illustrate alcune delle principali evidenze contenute nel documento.

- La mobilità delle persone

Ogni giorno si muovono circa 38 milioni di italiani sopra i 12 anni e ogni viaggiatore effettua in media 2,55 spostamenti, per complessivi 1,96 miliardi di km. L'analisi dei flussi origine-destinazione mostra il grande ruolo dell'Alta Velocità ferroviaria nel connettere le principali metropoli, ma svela anche che oltre il 70% degli spostamenti avviene su distanze inferiori ai 50 km, con il 23% e il 58% dei movimenti dei veicoli (auto, moto e bus) concentrati, rispettivamente, su strade comunali ed extra-urbane. Gli italiani si muovono prevalentemente usando mezzi privati (62%), in media più inquinanti e vecchi rispetto a quelli degli altri principali paesi europei. La quota di mobilità sostenibile (attiva o con i mezzi pubblici) non cresce da almeno un ventennio.

Secondo il documento, per promuovere una mobilità più sostenibile vanno attuate misure in un'ottica di "area vasta", con l'integrazione dei servizi di mobilità (anche grazie allo sviluppo del *Mobility as a Service*), inclusi quelli non di linea; sono inoltre necessarie azioni volte a integrare la pianificazione dei trasporti e dei nuovi insediamenti residenziali e commerciali; va migliorata l'offerta, sia in termini di infrastrutture, con investimenti su tram, metropolitane e ferrovie urbane, nodi intermodali e ciclovie, sia di qualità dei servizi, anche grazie a una maggiore efficienza delle società che gestiscono i mezzi di trasporto. Non ultima, va stimolata la domanda di mobilità sostenibile.

Guardando al lungo periodo, con gli effetti dell'evoluzione demografica e del lavoro da remoto, nel prossimo decennio la domanda di mobilità potrebbe ridursi, specie nel Mezzogiorno e nelle principali aree metropolitane, con un aumento della mobilità non legata agli spostamenti lavoro/scuola, più difficile da intercettare sul piano della pianificazione dei servizi.

- Il trasporto merci

I dati analizzati nel documento forniscono una consistenza del trasporto merci in Italia molto al di sopra di quanto stimato. Nel 2019 sono state trasportate oltre 580 miliardi di tonnellate per km: l'88% ha viaggiato su strada, il 9% via mare e solamente il 3% su ferrovia. La percentuale preponderante di trasporto su strada (90%) avviene su tragitti inferiori ai 300 km, distanza per la quale il trasporto ferroviario è difficilmente competitivo.

Nel 2021 il grado di internazionalizzazione dell'economia italiana ha raggiunto il 63%, il dato più elevato nella storia d'Italia. I porti rappresentano la prima modalità di connessione con l'estero (con una quota del 59%), seguiti dalla strada (30%) e dalla ferrovia (11%). I porti continueranno a svolgere un ruolo di primo piano per i traffici. I valichi alpini hanno, e avranno sempre di più in futuro, un ruolo cruciale per il commercio con il resto dell'Europa, confermando l'urgenza del completamento delle gallerie ferroviarie. Il trasporto aereo mostra volumi modesti, ma ha un ruolo rilevante per le esportazioni extracomunitarie e a elevato valore aggiunto. Per quel che riguarda la logistica urbana, lo straordinario aumento del commercio elettronico impone un migliore governo del territorio, per evitare la dispersione degli hub logistici e aumentare l'efficienza e la sostenibilità del sistema.

- Sostenibilità ambientale e sociale e resilienza

Con riferimento alla sostenibilità ambientale, il documento delinea diversi scenari evolutivi, associando a

ognuno di essi stime quantitative sulla riduzione delle emissioni al 2030. Secondo le analisi, la riduzione delle emissioni di gas serra del 43% rispetto ai valori del 2005, come da obiettivo del pacchetto europeo "Fit for 55" per il sistema dei trasporti, è raggiungibile solo nello scenario più ottimistico. È opportuno, perciò, proseguire nelle politiche avviate rafforzando quelle di decarbonizzazione, attivando ulteriori strumenti per ridurre la mobilità improduttiva, incrementando la quota modale del ferro e accelerando la sostituzione dei veicoli più vecchi e inquinanti, privilegiando gli strumenti con il miglior rapporto costi/efficacia.

Rispetto alla sostenibilità sociale e all'accessibilità dei territori, il documento mostra un Paese diviso in tre: la prima area, molto accessibile con tutte le diverse modalità di trasporto, anche se con problemi di congestione e di saturazione delle reti; la seconda, non accessibile con alcune modalità di trasporto (come l'Alta Velocità ferroviaria), ma più accessibile con altre (collegamenti aerei); la terza, remota dal punto di vista geografico e senza un sistema di trasporti in grado di colmare questa distanza. Gli investimenti programmati sulla rete ferroviaria permetteranno, a regime, di colmare parte di questi divari: il tempo medio (ponderato) di viaggio si ridurrà del 17% e la diseguaglianza territoriale in termini di accessibilità ferroviaria del 38%.

Il documento analizza anche i rischi che possono derivare dai cambiamenti climatici, dalla vetustà delle infrastrutture, soprattutto stradali e autostradali, e dalla complessità morfologica del territorio. Propone quindi un approccio sistematico agli investimenti di manutenzione rigenerativa delle infrastrutture, a partire da quelle più strategiche e più critiche, per aumentarne la vita utile e consegnare un sistema efficiente alle prossime generazioni.

Il documento si chiude con l'analisi di tre fattori abilitanti e complementari contenuti in capitoli dedicati: l'innovazione tecnologica, che

comprende la decarbonizzazione, la transizione digitale e veicoli autonomi e connessi, i cui effetti potenziali sono in grado di rivoluzionare il sistema e non sono ancora del tutto compresi; il lavoro: un tema storicamente trascurato nella programmazione e che invece è interessato da profondi cambiamenti e da livelli di tutela troppo diversi nei vari comparti, in particolare nella logistica; il rapporto tra Stato e mercato: dalla realizzazione delle infrastrutture alla gestione dei servizi offerti, anche in questo caso con livelli di regolazione molto diseguali fra i diversi settori.

Il Ministro GIOVANNINI: "Questo documento, insieme ai piani settoriali e ai rapporti tematici elaborati dal MIMS nel biennio 2021-2022 per le ferrovie, le strade e autostrade, la mobilità ciclistica, la sicurezza stradale, gli aeroporti, l'uso dello spazio marittimo, la mobilità locale, la decarbonizzazione dei trasporti e delle città, rappresenta la base per orientare le future politiche per la logistica e la mobilità sostenibile, evidenziando come l'efficacia, la sostenibilità e la resilienza del settore non derivano unicamente da investimenti sulle infrastrutture fisiche, ma anche da un forte impegno per la decarbonizzazione dei trasporti, la digitalizzazione a tutti i livelli, il miglioramento delle condizioni di lavoro, e un bilanciamento maggiore delle relazioni tra lo Stato e il settore privato" (*Comunicato Stampa MIMS*, 21 ottobre 2022).

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: aumentano i collegamenti tra il Quadrante Europa e il Sud Italia

Verona-Giovinazzo, dal 17 ottobre passano da 12 a 18 i treni merci che settimanalmente collegheranno il Quadrante Europa e il terminal pugliese, uno dei maggiori centri di smistamento logistico verso il Sud Italia. L'offerta aumenta quindi del 50%, rispondendo a una crescente domanda e al gradimento che il mercato italiano ed europeo sta espri-

mendo per un servizio che il Polo Logistica (Gruppo FS Italiane), guidato dall'AD G. STRISCIUGLIO, tramite la controllata Mercitalia Intermodal e in partnership con Lugo Terminal SpA, ha lanciato nel gennaio 2021 lungo una delle rotte più frequentate d'Italia.

L'incremento delle frequenze è stato reso possibile grazie anche alle performance tecniche e di affidabilità offerte da Mercitalia Rail, che ha sviluppato il servizio di trazione impiegando sia locomotori sia carri di ultima generazione.

Questo servizio è infatti caratterizzato dai massimi livelli prestazionali consentiti dalla rete ferroviaria nazionale, con una portata di 1600 tonnellate, una lunghezza di 550 metri e una sagoma limite allineata al più alto standard europeo (P400).

Il nuovo programma di 18 treni alla settimana rappresenta un ulteriore passo verso il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Green Deal europeo relativamente alla diminuzione dell'emissioni di CO₂, garantendo il corrispettivo di trasporto annuale di circa 27.500 unità di trasporto intermodali (UTI), tra cui semirimorchi, casse mobili, *tank container* e container marittimi, che vengono sottratti alla strada, facendo risparmiare oltre 1.200 tonnellate di CO₂ l'anno.

Il Polo Logistica, tramite le sue controllate e con iniziative come questa, conferma il proprio ruolo di primo piano nel rilancio del settore del trasporto e della logistica ferroviaria come operatore di sistema (*Comunicato Stampa Lugo Terminal*, 6 ottobre 2022).

INDUSTRIA

Nazionale: mercato auto in rialzo del 5,4% a settembre

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili, a settembre 2022 il mercato italiano dell'auto totalizza 110.976 immatricolazioni

(+5,4%) contro le 105.318 unità registrate a settembre 2021.

Nei primi nove mesi del 2022 i volumi complessivi si attestano a 976.055 unità, contro 1.165.692 registrate a gennaio-settembre 2021, con una flessione del 16,3%. "A settembre, il mercato auto italiano registra per il secondo mese consecutivo un segno positivo (+5,4%) dopo quello di agosto (+9,9%) — dichiara G. GIORDA, Direttore di ANFIA. Anche in questo caso, pesa sul risultato il confronto con un settembre 2021 in forte flessione (-32,7%). Finalmente il DPCM firmato a inizio agosto è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale lo scorso 4 ottobre. È ora fondamentale che si acceleri nella pubblicazione del decreto direttoriale di attuazione delle nuove previsioni per consentire a cittadini e condomini di conoscere le modalità di fruire degli incentivi per l'acquisto di auto a zero e basse emissioni e per l'installazione dei punti di ricarica domestici, fattore abilitante cruciale per il passaggio alla mobilità elettrificata. Una spinta importante al mercato delle auto elettriche e ibride *plug-in*, che nel mese di settembre si confermano in calo rispettivamente del 40,4% e del 20,6%, sarà data dall'ampliamento dei beneficiari dell'ecobonus anche alle società di noleggio. L'auspicio è che il limite di utilizzo delle risorse previsto per loro dalla norma sia interpretabile nella maniera più ampia possibile, così da ottimizzare l'impiego delle importanti risorse ancora a disposizione fino a fine anno".

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, le autovetture a benzina vedono il mercato di settembre aumentare del 15,2%, con una quota di mercato del 27,5%, mentre le diesel crescono del 7,3% rispetto allo stesso mese del 2021, con una quota del 19,1%. Nei primi nove mesi, le immatricolazioni di autovetture a benzina calano del 23,3% e quelle diesel del 27,5%.

Le immatricolazioni di auto ad alimentazione alternativa rappresentano il 53,4% del mercato del solo mese di settembre 2022, in crescita dello 0,7% nel mese, ed hanno una

quota del 52,1% nel cumulato, in flessione del 4,8%. Le autovetture elettrificate rappresentano il 44,1% del mercato di settembre, in aumento del 4,5%, mentre nei primi nove mesi del 2022 hanno una quota del 42,5% e calano del 2,7%. Tra queste, le ibride non ricaricabili aumentano del 20,4% nel mese e raggiungono il 35,6% di quota (record assoluto) e nel cumulato sono in aumento dell'1%, con una *market share* del 33,8%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili si riducono del 32,5% e rappresentano l'8,5% del mercato (-14,5% e 8,7% di quota nel cumulato 2022). Tra queste, le auto elettriche hanno una quota del 4,5% e diminuiscono del 40,4%, mentre le ibride *plug-in* si riducono del 20,6% e rappresentano il 4% del totale. Infine, le autovetture a gas rappresentano il 9,3% dell'immatricolato di settembre, di cui l'8,7% sono autovetture Gpl (-1,9%) e lo 0,6% autovetture a metano (-71,2%). Da inizio 2022, le auto Gpl risultano in crescita del 3,3% e quelle a metano in calo del 64,7%.

Continuano le buone prestazioni di Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride, che occupano le prime tre posizioni nel segmento *mild/full hybrid* del mese e nel cumulato. Tra le PHEV, Jeep Compass è il modello più venduto di settembre e con Jeep Renegade continua ad essere uno dei modelli più venduti del 2022, mentre Fiat 500 è il modello più venduto tra quelli elettrici da inizio 2022.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di settembre le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 36,1% del mercato, in calo del 2,1%. Il modello più venduto è sempre Fiat Panda. Le auto dei segmenti medi hanno una quota di mercato dell'11,3% a settembre e il loro mercato cresce del 3% rispetto al nono mese del 2021.

I SUV hanno una quota di mercato pari al 49,7% nel mese, in aumento dell'11,7%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 22,1% del mercato del mese (+10,7% rispetto a settembre 2021), i SUV compatti il 20,3% (+16,3%) e i SUV medi il

5,9%, (+5%), mentre le vendite di SUV grandi sono l'1,4% del totale (-2,1%). Il 21,8% dei SUV venduti è di un brand del Gruppo Stellantis.

Le monovolume e multispazio rappresentano l'1,7% del mercato di settembre e crescono del 5% rispetto a settembre 2021. Da inizio 2022, utilitarie e superutilitarie hanno una quota del 36,3% (-22,1% rispetto ai primi nove mesi del 2021), le medie del 9,7% (-28,3%), i SUV del 51,1% (-7,2%) e monovolumi e multispazio dell'1,9% (-24%).

Secondo l'indagine ISTAT, a settembre si stima un calo deciso sia dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 98,3 a 94,8, sia dell'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi), da 109,2 a 105,2. In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, inoltre, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto di beni durevoli, tra cui l'automobile, risulta in flessione rispetto ad agosto 2022 (da -67,2 a -83,2).

Secondo le stime preliminari ISTAT, a settembre l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,3% su base mensile e dell'8,9% su base annua (da +8,4% del mese precedente). L'accelerazione dell'inflazione su base tendenziale si deve soprattutto ai prezzi dei Beni alimentari e a quelli dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona. Pur rallentando di poco, continuano a crescere in misura molto ampia, i prezzi dei Beni energetici (da +44,9% di agosto a +44,5%) sia regolamentati (da +47,9% a +47,7%) sia non regolamentati (da +41,6% a +41,2%); decelerano anche i prezzi dei Servizi relativi ai trasporti (da +8,4% a +7,2%).

La dinamica dei prezzi degli Energetici non regolamentati è dovuta principalmente al rallentamento dei prezzi della Benzina, la cui crescita passa da +8,8% di agosto a +3,3% (-4,8% il congiunturale), mentre accelerano i prezzi del Gasolio per mezzi di trasporto (da +18,2% a +19,8%; +1,3% su base mensile), dei Combustibili solidi (da +10,1% a +16,3%; +5,8% dal mese precedente)

e dell'Energia elettrica mercato libero (da +135,9% a +136,7%; +0,3% la variazione congiunturale); da segnalare un aumento su base mensile dei prezzi del Gas di città e gas naturale mercato libero, pari a +1,2%.

Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 35.946 immatricolazioni (+7,3%), con una quota di mercato del 32,4% (31,8% a settembre 2021). Nei primi nove mesi del 2022, le immatricolazioni complessive ammontano a 355.146 unità (-20,6%), con una quota di mercato del 36,4%.

Cinque i modelli del Gruppo Stellantis nella *top ten* di settembre, con Fiat Panda ancora a guidare la classifica (7.810 unità), seguita al secondo posto da Lancia Ypsilon (3.703), che risale di una posizione rispetto al mese precedente, e, al terzo, da Fiat 500 (2.907). Al quarto posto troviamo Citroën C3 (2.575), che conquista una posizione rispetto ad agosto, e, al decimo posto, Jeep Renegade (1.773).

Per finire, il mercato dell'usato totalizza 388.414 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a settembre 2022, il 29,2% in più rispetto a settembre 2021. Nei primi nove mesi del 2022, i trasferimenti di proprietà sono 3.387.172, in crescita del 30,8% rispetto allo stesso periodo del 2021 (*Comunicato Stampa ANFIA*, 6 ottobre 2022).

Nazionale: 20 locomotive elettriche Traxx per il Polo Mercitalia

Alstom fornirà al principale operatore ferroviario nazionale nell'ambito del trasporto merci, il Polo Mercitalia del Gruppo FS, 20 locomotive elettriche di nuova generazione Traxx DC3, note in Italia come loco E494. La consegna di queste nuove 20 unità è prevista a partire dall'inizio del 2024 e sarà ultimata nel corso dello stesso anno.

Si tratta di 20 unità aggiuntive nell'ambito del contratto firmato a dicembre 2017 da Mercitalia Rail. Alstom ha già consegnato 40 locomotive Traxx DC3, tutte in esercizio com-

merciale da oltre tre anni. Le locomotive della flotta saranno incluse nel programma di manutenzione completa a cura del Service di Alstom Italia.

“Per rendere il trasporto ferroviario sempre più sostenibile ed efficiente è fondamentale rinnovare la nostra flotta di locomotori e carri” dice G. STRISCIUGLIO, AD di Mercitalia Logistics. “Nell'arco di 10 anni abbiamo previsto l'acquisto di 3.500 carri e più di 300 locomotive di nuova generazione, a minor impatto ambientale elettriche e ibride, tra cui queste 20. Si tratta di locomotive molto innovative perché possono essere equipaggiate per effettuare l'ultimo miglio ferroviario, penetrando direttamente, con un rapido cambio di alimentazione, in aree non elettrificate come i *terminal inland* e i porti, mettendo direttamente in connessione il trasporto ferroviario con altre modalità”.

“Siamo estremamente orgogliosi che Mercitalia Rail, nostro storico cliente, che primo tra tutti ha investito nella locomotiva elettrica ad alta potenza Traxx DC3, abbia deciso di esercitare questa opzione di acquisto per ulteriori 20 unità che si aggiungono alle 40 già consegnate”. ha dichiarato M. VIALE, Direttore Generale di Alstom Italia e Presidente e AD di Alstom Ferroviaria. “Questo ulteriore accordo è un'ulteriore prova della fiducia che i nostri clienti hanno nel nostro Gruppo e nel prodotto Traxx DC3 che conta oltre 160 unità vendute, di cui circa 90 circolanti sulla rete ferroviaria Italiana” (*Comunicato Stampa Alstom*, 20 settembre 2022).

- Nota per il lettore Loco TRAXX DC3

Traxx DC3 è l'ultima generazione di locomotive elettriche ad alta potenza che massimizza l'efficienza, riduce al minimo gli interventi di manutenzione e fornisce una maggiore capacità di carico e di trazione con un minore consumo energetico.

La locomotiva Traxx DC3 fa parte della piattaforma Traxx 3, la più moderna locomotiva a quattro assi in Europa, che negli ultimi 20 anni in



(Fonte: Alstom)

Figura 1 – Una loco TRAXX DC3 a Vado Ligure.

Europa ha visto vendite per oltre 2.400 esemplari, con omologazione in 20 Paesi e una distanza totale annua coperta di oltre 300 milioni di km.

Tutte le locomotive Traxx DC3, progettate per il mercato italiano, verranno prodotte nella sede Alstom di Vado Ligure. Uno stabilimento che vanta un'esperienza di oltre cento anni nella progettazione e costruzione di locomotive, incluse le locomotive elettriche di ultima generazione Traxx ed è un centro di produzione e manutenzione di materiale rotabile e sottosistemi. Un sito storico in cui attualmente operano oltre 400 dipendenti, impegnati nella realizzazione di locomotive elettriche Traxx DC3, nonché nella esecuzione di grandi revisioni di mezzi di trazione.

Puglia: ONAF, 40 milioni di euro in sei anni e assunte 35 nuove maestranze nello stabilimento

L'Officina Nazionale Armamento Fonderia di Bari è una realtà unica

nel panorama ferroviario nazionale ed è un patrimonio che il Gruppo FS, tramite la società controllata Rete Ferroviaria Italiana, custodisce e intende far crescere ancora nei prossimi anni.

Fino al 2016, novantotto lavoratori della BFM (società sull'orlo del fallimento) rischiavano di perdere il posto. A distanza di sei anni, non solo lo hanno mantenuto ma, grazie agli investimenti fatti da RFI, la crescita del sito produttivo è stata continua con oltre 40 milioni di euro messi a disposizione per migliorare le condizioni di sicurezza e ambientali dello stabilimento e la qualità dei prodotti, e sul fronte occupazione con 35 nuove maestranze assunte (i dipendenti totali sono 133).

- Selezione e gestione del personale
I criteri di selezione e gestione del personale si basano su principi di trasparenza e meritocrazia e sulla condivisione dei processi con i lavoratori. L'organizzazione del lavoro è legata alle peculiarità tipiche di una fonderia che realizza cuori in acciaio

fuso al manganese. I turni di area a caldo e area a freddo che seguono le maestranze, sono stati condivisi e concordati con le parti sociali nel rispetto dei lavoratori, sia in termini di ore giornaliere lavorate che di riposi settimanali previsti.

- Gli investimenti

Dal 2016 RFI ha investito 40 milioni di euro nello stabilimento per migliorare impianti e infrastrutture. Interventi che rappresentano una tappa intermedia di un programma di attività che verranno realizzate nei prossimi anni e che punterà sulla sostenibilità dello stabilimento (*Comunicato Stampa Gruppo FSI, 14 Ottobre 2022*).

Nazionale: fornitura del sistema di segnalamento ERTMS nel Centro-Sud Italia

Alstom ha firmato con Rete Ferroviaria Italiana (Gruppo FS Italiana), un accordo quadro dal valore di circa 900 milioni di euro, per la progettazione, consegna e messa in fun-

zione del sistema ERTMS – il più evoluto sistema per la supervisione e il controllo della marcia dei treni disponibile – su larga scala.

Alstom fornirà il più recente sistema di segnalamento ERTMS Baseline 3 Livello 2 con GSM-R e interblocco digitale ACCM su 27 linee gestite da RFI nelle regioni Sardegna, Molise, Puglia, Umbria, Lazio e Campania. Il sistema proposto da Alstom risponde alle specifiche tecniche di interoperabilità richieste dall'Unione Europea ed alle norme CENELEC per la sicurezza ferroviaria, garantendo i più elevati standard di sicurezza.

“Con questo nuovo contratto, Alstom si riafferma come il player di riferimento del settore ferroviario in Italia. Essere scelti da RFI per la seconda volta per uno dei progetti chiave del PNRR è motivo di grande orgoglio per Alstom. Questo dimostra anche l'impegno di Alstom nel fornire all'Italia tecnologie all'avanguardia volte a migliorare l'infrastruttura ferroviaria del Paese, fornendo soluzioni di mobilità intelligenti e sostenibili a beneficio dei passeggeri”, ha dichiarato G. L. ERBACCI, Presidente Alstom della Regione Europa.

Il lotto “Centro Sud” è parte di una gara da 2,7 miliardi di euro indetta da RFI per la realizzazione su tutto il territorio nazionale dell'ERTMS. Si tratta dell'ultimo tassello dei progetti tecnologici finanziati dal PNRR che interesserà un totale di circa 4.800 km di linee ferroviarie.

“Il secondo grande progetto di RFI finanziato dal PNRR rappresenta un altro tassello verso il rinnovamento del sistema ferroviario italiano. Far parte di questo percorso con l'ERTMS di livello 2 – che in Europa sono fornite da Alstom sul 30% di tutte le linee esistenti – consolida ancora una volta la nostra azienda come leader mondiale in questo settore. La firma con RFI, inoltre, rappresenta un'ulteriore conferma dell'impegno di Alstom in Italia, che contribuirà anche alla transizione ecologica su rotaia con la realizzazione della prima *Hydrogen Valley* italiana”, ha

commentato M. VIALE, Direttore Generale di Alstom Italia e Presidente e AD di Alstom Ferroviaria.

Il sistema ERTMS è il più recente e avanzato sistema di gestione del traffico delle ferrovie in Europa. Un grande progetto industriale che renderà il trasporto ferroviario maggiormente fluido e competitivo in tutto il continente. L'ERTMS garantisce l'interoperabilità dei sistemi ferroviari nazionali, riducendo i costi di acquisto e la manutenzione dei sistemi di segnalamento oltre ad aumentare la regolarità dei treni e la portata delle reti.

Alstom in Italia produce treni da 160 anni, apparecchiature di segnalamento ed elettrificazione da 90 anni. Con 10 siti distribuiti sul territorio nazionale e più di 3.500 dipendenti, Alstom è un solido imprenditore locale, riconosciuto come una delle aziende leader nel mercato italiano.

• Nota per il lettore

la firma di questo accordo quadro non costituisce un ordine di acquisto. I lotti definitivi previsti dal presente accordo quadro saranno assegnati progressivamente, con la prima tranche prevista per la seconda metà del 2022/23 (*Comunicato Stampa Alstom*, 19 ottobre 2022).

VARIE

Nazionale: ANSFISA, “uniformare la gestione della sicurezza delle infrastrutture e dei trasporti”

Uniformare la gestione della sicurezza su tutte le tipologie di infrastrutture e reti di trasporto che rientrano nel perimetro di ANSFISA per elevare gli standard, puntare sull'innovazione e sullo snellimento procedurale. È questo l'obiettivo dell'Agenzia per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali che, a meno di due anni dall'avvio dell'operatività, ha presentato la propria attività nell'ambito del convegno “Sicurezza e sostenibi-

lità nel modello ANSFISA” che ha aperto la kermesse ferrarese, vero e proprio hub tecnologico dedicato ai temi del risanamento, della rigenerazione e dello sviluppo sostenibile dei territori. L'evento, aperto da un videomessaggio del ministro delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili, E. GIOVANNINI, è stato seguito dal Prefetto di Ferrara, R. ARGENTIERI e dal Colonnello C. D'ELIA, Comandante provinciale della Guardia di Finanza.

“La sostenibilità passa anche attraverso la sicurezza – ha dichiarato D. DE BARTOLOMEO, Direttore di ANSFISA –. Dobbiamo puntare a gestire il nostro patrimonio infrastrutturale e trasportistico in modo coordinato e coerente con le esigenze del territorio. Per questo dobbiamo attuare il passaggio da una concezione di sicurezza prescrittiva, basata su scelte imposte dal legislatore a una visione di gestione proattiva, incentrata sulla previsione scientifica, sull'analisi del rischio e sul ricorso alla tecnologia. ANSFISA è parte di questo processo di innovazione che coinvolge i gestori, primi responsabili della sicurezza”.

Durante il convegno è stato presentato il volume sulle Linee Guida per i sistemi di gestione della sicurezza in ambito stradale e autostradale che, dopo un articolato iter di consultazione e confronto con gestori e operatori del settore, sono state adottate con il decreto direttoriale del 22 aprile scorso e rappresentano un riferimento metodologico per la definizione di corretti processi organizzativi, relativamente alle attività di verifica, manutenzione e adeguamento delle reti e delle infrastrutture stradali e autostradali. Con questa pubblicazione, ANSFISA inaugura una collana tecnico-scientifica finalizzata a contribuire attivamente a creare e divulgare una reale cultura della sicurezza nella gestione delle infrastrutture e delle reti di trasporto, oltre a poter disporre di una letteratura tecnica altamente specialistica per la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore.

I sistemi di gestione della sicurez-

za – intesi come l'organizzazione e i provvedimenti messi in atto da un gestore dell'infrastruttura o da un'impresa per assicurare la conduzione sicura delle operazioni – hanno raggiunto in ambito ferroviario una fase di maturità tale da incidere positivamente sull'andamento degli incidenti. Allo stato attuale, dopo aver puntato verso il massiccio uso della tecnologia, il settore ferroviario sta attualmente volgendo la propria attenzione all'interazione tra la macchina e chi la utilizza, dando grande risalto all'importanza del fattore umano nell'attenuazione del rischio.

Con la pubblicazione delle Linee guida per i sistemi di gestione della sicurezza sulle strade e autostrade, che arriva a monte di un grande lavoro di ricerca e consultazione, ANSFISA intende estendere questo modello ai concessionari autostradali e ai gestori di infrastrutture a livello statale, regionale, provinciale e comunale per uniformare l'approccio alla messa in sicurezza.

Il prossimo step riguarda il settore degli impianti fissi (metropolitane, funivie, seggiovie, ascensori, scale mobili e tapis roulant), transitato dal MIMS all'Agenzia a partire dal 1° gennaio scorso. Il riordino normativo, già avviato, deve avere la finalità di costruire anche in questo ambito un approccio proattivo alla sicurezza, responsabilizzando i gestori e uniformando i sistemi di gestione (*Comunicato Stampa ANSFISA*, 21 settembre 2022).

Nazionale: Sapienza Università di Roma, Master di II livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari, A.A. 2022/2023

Sono aperte le iscrizioni al Master di secondo livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari, giunto alla sua diciottesima edizione. Le domande di ammissione



(Fonte: Segreteria Master IISF)

Figura 2 – La brochure di presentazione del Master universitario di II livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari di Sapienza Università di Roma.

dovranno essere presentate entro le ore 18:00 del 16 gennaio 2023, esclusivamente online alla pagina web: <https://web.uniroma1.it/masteriisf/domanda-di-ammissione/domanda-di-ammissione> (Fig. 2).

Il Corso, promosso da Sapienza, Università di Roma in collaborazione con il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Almaviva, Alstom, BPS Deployment, Ferrotramviaria Engineering, For.Fer, GCF (Generale Costruzioni Ferroviarie), Hitachi Rail STS, IDOM, Salcef Group, Segula Technologies, 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 ricerca 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, con preferenza per l'ingegneria elettrica, elettronica, informatica, meccanica, della sicurezza e dei trasporti.

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 al massimo 30 allievi.

La quota di iscrizione al Master è di € 3.000,00. Le Aziende partner mettono a disposizione borse di studio da € 2.000,00 lordi ai primi 15 candidati ammessi al Master residenti al di fuori della regione Lazio da almeno 6 mesi.

Il Master richiede un impegno a tempo pieno per 7 mesi, da febbraio a giugno 2023 per lezioni, lavori di gruppo e visite didattiche, da luglio a settembre per l'attività di stage in Azienda; mentre la prova finale, con discussione del progetto elaborato durante il periodo di stage, è prevista nel mese di ottobre 2023.

Per ulteriori informazioni è possibile consultare il Bando sul sito web del Master (<https://web.uniroma1.it/masteriisf/>) (*Comunicato stampa Segreteria Master IISF, Roma*, 19 novembre 2022).

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Mario MORZIELLO

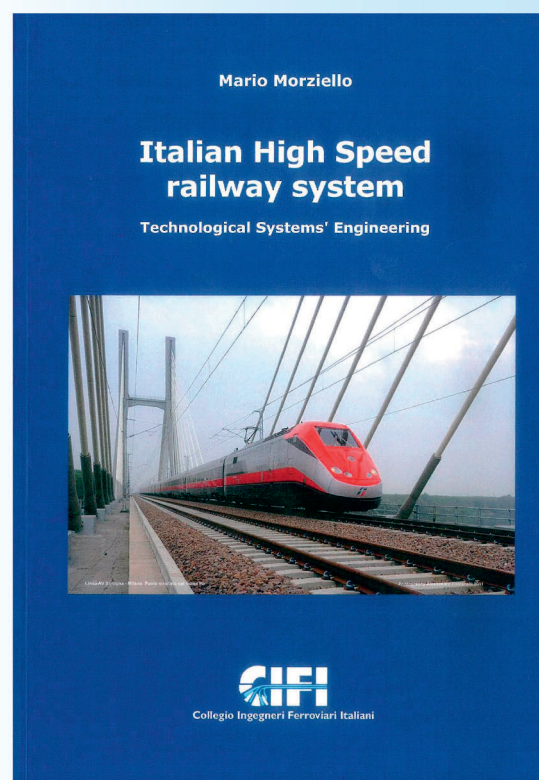
Italian high-speed railway system

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 cm 24 x 16, 250 pagine in quadricromia.

Prezzo di copertina € 34,00.

Sconto del 20% ai soci CIFI e/o agli abbonati alla Rivista "Ingegneria Ferroviaria".

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'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA *RAILWAY TRANSPORTATION*

Germania: Hitachi Rail presenta un treno ibrido a batteria all'avanguardia che ridurrà le emissioni in tutta Europa

Il nuovo "Blues Train" di Hitachi Rail, è stato presentato (Fig. 1) a Berlino in occasione della più grande fiera del trasporto ferroviario del mondo, InnoTrans. Costruito per Trenitalia, il treno ibrido a batteria all'avanguardia ridurrà le emissioni di carbonio e il consumo di carburante del 50% e ha la capacità di arrivare e partire dalle stazioni completamente alimentato a batteria. Il treno comporrà la prima flotta in assoluto "tri-mode" (che utilizza alimentazione a batteria, elettrica e diesel) ad entrare nel servizio passeggeri in Europa, entro la fine dell'anno.

L'inaugurazione del treno precede la sua introduzione nel servizio di trasporto in Italia entro la fine dell'anno, dove offrirà viaggi più sostenibili e senza soluzione di continuità per i passeggeri. Il treno è derivato dalla piattaforma Masaccio di Hitachi. L'accordo quadro complessivo Blues con Trenitalia prevede la fornitura fino a 135 treni per un valore di 1,2 miliardi di euro.

Il treno Blues "tri-mode" rappresenta una svolta significativa nel mercato, con la sua capacità di operare senza interruzioni su linee elettrificate e non. Sulle rotte elettrificate, utilizza i pantografi per prelevare energia dalle linee aeree. Tuttavia, quando si sposta su linee non elettrificate, solitamente relazioni regionali

più piccole, subentra una combinazione di alimentazione a batteria e diesel. Quando si trova vicino a una stazione, le batterie alimentano completamente il treno, eliminando le emissioni, compresi i nocivi NOx, e riducendo l'inquinamento acustico. La batteria è in grado di ricaricarsi mentre il treno è in funzione, sia in modalità diesel che elettrica.

La velocità massima del convoglio è di 160 km/h. Tuttavia, la potenza extra offerta dalle batterie di bordo significa che l'accelerazione e le prestazioni del treno Blues sono superiori ai treni diesel esistenti, consentendogli di offrire tempi di viaggio ridotti per i passeggeri.

Il treno Blues è dotato dell'innovativo sistema di segnalamento digitale ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), finora utilizzato solo sui treni ad alta velocità. Questo sistema supporta la riduzione dell'impronta energetica e delle emis-

sioni della ferrovia regolando la velocità, l'accelerazione e la frenata dei treni. L'ERTMS aumenta anche la sicurezza consentendo l'attivazione automatica delle funzioni di sicurezza del treno, inclusa la frenata di emergenza in caso di pericolo o se i treni superano la velocità di linea del binario. L'ERTMS è riconosciuto come lo standard ferroviario europeo, rendendo il Blues Train altamente interoperabile e adatto al funzionamento in tutta Europa.

A. BARR, Group CEO di Hitachi Rail, ha dichiarato: "Il treno Blues, con la sua tecnologia ibrida all'avanguardia, è un modo estremamente importante per le ferrovie di tutta Europa per ridurre le proprie emissioni di carbonio, migliorando al contempo i viaggi dei passeggeri".

"Siamo entusiasti di svelare questa tecnologia qui a Berlino e di iniziare il servizio passeggeri in Italia entro la fine dell'anno. Sappiamo che la decarbonizzazione dei trasporti è una missione vitale in tutta Europa, quindi siamo lieti di fornire ai nostri clienti soluzioni efficaci che riducano l'impatto sul pianeta".

Hitachi Rail si impegna a diventare un innovatore sui cambiamenti climatici ed è già un leader globale nella tecnologia dei treni a batteria. Sei anni fa, Hitachi Rail ha introdotto il treno DENCHA, il primo treno



(Fonte - Source: Hitachi Rail)

Figura 1 – Il treno "Blues" di Hitachi Rail.
Figure 1 – The Hitachi Rail Blues train.

passaggeri al mondo alimentato a batteria. È inoltre in corso la sperimentazione di un treno intercity ibrido a batteria nel Regno Unito.

I nuovi treni a quattro carrozze sono stati prodotti negli stabilimenti Hitachi Rail di Pistoia e Napoli, possono ospitare fino a 300 persone sedute. La flotta è stata progettata per ospitare famiglie e viaggiatori di piacere, oltre ai pendolari regolari, con caratteristiche tra cui una maggiore capacità di bagagli e biciclette, aria condizionata, più prese USB e di alimentazione per una maggiore connettività e un'area interamente dedicata ai bambini. Il veicolo è stato progettato con porte di accesso a livello della piattaforma per aumentare la facilità di ingresso e partenza per utenti su sedia a rotelle o passeggeri con passeggini o bagagli di grandi dimensioni. Vanta anche le ultime informazioni sugli schermi dei passeggeri (24 pollici), la tecnologia di conteggio dei passeggeri e un eccellente accesso per le persone con mobilità ridotta (Comunicato Stampa Hitachi Rail, 21 settembre 2022).

Germany: Hitachi Rail unveils cutting-edge battery hybrid train that will reduce emissions across Europe

Hitachi Rail's new 'Blues' was unveiled (Fig. 1) in Berlin at the world's largest rail transport fair, InnoTrans. Built for Trenitalia, the cutting-edge battery hybrid train will reduce carbon emissions and fuel consumption by 50% and has the ability to arrive at and depart from stations completely under battery power. The train will be the first ever 'tri-mode' (using battery, electric and diesel power) fleet to enter passenger service in Europe, later this year.

The train's inauguration comes ahead of its introduction into passenger service in Italy later this year where it will offer more seamless, sustainable travel for passengers. The train is derived from Hitachi's Masaccio platform. The total Blues frame-

work agreement with Trenitalia includes the supply of up to 135 trains worth €1.2bn.

The 'tri-mode' Blues train, represents a significant breakthrough in the market, with its ability to operate seamlessly on electrified and non-electrified lines. On electrified routes, it uses pantographs to draw power from the overhead lines. However, when it moves to non-electrified lines, usually smaller regional routes, a combination of battery and diesel power takes over. When it is near a station, the batteries power the train completely, eliminating emissions including harmful NOx and reducing noise pollution. The battery is able to recharge while the train is in operation, both in diesel and electric mode.

The fleet's top speed is 160km/h. Yet, crucially the extra power offered by the on-board batteries means the Blues train's acceleration and performance is superior to existing diesel trains, allowing it to offer reduced journey times for passengers.

The Blues train is equipped with innovative European Rail Traffic Management System (ERTMS) digital signalling, which has up until now only been used on high speed trains. This system supports the reduction of the railway's energy and emissions footprint by regulating the speed, acceleration and braking of trains. ERTMS also boosts safety by enabling the automatic activation of train safety functions, including emergency braking in case of danger or if trains exceed the track's line speed. ERTMS is recognised as the European rail standard, making the Blues Train highly interoperable and suitable for operation across Europe.

A. BARR, Group CEO, Hitachi Rail, said "The Blues train, with its pioneering battery hybrid technology, is a hugely important way for railways across Europe to reduce their carbon emissions, while improving passengers' journeys".

"We're thrilled to unveil this technology here in Berlin and to begin passenger service in Italy later this year. We know that decarbonising transport

is a vital mission around Europe, so we're delighted to provide our customer with effective solutions that lessen the impact on the planet."

Hitachi Rail is committed to becoming a climate change innovator and is already a global leader in battery train technology. Six years ago, Hitachi Rail introduced the DENCHA train, the world's first battery-powered passenger train. It is also progressing a battery hybrid intercity train trial in the UK.

The new four-carriage trains have been manufactured at Hitachi Rail's factories in Pistoia and Naples, can reach 160 km/h of maximum speed and accommodate up to 300 people seated. The fleet has been designed to accommodate families and leisure travellers, as well as regular commuters, with features including greater capacity for luggage and bikes, air conditioning, more USB and power sockets for greater connectivity, and an area entirely dedicated to children. The fleet has been designed with platform level door access to increase the ease of entry and departure for wheelchair users or passengers with buggies or large bags. It also boasts the latest in passenger information screens (24 inches), passenger counting technology and excellent access for people with limited mobility (Hitachi Rail Press Release, September 21st, 2022).

Inghilterra: nuovo contratto per servizi ferroviari con Govia Thameslink Railway

Alstom ha annunciato di aver firmato un nuovo contratto con la Govia Thameslink Railway (GTR), una delle più importanti concessioni ferroviarie del Regno Unito, per un contratto di servizi del valore di circa 300 milioni di euro (256 milioni di sterline).

Il Technical Support and Spares Supply Agreement (TSSSA) durerà da ottobre 2022 per un periodo di cinque anni, cinque mesi per allinearsi alla durata del contratto ferroviario nazionale di GTR. Ciò significa che Alstom continuerà a supportare le



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 2 – Servizi di supporto per le flotte Electrostar sui principali franchise ferroviari del Regno Unito.

Figure 2 – Services support for Electrostar fleets on major UK rail franchise.

flotte di Classe 377 e Classe 387 Electrostar (Fig. 2) costruite nel Derby in funzione sui servizi *Southern*, *Gatwick Express* e *Great Northern* nelle stazioni Victoria e King's Cross di Londra. Alstom è un partner fidato a lungo termine di GTR, avendo già servito le flotte per quasi 20 anni.

Insieme all'esclusiva struttura di fornitura di materiali a Brighton, i team Alstom e GTR situati nei quattro principali depositi di GTR a Battersea, Brighton, Hornsey e Selhurst lavoreranno insieme per supportare una flotta totale di 1.210 auto e garantire i più elevati standard di disponibilità dei treni, affidabilità e sicurezza per alcune delle rotte pendolari più trafficate del Regno Unito.

S. LAMMIN, *Engineering Director* di GTR, ha dichiarato: "Questo contratto rinnova la nostra associazione con Alstom, assicurando il supporto continuo di cui i nostri eccellenti team hanno bisogno per mantenere la nostra flotta".

"Siamo molto lieti di aver assicurato questo contratto di servizi molto ampio e importante con il nostro cliente a lungo termine GTR. Questo è un riconoscimento dell'eccezionale

lavoro svolto dai nostri team di assistenza in tutto il paese, in particolare quelli presso la nostra struttura di Brighton e i team con sede nei depositi di Hornsey e Selhurst", ha affermato P. BROADLEY, amministratore delegato, *Alstom Mainline Services Director UK* (*Alstom Comunicato Stampa*, 18 ottobre 2022).

England: new train services contract with Govia Thameslink Railway

Alstom announced that it has signed a new contract with Govia Thameslink Railway (GTR) – one of the UK's most significant rail franchises – for a services contract worth around €300 million (£256 million).

The Technical Support and Spares Supply Agreement (TSSSA) will run from October 2022 for a period of five years, five months to align with the duration of GTR's National Rail Contract. That means that Alstom will continue to support the Derby-built Class 377 and Class 387 Electrostar (Fig. 2) fleets in operation on Southern, Gatwick Express and Great Northern services into London's Victoria and King's Cross stations. Alstom has been a long-term trusted

partner to GTR, having already serviced the fleets for nearly 20 years.

Along with Alstom's unique material supply facility in Brighton, Alstom and GTR teams located across GTR's four major depots in Battersea, Brighton, Hornsey and Selhurst will work together to support a total fleet of 1,210 cars and ensure the highest standards of train availability, reliability and safety for some of the UK's busiest commuter routes.

S. LAMMIN, *Engineering Director* at GTR, said: "This contract renews our association with Alstom, securing the continued support our excellent teams require to maintain our fleet."

"We are very pleased to have secured this very large and important services contract with our long-term customer GTR. This is a recognition of the outstanding work done by our services teams across the country, and particularly those at our Brighton facility and the teams based at Hornsey and Selhurst depots," said P. Broadley, *Managing Director, Alstom Mainline Services Director UK* (*Alstom Press Release*, October 18th, 2022).

Spagna: dal 18 settembre al via la vendita dei biglietti Frecciarossa

Il Gruppo FS Italiane, attraverso Iryo, la società partecipata da Trenitalia in Spagna, da domenica 18 settembre dà il via alla vendita dei biglietti del Frecciarossa fra Madrid, Barcellona e Saragozza. Le prime corse dei Frecciarossa, eccellenza della tecnologia ferroviaria italiana, sono previste dal 25 novembre. Poche settimane dopo, dal 16 dicembre, Iryo offrirà viaggi fra Madrid, Valencia e Cuenca e, nel primo trimestre del 2023, il collegamento verso Sud arriverà nelle città di Siviglia, Malaga e Cordoba. A giugno 2023, Alicante e Albacete saranno le ulteriori città ad essere raggiunte dal Frecciarossa di Iryo.

L'avvio delle attività commerciali in Spagna conferma la forte presenza in Europa del Gruppo FS Italiane e in particolare del Polo Passeggeri che unisce tutte le società che si oc-

cupano di trasporto passeggeri su treni e autobus. Il Gruppo è già presente in Francia con Trenitalia France e i collegamenti sulla rotta Parigi - Lione - Milano, in UK con Avanti West Coast e c2c, in Grecia con Hellenic Train attraverso collegamenti a media e lunga percorrenza, oltre a quelli urbani e suburbani ad Atene, in Germania con Netinera, operatore del trasporto regionale, e nei Paesi Bassi con Qbuzz, operatore di trasporto su gomma.

La presentazione dell'offerta commerciale si è svolta a Madrid, nella stazione Atocha, e ha l'obiettivo di invogliare sempre più persone a scegliere il treno per i propri spostamenti, come indicato dagli obiettivi dell'Unione Europea in termini di sostenibilità. La condivisione delle conoscenze, maturate in Italia nell'Alta Velocità grazie a oltre dieci anni di esperienza di collegamenti con Frecciarossa, permetterà così un ulteriore e importante sviluppo del trasporto ferroviario fra le principali città iberiche.

Iryo è inoltre impegnata a favorire su tutto il territorio una mobilità integrata, collettiva e condivisa attraverso accordi con altri operatori di trasporto e di turismo per offrire un viaggio *door to door*. Saranno attivi infatti accordi con servizi di taxi e altri mezzi di trasporto pubblico nelle principali città spagnole per iniziare e completare il proprio viaggio.

Iryo è l'unico operatore ferroviario con la flotta completamente nuova che a regime conterà 20 Frecciarossa 1000, uno dei treni più veloci, sostenibile e con basso impatto ambientale d'Europa. I Frecciarossa sono treni realizzati con materiali riciclabili al 95%, hanno consumi ridotti rispetto ai treni di precedente generazione e riescono a contenere in 28 grammi l'emissione di CO₂ a passeggero-km. Per questi motivi, sono i primi treni ad aver ottenuto la Certificazione di Impatto Ambientale (EPD).

La possibilità di offrire collegamenti Alta Velocità in Spagna è parte di un processo iniziato a novembre 2019 con l'assegnazione da par-

te di ADIF, gestore dell'infrastruttura ferroviaria iberica, del 30% dei collegamenti sulla rete AV, un'offerta seconda solo a Renfe, operatore nazionale spagnolo (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 15 settembre 2022).

Spain: Frecciarossa tickets on sale from 18 September

The FS Italiane Group, through Iryo, the subsidiary company of Trenitalia in Spain, from Sunday 18 September will start the sale of Frecciarossa tickets between Madrid, Barcelona and Zaragoza. The first races of the Frecciarossa, excellence of Italian railway technology, are scheduled for next November 25th. A few weeks later, from December 16, Iryo will offer trips between Madrid, Valencia and Cuenca and, in the first quarter of 2023, the connection to the South will arrive in the cities of Seville, Malaga and Cordoba. In June 2023, Alicante and Albacete will be the additional cities to be reached by Iryo's Frecciarossa.

The start-up of commercial activities in Spain confirms the strong presence in Europe of the FS Italiane Group and in particular of the Passenger Hub which unites all the companies that deal with passenger transport on trains and buses. The Group is already present in France with Trenitalia France and connections on the Paris - Lyon - Milan route, in the UK with Avanti West Coast and c2c, in Greece with Hellenic Train through medium and long-distance connections, in addition to urban and suburban ones in Athens, in Germany with Netinera, a regional transport operator, and in the Netherlands with Qbuzz, a road transport operator.

The presentation of the commercial offer place today in Madrid, in the Atocha station, and aims to encourage more and more people to choose the train for their travel, as indicated by the objectives of the European Union in terms of sustainability. The sharing of knowledge, gained in Italy in the high-speed sector thanks to over ten

years of experience in connections with Frecciarossa, will thus allow further and important development of rail transport between the main Iberian cities.

Iryo is also committed to promoting integrated, collective and shared mobility throughout the territory through agreements with other transport and tourism operators to offer door-to-door travel. In fact, agreements with taxi services and other means of public transport will be active in the main Spanish cities to start and complete your trip.

Iryo is the only railway operator with a completely new fleet that will count 20 Frecciarossa 1000, the fastest, most sustainable and low environmental impact train in Europe. The Frecciarossa trains are made with 95% recyclable materials, have lower fuel consumption than previous generation trains and are able to contain CO₂ emissions per passenger-km in 28 grams. For these reasons, they are the first trains to have obtained the Environmental Impact Certification (EPD).

The possibility of offering High Speed connections in Spain is part of a process that began in November 2019 with the assignment by ADIF, the Iberian railway infrastructure manager, of 30% of the connections on the HS network, an offer second only to Renfe, Spanish national operator (Press Release FSI Group, September 15th, 2022).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Grecia: completata l'infrastruttura per l'estensione della linea 3 della metropolitana di Atene Haidari-Pireo

Alstom, ha completato i lavori infrastrutturali per tutte le sei stazioni del prolungamento Haidari-Pireo della Linea 3 della rete metropolitana di Atene (Fig. 3), in qualità di membro del consorzio Avax - Ghella - Alstom. Le prime tre stazioni sono

state già consegnate per il servizio commerciale nel luglio 2020.

Il lavoro di Alstom includeva la progettazione, la fornitura e l'installazione della potenza di trazione, compresa la terza rotaia, l'alimentazione di media tensione e la distribuzione di bassa tensione. Nell'ambito del progetto è stato fornito un aggiornamento software ai 76 locali tecnici esistenti sulle Linee 2 e 3, già operativi.

Tra le sue responsabilità, Alstom ha installato la sua soluzione di mobilità urbana di lunga data Iconis di controllo di supervisione e acquisizione dati (SCADA) per l'alimentazione, fornendo una soluzione scalabile ad alte prestazioni e consentendo un controllo energetico ottimizzato.

"Alstom continua a fornire moderne soluzioni di mobilità per la Grecia, come abbiamo fatto negli ultimi 40 anni. Questa estensione della linea 3 della metropolitana è importante in quanto offre a passeggeri e turisti un servizio di trasporto continuo e veloce dall'aeroporto internazionale di Atene al porto del Pireo", ha affermato S. VLACHOS, MD Alstom Grecia.

Tra le aperture delle tre nuove stazioni, Alstom sta estendendo il si-

stema di supervisione automatica dei treni (ATS), anch'esso basato sulla piattaforma Iconis, a coprire l'intera rete delle linee 2 e 3 della metropolitana di Attiko. Grazie ad ATS, il traffico è più sicuro ed efficiente, in quanto il sistema garantisce la gestione online dell'orario, l'impostazione automatica del percorso e l'identificazione del treno, consentendo ai gestori del controllo del traffico di conoscere automaticamente in qualsiasi momento lo stato di qualsiasi treno in circolazione ed evitare potenziali rischi.

Ora che è pienamente operativa, la linea 3 collegherà il porto del Pireo con il centro di Atene e altri importanti snodi di trasporto come l'aeroporto e la stazione ferroviaria centrale. Il porto del Pireo si collegherà a Eleftherios Venizelos International in soli 55 minuti. La linea servirà oltre 130.000 passeggeri al giorno, trasformando la stazione del Pireo nel più grande snodo dei trasporti nella regione dell'Attica.

Nei suoi 30 anni di storia, Iconis ha ottimizzato le prestazioni del trasporto urbano in più di 20 paesi, tra cui Francia, Svizzera, Italia, Canada e India. Iconis è una soluzione di centro di controllo composta da moduli che si rivolgono a diversi pro-

dotti che vanno da ATS, SCADA o *Integrated Control and Security Center* (ICS o ICSC).

Con una presenza di oltre 40 anni in Grecia, Alstom ha partecipato con successo ai più grandi progetti di costruzione di infrastrutture di trasporto nel paese, inclusa la costruzione delle linee 2 e 3 della metropolitana di Atene, la ferrovia suburbana di Atene e l'estensione della linea 3 della metropolitana fino al Pireo. Inoltre, Alstom è il fornitore dei 25 tram Citadis X05 di ultima generazione per Atene. Nel giugno 2021, Alstom ha firmato il contratto per la linea 4 della metropolitana di Atene, uno dei più grandi progetti chiavi in mano in Europa (*Comunicato Stampa Alstom*, 10 ottobre 2022).

Greece: completed infrastructure for Athens Metro Line 3 extension Haidari-Piraeus

Alstom, has completed infrastructure works for all the six stations of the Haidari-Piraeus extension of Line 3 (Fig. 3) of the Athens metro network, as member of Avax – Ghella – Alstom consortium. The first three stations were already delivered for commercial service in July 2020.

Alstom's scope included design, supply and installation of the traction power, including third rail, the medium voltage supply and the distribution of low voltage. As part of the project, a software update has been provided to the 76 existing technical rooms on Lines 2 and 3, already in operation.

Among its responsibilities, Alstom has installed its long-standing Iconis urban mobility solution of supervisory control and data acquisition (SCADA) for power supply, providing a high-performance scalable solution and allowing optimised energy control.

"Alstom continues to provide modern mobility solutions for Greece, as we have done over the past 40 years. This Metro Line 3 extension is important as it offers passengers and tourists a seamless and faster transporta-



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 3 – Alstom ha installato la sua soluzione di mobilità urbana di lunga data Iconis per il controllo di supervisione e l'acquisizione di dati (SCADA) per l'alimentazione.

Figure 3 – Alstom has installed its long-standing Iconis urban mobility solution of supervisory control and data acquisition (SCADA) for power supply.

tion service travelling from Athens international airport to the Port of Piraeus," said S. VLACHOS, MD Alstom Greece.

Among the opening of the three new stations, Alstom is extending the Automatic Train Supervision (ATS) system, also based on the Iconis platform, to cover the whole network of lines 2 & 3 of Attiko Metro. Thanks to ATS, traffic is safer and more efficient, as the system ensures online timetable management, automatic route setting and train identification, allowing the traffic control managers to automatically know at any point the status of any train in traffic and avoid any potential risks.

Now that it is fully operational, the Line 3 will connect the Port of Piraeus with the centre of Athens and other major transport hubs such as the Airport and the Central Railway Station. The Port of Piraeus will connect to Eleftherios Venizelos International in just 55 minutes. The line will serve over 130,000 passengers daily transforming Piraeus Station into the largest transport hub in Attica region.

In its 30-year history, Iconis has optimised urban transport performance in more than 20 countries, including France, Switzerland, Italy, Canada and India. Iconis is a control centre solution that is made up of modules which address different products ranging from ATS, SCADA or Integrated Control and Security Centre (ICS or ICSC).

With a presence of over 40 years in Greece, Alstom has successfully participated in the largest transport infrastructure construction projects in the country, including the construction of Lines 2 & 3 of the Athens Metro, the Athens Suburban Railway and Metro Line 3 extension to Piraeus. In addition, Alstom is the provider of the 25 latest-generation Citadis X05 trams for Athens. In June 2021, Alstom signed the contract for Athens Metro Line 4, one of the largest turnkey projects in Europe (Alstom Press Release, October 10th, 2022).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Internazionale: Gruppo FSI e Hupac, per lo sviluppo del trasporto intermodale verso l'Europa

Nuovi servizi intermodali terrestri e marittimi in Italia e verso l'Europa, sviluppo e gestione di terminal per incrementare la qualità del trasporto intermodale e ampliare il network del traffico su ferro per raggiungere in Italia gli obiettivi europei e arrivare al 30% di merci trasportate su rotaia entro il 2030.

È quanto prevede il Memorandum of Understanding firmato a Roma tra il Gruppo FS Italiane, rappresentato dall'Amministratore Delegato L. FERRARIS e dall'Amministratore delegato di Mercitalia Logistics, G. STRISCIUGLIO e il Gruppo Hupac, presente con M. STAHLHUT, CEO di Hupac SA alla presenza del Presidente Hupac SA H. J. BERTSCHI e di B. KUNZ, membro del Consiglio di Amministrazione del Gruppo.

Il documento servirà in prima istanza a verificare la possibilità e il reciproco interesse a realizzare un progetto di partnership commerciale e operativa finalizzato allo sviluppo di soluzioni logistiche e di trasporto ferroviario e intermodale delle merci in particolare sulle relazioni Italia – Europa nord Orientale e tra Europa sud orientale verso i Balcani.

Le attività riguarderanno in particolare modo i servizi intermodali terrestri e l'ampliamento del traffico merci da e verso i porti nazionali e internazionali, avvalendosi di connessioni ferroviarie e intermodali terrestri. Una cooperazione storica, quella tra il Gruppo FS e Hupac, che vede, tra gli altri, progetti in corso attraverso la società Teralp, (Terminal AlpTransit), partecipata da Hupac e Mercitalia impegnata nella realizzazione di 3 nuovi terminal in Italia: Milano smistamento (un primo modulo sarà realizzato entro il 2025, ma il completamento dell'opera avverrà entro il 2026), Brescia, che sarà completato entro il 2026 e Piacenza, entro il 2024.

La gestione della logistica e del trasporto merci attraverso la Svizzera è un esempio virtuoso nel panorama europeo: nel 2021 il 75% delle merci movimentate ha visto il treno protagonista, tra ferro convenzionale e intermodale, con una crescita soprattutto di quest'ultima a scapito del trasporto su gomma sulle lunghe percorrenze. "Con la firma di questo MoU - ha dichiarato L. FERRARIS, AD del Gruppo FS - ampliamo e rafforziamo la nostra collaborazione con Hupac in coerenza con una strategia complessiva che punta allo sviluppo dell'intermodalità e all'obiettivo di raddoppiare la quota del trasporto delle merci in treno su distanze superiori ai trecento/quattrocento km e allo sviluppo di un sistema logistico sempre più sostenibile e innovativo. Il Gruppo FS Italiane, tramite il Polo Logistica, punta a così a diventare un operatore di sistema e, grazie alle importanti infrastrutture ferroviarie nazionali e transeuropee che sta realizzando, ad ampliare la sua offerta facendo dell'Europa il proprio mercato domestico".

"Il Gruppo FS Italiane – dice il Presidente Hupac SA H. J. BERTSCHI - è il nostro partner storico da decenni. Insieme siamo riusciti ad aumentare, in modo continuativo, il trasferimento delle merci dalla strada alla ferrovia sull'asse Nord-Sud. Il PNRR, e in particolare l'opera del Terzo valico dei Giovi, renderanno ancora più competitivo il sistema ferroviario merci. Insieme al Gruppo FS desideriamo dare un contributo importante per un'ulteriore crescita e per raggiungere gli obiettivi ambientali che l'Europa, l'Italia e la Svizzera si sono posti" (Comunicato Stampa Gruppo FSI, 11 ottobre 2022).

International: FSI Group and Hupac, for the development of intermodal transport to Europe

New intermodal land and sea services in Italy and towards Europe, development and management of terminals to increase the quality of intermodal transport and expand the rail traffic network to achieve European objectives in Italy and reach 30% of goods transported on rail by 2030.

This is the provisions of the Memorandum of Understanding signed in Rome between the FS Italiane Group, represented by the Chief Executive Officer L. FERRARIS and the Chief Executive Officer of Mercitalia Logistics, G. STRISCIUGLIO and the Hupac Group, present with M. STAHLHUT, CEO of Hupac SA in the presence by Hupac SA Chairman H. J. BERTSCHI and by B. KUNZ, member of the Group's Board of Directors.

The document will serve in the first instance to verify the possibility and mutual interest in creating a commercial and operational partnership project aimed at developing logistical solutions and rail and intermodal transport of goods, in particular on the relations between Italy - North Eastern Europe and between Southern Europe. east towards the Balkans.

The activities will concern in particular land intermodal services and the expansion of freight traffic to and from national and international ports, making use of rail and land intermodal connections. A historic cooperation, the one between the FS Group and Hupac, which sees, among others, projects underway through the company Teralp, (Terminal AlpTransit), owned by Hupac and Mercitalia engaged in the construction of 3 new terminals in Italy: Milan marshalling yard (a first module will be built by 2025, but the work will be completed by 2026), Brescia, which will be completed by 2026 and Piacenza, by 2024.

The management of logistics and freight transport through Switzerland is a virtuous example in the European panorama: in 2021, 75% of goods handled saw the train as the protagonist, between conventional and intermodal rail, with a growth especially in the latter to the detriment of road transport on long distances. "With the signing of this MoU - declared L. FERRARIS, CEO of the FS Group - we are expanding and strengthening our collaboration with Hupac in line with an overall strategy that aims at the development of intermodality and the objective of doubling the share of transport of goods by train over distances of more than three hundred / four hundred km and the development of

an increasingly sustainable and innovative logistics system. The FS Italiane Group, through the Logistics Hub, thus aims to become a system operator and, thanks to the important national and trans-European railway infrastructures it is building, to expand its offer by making Europe its home market ".

"The Fs Italiane Group - says Hupac SA President H. J. BERTSCHI - has been our long-standing partner for decades. Together we have managed to continuously increase the transfer of goods from road to rail on the North-South axis. The PNRR, and the work of the Terzo Valico dei Giovi, will make the freight rail system even more competitive. Together with the FS Group, we wish to make an important contribution to further growth and to achieve the environmental objectives that Europe, Italy and Switzerland have set themselves"(Press Release FSI Group, October 11th, 2022).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Polonia: nuovo sito a Nadarzyn e tripla capacità produttiva per carrelli ferroviari

Alstom in Polonia ha avviato la produzione di carrelli per treni regio-

nali, metropolitane e tram in una nuova sede a Nadarzyn vicino a Varsavia (Fig. 4). Nella nuova sede saranno impiegate duecento persone, con un costo dell'investimento che supererà i 10 milioni di euro. I primi carrelli sono già usciti dalla linea di produzione. Nel prossimo futuro il sito eseguirà anche la manutenzione dei carrelli dei treni ad alta velocità (fino a 250 km/h). Sarà il primo centro di servizi di carrelli per treni ad alta velocità in Polonia.

Il nuovo sito si occuperà della produzione di carrelli dai siti Alstom esistenti a Piaseczno e Wrocław. Su un'area di oltre un ettaro è stato realizzato un capannone di produzione con quattro gru e spazi per uffici. Il sito di Nadarzyn impiegherà installatori, meccanici, elettricisti, tornitori, pittori, specialisti del controllo qualità e personale amministrativo.

"Il nostro nuovo sito di Nadarzyn è un esempio degli ulteriori investimenti effettuati da Alstom in Polonia. Alla fine a Nadarzyn assumeremo 200 persone e puntiamo a produrre 1800 carrelli ferroviari all'anno, tre volte di più rispetto a Piaseczno. Tecnicamente, saremo in grado di produrre fino a 3000 carrelli all'anno", spiega S. CYZA, CEO e amministratore delegato di Alstom in Polonia, Ucraina e Stati baltici.



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 4 - Lancio ufficiale della produzione di carrelli nel nostro nuovo sito a Nadarzyn, Polonia.

Figure 4 -Official launch of bogies production at our new site in Nadarzyn, Poland.

Alstom ha acquisito esperienza nella costruzione di carrelli in Polonia per molti anni. A Piaseczno ha eseguito le revisioni dei carrelli Pendolino e ha prodotto carrelli per i treni regionali. I carrelli prodotti in Polonia sono parti di unità multiple elettriche Coradia Stream assemblate, tra le altre, a Chorzów; (Comunicato Stampa Alstom, 11 ottobre 2022).

Poland: new site in Nadarzyn and triple production capacity for train bogies

Alstom in Poland has launched the production of bogies for regional trains, metros and trams at a new site in Nadarzyn near Warsaw (Fig. 4. Two hundred people will be employed at the new site, with the cost of investment coming to more than €10 million. The first bogies have already rolled off the production line. In the near future the site will also perform the maintenance of high-speed train bogies (up to 250 km/h). It will be the first high-speed train bogies service center in Poland.

The new site will take over the production of bogies from the existing Alstom sites in Piaseczno and Wrocław. A production hall with four cranes and office spaces have been built on the area of over one hectare. The site in Nadarzyn will employ fitters, mechanics, electricians, turners, painters, quality control specialists and administrative staff.

"Our new Nadarzyn site is an example of further investments being done by Alstom in Poland. Ultimately in Nadarzyn we will hire 200 people and we are aiming at producing 1800 train bogies a year, that is three times more than in Piaseczno. Technically, we will be able to produce up to 3000 bogies a year," explains S. Cyza, CEO and Managing Director of Alstom in Poland, Ukraine and Baltic States.

Alstom has been gaining expertise in the construction of bogies in Poland for many years. In Piaseczno, it has been performing the overhauls of Pendolino bogies and has produced bogies for regional trains. Bogies produced in Poland are parts of Coradia Stream

electric multiple units assembled, among others, in Chorzów; (Alstom Press Release, October 11th, 2022).

USA: Hitachi Rail rivela i progetti finali per la nuova fabbrica di treni nel Maryland

Hitachi Rail ha rivelato i progetti finali e le immagini per la sua nuova fabbrica di treni da 70 milioni di dollari e un tracciato di prova di 800 iarde, costruito su un sito di 41 acri situato nella contea di Washington, nel Maryland (Fig. 5).

A regime, la fabbrica sosterrà 1.300 posti di lavoro, con un massimo di 460 che lavoreranno direttamente in loco per Hitachi Rail. I nuovi posti di lavoro comporteranno guadagni totali di 350 milioni di dollari all'anno e porteranno importanti benefici economici alla regione di Washington DC, Maryland e Virginia.

L'impresa edile statunitense Ryan Companies è stata nominata responsabile dello sviluppo del sito. Il programma di costruzione sta procedendo bene - con la rimozione del terreno, la creazione dell'impalcato in cemento e la maggior parte dei muri esterni in cemento - e la fabbrica dovrebbe aprire nei tempi previsti all'inizio del 2024.

Il governatore del Maryland, L. HOGAN, e il membro del Congresso del Maryland, D. TRONE, insieme al direttore generale di WMATA, R. CLARKE, saranno ospitati dal CEO di Hitachi Rail, A. BARR, presso la struttura del sito e avranno un primo saggio esclusivo della finale progettazione per il sito e lo stato di avanzamento dei lavori.

Una volta completata nel primo trimestre del 2024, la fabbrica inizierà a lavorare per consegnare il suo primo ordine: 256 nuovi vagoni ferroviari della serie 8000 per la Washington Metropolitan Area Transit Authority (Metro). Il contratto, annunciato a marzo 2021, include opzioni per la costruzione di un massimo di 800 veicoli. Quando sarà pienamente operativa, la fabbrica sarà in grado di completare fino a 20 car-

rozze ferroviarie al mese in un unico turno, con la capacità di produrre un'ampia gamma di treni, dalla metropolitana ai servizi ad alta velocità.

- Lavori di costruzione nei tempi previsti

Il programma di costruzione, guidato da Ryan, è nei tempi previsti, con l'ultima fase che li ha visti installare 248 pannelli per pareti in cemento, ciascuno dei quali è 13 'x 36' e pesa circa 35.000 libbre. In totale, il programma richiederà 1.050 tonnellate di acciaio per completare la costruzione della fabbrica, che include travetti, travi e colonne in acciaio strutturale. La realizzazione della struttura prevede anche il getto di 12.430 metri cubi di cemento, sufficienti per riempire quasi quattro piscine olimpioniche.

La capacità di produzione della fabbrica sarà potenziata da soluzioni tecnologiche innovative, attingendo all'esperienza centenaria di Hitachi Rail e al patrimonio manifatturiero globale di Hitachi Rail per fornire la sua fabbrica digitale più avanzata.

In qualità di azienda impegnata a diventare un innovatore del cambiamento climatico, Hitachi Rail utilizzerà anche le ultime tecniche per creare uno stabilimento che utilizzi energia e risorse in modo efficiente per proteggere l'ambiente.

- Consegna per la regione

La costruzione e il funzionamento della fabbrica rappresenteranno un importante impulso per le economie regionali del Maryland e della grande regione di Washington DC. Quasi il 60% del valore della costruzione della fabbrica deve essere speso con fornitori di tutta la regione, il che equivale a oltre 40 milioni di dollari di impatto economico diretto e indiretto. Si prevede che anche le piccole imprese ne trarranno vantaggio, con oltre un quarto (c27%) della spesa totale prevista per le *Small Business Enterprises* (SBE).

Oltre alla spinta della costruzione, i fino a 1.300 posti di lavoro che la fabbrica sosterrà - diretti, indiretti e indotti - saranno un importante

impulso per l'economia. Hitachi Rail prevede di iniziare seriamente il suo programma di reclutamento all'inizio del 2024.

A. BARR, Group CEO di Hitachi Rail, ha dichiarato: "Con la costruzione della nostra nuova fabbrica di treni da 70 milioni di dollari nei tempi previsti e i buoni progressi, siamo un passo avanti verso la fornitura di una nuova flotta di alta qualità per la metropolitana della regione di Washington DC. È emozionante poter rilasciare i progetti finali della nostra nuova struttura con la sua tecnologia Lumada all'avanguardia. La produzione di treni all'avanguardia è fondamentale per la nostra attività e questa fabbrica, con la sua nuova forza lavoro, avrà la capacità di costruire treni per tutto il Nord America".

Il governatore del Maryland, L. HOGAN, ha dichiarato: "È entusiasmante vedere la nuova fabbrica Hitachi Rail riunirsi poiché il potenziale di creazione di posti di lavoro e i vantaggi economici associati saranno un punto di svolta assoluto per la contea di Washington e l'intera regione. Questo progetto trasformativo è un'ulteriore prova che la regione di Hagerstown è un importante centro logistico per il trasporto ferroviario con collegamenti impareggiabili con gli Stati Uniti nordorientali, ed è un altro brillante esempio del fatto che il Maryland è veramente aperto agli affari".

Il membro del Congresso D. TRONE, ha dichiarato: "Questa nuova fabbrica a Hagerstown fornirà oltre 1.000 posti di lavoro ben pagati alla comunità e rafforzerà le nostre opzioni di trasporto pubblico attraverso l'intero sistema metropolitano. Dopo aver esaminato i piani finali di Hitachi per la fabbrica è chiaro che questo sforzo ha un incredibile ritorno sull'investimento per i Maryland. È fondamentale che i trasporti pubblici consentano alle persone di andare al lavoro in orario, andare a prendere i propri figli o semplicemente spostarsi dal punto A al punto B. Accolgo con favore Hitachi Rail nel nostro distretto e attendo con ansia le opportunità economiche che

questa struttura porterà nella contea di Washington."

R. CLARKE, Direttore Generale e CEO di Metro, ha dichiarato: "Siamo orgogliosi di avere i nuovi veicoli ferroviari della serie 8000 di Metro costruiti nell'area della capitale nazionale. Creare posti di lavoro locali e vantaggi economici per la regione era essenziale per Metro e restituirà l'investimento di Metro alle famiglie, alle imprese e alla regione che serviamo".

K. SCHOTT, vicepresidente dello sviluppo immobiliare di Ryan, ha dichiarato: "Ryan Companies è entusiasta di avere l'opportunità di supportare Hitachi Rail nei suoi sforzi per migliorare il trasporto ferroviario di passeggeri e merci negli Stati Uniti e in Nord America. È un privilegio guidare lo sviluppo di questa struttura all'avanguardia e con la costruzione nei tempi previsti".

- Nota per il lettore: Metrorail Serie 8000

La serie 8000 aumenterà l'affidabilità, offrirà una moderna tecnologia di bordo e una migliore esperienza per i passeggeri. I treni della metropolitana avranno caratteristiche popolari che includono:

- Wi-Fi di bordo.
- Schermi digitali per fornire informazioni di viaggio migliorate.

- Telecamere di sicurezza ad alta definizione.
- Miglioramenti del sistema di ventilazione.
- Severi requisiti di sicurezza informatica.
- Pavimenti riscaldati in tutto.
- Miglioramento della frenata rigenerativa.

I veicoli completamente elettrici, con 130 posti per coppia di carrozze, rappresenteranno un importante aggiornamento quando sostituiranno le flotte delle serie 2000 e 3000, in servizio dall'inizio degli anni '80. Per Metro, la nuova flotta aiuterà a migliorare il servizio per i passeggeri, sarà più facile da mantenere e ridurre i costi.

L'investimento in fabbrica di 70 milioni di dollari di Hitachi Rail rappresenta una continuazione del suo impegno per migliorare il trasporto ferroviario di passeggeri e merci negli Stati Uniti. In tutto il Nord America, impiega già più di 1.400 persone e ha sede a Pittsburgh, in Pennsylvania. Mentre la fabbrica nel Maryland si concentrerà sulla costruzione di treni, Hitachi Rail sta offrendo programmi in tutto il settore dei trasporti; dai principali sistemi di segnalamento alla costruzione di ferrovie completamente nuove e al supporto delle aziende di trasporto merci su rotaia a livello nazionale (*Comunicato Stampa Hitachi Rail*, 18 ottobre 2022).



(Fonte – Source: Hitachi)

Figura 5 - CGI del progetto definitivo per la fabbrica del New Maryland.
Figure 5 - CGI of the Final Design for the New Maryland Factory.

USA: Hitachi Rail reveals Final Designs for new Maryland Train Factory

Hitachi Rail revealed the final designs and images for its new \$70M train factory and 800-yard test track, built on a 41-acre site located in Washington County, Maryland (Fig. 5).

When fully operational, the factory will sustain 1,300 jobs, with up to 460 working directly for Hitachi Rail on site. The new jobs will command total earnings of \$350 million per year and bring major economic benefits to the DC, Maryland, and Virginia region.

US construction firm, Ryan Companies, has been appointed as the lead site developer. The construction program is progressing well – with land clearance, creation of the concrete deck and the majority external concrete walls completed – and the factory is set to open on schedule in early 2024.

Maryland Governor, L. HOGAN, and Maryland Congressman, D. TRONE, along with WMATA General Manager, R. CLARKE, will be hosted by Hitachi Rail CEO, A. BARR, at the site facility and given an exclusive first glimpse of final designs for the site and the progress of construction.

Once completed in the first quarter of 2024, the factory will begin work to deliver its first order: 256 new 8000-series railcars for Washington Metropolitan Area Transit Authority (Metro). The contract, announced in March 2021, includes options for up to 800 cars to be built. When fully operational, the factory will be able to complete up to 20 railcars per month in a single shift, with the capability to produce a wide range of trains from metro to high-speed services.

- Construction work on schedule

The construction program, led by RYAN, is on schedule, with the latest phase seeing them install 248 concrete wall panels, each of which is 13' x 36' and weighs around 35,000lbs. In total, the program will require 1,050 tons of steel to complete factory building, which includes joists, girders and structural steel columns. The creation

of the facility will also include the pouring of 12,430 cubic yards of concrete, enough to fill almost four Olympic-sized swimming pools.

The factory's manufacturing capability will be enhanced by innovative technological solutions, drawing on Hitachi Rail's 100-year expertise and global manufacturing heritage to deliver its most advanced digital factory to date.

As a business committed to becoming a climate change innovator, Hitachi Rail will also use the latest techniques to create a factory that uses energy and resources efficiently to protect the environment.

- Delivering for the region

The construction and operation of the factory will be a major boost for regional economies across Maryland and the greater Washington DC region. Nearly 60% of the construction value of the factory is to be spent with suppliers from across the region, which equates to more than \$40M in direct and indirect economic impact. Small businesses are expected to benefit too, with more than a quarter (c27%) of the total expenditure anticipated to go to Small Business Enterprises (SBEs).

In addition to the boost from the construction, the up to 1,300 jobs the factory will sustain – direct, indirect and induced – will be a major boost to the economy. Hitachi Rail anticipates starting its recruitment program in earnest in early 2024.

A. BARR, Group CEO, Hitachi Rail, said: "With construction of our new train \$70m factory on schedule and progressing well, we are one step closer to delivering a new, high quality fleet for the Washington DC Region's Metro. It is exciting to be able to release the final designs of our new facility with its cutting-edge Lumada technology. Manufacturing pioneering trains is core to our business, and this factory, with its new workforce, will have the capability to build trains for all of North America."

Maryland Governor, L. HOGAN, said: "It is exciting to see the new Hi-

tachi Rail factory coming together as the job creation potential and associated economic benefits will be an absolute game changer for Washington County as well as the entire region. This transformative project is further proof that the Hagerstown region is a major logistical center for rail transportation with unparalleled connections to the northeastern United States, and is yet another shining example that Maryland is truly open for business."

Congressman D. TRONE, said: "This new factory in Hagerstown will deliver over 1,000 good-paying jobs to the community and strengthen our public transportation options across the entire Metro system. After looking at Hitachi's final plans for the factory it's clear that this effort has an incredible return on investment for Marylanders. It's crucial that public transportation allows folks to get to work on time, pick up their kids, or just get from point A to point B. I welcome Hitachi Rail to our district and look forward to the economic opportunities this facility will bring to Washington County."

R. CLARKE, General Manager and CEO, Metro, said: "We are proud to have Metro's new 8000-series railcars built in the National Capital Area. Creating local jobs and economic benefit for the region was essential to Metro and will return Metro's investment to families, businesses and the region we serve."

K. SCHOTT, vice president of real estate development at Ryan said: "Ryan Companies is excited to have the opportunity to support Hitachi Rail in its efforts to improve passenger and freight rail transportation in the United States and North America. It is a privilege to lead the development of this state-of-the-art facility and with construction on schedule."

- Note for the reader: about the 8000-Series Metrorail cars

The 8000-Series will increase reliability, offer modern on-board technology and an improved passenger experience. The Metro trains will have popular features that include:

- On-board WiFi.
- Digital screens to provide improved journey information.
- High-definition security cameras.
- Ventilation system improvements.
- Stringent cybersecurity requirements.
- Heated floors throughout.
- Improved regenerative braking.

The all-electric vehicles, with 130 seats per pair of cars, will be a major upgrade when they replace the 2000- and 3000-series fleets, which have been in service since the early 1980s. For Metro, the new fleet will help improve the service for passengers, be easier to maintain and reduce costs.

Hitachi Rail's \$70M factory investment represents a continuation of its commitment to improve passenger and freight rail transportation in the United

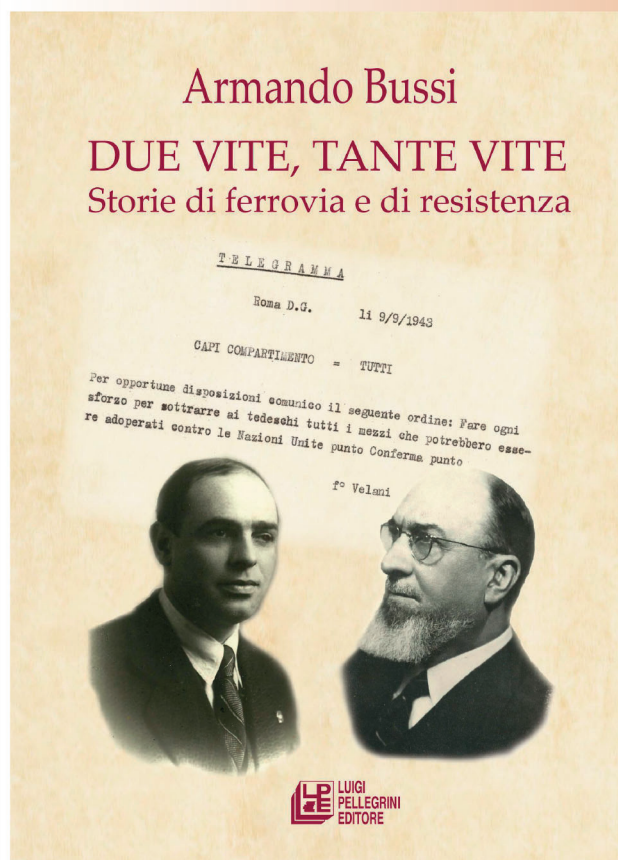
Sates. Across North America, it already employs more than 1,400 people and has its headquarters in Pittsburgh, Pennsylvania. While the factory in Maryland will focus on building trains, Hitachi Rail is delivering programs across the entire transportation sector; from major signaling systems to building completely new railways, and supporting rail freight firms nationwide (Hitachi Rail Press Release, October 18th, 2022).

ARMANDO BUSSI
DUE VITE, TANTE VITE
Storia di ferrovia e di resistenza

Armando Bussi (Modena 1896/Roma 1944), matricola 190927, Segretario al Deposito Locomotive San Lorenzo; Luigi Velani (Firenze 1877/Roma 1958), matricola 33923, Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato: questo libro racconta le loro vite, fra la fine dell'Ottocento e la metà del Novecento.

Il primo entra alle FS diciassettenne come avventizio. Combatte nella Grande Guerra prima da soldato, poi da sottotenente; fatto prigioniero a Caporetto, si ammala per un tracoma che, finito il conflitto, gli fa perdere l'occhio sinistro. Assunto stabilmente all'ufficio Trazione di Roma, politicamente impegnato coi repubblicani, non fa mai carriera; anzi, dopo l'avvento al potere di Mussolini è tenuto costantemente sotto controllo dal Commissariato compartimentale ferroviario, rischiando più volte il licenziamento per il suo dichiarato antifascismo. Durante la seconda guerra mondiale, dopo l'8 settembre 1943 e l'occupazione nazista dell'Urbe, è impegnato nella Resistenza con incarichi direttivi nel partito d'Azione romano; arrestato, cade alle Fosse Ardeatine il 24 marzo 1944. Gli viene conferita, alla memoria, la Medaglia d'Oro al Valor Militare.

Il secondo, ingegnere assunto nel 1900 dalla Rete Adriatica, passa dal 1906 alle neonate Ferrovie dello Stato; partecipa al primo conflitto mondiale con un ruolo direttivo nel campo dei trasporti militari, quindi rientra nelle FS. Arriva per le sue riconosciute capacità all'incarico di Vicedirettore Generale; iscrittosi poi al partito ascista, diviene nel 1931 Direttore delle stesse Ferrovie. Consegue successi sia organizzativi che tecnici, quale il record mondiale di velocità ferroviaria nel 1939. A luglio 1943 condivide la decisione del Re di defenestrare il Duce; ma continua a dirigere le FS anche quando i tedeschi prendono il controllo della Capitale.



Le loro vite sono ricostruite dall'autore - ferroviere in pensione, nipote di uno dei protagonisti - utilizzando testimonianze e documenti spesso inediti (come quello che compare sulla copertina); il tutto è inquadrato - oltre che nei rispettivi contesti familiari e professionali - nel complesso dei grandi eventi che si susseguono nel nostro paese. Insomma, attraverso le storie di due agenti FS si racconta un po' la storia d'Italia.

Il libro è in formato 15 x 21 cm, 272 pagine.

Il prezzo di copertina è di € 16.00, e può essere acquistato nelle principali librerie; oppure presso il C.I.F.I.

Per i Soci del Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (CIFI) e per gli abbonati alla rivista "Ingegneria Ferroviaria" è applicato lo sconto del 20%.

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

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 SEGNALEMENTO 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 TRANVIE

- 27 – POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 – FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 – TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 – TRASPORTI MERCI
- 31 – TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 – TRASPORTO LOCALE
- 33 – PERSONALE

- 34 – FRENI E FRENATURA
- 35 – TELECOMUNICAZIONI
- 36 – PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 – CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 – CIFI
- 39 – INCIDENTI FERROVIARI
- 40 – STORIA DELLE FERROVIE
- 41 – VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al *CIFI* - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del *CIFI* - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2022

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale non ingegnere del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*) – (copia rivista online)		25,00
- Esteri	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**.

I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2022

(The subscriber can decide to receive IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Price including VAT	Paper	Online
- Normal (Italy)	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- Students (University attesting documentation required) ^(*) – (online version of IF journal)		25.00
- Foreign countries	180.00	50.00

^(*) After 3 years of free association, students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 25.00, which includes the online "IF - Ingegneria Ferroviaria" and "la Tecnica Professionale" subscription.

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 – UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website www.cifi.it;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria – Ph: +39.06.4742987 – E mail: redazioneif@cifi.it

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: Italy € **16.00**; Foreign Countries € **20.00**.

Single article € **9.50**.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

	IF Biblio	Politica ed economia dei trasporti, tariffe	27
	170 La settima rivoluzione dei trasporti. Le innovazioni in corso e i possibili scenari futuri (CASCETTA – HENKE – DI BARTOLOMEO) <i>The seventh transport revolution. Ongoing innovations and possible future scenarios</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, giugno 2021, pagg. 461-492, figg. 21, tabb. 4. Biblio 91 titoli. In questo articolo si analizzano brevemente le principali linee di innovazione oggi in atto nei diversi settori ed il loro livello di maturità, oltre ad alcune possibili interazioni tra di esse che sono ad oggi in fase embrionale e che potranno dar luogo entro la metà di questo secolo alla settima rivoluzione dei trasporti che richiederà notevoli capacità di adattamento alle discipline che si occupano di pianificazione, progettazione e gestione dei sistemi di trasporto.	171 Il futuro dell'industria ferroviaria italiana (MANDELLI) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2021, pagg. 38-44, figg. 10. Nel presente articolo riportiamo un sintetico resoconto degli interventi più significativi del convegno ASSIFER del 25 marzo 2021- tenutosi in forma virtuale come imposto dalle attuali misure di profilassi epidemiologica.	

	IF Biblio	Freni e frenatura	34
	69 KEf: entra in funzione la prossima generazione di freni per vagoni merci (ANTON – PETTER – WIEDMANN) <i>KEf – nächste Generation der Güter wagen-Bremss-teuerung geht in Betrieb</i>, novembre 2019, pagg. 60-63, figg. 4. La valvola KE sui vagoni merci è in uso da oltre 60 anni e presto verrà sostituita dalla più recente KEf. Questa nuova generazione di valvole di controllo implementa nuove funzionalità per i vagoni merci e crea la base per la loro prossima gestione da remoto.	70 Alimentazione su vagoni merci - Gli sforzi per standardizzare (WILBRING – ENNING) <i>Stromversorgung auf Güterwagen – Aktuelle Bemühungen zur Standardisierung ETR</i>, novembre 2019, pagg. 64-67, figg. 2. Biblio 7 titoli. L'introduzione dei vagoni merci nell'universo IoT comporta l'introduzione di nuovi standard, attualmente allo studio in Germania.	

L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

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

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

INDICE

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

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



Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA – “Il materiale rotabile motore” € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” € 15,00

1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) € 15,00

1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari” € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” € 30,00

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00

- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria – Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie – volume 1 – Le regole generali” € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A – Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” € 34,00

3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” € 15,00
- 3.2. E. PRINCIPE – “Le carrozze italiane” € 50,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) “Cento Anni per la Sicilia” Omaggio per residenti Regione Sicilia € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa € 12,00
- 3.6. Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 € 100,00

4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) € 40,00
- 4.8. ROMA - “Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità” € 40,00
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) Omaggio per residenti Regione Puglia € 15,00
- 4.10. BARI – DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) Omaggio per residenti Regione Puglia € 25,00

6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza”	€ 25,00	6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer – Plasser Italiana) “Treni nel Mondo”	€ 30,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00	6.12	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite Treni nel mondo - Storie di ferrovia e resistenza”	€ 16,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità”	€ 34,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani – ETR 500 Frecciarossa”	€ 25,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia”	€ 29,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia” ..	€ 20,00	6.65.	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione - L’Artistica Editrice Savigliano (CN) ..	€ 70,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia”	€ 24,00			

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell’I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottoindicato. Per spedizioni l’importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)

Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%

Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste *La Tecnica Professionale* e *Ingegneria Ferroviaria*

Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito www.cifi.it compilando e inviando per posta ordinaria o via e-mail il modulo allegato unitamente alla ricevuta di versamento.

Richiedente: (Cognome e Nome)

Indirizzo: Telefono:

P.I.V.A./C.F.: (l’inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l’ordine d’acquisto per:

n. (in lettere) copie del volume:

n. (in lettere) copie del volume:

n. (in lettere) copie del volume:

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

Via Giolitti, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: info@cifi.it - biblioteca@cifi.it

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

A **Lavori ferroviari, edili e stradali
Impianti di riscaldamento e sanitari
Lavori vari:**

B **Studi e indagini
geologiche-palificazioni**

C **Attrezzature e materiali
da costruzione:**

MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica, 109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG) – Tel. 075/597211 – Fax 075.395348 – Sito internet: 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 – Sito internet: 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, piastrene, 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 Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV) – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39 039.92259202 – Fax +39 039.92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di comunicazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI – Tel. 080.5328425 – Fax +39.080.5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: info@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 – Sito internet: www.faiveley.com
Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoncini, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.
Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e tele-diagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – Sito internet: 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 dia-

gnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano 57/a – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – e-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

GECO S.r.l. - Via Ugo Foscolo, 9 - 28066 GALLIATE (NO) - CF e P.Iva: IT01918320035 – Tel. 0321/806957 - E-mail: info@gecoitalia.biz - Progettazione, integrazione, prodotti, servizi ingegneristici e sviluppo software per applicazioni di informazione al pubblico, sincronizzazione oraria, videosorveglianza, diffusione audio, rilevazione incendio, sicurezza, antintrusione avvalendosi di tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – Web: 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 - Presostati 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 – Sito internet: 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 pistoncini, 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 ORNAVASSO (VB) – Tel. 0323.837368 – Fax 0323.836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – e-mail: rolling-stock@lucchini.it – sito web: www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metro-

politani; 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. Chiavari, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: info@mariniimpianti.it - Sito web: www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

MATISA S.p.A. – Via Ardeatina km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA) – Tel. 06.918291 – Telefax 06.91984574 – e-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39.02.575731 – e-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – e-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

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 manu-

tenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39.039.9080007/+39.039.9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – Web: www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39.347.4318990 – e-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – e-mail info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario - Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

QSD SISTEMI S.r.l. – Via Isonzo, 6/bis – 20060 PESSANO CON BORNAGO (MI) – Tel. 02.95741699 – 02.9504773 –

Fax 02.95749915 – e-mail: gio.galimberti@qsdsistemi.it – www.qsdsistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme EN50155 – Passenger Information System – Interfoni – Cruscotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

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 – Sito internet: 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, portaspaazzole, 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 CASOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtel-srl.it – Sito web: www.sirtel-srl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica 3 – 40064 Ozzano dell'Emilia (BO) – Tel. 051/794 820 – E-mail: site@sitespa.it – Sito web: www.sitespa.it/railways – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparati Centrali Elettrici a Itinerari, etc. - Manutenzione, formazione e assistenza tecnica - RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e

messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. - Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica - **MESSA IN SICUREZZA GALLERIE**: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie - Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spil.it – info@spil.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055.717457 – Fax 055.7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – www.tecnelsystem.it – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie T04 per banchi comando – Segnalatori a Led serie S130 – Pulsanti apertura porte serie 56 e 58 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie T84 – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori presenza e apertura porte.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011.0712426 – Fax 011.0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – Sito internet: 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. 0309686261 – Fax 0309686700 – e-mail vaiaacar@vaia-car.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 rinalzataura del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 Roma – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco).

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

F Prodotti chimici ed affini:

G Articoli di gomma, plastica e vari:

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG) – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – e-mail:

fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania) – Tel. +49(8683)701-151 - Fax +49(8683)701-45151 - Sito web: 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.

IVG COLBACHINI S.p.A. – Via Fossona, 132 – 35030 CERVARESE S. CROCE (PD) – Tel. 049/9997311 – Fax 049/9915088 – e-mail: market.italy@ivgspa.it - ivg.colbachini@ivgspa.it - www.ivgspa.it – Capitale Sociale L. 10.575.000 – Tubi di gomma a basse e medie pressioni e flessibili con raccordi per ogni uso ed applicazione, studiati su specifiche richieste, in modo particolare per il settore rotabile (tubi per impianti frenanti tipo RAILWS e guaine gomma-tela a Dis. FS 304188).

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 (RM) – Tel. 0774.367431-32 – Fax 0774.367433 – E-mail: info@plastiroma.it – Sito web: www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata,

shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

H Rilievi e progettazione opere pubbliche:

ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO – Tel./ Fax 011.755161 – Cell. 335.6270915 – e-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI – Tel. 3476766033 - E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici estimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA) – Tel. 081.5741055 – Fax 081.5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERENESI (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) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque:

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro:

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale:
Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39 0289426332 – Fax +39 0283242507 – E-mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – Sito: www.schweizer-electronic.com – **Sede Legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 MILANO** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC “Sistema Minimel 95”, comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell’ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari:

N Vetrofanie, targhette e decalcomanie:

O Formazione

TRAINing S.r.l. - Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA – Tel. 045 511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento delle abilitazioni per la Condotta, l’Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (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.

P Enti di certificazione

ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055.2988811 – Fax 055.264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

Q Società di progettazione e consulting:

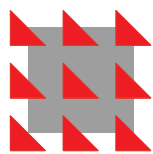
INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: info@interlanguage.it – Sito internet: www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R Trasporto materiale ferroviario:

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano RICCI, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Novembre 2022



ESSEN ITALIA

Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularità e Flessibilità



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia **"Ponti ESSEN"** per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.

Maggiore velocità in sicurezza



Qualità e Sicurezza



Forte di un "curriculum" d'eccellenza, la tecnologia "Ponti ESSEN" garantisce, nelle sue diverse configurazioni di utilizzo, elevati standard di qualità e sicurezza all'esercizio ferroviario.

Soluzioni chiavi in mano





**Costruzioni
Linee
Ferroviarie**



Promofer
Safety Services



dal 1945
**il futuro viaggia
su binari sicuri**



**Strukton
Rail**