



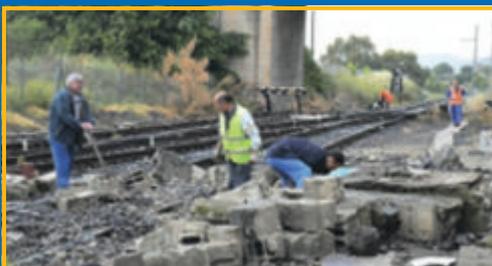
SMART STATION



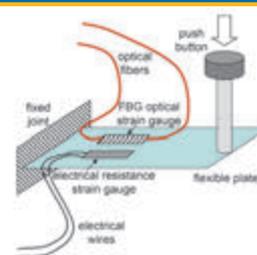
Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze



www.ecmre.com



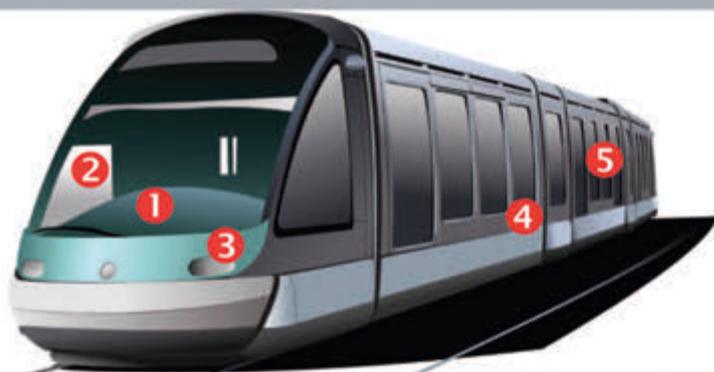
Vulnerabilità e accessibilità delle tratte ferroviarie in emergenza
Vulnerability and accessibility of open rail routes for emergency



Sensori ottici per l'analisi della interazione pantografo-catenaria
Optical sensors for the analysis of pantograph-catenary interaction

TecnelSystem S.p.A.

equipaggiamenti elettrici industriali



EXPO Ferroviaria 2016

Saremo presenti a Expoferroviaria 2016
Torino, 5-7 aprile 2016
Pad. 1 - Stand 310



TECNEL SYSTEM S.p.A., presente nel settore dei trasporti da oltre 40 anni, offre soluzioni, anche personalizzate, che garantiscono assoluta affidabilità.

- 1 Segnalazione e Comando per Banchi di Manovra
- 2 Pulsanti, Segnalatori, Lampade LED e Selettori in acciaio inox a chiave quadra
- 3 Sirene Elettroniche, Campane e Buzzer
- 4 Pulsanti "Self" apertura porte, Avvisatori Acustici multi-tono e Indicatori di Stato TSI
- 5 Sensori presenza e apertura porte, Bordi sensibili ad onda d'aria serie DW, elettrici ESLE, Cavi EN



Bordi sensibili serie DW, ESLE



Cavi norme EN



Interruttori serie DW



Sensori apertura porte AIR/SPOTSCAN



Sirene Elettroniche, Campane, Buzzer



Pulsanti "Self" apertura porte serie 56



Selettori in acciaio inox a chiave quadra



Comando porte



Lampade e LED



Avvisatori acustici multi-tono TSI serie 56



Pulsanti luminosi dia 16, 22.5 e 30.5 mm

Tecnel System S.p.A.
20126 Milano
Via Brunico, 15
Tel. 02 2578803 (ric. aut.)
Telefax 02 27001038
Internet: www.tecnelsystem.it
E-mail: sales@tecnelsystem.it



TecnelSystem S.p.A.
equipaggiamenti elettrici industriali

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



Unimat Combi 08-275

La Unimat Combi 08-275 rappresenta il nuovo stato dell'arte circa le macchine operatrici multifunzione, unendo le capacità di una moderna rinalzatrice-livellatrice-allineatrice per linea e scambi, con quelle di una macchina profilatrice ad alto rendimento. Queste caratteristiche, insieme al modernissimo sistema di comando e controllo PIC2, alla presenza del Sistema Tecnologico di Bordo BL3, ed alle più recenti apparecchiature di rilievo, lavoro e diagnosi da remoto presenti a bordo, fanno della Unimat Combi 08-275 la macchina ideale per soddisfare al meglio le necessità manutentive dell'infrastruttura ferroviaria di oggi e di domani.



I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ABB S.p.A. – SESTO S GIOVANNI (MI)	KRAIBURG ELASTICK GmbH – STRAIL – TITTMONING – GERMANIA
AFERPI – ACCIAIERIE E FERRIERE DI PIOMBINO S.p.A. – PIOMBINO (LI)	HUPAC S.p.A. – MILANO
AGENZIA REGIONALE PER LA MOBILITÀ NELLA REGIONE PUGLIA – AREM – BARI	KIEPE ELECTRIC S.p.A. – CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)
ALPIQ ENERSTRANS S.p.A. – MILANO	KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – FIRENZE
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)	JAMPEL S.r.l. – BOLOGNA
ALSTOM SIGNALLING SOLUTIONS S.r.l. – FIRENZE	IMPRESA SILVIO PIERBON SAS – BELLUNO
AMG S.r.l. – ADVANCED MEASURING GROUP – BITETTO (BA)	IMPRESA SIMEON & FIGLI S.r.l. – NAPOLI
ANIAF – ROMA	INTECS S.p.A. – ROMA
A.N.M. S.p.A. - AZIENDA NAPOLETANA MOBILITÀ – NAPOLI	IRCA S.p.A. – DIVISIONE RICA – VITTORIO VENETO (TV)
ANSALDOBREDA S.p.A. – NAPOLI	ITALFERR S.p.A. – ROMA
ANSALDO S.T.S. S.p.A. – GENOVA	ITT CANNON VEAM ITALIA S.r.l. - CAINATE (MI)
ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE	IVECOS S.p.A. – VITTORIO VENETO (TV)
ARMAFER S.r.l. – CAMPOBASSO	LOTRAS S.r.l. – FOGGIA
ARST S.p.A. – CAGLIARI	LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
ASSIFER – ASS. INDUSTRIE FERR. ELETTR. – MILANO	MATISA S.p.A. – S. PALOMBA (ROMA)
ASSOFER – ASSOCIAZIONE OPERATORI FERROVIARI E INTERMODALI – ROMA	MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA	MM S.p.A. – METROPOLITANA MILANESE – MILANO
A.T.A.C. S.p.A. – AGENZIA PER I TRASPORTI AUTOFERROTRANVIARI – COMUNE DI ROMA	MICOS S.p.A. – ROMA
AVANTGARDE S.r.l. – BARI	MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – BUCCINASCO (MI)
B.&C. PROJECT S.r.l. – S. DONATO MILANESE (MI)	MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. – VADO LIGURE (SV)	NATIONAL INSTRUMENTS ITALY S.r.l. – ASSAGO (MI)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)	NET ENGINEERING S.p.A. – MONSELICE (PD)
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA	ORA ELETTRICA S.r.l. – SAN PIETRO ALL'OLMO – CORNAREDO (MI)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – GENOVA	PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)
CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – TURATE (CO)	PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (ROMA)
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO	PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. – FIRENZE
C.L.F. – COSTRUZIONI LINEE FERR. S.p.A. – BOLOGNA	PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA	QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)
CEMES – S.p.A. – PISA	RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – S. ATTO (TE)
COET-COSTRUZIONI ELETTROTEC. – SAN DONATO M.SE (MI)	RETE FERROVIARIA TOSCANA S.p.A. – AREZZO
COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)	R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – DIREZ. TECNICA ENERGIA E TRAZ. ELETTR. – ROMA
COMMEL S.r.l. – ROMA	RINA SERVICES S.P.A. RAILWAY DEPARTMENT - GENOVA
CONSORZIO SATURNO – ROMA	RITTAL S.p.A. – VIGNATE (MI)
CONSULTSISTEM S.r.l. – ROMA	SCALA VIRGILIO & FIGLIO S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
COOPSETTE SOCIETÀ COOPERATIVA – CASTELNOVO DI SOTTO (RE)	SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. – MILANO
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. – MONTORIO AL VOMANO (TE)	SHRAIL S.r.l. – MILANO
DB SCHENKER RAIL ITALIA S.r.l. – NOVATE MILANESE (MI)	ŠKODA TRANSPORTATION S.p.A - PRAGA (REPUBBLICA CECA)
DERI S.r.l. – GRUGLIASCO (TO)	SICE S.n.c. – CHIUSI SCALO (SI)
DYNASTES S.r.l. – ROMA	SICURFER S.r.l. – CASORIA (NA)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA	SIEMENS S.p.A. – SETTORE TRASPORTI – MILANO
ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)	SIMPRO S.p.A. – BRANDIZZO (TO)
ELETECH S.r.l. – BITONTO (BA)	SINECO S.p.A. – MILANO
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI	SIRTI S.p.A. – MILANO
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI	S.P.I.L. S.p.A. – SARONNO (VA)
ESIM S.r.l. – BARI	SPITEK S.r.l. – PRATO
ESPERIA S.r.l. – PAOLA (CS)	SO.CO.FER S.r.l. - SOCIETÀ COSTRUZIONI FERROVIARIE - GALLESE (VT)
E.T.A. S.p.A. – CANZO (CO)	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MOMO (NO)
EULEGO S.r.l. – TORINO	SNCF VOYAGES ITALIA S.r.l. - MILANO
FAIVELEY TRANSPORT PIOSSASCO S.p.A. – PIOSSASCO (TO)	STADLER RAIL AG – BUSSNANG (CH)
FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)	SYSCO S.p.A. – ROMA
FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA	SYSNET TELEMATICA S.r.l. – MILANO
FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. – ROMA
FERROTRAMVIARIA S.p.A. – FERROVIE DEL NORD BARESE – ROMA	TECNIMONT CIVIL CONSTRUCTION S.p.A. - MILANO
FERROVIA ADRIATICO SANGRITANA S.p.A. - LANCIANO (CH)	T.M.C. TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT S.r.l. – POMPEI (NA)
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI	TEKFER S.r.l. – ORBASSANO (TO)
FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI S.r.l. – BARI	THALES ITALIA S.p.A. – SESTO FIORENTINO (FI)
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO	THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
FERSALENTO S.r.l. – COSTRUZIONI EDILI FERROVIARIE – LECCE	TELEFIN S.p.A. – VERONA
FERSERVICE S.r.l. – BAGHERIA (PA)	TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA	TRENITALIA S.p.A. – ROMA
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BBT SE – BOLZANO	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – ROMA	TUV ITALIA S.r.l. – SCARMAGNO (TO)
GRUPPO LOCCIONI GENERAL IMPIANTI S.r.l. – MAIOLATI SPONTINI (AN)	VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – ROMA
GRUPPO TRASPORTI TORINESI S.p.A. – TORINO	VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO NELL'EMILIA (RE)
	VOSSLOH SISTEM S.r.l. – SARSINA (FC)

INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	III copertina
ECM S.p.A. di Cappellini - Serravalle Pistoiese (PT)	I copertina
MACK BROOKS – Expo Ferroviaria 2016	IV copertina
NORD-LOCK S.r.l. – Torino	pagina 4
PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (RM)	pagina 1
TECNELSYSTEM S.p.A. – Milano	II copertina

INSERZIONI PUBBLICITARIE SU “INGEGNERIA FERROVIARIA”

Materiale richiesto: CD con prova colore, file in formato TIFF o PDF con risoluzione 300 DPI salvati in quadricromia (CMYK)
c/o CIFI – Via G. Giolitti 48 – 00185 Roma
Indirizzo e-mail: redazionetp@cifi.it

Misure pagine: I di Copertina mm 195 x 170 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1 pagina interna mm 210 x 297 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1/2 pagina interna mm 180 x 120 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)

Consegna materiale: almeno 40 giorni prima dell'uscita del fascicolo

Variatione e modifiche: modifiche e correzioni agli avvisi in corso di lavorazione potranno essere effettuati se giungeranno scritte entro 35 giorni dalla pubblicazione

“FORNITORI DEI PRODOTTI E SERVIZI”

A richiesta è possibile l'inserimento nei “Fornitori di prodotti e servizi” pubblicato mensilmente nella rivista.

Per informazioni:

C.I.F.I. – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via G. Giolitti,48 – 00185 Roma
Sig.ra MANNA Tel. 06.47307819 – Fax 06.4742987 – E-mail: redazionetp@cifi.it

C.I.F.I. – Sezione di Milano – P.za Luigi Di Savoia, 1 – 20214 Milano
Sig. RIVOIRA Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: segreteria@cifimilano.it

Orologio "FRECCIAROSSA 1000"

Il CIFI in collaborazione con la società Perseo ha realizzato l'orologio "Frecciarossa 1000". Il costo è di € 270,00 iva inclusa + spese di spedizione^(*).

Ai Soci CIFI ed a tutti quelli che si iscriveranno al Collegio contestualmente all'acquisto, viene praticato uno sconto di € 54,00 per un costo a orologio di € 216,00 + spese di spedizione^(*).



Agli Abbonati alle riviste "La Tecnica Professionale" e "Ingegneria Ferroviaria" (ed anche per coloro che sottoscriveranno l'abbonamento ad una delle due riviste verrà praticato uno sconto di € 27,00 per un costo ad orologio di € 243,00 + spese di spedizione^(*).

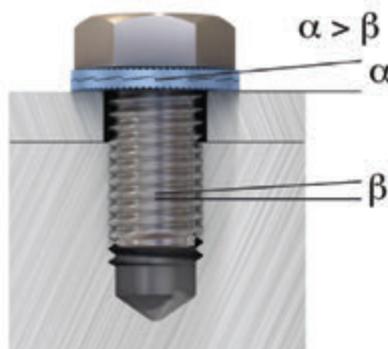
(*) € 10,00

Per informazioni contattare il Sig. Leonetti
Tel: 06 47 42 986 - FS 970/66825 - mail: amministrazione@cifi.it

NORD-LOCK®

Bolt securing systems

- Previene lo svitamento causato da vibrazioni e carichi dinamici
- La funzione bloccante non è influenzata dalla lubrificazione
- Non necessita di utensili speciali
- Riutilizzabile



Dato che l'angolo delle camme 'α' è maggiore rispetto all'angolo del passo del filetto 'β', la coppia di rondelle, espandendosi di più rispetto al passo del filetto, aumenta la tensione prevenendo lo svitamento.



Nord-Lock S.r.l.

Tel: +39 011 34 99 668 • Fax: +39 011 34 99 543

Email: info@nord-lock.it • Web: www.nord-lock.it

Pubblicazione mensile

Contatti

Tel. 06.4827116

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

Servizio Pubblicità

Roma: 06.47307819 – redazioneip@cifi.it

Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

Direttore

Prof. Ing. Stefano RICCI

Vice Direttore

Dott. Ing. Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione

Dott. Ing. Giovanni BONORA
Dott. Ing. Massimiliano BRUNER
Dott. Ing. Gianfranco CAU
Dott. Ing. Maurizio CAVAGNARO
Prof. Ing. Federico CHELI
Prof. Ing. Giuseppe Romolo CORAZZA
Dott. Ing. Biagio COSTA
Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA
Prof. Ing. Franco DE FALCO
Dott. Ing. Salvatore DI TRAPANI
Prof. Ing. Anders EKBERG
Dott. Ing. Alessandro ELIA
Dott. Ing. Luigi EVANGELISTA
Dott. Ing. Attilio GAETA
Prof. Ing. Ingo HANSEN
Prof. Ing. Simon David IWNIKI
Dott. Ing. Adoardo LUZI
Prof. Ing. Gabriele MALAVASI
Dott. Ing. Giampaolo MANCINI
Dott. Ing. Enrico MINGOZZI
Dott.ssa Ing. Elena MOLINARO
Dott. Ing. Francesco NATONI
Dott. Ing. Vito RIZZO
Dott. Ing. Stefano ROSSI
Dott. Ing. Francesco VITRANO

Consulenti

Dott. Ing. Giovannino CAPRIO
Dott. Ing. Paolo Enrico DEBARBIERI
Prof. Ing. Giorgio DIANA
Dott. Ing. Antonio LAGANÀ
Dott. Ing. Emilio MAESTRINI
Prof. Ing. Renato MANIGRASSO
Dott. Ing. Mauro MORETTI
Dott. Ing. Silvio RIZZOTTI
Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO

Redazione

Massimiliano BRUNER
Francesca PISANO
Marisa SILVI

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione
(ROC) n. 5320 – 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, 48 – 00185 Roma

E-mail: cifi@mclink.it – u.r.l.: www.cifi.it

Tel. 06.4882129 – Fax 06.4742987

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 LXXI | **Gennaio 2016** | 1**VULNERABILITÀ E ACCESSIBILITÀ DELLE TRATTE
FERROVIARIE A CIELO APERTO PER I SOCCORSI
IN EMERGENZA***VULNERABILITY AND ACCESSIBILITY OF OPEN
RAIL ROUTES FOR EMERGENCY RESCUE*Dott. Ing. Fabio BORGHETTI
Prof. Ing. Gabriele MALAVASI**7****SENSORI OTTICI PER L'ANALISI DELL'INTERAZIONE
PANTOGRAFO-CATENARIA***OPTICAL SENSORS FOR THE ANALYSIS OF
PANTOGRAPH-CATENARY INTERACTION*Prof. Ing. Marco BOCCIOLONE
Dott. Ing. Giuseppe BUCCA
Prof. Ing. Andrea COLLINA
Dott. Ing. Lorenzo COMOLLI**41****Notizie dall'interno****57****Notizie dall'estero***News from foreign countries***65****IF Biblio****77****Condizioni di Associazione al CIFI – ANNO 2016****81****Vita del CIFI – Move.App Expo 2015: un successo che si ripete****82****Condizioni di Abbonamento – ANNO 2016****88**

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

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

La collaborazione è aperta a tutti.

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

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

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

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

- 1) L'articolo dovrà essere necessariamente fornito in formato elettronico accettato dalla redazione, preferibilmente 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: +39.06.4827116 – Fax: +39.06.4742987 – 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 an electronic format accepted by the editorial staff, preferably 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: +39.06.4827116 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: redazioneif@cifi.it



Vulnerabilità e accessibilità delle tratte ferroviarie a cielo aperto per i soccorsi in emergenza

Vulnerability and accessibility of open rail routes for emergency rescue

Dott. Ing. Fabio BORGHETTI^(*)
Prof. Ing. Gabriele MALAVASI^(**)

Sommario - Nel presente lavoro [1], si esamina la vulnerabilità e l'accessibilità delle reti ferroviarie in condizioni di emergenza utilizzando il sistema stradale con particolare riferimento alle tratte a cielo aperto.

L'obiettivo consiste nell'implementazione di uno Strumento di Supporto alle Decisioni – DSS utile per valutare l'accessibilità degli archi che compongono una rete ferroviaria.

Lo strumento trova impiego in una fase *pre-evento* e una *post-evento*: nella prima è possibile pianificare e programmare gli interventi di miglioramento dell'accessibilità, mentre la seconda riguarda la gestione congiunta dell'emergenza in cui è richiesto l'arrivo delle squadre di soccorso nel minor tempo possibile.

1. L'accessibilità ferroviaria in condizioni di emergenza

Se da un lato la *guida vincolata* tra veicolo e via conferisce al modo ferroviario notevoli vantaggi che ne hanno permesso l'affermazione e lo sviluppo, perdurante tuttora, dall'altro costituisce un limite alla versatilità di impiego.

La guida vincolata, infatti, impedisce in condizioni ordinarie di esercizio l'accesso all'infrastruttura da parte di veicoli condotti direttamente dagli utenti, come invece avviene nel trasporto stradale.

Seppur l'ambito ferroviario, a differenza di quello stradale, sia caratterizzato da un numero di fatalità decisamente inferiore, rimane comunque la necessità di ridurre i potenziali effetti in termini di possibile danno al verificarsi di un evento rilevante [2].

Se è possibile affermare che il sistema ferroviario è caratterizzato da basse probabilità di accadimento di un

Summary - This paper [1] examines the vulnerability and accessibility of railway networks in emergency conditions using the road system with particular reference to open air routes.

The goal is to implement a Decision Support Tool – DST useful to evaluate the accessibility of the railway links that make up a rail network.

The tool is used in a pre-event and a post-event phase: in the first, interventions improving accessibility can be planned and scheduled, while the second concerns joint management of emergency which requires the arrival of rescue teams as soon as possible.

1. Railway accessibility in emergency conditions

Although on one side guided transport between vehicle and route gives the rail mode considerable advantages that have allowed the success and development thereof, continuing to this day, on the other it is a limit to the versatility.

Guided transport, in fact, under ordinary operating conditions don't allow the access to the infrastructure by vehicles driven directly by users, as is the case in road transport.

Although railways, unlike road, are characterised by a much lower number of fatalities, the need to reduce the potential effects in terms of possible damage upon the occurrence of a significant event remains [2].

If we can state that the railway system is characterised by low probability of occurrence of an event [3], we must consider that the potential damage in terms of human exposure - users - is by no means negligible, especially if we consider passenger trains that can reach a very high capacity.

^(*) Assegnista di ricerca, PhD – Politecnico di Milano.

^(**) Professore ordinario – Università di Roma La Sapienza.

^(*) Research Fellow, PhD – Politecnico of Milan.

^(**) Full Professor – University of Rome La Sapienza.

evento [3], dall'altro è necessario considerare che il potenziale danno in termini di esposizione umana - utenti - non è affatto trascurabile soprattutto se si considerano i convogli passeggeri che possono arrivare ad avere una capacità molto elevata.

In occasione di un evento calamitoso di qualunque tipo, la rete ferroviaria e quella stradale possono essere utilizzate in modo sinergico per soddisfare esigenze essenziali dei soggetti coinvolti nella gestione dell'emergenza previa acquisizione delle informazioni tempestive sulla funzionalità del sistema:

- realizzare e garantire le condizioni che permettono alle squadre di soccorso di raggiungere con i mezzi necessari (e disponibili) il luogo dell'evento in tempi adeguati;
- permettere l'evacuazione e l'allontanamento in sicurezza delle persone coinvolte: utenti e personale di servizio.

Nell'ipotesi di un incidente di qualsivoglia natura, infatti, il successo delle operazioni di soccorso è legato essenzialmente a due fattori:

- tempo di intervento;
- efficacia del soccorso.

Entrambi i fattori sono funzione del livello di accessibilità della ferrovia, in quanto sia il tempo di arrivo - intervento - delle squadre di soccorso, sia i mezzi con cui sarà possibile arrivare sul luogo dell'evento - efficacia - dipendono dalla possibilità o meno di avvicinarsi alla ferrovia.

Alcuni eventi incidentali avvenuti in ambito nazionale e internazionale hanno confermato le difficoltà di intervento evidenziando come l'accessibilità al sistema ferroviario utilizzando veicoli di soccorso dipende dalla presenza di condizioni al contorno che limitano o talvolta non permettono il tempestivo passaggio di persone, veicoli e attrezzature [19].

In tabella 1 si riporta una sintesi di alcuni incidenti ferroviari avvenuti negli ultimi anni in ambito internazionale che hanno evidenziato l'importanza dell'accessibilità sul luogo dell'evento da parte delle squadre di soccorso.

2. Obiettivo della ricerca

L'obiettivo della ricerca consiste nell'implementazione di uno Strumento di Supporto alle Decisioni - DSS in grado di valutare la vulnerabilità degli archi ferroviari a seguito di eventi rilevanti, in termini di accessibilità utilizzando il sistema stradale. Lo strumento valuta il livello di accessibilità della rete ferroviaria, evidenziando i *punti di connessione* tra i due sistemi di trasporto. Il metodo di calcolo non considera solo i *punti di accesso* convenzionali (cancelli), censiti e mappati, ma anche quei punti dove la tipologia di uso del suolo compreso tra strada e ferrovia consente il passaggio delle squadre di soccorso. Esso pertanto può costituire uno strumento utile alla miti-

At the time of a disaster of any kind, the road and railway network can be used synergistically to meet essential needs of those involved in emergency management after acquisition of timely information on the functionality of the system:

- *implement and ensure conditions that allow rescue teams to reach the location of the event in a timely manner with the necessary (and available) means;*
- *allow evacuation and moving away in safety conditions of persons involved: users and service personnel.*

In the event of an accident of any kind, in fact, the success of rescue operations is related essentially to two factors:

- *intervention time;*
- *effectiveness of rescue.*

Both factors are a function of the level of accessibility of the railway, because both the arrival - intervention time - of the rescue teams, and the means with which it will be possible to arrive at the location - effectiveness - depend on the possibility or not to get closer to the railroad.

Some accidental events occurred both nationally and internationally have confirmed the difficulty of intervention highlighting how accessibility to the rail system using rescue vehicles depends on operating conditions that limit or sometimes do not allow the timely transit of people, vehicles and equipment [19].

Table 1 summarises some railway accidents occurred in the international arena in recent years that have highlighted the importance of accessibility by the rescue teams at the location of the event.

2. Aim of the research

The aim of the research is to implement a Decision Support Tool - DST that can assess the vulnerability of railway links following important events, in terms of accessibility using the road system. The tool evaluates the accessibility level of the railway network, highlighting the connection points between the two transport systems. The calculation method does not consider only conventional surveyed and mapped access points (gates), but also those points where the land use typology between road and rail allows the transit of the rescue teams. It can therefore be a useful mitigation tool of the potential consequences (expected damage) of incidental events.

The result of the processing is to implement thematic maps capable of representing the accessibility value associated with the generic railway linear element (link).

Using the tool, regardless of the person who performs the analysis - the Infrastructure or Emergency Services Manager - allows planning management and/or infrastructure actions aimed at improving accessibility.

By observing and evaluating these maps, we can establish a hierarchy of interventions to carry out, defining the priorities if necessary (fig. 1).

Esempio di alcuni recenti incidenti ferroviari
Example of some recent rail accidents

Sito <i>Site</i>	Anno <i>Year</i>	Evento <i>Event</i>	Feriti <i>Injured</i>	Decessi <i>Deaths</i>	Passeggeri <i>Passengers</i>	Trasporto merci pericolose <i>Dangerous goods transport</i>	Scenario
Belgio Gand	2013	Svio <i>Derailment</i>	n.d.	2	no	Si <i>Yes</i>	
Stati Uniti New York	2013	Svio <i>Derailment</i>	> 60	4	Si <i>Yes</i>	no	
Francia Saint-Benoit	2014	Svio <i>Derailment</i>	8	2	si	no	

gazione delle potenziali conseguenze (danno atteso) di eventi incidentali.

Il risultato delle elaborazioni consiste nell'implementazione di mappe tematiche in grado di rappresentare il valore di accessibilità associato al generico elemento lineare ferroviario (arco).

L'utilizzo dello strumento, indipendentemente dal soggetto che esegue l'analisi - Gestore dell'Infrastruttura o Servizi di Pronto Intervento - permette di pianificare interventi di carattere gestionale e/o infrastrutturale finalizzati al miglioramento dell'accessibilità.

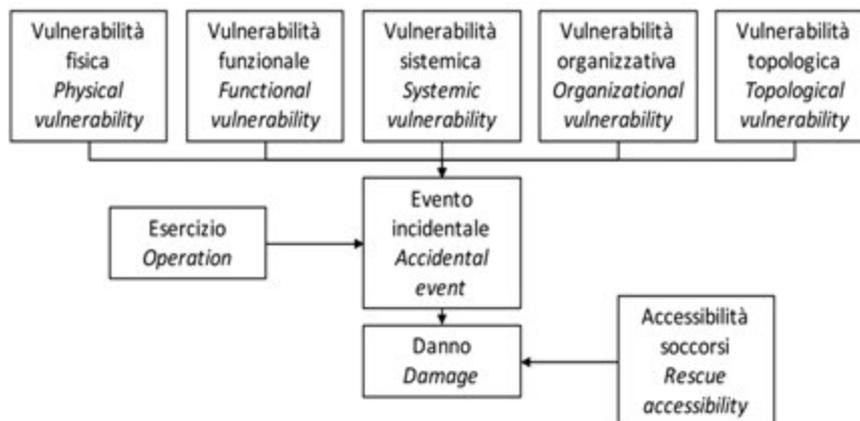


Fig. 1 - Obiettivo dell'analisi dell'accessibilità ferroviaria.
Fig. 1 - Objective of the railway accessibility analysis.

Dall'osservazione e valutazione di tali mappe è possibile stabilire una gerarchia di interventi da effettuare definendone eventualmente le priorità (fig. 1).

Il valore di accessibilità associato a ciascun arco è costituito da un Indice di Accessibilità - IA, che determina il grado di vulnerabilità di una linea ferroviaria: la struttura del modello di calcolo è caratterizzata da un approccio comparativo in quanto l'indice di accessibilità è di tipo adimensionale e rappresenta un valore convenzionale caratteristico di ciascun arco.

Lo Strumento è stato implementato seguendo una logica flessibile e modulare con la possibilità di personalizzare e modificare i valori dei parametri o aggiungerne altri in funzione delle specifiche esigenze dell'analista e dell'ambito contestuale in cui si intende effettuare l'analisi.

L'argomento, introdotto in precedenti pubblicazioni degli stessi autori [4, 5], viene qui trattato in termini globali con riferimento agli aspetti normativi e concettuali della vulnerabilità e della accessibilità. Lo strumento proposto viene approfondito e sviluppato nelle potenzialità applicative per valutarne la sensitività e l'efficacia nelle condizioni operative.

3. L'impianto normativo

Direttive, leggi e regolamenti sono prevalentemente orientati a garantire l'interoperabilità e a migliorare la sicurezza nelle reti ferroviarie fornendo particolare attenzione alle gallerie ferroviarie.

Di seguito si riporta una sintesi dei principali elementi normativi che interessano l'accessibilità ferroviaria in condizioni di emergenza.

3.1. Decreto Ministeriale 28 ottobre 2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie"

Il D.M., applicato a tutte le gallerie ferroviarie di lunghezza superiore a 1000 m, in esercizio, in fase di costruzione o allo stato di progettazione, ha come obiettivo il raggiungimento di livelli adeguati di sicurezza nelle gallerie ferroviarie [6]. Tali standard possono essere conseguiti mediante l'adozione di misure di prevenzione e protezione denominate requisiti di sicurezza⁽¹⁾. Per quanto riguarda la gestione dell'emergenza, il Decreto fornisce indicazioni circa i requisiti che riguardano l'accessibilità della galleria da parte dei Servizi di Pronto Intervento. In funzione di alcuni parametri, quali ad esempio la direzionalità e lunghezza della galleria - singolo o doppio fornice - devono essere previste vie d'accesso, anche carrabili.

⁽¹⁾ Il Decreto, oltre a definire compiti e responsabilità di ciascun soggetto coinvolto nella sicurezza delle gallerie, impone l'analisi di rischio come strumento utile per dimostrare da un lato il conseguimento degli obiettivi di sicurezza e dall'altro un livello di rischio rientrante in determinate soglie di accettabilità.

The accessibility value associated with each link consists of an Accessibility Index - AI, which determines the degree of vulnerability of a railway line: the calculation model structure is characterised by a comparative approach because the accessibility index is dimensionless and represents a conventional value typical of each link.

The Tool was implemented following a flexible and modular logic with the possibility to customise and change the values of parameters, or add more depending on the specific needs of the analyst and the contextual scope in which the analysis is intended.

The topic, introduced in previous publications by the same authors [4, 5], is treated here in global terms with regard to regulatory and conceptual aspects of vulnerability and accessibility. The proposed tool is analysed and developed in potential applications to evaluate sensitivity and effectiveness in operating conditions.

3. Regulatory system

Directives, laws and regulations are mainly aimed at ensuring interoperability and improving safety in railway networks providing particular attention to railway tunnels.

Below is a summary of the main regulatory elements affecting railway accessibility in emergency conditions.

3.1. Ministerial Decree of October 28, 2005 "Safety in railway tunnels"

The Ministerial Decree, applied to all railway tunnels longer than 1000 m, in operation, under construction or in the design phase, has as its objective the achievement of adequate levels of safety in rail tunnels [6]. These standards can be achieved through the adoption of preventive and protection measures called safety requirements ⁽¹⁾. As regards emergency management, the Decree provides guidance about the requirements that pertain to the accessibility of the tunnel by the Emergency Services. According to some parameters, such as the length and direction of the tunnel - single or twin tube - access roads, even vehicular roads must be provided.

3.2. Premiership Directive of May 2, 2006: directions for operational coordination of emergencies

The Directive of May 2, 2006 defines a unique and adequate intervention strategy to address the critical issues related to "emergencies from accidents" grouping, where possible, the typologies involving a similar intervention model

⁽¹⁾ The Decree, in addition to defining the tasks and responsibilities of each party involved in tunnel safety, requires risk analysis as a useful tool to prove, on the one hand, the safety objectives and a risk level under certain acceptability thresholds, on the other.)

3.2. Direttiva Presidenza del Consiglio dei Ministri del 2 maggio 2006: indicazioni per il coordinamento operativo di emergenze

La Direttiva del 2 maggio 2006 definisce una strategia d'intervento unica e adeguata ad affrontare le criticità connesse ad "emergenze da incidenti" raggruppando, laddove possibile, tipologie che prevedono un modello di intervento simile [7]. Sono quindi fornite indicazioni per il coordinamento operativo di emergenze dovute a:

- incidenti ferroviari con convogli passeggeri;
- esplosioni o crolli di strutture con coinvolgimento di persone;
- incidenti stradali che coinvolgono un gran numero di persone;
- incidenti in mare che coinvolgono un gran numero di persone;
- incidenti aerei;
- incidenti con presenza di sostanze pericolose.

In caso di incidente ferroviario il flusso informativo di fig. 2 prevede che la comunicazione dell'evento pervenga dal luogo dell'incidente ad una o più sale operative territoriali delle forze istituzionali preposte al soccorso e/o di pubblica utilità.

4. Rischio e vulnerabilità nei trasporti

Il concetto di *rischio*, nel linguaggio comune, può essere considerato complementare a quello di *sicurezza*; nella dizione anglosassone quest'ultimo assume due significati ben distinti:

- "security", sicurezza relativa ad atti criminosi;
- "safety", sicurezza relativa a eventi accidentali - calamità naturali, catastrofi, incidenti, ecc.

Nel linguaggio tecnico diverse e molteplici sono le definizioni che vengono comunemente usate per esprimere il significato di sicurezza ma tutte concordano nell'affermare che per sicurezza deve intendersi la condizione di *assenza* di rischio, cioè di *assenza* di possibili eventi negativi. Il termine di riferimento è quindi il *livello* di sicurezza che la collettività reputa necessario raggiungere per una determinata situazione di vita o di lavoro, a fronte dell'esercizio di una determinata attività [8].

[7]. Therefore guidelines are provided for operational coordination of emergencies caused by:

- railway accidents with passenger trains;
- explosions or collapses with involvement of people;
- road accidents involving a large number of people;
- accidents at sea involving a large number of people;
- plane crashes;
- accidents involving hazardous substances.

In the case of train accidents the information flow in fig. 2 provides that the communication of the event is received from the accident site by one or more territorial operating rooms of institutional rescue authority forces and/or utilities.

4. Risk and vulnerability in transport

The concept of risk, in common language, can be considered complementary to that of security/safety; in the Anglo-Saxon expression the latter has two distinct meanings:

- "security", concern crimes;
- "safety", regards accidental events - natural disasters, catastrophes, accidents, etc.

In the technical language there are many and different definitions that are commonly used to express the meaning of safety but all agree that safety must be understood as the condition of absence of risk, that is the absence of possible adverse events. The reference term is therefore the level of safety that society deems necessary to reach a given situation of life or work, for the exercise of a particular activity [8].

Absolute safety is understood as the extent to which the real safety value tends asymptotically, although it is never reached in any human activity, whatever the resources committed to it as shown in fig. 3. This implies that there are no risk-free anthropogenic activities.

From the concept of safety as the absence of risk, we can therefore derive that the risk can be understood as the complementary element to safety itself.

The risk, understood as the possibility that following a critical event will result in loss of or damage to items exposed [9, 15], can be expressed as a function of the probability of occurrence P , of vulnerability V and of exposure E

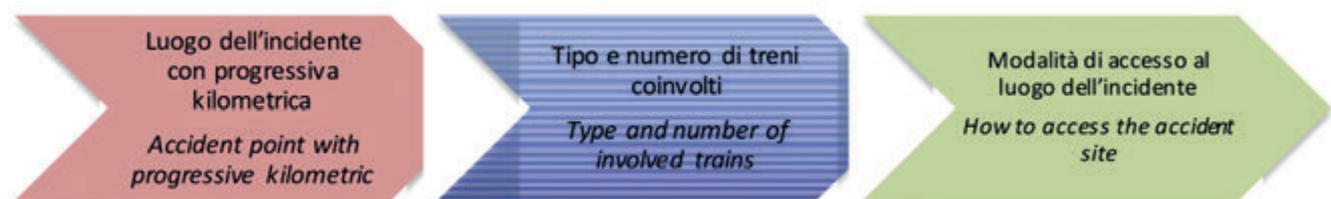


Fig. 2 - Principali informazioni trasmesse in caso di evento rilevante ferroviario.

Fig. 2 - Main information transmitted in case of serious railway event.

La sicurezza *assoluta* è intesa come il limite a cui tende asintoticamente il valore della sicurezza reale, sebbene non sia mai raggiungibile in nessuna attività umana, qualunque siano le risorse impegnate per essa come illustrato in fig. 3. Questo implica che non esistono attività antropiche prive di rischio.

Dal concetto di sicurezza come *assenza* di rischio deriva, quindi, che il rischio può essere inteso come l'elemento complementare alla sicurezza stessa.

Il rischio, inteso come possibilità che in seguito a un evento critico si determini una perdita o un danno per determinati elementi esposti [9, 15], può essere espresso in funzione della probabilità di accadimento P , della vulnerabilità V e dell'esposizione E

$$R = f(P, V, E)$$

dove:

- la probabilità P di accadimento nel tempo e nello spazio esprime la frequenza con cui un evento critico di intensità data si verifica su un'area;
- la vulnerabilità V rappresenta la predisposizione a subire un danno da parte degli elementi di una rete di trasporto in seguito a un evento critico;
- l'esposizione E è la quantificazione degli elementi che sono sottoposti al rischio e che potenzialmente possono subire un danno.

La combinazione tra vulnerabilità ed esposizione permette di definire le *conseguenze* o *magnitudo* dell'evento considerato, cioè la quantificazione dal danno provocato dall'evento stesso in funzione della sua intensità.

Inoltre il rischio può essere definito mediante la correlazione tra l'insieme degli eventi pericolosi e l'insieme delle conseguenze [10]. Entrambi questi insiemi sono di tipo probabilistico e l'insieme delle conseguenze definisce il potenziale danno associabile a un sistema, sede di eventi pericolosi.

L'insieme delle conseguenze e la loro magnitudo dipendono a loro volta dagli strumenti e dalle azioni di mitigazione messi in atto a livello progettuale e gestionale che coinvolgono i seguenti fattori:

- comportamento umano;
- soluzioni strutturali;
- sistemi tecnologici;
- procedure di gestione e controllo.

In realtà non esistono attività antropiche o naturali con valori di sicurezza assoluta o rischio nullo. Tuttalpiù, la *mitigazione dei rischi* permette di ridurre il valore di rischio entro certe soglie di accettabilità sociale.

Si evidenzia, pertanto, l'importanza della *salvaguardia* intesa come insieme di azioni finalizzate alla mitigazione del rischio. Tra queste vi è ad esempio la redazione di piani di gestione dell'emergenza finalizzati a valutare compiti e responsabilità dei Servizi di Pronto Intervento e



Fig. 3 - Relazione tra sicurezza e risorse impegnate [8].
Fig. 3 - Relationship between safety and resources engaged [8].

$$R = f(P, V, E)$$

where:

- probability P of occurrence in time and space expresses the rate at which a critical event with given intensity occurs on an area;
- vulnerability V is the susceptibility to damage by elements of a transport network following a critical event;
- exposure E is the quantification of elements that are subjected to risk and that can potentially be damaged.

The combination of vulnerability and exposure allows defining the consequences or magnitude of the event considered, namely the quantification of the damage caused by the event itself depending on its intensity.

Moreover, the risk can be defined using the correlation between the set of dangerous occurrences and the set of consequences [10]. Both of these sets are probabilistic and the set of consequences defines the potential damage associated with a system, home of dangerous events.

The set of consequences and their magnitude depend in turn on the mitigating tools and actions implemented at design and management level that involve the following factors:

- human behaviour;
- structural solutions;
- technological systems;
- management and control procedures.

In fact there are no natural or anthropic activities with absolute or zero risk safety values. At most, risk mitigation can reduce the value of risk within certain thresholds of social acceptability.

Therefore, the importance of safeguarding is highlighted understood as a set of actions aimed at the mitigation of risk. These include for example the drafting of emergency management plans designed to assess duties and responsibilities of the Emergency Services and to ensure accessibility of relief on site of the event as soon as possible.

a garantire l'accessibilità dei soccorsi sul luogo dell'evento nel più breve tempo possibile.

4.1. Il concetto di vulnerabilità nelle reti di trasporto

L'efficacia e l'affidabilità di un sistema di trasporto incidono significativamente sull'economia di un territorio. L'analisi della vulnerabilità di una rete permette di valutare l'adeguatezza del sistema rispetto all'accadimento di eventi perturbativi interni o esterni, naturali o antropici e in rapporto alla domanda di mobilità da servire.

Lo studio della vulnerabilità consente quindi di individuare porzioni di rete particolarmente critiche e aree del territorio poco accessibili ed è di ausilio per implementare politiche finalizzate a migliorare l'accessibilità del sistema, la qualità del servizio, l'ambiente, la sicurezza e la gestione delle emergenze.

Il concetto di vulnerabilità non è espresso da una definizione consolidata e univocamente accettata ma è definito in funzione di differenti contesti. Si riscontrano, quindi, in letteratura diverse definizioni di vulnerabilità, così come sono disponibili diversi metodi per valutarla.

Una definizione generale di vulnerabilità associa a quest'ultima il *grado di perdita* di un dato elemento o di un gruppo di elementi a rischio, risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data magnitudine. Secondo questa definizione la vulnerabilità può essere espressa convenzionalmente in una scala compresa tra 0 (nessun danno) ed 1, (perdita totale).

In letteratura scientifica diversi autori hanno studiato, discusso, analizzato il concetto di vulnerabilità soprattutto in riferimento all'ambito stradale, ad esempio, come elemento complementare all'affidabilità. Se, infatti, l'affidabilità attiene al funzionamento degli archi che compongono la rete e può essere vista come una misura del grado di stabilità della rete stessa, la vulnerabilità, invece, è legata alle conseguenze date dal collasso o dal malfunzionamento di un arco. Pertanto esistono numerosi articoli e pubblicazioni che trattano l'argomento e, oltre a presentare differenti definizioni del termine, propongono metodi alternativi per valutare la vulnerabilità.

La vulnerabilità di una rete di trasporto può essere funzione di cinque componenti [11, 12]:

- fisica;
- funzionale;
- organizzativa;
- sistemica;
- topologica.

4.1.1. Vulnerabilità fisica

La vulnerabilità fisica identifica la suscettibilità a subire un danno strutturale da parte di un'infrastruttura di trasporto sottoposta a un evento calamitoso d'intensità

4.1. Concept of vulnerability of transport networks

The effectiveness and reliability of a transport system significantly impact on the economy of a territory. Analysis of the vulnerability of a network allows evaluating the adequacy of the system with respect to the occurrence of internal or external perturbation, natural or manmade events, and in relation to the mobility demand to serve.

The study of the vulnerability allows identifying particularly critical network portions and less accessible areas of the territory and helps implementing policies aimed at improving accessibility of the system, service quality, environment, safety and emergency management.

The concept of vulnerability is not expressed by a well-established and unambiguously accepted definition but is defined according to different contexts. There are, therefore, different definitions of vulnerability, as well as several ways to evaluate it.

A general definition of vulnerability associated the degree of loss of a given element or group of elements at risk with the latter, resulting from the occurrence of a natural phenomenon of a given magnitude. According to this definition vulnerability can be conventionally expressed on a scale between 0 (no damage) and 1 (total loss).

In scientific literature several authors have studied, discussed, analysed the concept of vulnerability, especially in reference to the road, for example, as an element complementary to reliability. If, in fact, reliability conforms to the operation of the railway links that make up the network and can be seen as a measure of the degree of stability of the network, vulnerability, however, is linked to the consequences of the collapse or malfunction of a link. Therefore there are numerous articles and publications covering the topic and, in addition to different definitions of the term, they propose alternative methods to assess vulnerability.

The vulnerability of a transport network may be a function of five components [11, 12].

- *physical*
- *functional*
- *organisational*
- *systemic*
- *topological.*

4.1.1. Physical vulnerability

Physical vulnerability identifies the susceptibility of a transportation infrastructure subjected to a disaster with a given (or estimated) intensity to suffer structural damage. A network element is physically vulnerable if, subjected to an external event, such as a landslide or earthquake, it becomes partly or totally unusable. Therefore the physical vulnerability of an infrastructure affects the functionality thereof and is a local feature (fig. 4).

data (o comunque stimata). Un elemento di una rete è fisicamente vulnerabile se, sottoposto a un evento esterno, quale ad esempio una frana o un terremoto, diventa parzialmente o totalmente inutilizzabile. Pertanto la vulnerabilità fisica di un'infrastruttura ne condiziona la funzionalità e rappresenta una caratteristica locale (fig. 4).

È importante sottolineare che essa dipende dall'interazione tra tipo, entità e durata di un evento e le caratteristiche fisico-costruttive degli elementi critici della rete ferroviaria, quali ad esempio ponti, viadotti e gallerie.

Da un'analisi e valutazione delle caratteristiche tecniche delle singole infrastrutture risulta possibile, entro certi limiti, prevedere e quantificare i danni potenziali che potrebbero derivare da particolari eventi.

4.1.2. Vulnerabilità funzionale

La vulnerabilità funzionale esprime la predisposizione di un elemento ferroviario a subire limitazioni delle proprie funzionalità in seguito a danni fisici oppure a eventi esterni che non lo danneggiano (*fisicamente*) ma ne riducono o ne annullano l'efficienza.

Un'infrastruttura, per esempio un ponte, può resistere (in termini strutturali) all'impatto di una piena, ma risultare impraticabile o parzialmente praticabile se viene sommerso dall'acqua. Nel caso in cui il ponte sia a doppio binario, potrebbe verificarsi la situazione in cui non si avranno danni *fisici* dipendenti dalla rottura di qualche elemento strutturale, bensì perdite di funzionalità (del ponte) legate al fatto che potrebbe essere percorribile, ad esempio, un solo binario. Questo aspetto determina, quindi, una riduzione temporanea della capacità ferroviaria (fig. 5).

A differenza della vulnerabilità fisica, quella funzionale dipende, quindi, dalle caratteristiche funzionali locali dell'infrastruttura, quali ad esempio la capacità della linea, la velocità, il numero di binari, il tipo di regolamentazione nella circolazione, ecc.

4.1.3. Vulnerabilità organizzativa

La vulnerabilità organizzativa riguarda gli aspetti procedurali o tecnologici degli interventi di soccorso e di gestione delle emergenze che, se mal pianificati e coordinati, potrebbero provocare danni alle persone o alle infrastrutture coinvolte da un evento incidentale o calamitoso.

La componente organizzativa della vulnerabilità può essere stimata studiando le interazioni che si manifestano tra le caratteristiche di un evento, il comportamento degli utenti coinvolti e le azioni compiute dai soccorritori, dagli impianti di sicurezza e dai sistemi di informazione.

Risulta necessaria la generazione di *scenari di rischio* che permette di simulare l'evoluzione degli eventi e dei fenomeni utilizzando, dove disponibile, modelli di simulazione sufficientemente rappresentativi del fenomeno.



Fig. 4 - Vulnerabilità fisica: a causa di un evento critico una linea ferroviaria risulta interrotta.

Fig. 4 - Physical vulnerability: a railway line is interrupted due to a critical event.

It is important to note that it depends on the interaction between type, extent and duration of an event and the physical and design characteristics of the critical elements of the rail network, such as bridges, viaducts and tunnels.

From an analysis and evaluation of the technical features of individual infrastructures we can, within certain limits, predict and quantify the potential damage that might result from special events.

4.1.2. Functional vulnerability

Functional vulnerability expresses the propensity of a rail element to suffer limitations of its functionalities due



Fig. 5 - Vulnerabilità funzionale: a seguito di un evento rilevante: uno dei due binari risulta danneggiato riducendo la capacità della linea.

Fig. 5 - Functional vulnerabilities: following an important event: one of the two tracks is damaged by reducing the capacity of the line.

La valutazione dell'accessibilità del sistema ferroviario in emergenza rientra nello studio della vulnerabilità organizzativa come riportato in fig. 6. Nel presente lavoro viene, quindi, proposto un modello di calcolo della vulnerabilità organizzativa i termini di accessibilità alla rete ferroviaria in condizioni di emergenza.

4.1.4. Vulnerabilità sistemica

La vulnerabilità sistemica individua gli effetti *globali* che si manifestano su un'intera rete di trasporto in seguito all'occorrenza di un evento rilevante che riduce la funzionalità di alcuni suoi elementi infrastrutturali. Essa può condizionare l'intera mobilità di un'area estesa, rappresentando quindi la predisposizione di una rete a compromettere le attività, economiche e non, che si svolgono sull'area stessa.

La vulnerabilità sistemica dipende principalmente dalla vulnerabilità topologica e dall'evoluzione subita dai flussi di traffico presenti sulla rete, mentre prescinde dalla tipologia e dall'intensità degli eventi e quindi dai diversi livelli di vulnerabilità funzionale. La peculiarità più rilevante della vulnerabilità sistemica è data dalle relazioni esistenti tra i diversi elementi di una rete: per esempio, l'impraticabilità di una tratta ferroviaria può renderne inutilizzabili altre. La chiusura (anche temporanea) di un ponte o una galleria, implica la deviazione dei flussi che li percorrono su itinerari alternativi creando talvolta condizioni di congestione su tratte già caratterizzate da elevati valori di traffico.

La vulnerabilità sistemica riguarda, quindi, gli effetti che una generica interruzione provoca sull'intera rete di trasporto, anche in aree distanti dal punto in cui si verifica l'evento.

Pertanto la misura della vulnerabilità sistemica dei diversi elementi di una rete è importante per individuare le tratte che, in caso di perdita della propria funzionalità, possono causare problemi alla circolazione ordinaria, all'invio dei soccorsi o all'evacuazione delle persone esposte al rischio. Si possono così individuare e classificare le tratte a elevata vulnerabilità sistemica e definire dei livelli di priorità di intervento con la finalità di concentrare le azioni di monitoraggio, di pianificazione dei soccorsi e di gestione delle emergenze sugli archi che risultano più critici.

4.1.5. Vulnerabilità topologica

La vulnerabilità topologica è determinabile in funzione della configurazione di una rete di trasporto e ne costituisce una caratteristica intrinseca e indipendente dagli eventi critici ai quali è soggetta e dal traffico che vi circola.

Un'infrastruttura è *topologicamente* critica se una sua perdita di funzionalità provoca l'isolamento di una porzione della rete o ne riduce l'accessibilità; pertanto la vulnerabilità topologica di una rete di trasporto dipende dal grado di connessione reciproca tra le infrastrutture che la

to physical damage or to external events that do not damage it (physically) but reduce or eliminate its efficiency.

An infrastructure, a bridge for example, can (structurally) resist the impact of a flood, but can be impractical or partially practicable if it is submerged in water. If the bridge is double track, there may be a situation where there will not be any physical damage dependent on some structural breakage, but loss of functionality (of the bridge) related to the fact that only one track, for example, could be viable. This aspect therefore leads to a temporary reduction in railway capacity (fig. 5).

Unlike physical vulnerability, the functional one is determined by the local functional features of the infrastructure, such as the capacity of the line, the speed, the number of tracks, the type of regulation in circulation, etc.

4.1.3. Organisational vulnerability

Organisational vulnerability affects procedural or technological aspects of the relief operations and emergency management that, if poorly planned and coordinated, could cause harm to people or infrastructures involved in an accidental or calamitous event.

The organisational component of vulnerability can be estimated by studying the interactions that occur between the characteristics of an event, the behaviour of the users involved and actions taken by rescuers, by the safety and information systems.

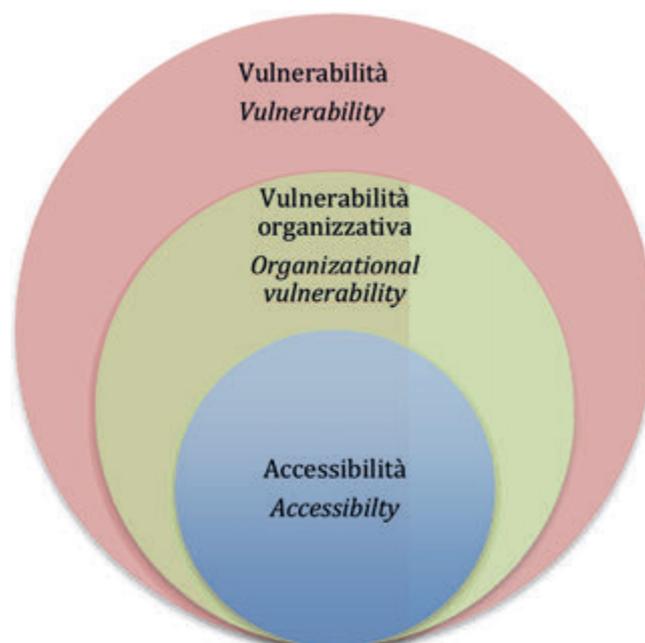


Fig. 6 - Inquadramento dell'analisi dell'accessibilità in emergenza.

Fig. 6 - Accessibility in Emergency Analysis Framework.

compongono e costituisce una componente globale della vulnerabilità in quanto influisce direttamente sulla vulnerabilità sistemica.

Dato che la vulnerabilità topologica riguarda la configurazione della rete, indipendentemente da tutte le altre variabili del rischio, essa fornisce una stima analitica della rilevanza di un'infrastruttura o singolo elemento nel contesto della rete di appartenenza.

A seguito di un evento rilevante, il danno subito da una tratta è meno sensibile se essa è inserita in una rete *molto magliata*: in tal caso, infatti, sono disponibili percorsi alternativi a quello divenuto impraticabile. Al contrario, la chiusura di un tunnel di valico alpino provoca disagi certamente più importanti in quanto implica deviazioni del traffico su itinerari molto più lunghi.

4.2. Valutazione della vulnerabilità

In letteratura i metodi reperibili per la quantificazione della vulnerabilità dipendono dall'ambito di applicazione e dall'oggetto di studio. Nel campo stradale, ad esempio, viene proposta una misura della vulnerabilità rappresentata dalla variazione del costo generalizzato di trasporto, tra due centroidi di una rete quando un arco della rete si interrompe [13].

In questo caso per costo generalizzato si intende una misura della disutilità creata dal collasso dell'arco, come l'aumento delle distanze da percorrere, del tempo di viaggio, del costo di trasporto, ecc..

Considerando una rete di N nodi e E archi, nel caso del collasso di un arco, vengono calcolate le variazioni dei tempi di percorrenza tra i diversi centroidi della rete. Ad ogni centroide viene quindi associato un valore pesato in funzione degli spostamenti da esso generati.

Nel caso specifico [14], la perdita di accessibilità di una comunità che fa riferimento a una rete può essere valutata preliminarmente, pur tenendo conto della variabilità della domanda e dell'incertezza dei costi, con la seguente espressione:

$$V_{rs} = \sum_i \sum_j d_{ij} \cdot v_{ijrs}$$

dove:

- V_{rs} è la vulnerabilità dell'arco rs ;
- i e j rappresentano le coppie origine-destinazione;
- d_{ij} è il flusso di domanda della coppia OD $i-j$;
- v_{ijrs} è la differenza di costo tra i centroidi i e j quando l'arco rs non è più funzionante.

Il valore di v_{ijrs} si calcola a sua volta con la formula:

$$v_{ijrs} = s [ij, G(N, E)] - s [ij, G(N, E - rs)]$$

dove:

- $s [ij, G(N, E)]$ è la generica funzione di costo di trasporto del percorso da i a j con rete intatta;
- $s [ij, G(N, E - rs)]$ è la generica funzione di costo di trasporto del percorso da i a j con rete priva dell'arco rs .

It is necessary to generate risk scenarios that simulate the evolution of the events and phenomena using, where available, sufficiently representative simulation models of the phenomenon.

Evaluating the accessibility of the rail system during emergencies falls within the study of organisational vulnerability as shown in fig. 6. In this paper therefore, a calculation model of organisational vulnerability is proposed in terms of accessibility to the rail network under emergency conditions.

4.1.4. Systemic vulnerability

Systemic vulnerability identifies the global effects that appear over an entire transport network following the occurrence of a significant event that reduces the functionality of some infrastructure elements. It can affect the entire mobility of a vast area, hence representing the tendency of a network to undermine economic and non-economic activities that take place in the same area.

Systemic vulnerability depends mainly on the topological vulnerability and evolution suffered by traffic flows on the network, while independent of the type and intensity of events and therefore of the different levels of functional vulnerability. The most important characteristic of systemic vulnerability is given by the relationship between the different elements of a network: for example, the impracticality of a railway line can make others unusable. Closing (even temporary) of a bridge or a tunnel, involves the diversion on alternative routes of the flows that run along them sometimes creating conditions of congestion on routes already characterised by high levels of traffic.

Systemic vulnerability therefore concerns, the effects that a general interruption causes on the entire transportation network, even in areas far from the point where the event occurs.

Therefore the measurement of systemic vulnerability of the various elements of a network is important to identify which routes, in case of loss of their functionality, can cause problems for ordinary traffic, for the provision of rescue or evacuation of people at risk. Routes with high systemic vulnerabilities can be identified and classified and priority levels of intervention can be defined with the aim of concentrating monitoring, rescue planning and emergency management on the links that are more critical.

4.1.5. Topological vulnerability

Topological vulnerability can be determined according to the configuration of a transport network and constitutes an intrinsic characteristic and is independent of critical events to which it is subject and of traffic flows within the same.

An infrastructure is topologically critical if a loss of functionality results in the isolation of a portion of the network or reduces its accessibility; therefore the topological

4.3. L'esposizione nelle reti di trasporto

L'esposizione, come componente del rischio, è intesa come l'equivalente valore di persone, cose e infrastrutture che possono subire danno durante e/o dopo un evento calamitoso.

Analogamente a quanto riportato per la vulnerabilità, anche l'esposizione è funzione di tre componenti:

- esposizione fisica: rappresenta il costo economico di ripristino dell'infrastruttura a seguito dell'evento (es. ripristino armamento, linea aerea, viadotto, ponte, ecc.);
- esposizione funzionale: identifica i veicoli o il flusso di veicoli che transitano sulla tratta interessata dall'evento considerato;
- esposizione sistemica: è il danno economico costituito dalla ripercussione del danno sull'intera rete. A tal proposito si può considerare, per esempio, il maggior tempo (costo) impiegato per raggiungere una destinazione utilizzando un itinerario alternativo a causa dell'impraticabilità di una tratta interessata dall'evento critico.

5. Mitigazione del rischio

Per mantenere o riportare il rischio entro i livelli di accettabilità può essere necessario intervenire sulla frequenza di accadimento di un evento con misure di prevenzione o sulla magnitudo degli effetti con misure di protezione come illustrato in fig. 7.

L'attività di mitigazione del rischio può essere effettuata riducendo il valore di probabilità di accadimento e/o riducendo il valore relativo alle conseguenze di un evento.

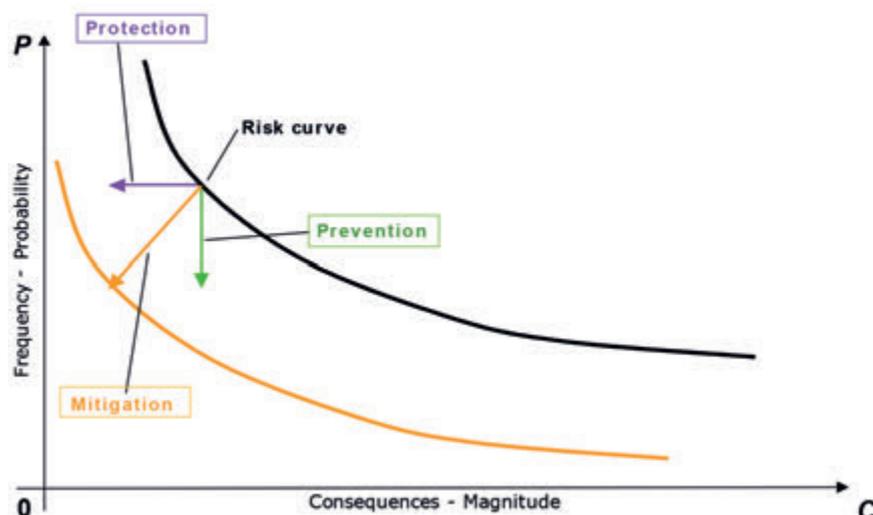


Fig. 7 - Andamento di una curva di rischio con riportate le attività di protezione, prevenzione e mitigazione.

Fig. 7 - Risk curve trend with protection, prevention and mitigation operations.

vulnerability of a transportation network depends on the degree of mutual connection between the infrastructures that compose it and constitutes a global component of vulnerability as it directly affects systemic vulnerability.

Given that topological vulnerability concerns the network configuration, regardless of all other risk variables, it provides an analytical estimate of the relevance of an infrastructure or single item in the context of the network to which it belongs.

As a result of an important event, the damage suffered by a route is less sensitive if it is in a widely meshed network: in this case, in fact, there are alternative routes to the one that has become unusable. On the contrary, closing a mountain pass tunnel causes certainly more important inconvenience because it involves traffic diversions on much longer routes.

4.2. Vulnerability assessment

In literature, the methods available for the quantification of vulnerability depend on the scope and the aim of the study. In the road field, for example, a measure of vulnerability is proposed represented by the variation of the generalised cost of transport, between two centroids of a network when a network link is interrupted [13].

In this case generalised cost is understood as a measure of disutility created by the collapse of the link, such as the increase of travel distances, travel time, transport costs, etc..

Considering a network of N nodes and E links and, in the case of collapse of a link, the travel time variations are calculated between the different network centroids. Each centroid is then associated with a value weighed according to the displacements generated by it.

In this case [14], loss of accessibility of a community that refers to a network can be assessed in advance, while taking into account the variability of demand and cost uncertainty, with the following expression:

$$V_{rs} = \sum_i \sum_j d_{ij} \cdot v_{ijrs}$$

where:

- V_{rs} is the vulnerability of the link rs;
- i and j represent the origin-destination pairs;
- d_{ij} is the demand flow of the OD i - j pair;
- v_{ijrs} is the cost difference between centroids i and j when the link rs is no longer functioning.

The v_{ijrs} value is in turn calculated with the formula:

$$v_{ijrs} = s [ij, G(N, E)] - s [ij, G(N, E - rs)]$$

L'analisi dell'accessibilità ferroviaria in emergenza rientra tra le attività mitigative di riduzione delle conseguenze: la redazione di piani di emergenza contenenti mappe di accessibilità, riferite ad archi o tratte ferroviarie, permette una migliore organizzazione dell'intervento in termini di tempo di arrivo sul posto dell'evento e qualità delle operazioni (attrezzature, veicoli, ecc.).

6. Studi per la valutazione dell'accessibilità ferroviaria

In ambito nazionale, l'accessibilità e la mappatura degli ingressi alla sede ferroviaria è stata studiata da RFI – Rete Ferroviaria Italiana con diversi progetti di cui se ne riportano in seguito i principali risultati conseguiti.

6.1. Procedura HSIM - AV High Speed Interactive Maps - RFI

AV High Speed Interactive Maps è un'applicazione sviluppata da RFI per esaminare in maniera visiva e interattiva un determinato punto o tratto delle linee dell'Alta Velocità italiana [16].

L'applicazione consiste in specifiche riprese video, effettuate *in linea* mediante l'impiego di idonei veicoli, che illustrano la visuale del macchinista del convoglio e dei particolari costruttivi della tratta ferroviaria come illustrato in fig. 8.

where:

- $s [ij, G (N, E)]$ is the generic cost function of transport of the route from i to j with an intact network;
- $s [ij, G (N, E - rs)]$ is the generic cost function of transport of the route from i to j with a network lacking the rs link.

4.3. Exposure in transportation networks

Exposure, as part of the risk, is understood as the equivalent value of people, things and infrastructures that are subject to damage during and/or after a disaster.

As reported for vulnerability, exposure is also a function of three components:

- *physical exposure*: it represents the economic cost of recovery of the infrastructure following the event (e.g. recovery of the permanent way, airline, viaduct, bridge, etc.);
- *functional exposure*: it identifies vehicles or the flow of vehicles on the route affected by the event concerned;
- *systemic exposure*: it is the economic damage constituted by the after effect of the damage on the entire network. In this respect we can consider, for example, the longest time (cost) to reach a destination by using an alternative route because of impracticability of a route affected by a critical event.

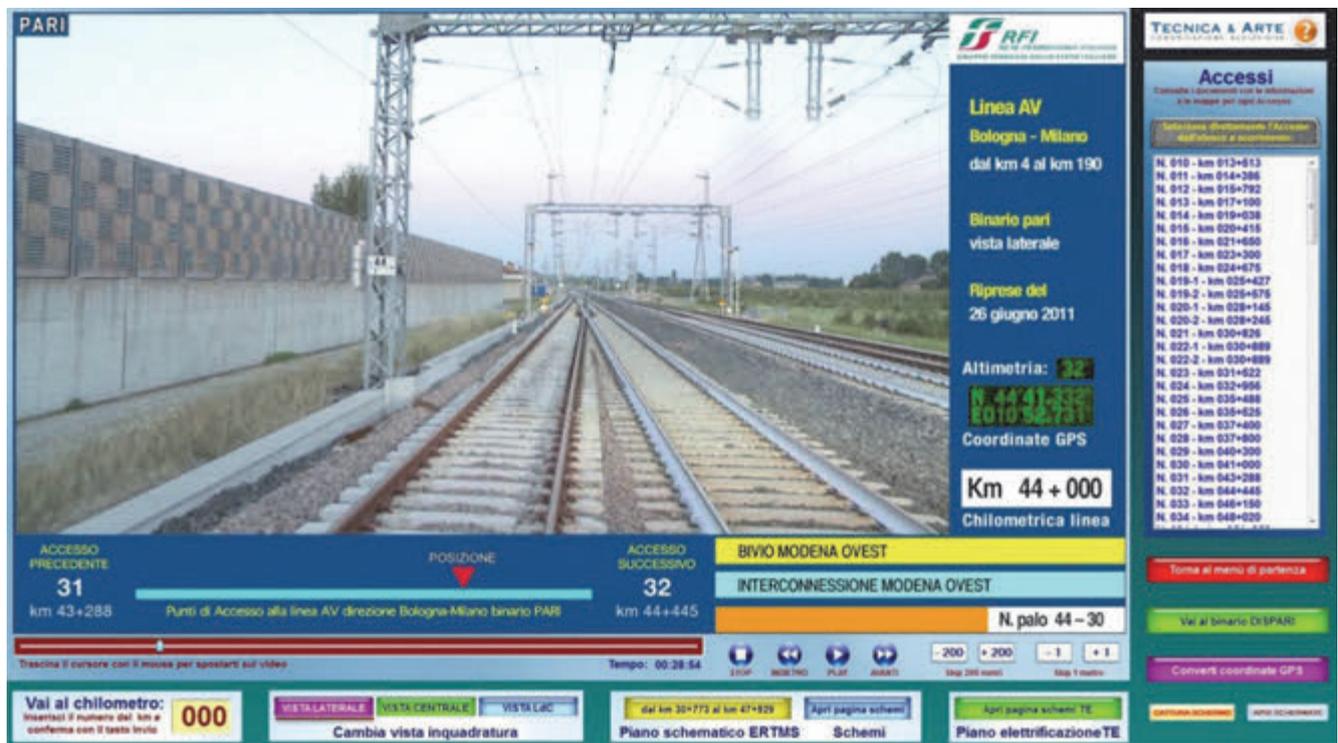


Fig. 8 - Interfaccia grafica dell'applicazione AV – HSIM: schermata principale [16].

Fig. 8 - Graphical interface of the HS – HSIMAV application: main screen [16].

Durante lo scorrimento del filmato è possibile scegliere i seguenti punti di vista:

- laterale, riproduce fedelmente quanto osservabile dalla postazione del macchinista del convoglio;
- centrale, centrata sull'interbinario, che offre una inquadratura panoramica;
- linea di contatto, espressamente studiata per porre in evidenza i componenti.

La disponibilità di questi dati e informazioni trova impiego nell'ambito delle attività di manutenzione, dell'istruzione del personale e, non da ultimo, nella gestione della circolazione perturbata e delle emergenze.

6.2. Mappatura accessi sede ferroviaria - RFI

L'attività di mappatura degli accessi, svolta da RFI [17], ha riguardato la linea Firenze-Roma, detta anche *Direttissima*.

L'idea alla base è stata quella di fornire delle indicazioni dettagliate a partire da un punto facilmente raggiungibile e riconoscibile, quale la progressiva chilometrica di una strada statale, provinciale o regionale, un casello autostradale o una stazione ferroviaria, fino al cancello di accesso alla sede ferroviaria.

È stato quindi sviluppato un programma che mediante un foglio di calcolo è in grado di elaborare i dati raccolti. Sono state inoltre implementate specifiche maschere di interfaccia per supportare l'utente nella ricerca degli accessi alla linea ferroviaria come illustrato in fig. 9.

La mappatura degli accessi alla ferrovia costituisce un utile strumento per fornire tempestive indicazioni agli enti di soccorso in caso di necessità.

7. Il modello di analisi e la formulazione dell'Indice di Accessibilità

I soggetti incaricati di compiere scelte all'interno di processi decisionali, legati al miglioramento della sicurezza nei trasporti, hanno bisogno di strumenti al fine di ottimizzare le decisioni dal punto di vista sociale, ambientale ed economico.

L'utilizzo di adeguati Strumenti di Supporto alle Decisioni - DSS, in generale definiti come algoritmi che operano sulle informazioni effettivamente disponibili, può facilitare notevolmente la messa in atto delle strategie decisionali come la pianificazione e la progettazione della sicurezza.

In fig. 10 è riportato lo schema logico - procedurale per la definizione dell'Indice di Accessibilità determinato per ciascun arco della rete ferroviaria.

7.1. I soggetti destinatari e ambiti di utilizzo del DSS

Le Istituzioni, i Soggetti e gli Enti coinvolti nel pro-

5. Mitigation of risk

To maintain or restore risk within acceptable levels, it may be necessary to intervene on the frequency of occurrence of an event with preventive measures or on the magnitude of the effects with protection measures as shown in fig. 7.

Risk mitigation activities can be performed by reducing the probability value of occurrence and/or by reducing the value related to the consequences of an event.

Railway accessibility analysis during emergencies is part of the mitigation to reduce consequences: the drafting of emergency plans containing accessibility maps, related to railway lines or links, allows better organisation of the intervention in terms of arrival time at the place of the event and the quality of operations (equipments, vehicles, etc.).

6. Studies for railway accessibility evaluation

Nationally, RFI - Rete Ferroviaria Italiana has studied accessibility and mapping of the railway site entrances with various projects that show the main results achieved.

6.1. HSIM procedure - HS High Speed Interactive Maps - RFI

HS High Speed Interactive Maps is an application developed by RFI to examine a particular point or section of the Italian High-Speed lines in a visual and interactive manner [16].

The application consists of specific video shooting, made online using appropriate vehicles, showing the driver's view of the train and some railway line construction details as shown in fig. 8.

When scrolling the footage the following points of view can be chosen:

- *side, faithfully reproduces the observable from the train driver's position;*
- *centre, centred on the space between two tracks that offers an overview shot;*
- *contact line, specifically designed to highlight the components thereof.*

The availability of this data and information is used within the maintenance, personnel training and, last but not least, disturbed circulation and emergencies management operations.

6.2. Mapping of railway site accesses - RFI

*Mapping of accesses carried out by RFI [17], focused on the Florence-Rome line, also known as the *Direttissima*.*

The basic idea was to provide detailed indications from an easily accessible and recognisable point such as the kilo-

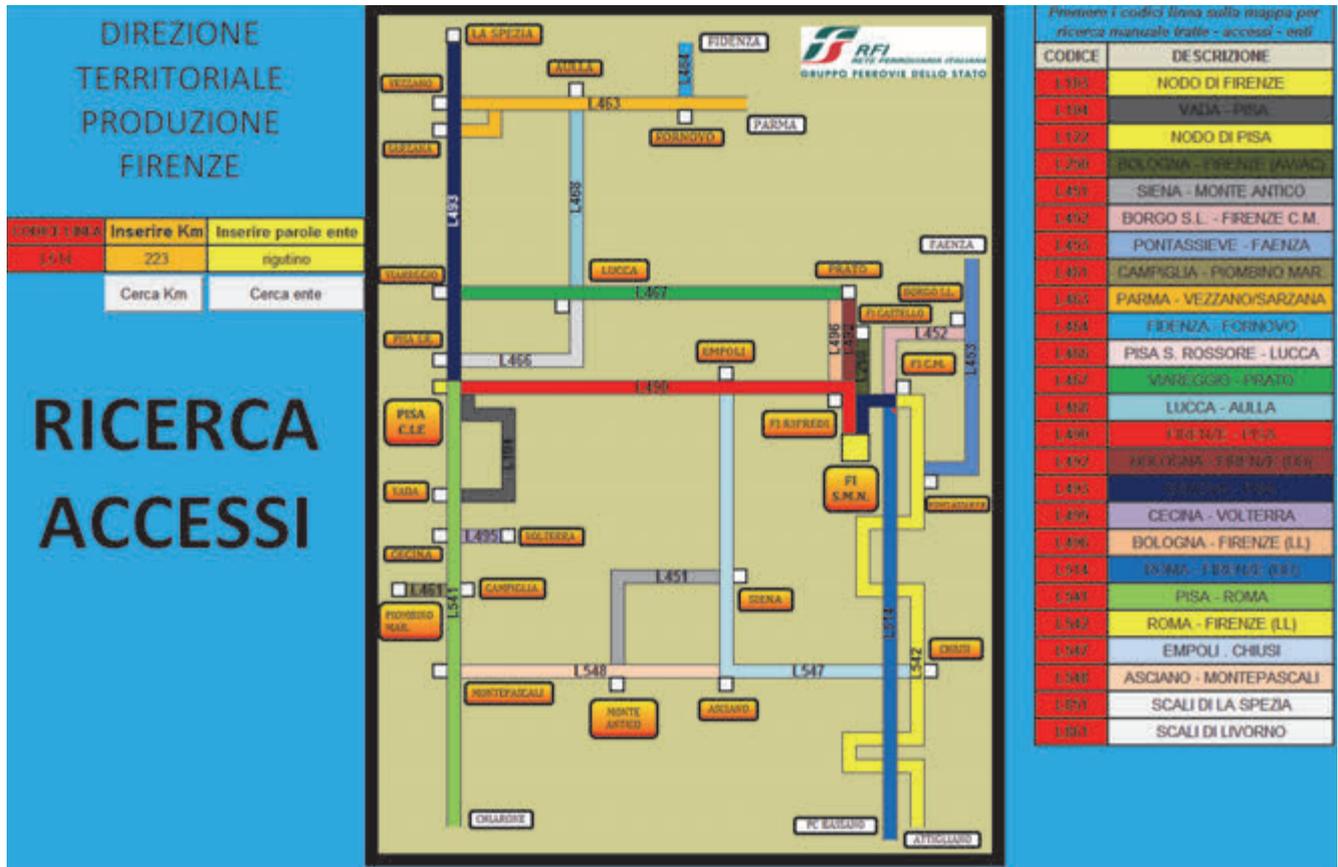


Fig. 9 - Esempio di interfaccia grafica del programma [17].
 Fig. 9 - Example of the programme graphic interface [17].

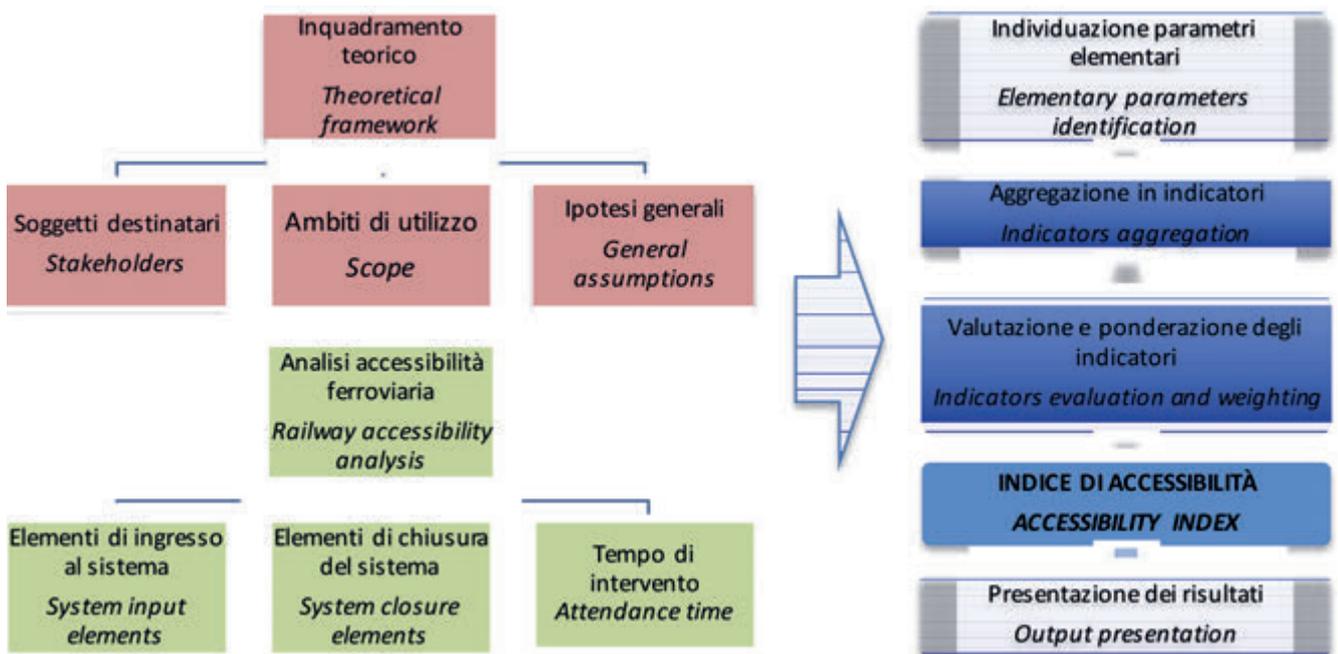


Fig. 10 - Schema logico - procedurale per la definizione dell'Indice di Accessibilità [1].
 Fig. 10 - Logical - procedural diagram to define the Accessibility Index [1].

cesso integrato di valutazione della sicurezza nei trasporti e più nello specifico dell'accessibilità del sistema ferroviario in emergenza possono, ad esempio, essere *potenziali utenti* di un DSS in grado di supportare studi, piani e programmi finalizzati al miglioramento dell'accessibilità [18].

I Gestori dell'Infrastruttura ed i Servizi di Pronto Intervento sono deputati alla pianificazione e coordinamento delle operazioni di gestione di una emergenza con particolare riferimento all'attività di redazione, convalida e aggiornamento dei piani di emergenza.

La corretta gestione delle procedure di emergenza è un'attività che si articola in due momenti distinti: *pre-evento* e *post-evento*.

Nella fase *pre-evento* rientrano le attività di pianificazione e programmazione degli interventi di carattere gestionale e infrastrutturale finalizzati al miglioramento dell'accessibilità ferroviaria.

Il Gestore della rete, infatti, può ad esempio essere interessato a *costruire* nuove vie di accesso alla ferrovia o *migliorarne di esistenti* in quelle zone dove l'accessibilità risulti limitata, oppure attuare regolamenti di esercizio (es. limitazione della velocità) finalizzati alla riduzione della probabilità di accadimento di un evento.

I Servizi di Pronto Intervento contribuiscono alla redazione di piani di emergenza nei quali la valutazione dell'accessibilità all'infrastruttura ferroviaria risulta un aspetto rilevante per la mitigazione delle conseguenze di un evento.

Il *post-evento* caratterizza la fase in cui la gestione congiunta dell'emergenza richiede l'arrivo nel minor tempo possibile delle squadre di soccorso. La conoscenza del *livello di accessibilità* di un arco ferroviario e più in generale dell'ambito territoriale in cui è inserito, garantisce un'elevata qualità delle operazioni anche in termini di mezzi, attrezzature e risorse utilizzabili.

7.2. Il processo di definizione dell'indice di accessibilità

Per ogni generica tratta ferroviaria, divisa in archi i , di lunghezza omogenea l , il modello di calcolo dell'accessibilità alla rete prevede l'implementazione di due diversi *Indici di Accessibilità*:

- Indice di Accessibilità Singolo - IAS_i ;
- Indice di Accessibilità Combinato - IAC_i .

L'indice di accessibilità singolo IAS_i consiste nel calcolo del valore di accessibilità di ciascun arco i senza considerare le interazioni tra archi contigui. In particolare non si tiene conto del valore di accessibilità degli archi limitrofi situati immediatamente a monte ($i-1$) e a valle ($i+1$) dell'arco in esame come illustrato in fig. 11.

L'indice di accessibilità combinato - IAC_i - dell'arco i -esimo considera le reciproche interazioni tra ar-

metric progressive of a state, provincial or regional highway, a toll station or a train station, up to the railway site access gate.

A programme was then developed that by means of a spreadsheet is able to process the collected data. Specific interface windows were also implemented to support the user in finding accesses to the railway line as shown in fig. 9.

The railway accesses mapping is a useful tool to provide timely guidance to rescue organisations in case of need.

7. The analysis model and formulation of the Accessibility Index

The persons in charge of making choices within decision-making processes related to improving safety in transport, need tools to optimise decisions socially, environmentally and economically.

Appropriate Decision Support Tools – DST, generally defined as algorithms that operate on the information actually available, can greatly facilitate the implementation of decision-making strategies such as safety planning and design.

Fig. 10 shows the logical-procedural diagram to define the Accessibility Index, determined for each link of the railway network.

7.1. Recipients and field uses of the DST

Institutions, Organisations, Individuals and Agencies involved in the integrated process of safety evaluation in transport and more specifically accessibility of the railway system during emergencies can, for example, be potential users of a DST that can support studies, plans and programmes aimed at improving accessibility [18].

Managers of Infrastructures and Emergency Services are responsible for planning and coordination of emergency management operations with particular reference to the preparation, validation and updating of emergency plans.

Proper handling of emergency procedures is an activity that is divided into two distinct phases: pre-event and post event.

The pre-event phase includes the planning and programming of management and infrastructure interventions aimed at improving railway accessibility.

The network Manager can for example be interested in building new access roads to the railway or improving existing ones in those areas where accessibility is limited, or implementing operation regulations (e.g. speed limitation) aimed at reducing the probability of occurrence of an event.

Emergency Services contribute to the drafting of emergency plans in which evaluation of accessibility to the railway infrastructure is an important aspect for the mitigation of consequences of an event.

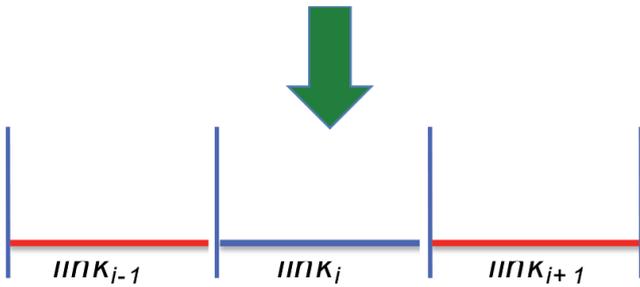


Fig. 11 - Indice di accessibilità singolo IAS_i [1].
Fig. 11 - IAS_i Single Accessibility Index [1].

chi contigui consentendo di raggiungere l'arco *i*-esimo utilizzando anche gli archi adiacenti *i-1* e *i+1* solo se il valore di accessibilità di questi ultimi è maggiore del valore di accessibilità dell'arco *i* come illustrato in fig. 12.

In alcuni casi può verificarsi la situazione in cui il contributo all'arco *i* viene fornito solo da uno dei due archi limitrofi che presenta un valore di accessibilità maggiore rispetto all'arco *i*.

La formulazione analitica di IAC_i è quindi funzione di IAS_i [1]:

$$IAC_i = IAS_i + k * (IAS_{i-1} * v_1 + IAS_{i+1} * v_2)$$

dove:

- IAC_i = indice di accessibilità combinato dell'arco *i* - esimo;
- k = coefficiente di vicinanza/contiguità;
- IAS_{i-1} = indice di accessibilità singolo dell'arco immediatamente precedente;
- IAS_i = indice di accessibilità singolo dell'arco *i*-esimo;
- IAS_{i+1} = indice di accessibilità singolo dell'arco immediatamente successivo;
- v_1 e v_2 = coefficienti di verifica contributo che valgono rispettivamente.

$$v_1 = \begin{cases} 1, & \text{se } IAS_{i-1} > IAS_i \\ 0, & \text{altrimenti} \end{cases}$$

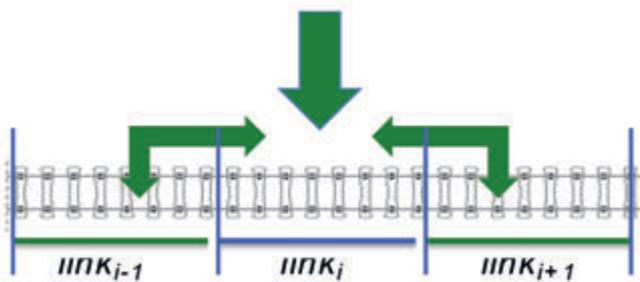


Fig. 12 - Indice di accessibilità combinato IAC_i [1].
Fig. 12 - IAC_i Combined Accessibility Index [1].

The post-event marks the phase when the joint management of emergency requires the arrival of the rescue teams in the shortest possible time. Knowledge of the level of accessibility of a railway link and more generally of the territory in which it is inserted, guarantees high quality of operations in terms of usable means, equipment and resources.

7.2. Definition process of the accessibility index

For each generic train route, divided in *i* links, with *l* uniform length, the calculation model of accessibility to the network provides for the implementation of two different Accessibility Indices:

- Single Accessibility Index - IAS_i ;
- Combined Accessibility Index - IAC_i .

The IAS_i single accessibility index consists of accessibility value calculation of each *i* link without considering the interactions between contiguous links. In particular, no account is taken of the value of accessibility of adjacent links located immediately upstream (*i-1*) and downstream (*i+1*) of the link analysed as shown in fig. 11.

The combined accessibility index - IAC_i - of the *i* link considers the reciprocal interactions between adjacent links allowing to reach the *i* link using adjacent links *i-1* and *i+1* also, only if the value of accessibility of the latter is greater than the value of accessibility of link *i* as shown in fig. 12.

In some cases it may happen that the contribution to link *i* comes only from one of the two adjacent links that has a greater accessibility value compared to link *i*.

The analytical formulation of IAC_i is therefore a function of IAS_i [1].

$$IAC_i = IAS_i + k * (IAS_{i-1} * v_1 + IAS_{i+1} * v_2)$$

where:

- IAC_i = combined accessibility index of the *i* link;
- k = vicinity/contiguity coefficient;
- IAS_{i-1} = single accessibility index of the immediately preceding link;
- IAS_i = single accessibility index of the *i* link;
- IAS_{i+1} = single accessibility index of the immediately following link.
- v_1 and v_2 = contribution verification coefficients that have a value of, respectively

$$v_1 = \begin{cases} 1, & \text{if } IAS_{i-1} > IAS_i \\ 0, & \text{ot erwise} \end{cases}$$

$$v_2 = \begin{cases} 1, & \text{if } IAS_{i+1} > IAS_i \\ 0, & \text{ot erwise} \end{cases}$$

Also a constraint is placed on the maximum value that IAC_i can take on considering the contribution of adjacent links IAS_{i-1} and IAS_{i+1} :

$$IAC_i \leq \text{MAX} (IAS_{i-1}; IAS_{i+1})$$

$$v_2 = \begin{cases} 1, & \text{se } IAS_{i,j} > IAS_i \\ 0, & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Inoltre viene posto un vincolo sul valore massimo che può assumere IAC_i considerando il contributo degli archi limitrofi $IAS_{i,j}$ e IAS_{i+1} :

$$IAC_i \leq \text{MAX}(IAS_{i,j}; IAS_{i+1})$$

Questo significa che il modello non ammette che un arco abbia un valore di IAC_i superiore al valore degli archi $IAS_{i,j}$ o IAS_{i+1} che forniscono il contributo.

In linea generale le formulazioni precedenti permettono di affermare che:

$$IAS_i \leq IAC_i \leq \text{MAX}(IAS_{i,j}; IAS_{i+1})$$

In questo modo all'interno del modello viene considerata la possibilità che un arco avente accessibilità limitata o nulla possa comunque essere raggiunto utilizzando gli archi limitrofi (contigui) con accessibilità maggiore attraverso il coefficiente k . Quest'ultimo, infatti, determina il contributo in termini di accessibilità fornito dagli archi e dipende fortemente dalla intensità di suddivisione della rete. Il valore di k rappresenta l'impedenza per il passaggio dei soccorsi e può essere valutato inversamente proporzionale alla lunghezza dell'arco.

7.3. La discretizzazione del territorio – il sistema archi buffer celle

I parametri del modello che permettono di determinare i due indici, IAS_i e IAC_b , sono identificati a partire dalle informazioni provenienti dagli archi i e dal territorio adiacente alla linea ferroviaria. Quest'ultimo, infatti, viene suddiviso in buffer di ampiezza variabile, in funzione del livello di dettaglio e precisione atteso e dell'onere computazionale, ottenendo una matrice di celle come illustrato in fig. 13.

Incrociando le informazioni relative ad uno specifico arco i e buffer b è possibile identificare in modo univoco una cella di territorio situata in posizione laterale (sinistra o destra) rispetto alla linea ferroviaria.

A ogni parametro del modello sono, quindi, associati dei pedici in relazione al fatto che il parametro sia riferito a un arco ferroviario o a una cella di territorio.

La lunghezza degli archi e la dimensione (ampiezza) dei buffer sono parametri del modello che dipendono dalla scala cui si intende effettuare la valutazione dell'accessibilità.

Ad ogni arco i sono quindi associate $2*B$ celle di territorio (essendo B il numero totale di buffer) situate in posizione destra e sinistra della ferrovia e a distanze diverse dall'arco stesso in funzione del numero e dell'ampiezza dei buffer.

Questo significa che a ogni arco i saranno associate almeno due celle - una a destra e una a sinistra - aventi le seguenti dimensioni:

This means that the model does not allow that a link has a IAC_i value greater than the value of the $IAS_{i,j}$ or IAS_{i+1} links that provide the contribution.

Generally speaking the previous formulations allow affirming that:

$$IAS_i \leq IAC_i \leq \text{MAX}(IAS_{i,j}; IAS_{i+1})$$

In this way the possibility that a link with limited or no accessibility can be achieved using the neighbouring (contiguous) links with greater accessibility through the k coefficient is considered within the model. The latter, in fact, determines the contribution in terms of accessibility provided by the links and strongly depends on the intensity of network segmenting. The value of k is the impedance for the passage of rescues and can be inversely proportional to the length of the link.

7.3. Discretisation of the territory – the cell buffer links system

The parameters of the model for establishing the two indices, IAS_i and IAC_b , are identified from information originating from the i links and the territory adjacent to the railway line. The latter is divided into variable width buffers, depending on the level of detail and accuracy expected and on the computational burden, resulting in a matrix of cells as shown in fig. 13.

Crossing information relating to a specific link i and buffer b , we can uniquely identify a cell of land located in a lateral position (left or right) with respect to the railway line.

Therefore each parameter of the model is associated with subscripts in relation to the fact that the parameter refers to a railway link or territory cell.

The length of the links and the size (width) of buffers are model parameters that depend on the scale where we intend carrying out the accessibility assessment.

*Each i link is therefore associated with $2*B$ cells (B being the total number of buffers) located left and right of the railway and at different distances from the same link, depending on the number and size of the buffers.*

This means that each i link will be associated with at least two cells - one on the right and one on the left - with the following dimensions:

- length equal to that of link i ;
- length equal to that of buffer b .

7.4. Parameter identification and aggregation in indicators

The calculation model structure consists of three main stages as shown in fig. 14:

- identification of parameters;
- aggregation of parameters in indicators;

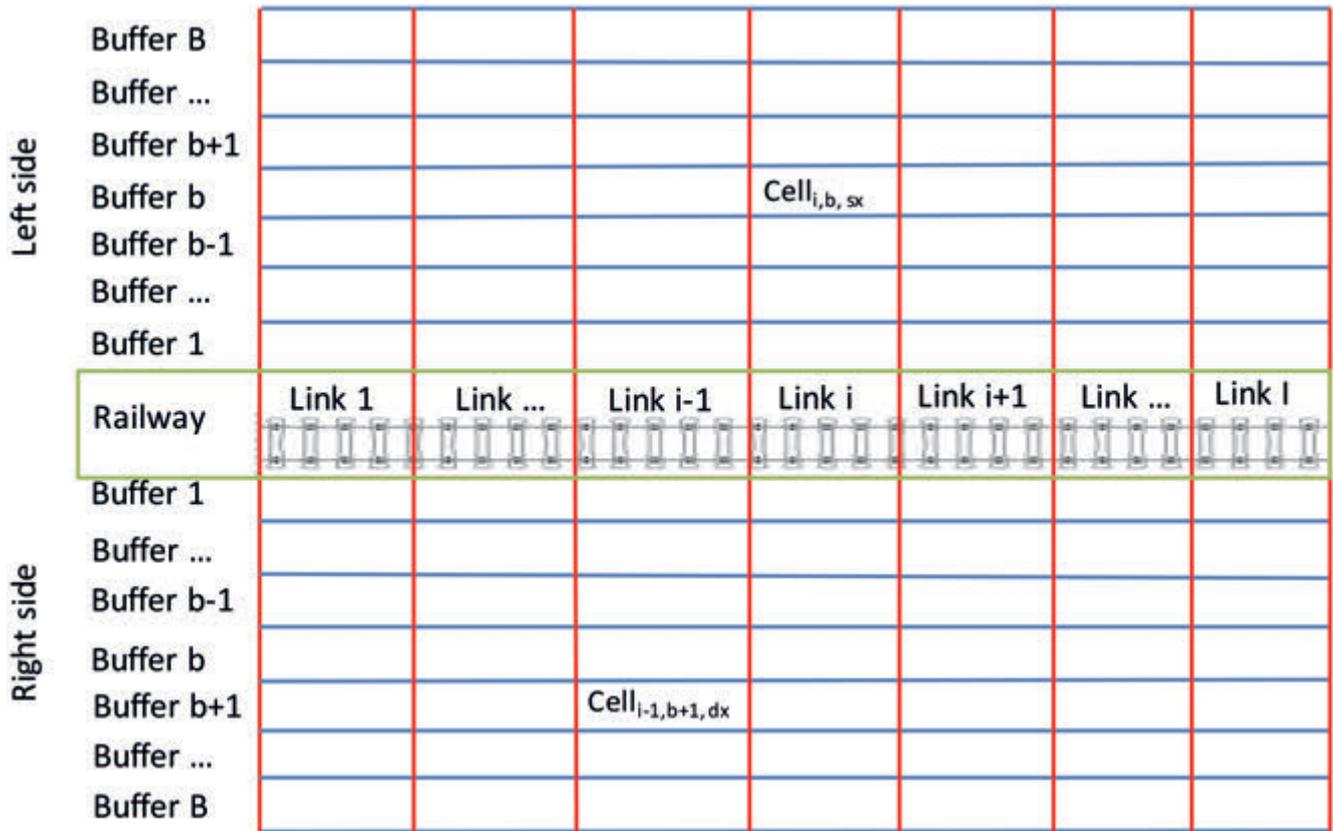


Fig. 13 - Rappresentazione del sistema archi ferroviari, buffer e celle [13].
 Fig. 13 - Representation of the railway arcs, buffers and cell system [13].

- lunghezza pari a quella dell'arco i
- larghezza pari a quella del buffer b .

7.4. L'individuazione dei parametri e l'aggregazione in indicatori

La struttura del modello di calcolo comprende tre principali fasi come illustrato in fig. 14:

- individuazione di parametri;
- aggregazione dei parametri in indicatori;
- aggregazione degli indicatori in indice.

I parametri rappresentano le variabili del modello, quelle informazioni elementari che consentono di analizzare il sistema ferroviario in termini di accessibilità per i soccorsi in condizioni emergenza.

Tuttavia un singolo parametro non sempre fornisce un'informazione completa ed esaustiva: in alcuni casi, infatti, è necessario correlare tra loro più parametri in indicatori.

Infine, l'aggregazione degli indicatori mediante l'impiego di pesi relativi fornisce l'indice di accessibilità IAS come segue [1]:

- aggregation of indicators in index.

Parameters are the variables of the model, the elementary information that can help analyse the railway system in terms of accessibility to relief efforts in emergency conditions.

However a single parameter does not always provide full and comprehensive information: in some cases, it is necessary to correlate multiple parameters in indicators between them.

Finally, the aggregation of indicators using relative weights provides the IAS accessibility index as follows [1]:

$$IAS_i = \sum_{j=1}^n w_j \times m_j$$

where:

- n is the number of indicators;
- w_j represents the relative weight assigned to each indicator;
- m_j identifies the value of each indicator.

Each m indicator is determined as a function of parameters p regarding accessibility:

$$m = f(p_1; \dots p_n)$$

$$IAS_i = \sum_{j=1}^n w_j \times m_j$$

dove:

- n è il numero di indicatori;
- w_j rappresenta il peso di importanza relativa assegnato ad ogni indicatore;
- m_j identifica il valore del singolo indicatore.

Ogni indicatore m viene determinato in funzione dei parametri p relativi all'accessibilità:

$$m = f(p_1; \dots p_n)$$

La presenza di una strada carrabile in una cella situata ai margini della ferrovia contribuisce, ad esempio, ad aumentare il valore di accessibilità permettendo l'accesso delle squadre di soccorso.

Questa informazione però non può essere considerata sufficiente per determinare l'accessibilità di un arco: è necessario considerare anche l'estensione della strada all'interno della cella e soprattutto la distanza dalla ferrovia.

Come illustrato in tabella 2 l'aggregazione di questi due parametri, estensione di strade carrabili e distanza dalla ferrovia costituisce l'indicatore *IEST* – *Indicatore Estensione Stradale*.

Sono stati definiti 15 parametri, corrispondenti a 15 informazioni da inserire nel modello, i quali vengono successivamente aggregati in 9 indicatori.

7.5. Le funzioni di utilità degli indicatori

Per procedere alla normalizzazione e poter considerare contestualmente i diversi indicatori sono state definite delle *funzioni di utilità*, che permettono di relazionare i valori assunti da ciascun indicatore con misure di tipo adimensionale.

Ad esempio, l'indicatore relativo alla presenza di un passaggio a livello restituisce un valore che rappresenta il numero di passaggi a livello su un arco i . L'indicatore di estensione stradale restituisce, invece, un valore di estensione della rete stradale, espresso in km, per ogni cella situata a destra e sinistra della ferrovia.

Le *funzioni di utilità* implementate permettono di assegnare un contributo maggiore, in termini di accessibilità, alle celle più vicine alla ferrovia: a parità di valore, una cella più vicina alla ferrovia è caratterizzata da un valore di utilità maggiore rispetto a una più lontana.

Per ogni indicatore sono stati definiti gli intervalli di variabilità compresi tra 0, valore peggiore e B , valore migliore, dove B rappresenta il numero di buffer presenti a sinistra e destra della ferrovia come illustrato in tabella 3.

I primi due indicatori, IPL_i e ISF_i possono assumere valore nullo o massimo (B) in funzione del fatto che siano presenti passaggi a livello o stazioni o fermate sull'arco i .

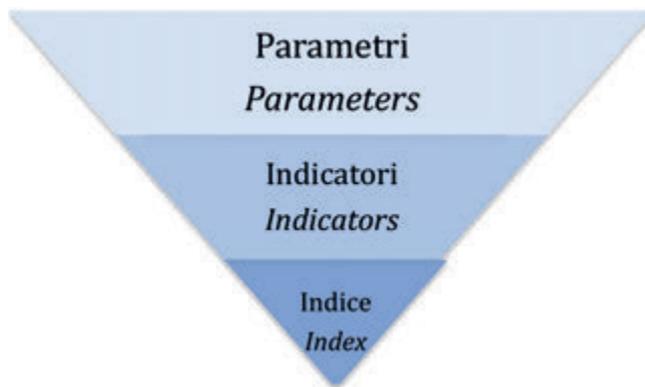


Fig. 14 - Principali fasi del modello di calcolo.
Fig. 14 - Main stages of the calculation model.

The presence of a vehicular road in a cell located at the edge of the railway contributes, for example, with increasing the accessibility value allowing access of the rescue teams.

This information cannot be considered sufficient to determine the accessibility of a link: we must also consider the extension of the road inside the cell, and especially the distance from the railway.

As shown in table 2, the combination of these two parameters, extension of vehicular roads and distance from the railways is the IEST indicator – Road Extension Indicator.

15 parameters have been defined, corresponding to 15 information to be included in the model, which are then aggregated in 9 indicators.

7.5. Utility functions of indicators

To proceed with normalisation and consider the different indicators simultaneously, utility functions have been defined that allow relating the values from each indicator with dimensionless type measures.

For example, the indicator for the presence of a level crossing returns a value that represents the number of level crossings over an i link. The road extension indicator instead returns a value of the road network extension, expressed in km, for each cell to the right and left of the railway.

The utility functions implemented allow assigning a greater contribution, in terms of accessibility, to the cells closest to the railway: with the same value, a cell closer to the railway has a utility value greater than one further away.

For each indicator variability ranges between 0, worst value and B best value, were defined where B is the number of buffers on left and right of the railway as shown in table 3.

The first two indicators, IPL_i and ISF_i may take nil or maximum value (B) depending on whether there are level crossings or railway stations or stops on link i .

Parametri e indicatori del modello di accessibilità [1]
Parameters and indicators of the accessibility mode [1]

Parametro Parameter		Indicatore Indicator		Descrizione Description
1	Numero di passaggi a livello <i>Number of level crossing</i>	1	IPL	Passaggio a livello <i>Level crossing</i>
2	Interdistanza passaggi a livello <i>Level crossing spacing</i>			
3	Numero stazioni/fermate <i>Number of stations or stops</i>	2	ISF	Stazione/fermata <i>Stations or stops</i>
4	Interdistanza stazioni/fermate <i>Stations or stops spacing</i>			
5	Estensione di strade carrabili <i>Road network extension</i>	3	IEST	Rete stradale carrabile <i>Vehicle road network</i>
6	Distanza della strada carrabile dalla ferrovia <i>Road distance by the railway</i>			
7	Superficie piazzale di emergenza <i>Emergency area surface</i>	4	IPI	Piazzale di emergenza <i>Emergency area</i>
8	Distanza del piazzale di emergenza dalla ferrovia <i>Emergency area distance by the railway</i>			
9	Limiti di massa al transito dei veicoli <i>Mass limits to the vehicle</i>	5	ILI	Limiti di massa e sagoma <i>Mass and shape limits</i>
10	Limiti di sagoma al transito dei veicoli <i>Shape limits to the vehicle</i>			
11	Estensione di barriere o cancellate di protezione valicabili <i>Extension of crossable barriers or railings protection</i>	6	IBV	Barriere o cancellate di protezione valicabili <i>Crossable barriers or railings protection</i>
12	Estensione di barriere o cancellate di protezione invalicabili <i>Extension of no crossable barriers or railings protection</i>	7	IBI	Barriere o cancellate di protezione invalicabili <i>No crossable barriers or railings protection</i>
13	Classe di uso del suolo <i>Land use class</i>	8	IUS	Uso del suolo <i>Land use</i>
14	Estensione della classe di uso del suolo <i>Land use class extension</i>			
15	Tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco <i>Fire Fighters time of arrival</i>	9	IARR	Tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco <i>Fire Fighters time of arrival</i>

Gli altri tre indicatori non essendo riferiti all’arco ferroviario ma alle celle di territorio adiacenti la ferrovia, sono caratterizzati da un intervallo di variabilità che considera anche la distanza tra cella e arco.

Ad esempio, per quanto riguarda l’indicatore di estensione rete stradale (IEST), sono definite delle funzioni di utilità a gradino per ogni buffer che determinano due valori ammissibili dell’indicatore: uno massimo e uno minimo. In questo modo si considera la distanza del buffer (e quindi, della strada) dalla ferrovia. Si procede determinando il valore medio di estensione stradale di tutte le celle che compongono ogni buffer: tale valore rappresenta il discriminante della funzione di utilità, che divide i due valori. L’indicatore IEST di una singola cella assume il valore massimo se il valore di estensione stradale è maggiore del valore medio (discriminante). In caso contrario assume il valore minimo. Se si considerano, ad esempio, 6 buffer ai margini della ferrovia si ottengono i seguenti valori ammissibili di IEST per il generico arco *i* (tabella 4).

The other three indicators not referring to the railway link but to territory cells adjacent to the railway, are characterised by a range of variability that also considers the distance between cell and link.

For example, as regards the road network extension indicator (IEST), step utility functions that determine two

TABELLA 3 – TABLE 3

Intervalli di variabilità degli indicatori
Ranges of variability of indicators

Indicatore Indicator	Intervallo variabilità Range
IPL_i	0 o B
ISF_i	0 o B
$IEST_i$	0 - B
IUS_i	0 - B
$IARR_i$	0 - B

Solo nel buffer più vicino alla ferrovia non è utilizzata la funzione di utilità: questo significa che l'indicatore può assumere un unico valore indipendentemente dall'estensione stradale all'interno di una cella.

In fig. 15 è riportato l'andamento a gradino della funzione di utilità, per tutte le celle appartenenti al buffer 2, definita come segue:

$$IEST_i = \begin{cases} 6 & \text{se } 75 \leq \text{estensione stradale cella} \leq 101 \\ 5 & \text{se } 49 \leq \text{estensione stradale cella} \leq 75 \\ 0 & \text{se nella cella non è presente rete stradale} \end{cases}$$

dove:

- 75 rappresenta il valore in metri di estensione stradale media per il buffer 2. Tale valore è, quindi, il discriminante della funzione di utilità;
- 101 rappresenta il valore in metri di estensione stradale massima per il buffer 2;
- 49 rappresenta il valore in metri di estensione stradale minima per il buffer 2.

La funzione di utilità riportata in fig. 15 risulta definita nel punto 0 e per valori di estensione stradale compresi tra 49 e 101. Per ciascuna cella appartenente al buffer 2, il valore dell'indicatore è, quindi, nullo se non è presente rete stradale, mentre assume valore pari a 6 se l'estensione è maggiore di 75 m e valore pari a 5 se l'estensione è minore di 75.

8. Applicazione del modello

Il modello di accessibilità è stato applicato alla linea storica Torino-Milano, nella tratta tra Milano e il Fiume Ticino di lunghezza pari a circa 32 km, al fine di verificare la validità e la consistenza.

Il modello è stato implementato in funzione di 5 indicatori rispetto ai 9 riportati in tabella 2:

- IPL_i - indicatore relativo alla presenza di un passaggio a livello;
- ISF_i - indicatore relativo la presenza di una stazione/ fermata;
- $IEST_i$ - indicatore relativo alla presenza ed estensione di una rete stradale carrabile;
- IUS_i - indicatore relativo alla destinazione di uso del suolo;
- $IARR_i$ - indicatore relativo al tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco.

La formulazione analitica dell'indice di accessibilità singolo IAS_i dell'arco i -esimo è una funzione linearmente dipendente degli indicatori e restituisce un numero adimensionale che rappresenta l'accessibilità dell'arco su entrambi i lati della ferrovia: in base alla struttura del modello, un ar-

TABELLA 4 – TABLE 4

Esempio numerico di intervalli di variabilità dell'indicatore IEST

Numerical example of variability ranges of the IEST indicator

	IEST
Buffer 1	0 o 6
Buffer 2	0 o 5 o 6
Buffer 3	0 o 4 o 5
Buffer 4	0 o 3 o 4
Buffer 5	0 o 2 o 3
Buffer 6	0 o 1 o 2

permissible values of the indicator: a maximum and a minimum one, are defined for each buffer. In this way the buffer distance from the railroad (and thus, the road) is considered. The mean value of the road extension of all the cells that make up each buffer is determined: this is the discriminant of a utility function, which divides the two values. The IEST indicator of an individual cell assumes the maximum value if the road extension value is greater than the mean value (discriminating factor). Otherwise it takes on the minimum value. If, for example, 6 buffers on the edge of the railroad are considered, the following allowable IEST values are obtained for the generic link i (table 4).

The utility function is not used only in the buffer closest to the railway: this means that the indicator can take on a single value regardless of the road extension within a cell.

Fig. 15 shows the utility function trend for all cells belonging to buffer 2, defined as follows:

$$IEST_i = \begin{cases} 6 & \text{if } 75 \leq \text{road extension} \leq 101 \\ 5 & \text{if } 49 \leq \text{road extension} \leq 75 \\ 0 & \text{if no road extension} \end{cases}$$

where:

- 75 represents the average road extension value in meters

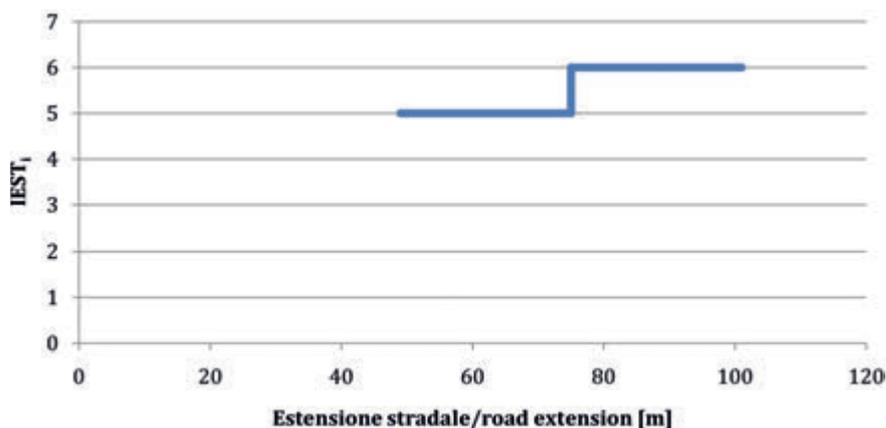


Fig. 15 - Andamento funzione di utilità [1].

Fig. 15 - Utility function trend [1].

co risulta tanto più *accessibile* quanto maggiore è il valore dell'indicatore.

In tabella 5 sono riportate le principali caratteristiche della linea utilizzata per l'applicazione del modello.

L'indice di accessibilità è stato determinato per ogni arco omogeneo di lunghezza pari a 100 m per un totale di 328 archi.

È stata considerata un'area di studio pari a 150 metri a sinistra e destra della ferrovia all'interno della quale sono stati valutati gli indicatori di accessibilità. Sono stati, quindi, definiti 6 buffer ($B=6$) all'interno dell'area di studio aventi ampiezza variabile e pari a:

- Buffer 1: 10 m;
- Buffer 2: 20 m;
- Buffer 3: 30 m;
- Buffer 4: 30 m;
- Buffer 5: 30 m;
- Buffer 6: 30 m;

dove il buffer 1 è quello più vicino alla ferrovia mentre il buffer 6 quello più lontano.

Variando l'ampiezza dei buffer è stato possibile garantire un maggiore livello di dettaglio per l'analisi delle zone in prossimità della ferrovia rispetto a quelle più distanti compatibilmente con l'onere computazionale richiesto.

Se si considerano gli indicatori *IPL* e *IEST* si hanno gli intervalli di variabilità riportati in tabella 6.

TABELLA 5 – TABLE 5

Principali caratteristiche della linea
Main features of the line

Principali caratteristiche della linea ferroviaria Main features of the railway	
Lunghezza [km] Length	153
Trazione Traction system	elettrica electric
Alimentazione Feeding	corrente continua (3000 V) direct current
Binari Rails	2
Scartamento [mm] Gauge	1435
Peso assiale [kN/asse] Axle weight	225
Pendenza massima (‰) Maximum slope	12
Tipo di traffico [pax/merci/misto] Traffic kind	misto mixed
Velocità media [km/h] Average speed	95
Velocità massima [km/h] Maximum speed	180

for buffer 2. This value is therefore the utility function discriminant;

- 101 represents the maximum road extension value in meters for buffer 2.
- 49 represents the minimum road extension value in meters for buffer 2.

The utility function given in fig. 15 is defined in section 0 and for road extension values ranging between 49 and 101. For each cell belonging to buffer 2, the indicator value is nil if there is no road network, while it takes a value of 6 if the extension is greater than 75 m and a value of 5 if the extension is less than 75.

8. Application of the model

The accessibility model has been applied to the historical Turin-Milan line, between Milan and the Ticino River with a length of about 32 km, in order to check its validity and consistency.

The model has been implemented on the basis of 5 indicators with respect to the 9 indicators shown in table 2:

- IPL_i - indicator for the presence of a level crossing;
- ISF_i - indicator for the presence of a station/stop;
- $IEST_i$ - indicator for the presence and extension of a vehicular road network;
- IUS_i - indicator for the permitted use of the land;
- $IARR_i$ - indicator for the arrival time of the Fire Fighters.

The analytical formulation of the single accessibility index IAS_i i link is a linearly dependent function of the indicators and returns a dimensionless number that represents the accessibility of the link on both sides of the railroad: according to the structure of the model, a link is more accessible the greater the value of the indicator.

Table 5 shows the main features of the line used for the application of the model.

The accessibility index was determined for each homogeneous link with a length of 100 m for a total of 328 links.

An area of 150 meters to the left and right of the railway was considered within which accessibility indicators were evaluated. Therefore 6 buffers ($B = 6$) were defined within the study area with variable width and equal to:

- Buffer 1: 10 m;
- Buffer 2: 20 m;
- Buffer 3: 30 m;
- Buffer 4: 30 m;
- Buffer 5: 30 m;
- Buffer 6: 30 m;

where buffer 1 is the one closest to the railway while buffer 6 is the farthest.

Intervalli di variabilità degli indicatori: applicazione del modello
Variability ranges of indicators: application of the model

Valori ammissibili <i>Admissible values</i>							
	Indicatore <i>Indicator</i>	Buffer 1	Buffer 2	Buffer 3	Buffer 4	Buffer 5	Buffer 6
IPL_i	0, 1	-	-	-	-	-	-
$IEST_i$	0, 1, 2, 3, 4,5,6	0, 6	0, 5, 6	0, 5, 4	0, 4, 3	0, 3, 2	0, 2, 1

A titolo esemplificativo, in fig. 16 si riporta per ciascuna cella la rete stradale (in blu) e il punto di arrivo (in rosso) in posizione baricentrica sulla rete stradale, utilizzato per determinare il tempo di percorrenza dei soccorsi dal presidio disponibile.

8.1. Rappresentazione grafica dei risultati

Gli indici di accessibilità semplice e combinata – IAS e IAC – sono rappresentati in forma grafica mediante l'utilizzo di mappe tematiche utilizzando linee cromatiche che seguono il tracciato ferroviario. La linea più in alto è associata, per convenzione, a IAC mentre quella più in basso a IAS. Per il calcolo di IAC è stato utilizzato un valore del coefficiente di vicinanza/contiguità k pari a 0,5 ipotizzando quindi un contributo, in termini di accessibilità, degli archi limitrofi pari al 50%.

Per facilitare la comprensione dei risultati delle elaborazioni è utile riportare, oltre alla mappa tematica, anche le tabelle contenenti i valori numerici degli indicatori che compongono gli indici.

By varying the size of the buffer a greater level of detail was ensured in the analysis of areas in the vicinity of the railway compared to those further away compatibly with the required computational burden.

If we consider the IPL and IEST indicators the variability ranges shown in table 6 are obtained.

By way of example fig. 16 shows the road network (in blue) and the point of arrival (in red) in a central position on the road network for each cell, which is used to determine the travel time required for relief from the available unit.

8.1. Graphical representation of the results

Simple and combined accessibility indices – IAS and IAC – are represented in graphical form using thematic maps with chromatic lines that follow the railway route. The top line is, as a rule, associated with IAC while the lower with IAS. For the calculation of IAC a vicinity/contiguity coefficient of 0.5 k was used therefore assuming a contribution of neighbouring links, in terms of accessibility, equal to 50%.

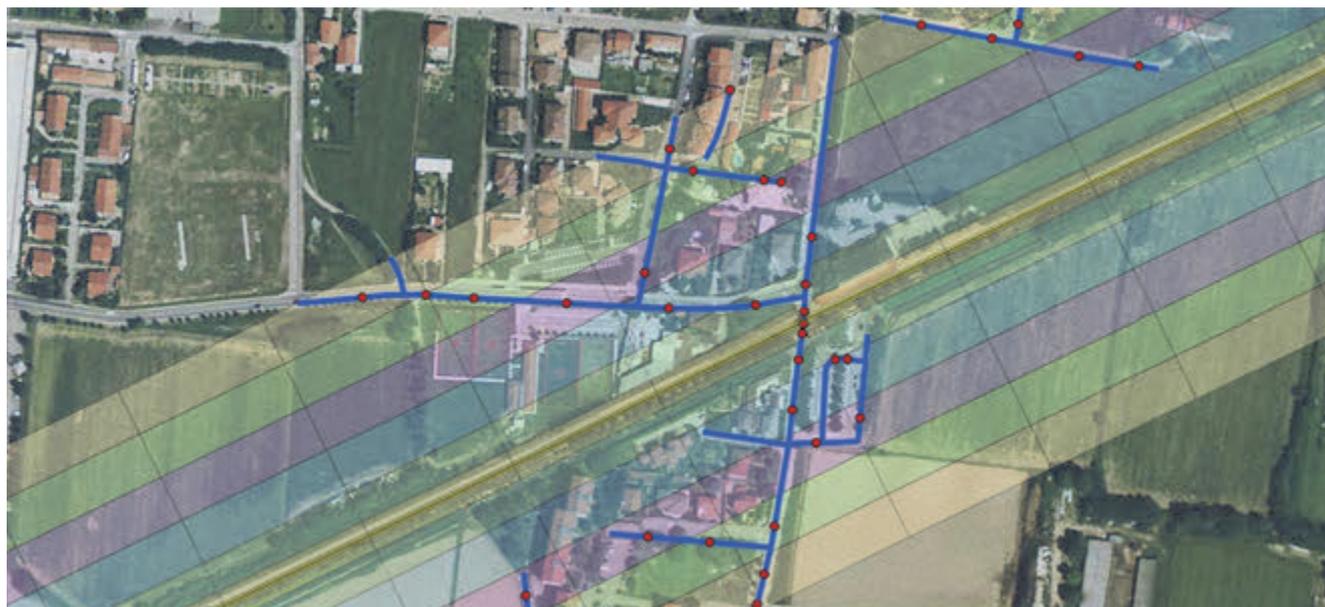


Fig. 16 - Punto di arrivo dei soccorsi sulla rete stradale carrabile nella generica cella [1].
Fig. 16 - Point of arrival of relief on the vehicular road network in the generic cell [1].

Ogni arco, che compone la tratta, è quindi colorato in funzione del valore assunto dall'indice di accessibilità, singolo o combinato: il colore verde rappresenta un'accessibilità elevata dell'arco ferroviario mentre il rosso identifica una situazione caratterizzata da limitata o assente accessibilità.

La validità e l'affidabilità del modello sono dimostrate da alcuni esempi (casi) ritenuti rappresentativi delle elaborazioni ottenibili confrontate con l'ortofoto: sono stati identificati 2 casi A e B per i quali si riporta di seguito la rappresentazione grafica e numerica.

8.1.1. Risultato rappresentativo A

Il risultato rappresentativo A, illustrato in fig. 17 evidenzia una situazione mista caratterizzata da archi con limitata o assente accessibilità alla tratta ferroviaria alternati ad archi con un valore maggiore di accessibilità. In particolare si nota che l'area di studio non è interessata da una fitta rete stradale se non in alcuni punti dove sono presenti dei sovrappassi o dei sottopassi (archi 15, 18, 25). Le tratte ferroviarie, comprese tra gli archi in cui è presente una strada che attraversa la ferrovia, sono contraddistinte da un valore di IAS contenuto o nullo (colore rosso).

Se si analizza IAC con particolare riferimento agli archi 16, 17 si evince una colorazione gialla rispetto a quella rossa associata a IAS. In questo caso il contributo, con un'aliquota del 50%, degli archi limitrofi fa aumentare il valore dell'indice.

In tabella 7 sono riportati i valori degli indicatori che costituiscono gli indici IAS e IAC. Si nota come gli archi 21 e 22 presentino una forte criticità in quanto risultano

To facilitate the understanding of the processing results it is useful to report the tables containing the numeric values of the indicators that make up the indices, in addition to the thematic map.

Each link, which composes the route, is then coloured according to the single or combined value of the accessibility index: the green colour represents high accessibility of the railway link while red identifies a situation characterised by limited or no accessibility.

The validity and reliability of the model is proven by some examples (cases) deemed representative of obtainable elaboration compared with the orthophoto: 2 cases A and B were identified for which the graphical and numerical representation is reported below.

8.1.1. Representative result A

The representative result A, shown in fig. 17 shows a mixed situation characterised by links with limited or no accessibility to the railway line alternating with links with a greater accessibility value. In particular, we can observe that the study area is not affected by a dense road network if not in some points where there are overpasses or underpasses (links 15, 18, 25). Railway routes, included between the links where there is a road that crosses the railway, are differentiated by a limited or zero IAS value (red).

If IAC is analysed with particular reference to links 16 and 17 a yellow colour can be inferred compared to the red one associated with IAS. In this case the contribution of the neighbouring links increases the value of the index with a rate of 50%.

Table 7 shows the values of the indicators that make up the IAS and IAC indices. We can observe how links 21 and



Fig. 17 - Risultato rappresentativo A.
Fig. 17 - Representative result A.

contraddistinti da valori nulli relativi ai cinque indicatori e anche di IAC: questo implica che l'accessibilità di quegli archi è nulla anche utilizzando gli archi limitrofi.

Indici e indicatori relativi al risultato rappresentativo A
Indices and indicators relating to representative result A

Arco Link	Indicatori Indicators					Indici Indices	
	IPL [0 o 6]	ISF [0 - 6]	IES [0 - 6]	IUS [0 - 6]	IARR [0 - 6]	IAS [0 - 6]	IAC [0 - 6]
14	0	0	5	6	6	3,81	4,06
15	0	0	6	6	6	4,06	4,06
16	0	0	1	0	2	0,65	2,68
17	0	0	0	0	0	0,00	2,35
18	0	0	6	6	6	4,06	4,06
19	0	0	4	6	5	3,35	4,06
20	0	0	0	0	0	0,00	1,68
21	0	0	0	0	0	0,00	0,00
22	0	0	0	0	0	0,00	0,00
23	0	0	0	0	0	0,00	1,58
24	0	0	4	6	4	3,16	4,06
25	0	0	6	6	6	4,06	4,06

8.1.2. Risultato rappresentativo B

Il risultato rappresentativo B (fig. 18) identifica una situazione contraddistinta da elevati valori di accessibilità in quanto è possibile apprezzare una prevalenza di colore verde nella parte destra dell'immagine in cui è presente una strada parallela alla ferrovia.

Se si considera IAS, l'arco ferroviario 141 è interessato dalla presenza a poca distanza di una strada carribile (colore blu) e le classi di uso del suolo nei buffer più vicini alla ferrovia, associate a superfici *transitabili*, garantiscono valori elevati di accessibilità.

Si osserva invece per gli archi 143, 144, 145 una situazione di criticità in cui gli archi 144 e 145 risultano inaccessibili (IAS = 0) e l'arrivo dei soccorsi può essere garantito solo mediante l'utilizzo degli archi 143 e 146 che presentano un valore di IAS maggiore (contributo del 50%).

Anche in questo caso IAC presenta in linea generale valori maggiori rispetto a IAS: si nota, ad esempio, un sensibile aumento di accessibilità per l'arco 142.

In tabella 8 sono riportati i valori degli indicatori che

22 have a strong criticality as they are distinguished by zero values relating to the five indicators and also of IAC: This implies that accessibility of those links is zero even using neighbouring links.

8.1.2. Representative result B

Representative result B (fig. 18) identifies a situation marked by high levels of accessibility as it is possible to appreciate a predominance of green in the right part of the im-

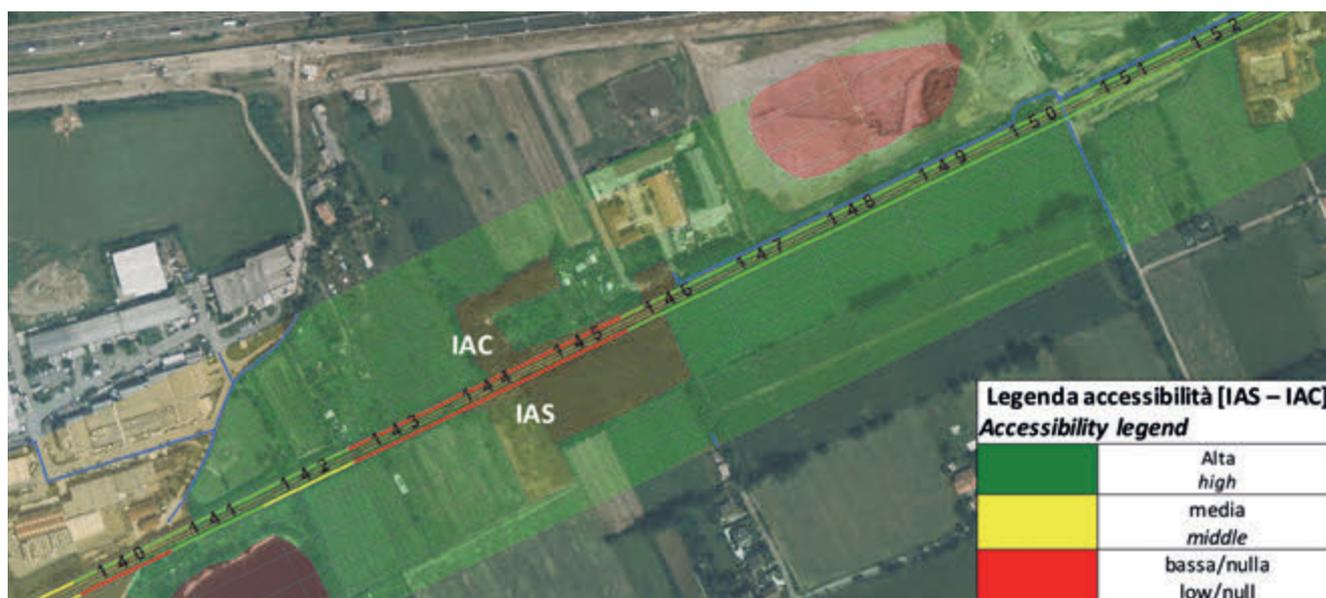


Fig. 18 - Risultato rappresentativo B.
Fig. 18 - Representative result B.

TABELLA 8 – TABLE 8

Indici e indicatori relativi al risultato rappresentativo B
Indices and indicators relating to representative result B

Arco Link	Indicatori Indicators					Indici Indices	
	IPL [0 o 6]	ISF [0 - 6]	IES [0 - 6]	IUS [0 - 6]	IARR [0 - 6]	IAS [0 - 6]	IAC [0 - 6]
140	0	0	2	3	2	1,58	3,39
141	0	0	5	5	5	3,39	3,39
142	0	0	2	5	2	2,03	3,39
143	0	0	1	0	1	0,45	1,47
144	0	0	0	0	0	0,00	0,23
145	0	0	0	0	0	0,00	1,69
146	0	0	5	5	5	3,39	3,61
147	0	0	5	6	5	3,61	3,61
148	0	0	5	6	5	3,61	3,61
149	0	0	5	6	5	3,61	4,06
150	0	0	6	6	6	4,06	4,06
151	0	0	5	6	5	3,61	4,06

determinano gli indici IAS e IAC. In particolare si nota come gli archi 144 e 145 siano contraddistinti da valori nulli dei 5 indicatori.

8.2. Correlazioni e confronti

I risultati ottenuti sono stati elaborati al fine di ottenere alcuni grafici che rappresentano l'andamento di indicatori e indici evidenziando eventuali correlazioni.

8.2.1. Correlazioni indicatori

Nelle figg. 19 e 20 sono riportate, a titolo esemplificativo, due grafici che illustrano i risultati delle correlazioni eseguite tra IPL-ISF e IEST-IARR.

Dall'osservazione dei grafici, anche mediante l'impiego della linea di tendenza, si evince che non è possibile stabilire con precisione delle correlazioni tra gli indicatori anche se è ragionevole affermare che una correlazione maggiore esiste tra IEST-IARR (R=0,73247) rispetto a IPL-ISF (R=0,00017). Aumentando l'estensione della rete stradale e la vicinanza alla ferrovia (IEST) è ragionevole supporre che aumenti anche l'indicatore IARR in quando le squadre di soccorso riusciranno a sopraggiungere sul luogo dell'evento più rapidamente.

age where there is a road parallel to the railway.

If we consider IAS, railway link 141 is affected by the presence of a vehicular road (blue) within walking distance and the classes of land use in buffers closer to the railway, associated with passable surfaces, guarantee high levels of accessibility.

We can instead observe a critical situation for links 143, 144, 145 in which links 144 and 145 are inaccessible (IAS = 0) and the arrival of relief can only be guaranteed through the use of links 143 and 146 that have a greater IAS value (a contribution of 50%).

In this case also, IAC has generally higher values than IAS: we can observe, for example, a significant increase of accessibility for link 142.

Table 8 shows the values of the indicators that determine the IAS and IAC indices. In particular, we can observe how links 144 and 145 are distinguished by zero values of the 5 indicators.

8.2. Correlations and comparisons

The results obtained were elaborated in order to have some graphs that represent the trend of indicators and indices highlighting any correlations.

8.2.1. Indicators correlations

Figures 19 and 20 show, by way of example, two charts

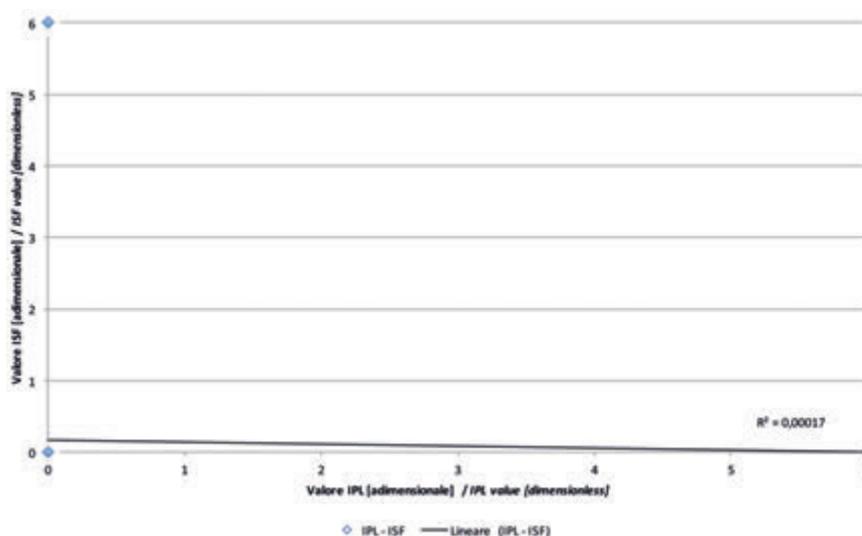


Fig. 19 - Correlazione indicatore IPL-ISF.
 Fig. 19 - IPL-ISF indicator correlation.

In tabella 9 sono riportati i valori di regressione per ciascuna coppia di indicatori analizzati.

8.2.2. Andamento indicatori

I valori medi dei cinque indicatori individuati, relativi ai 328 archi di linea, sono riportati in fig. 21.

L'osservazione dell'istogramma evidenzia da un lato il limitato numero di passaggi a livello e stazioni presenti sulla linea e dall'altro che i tre indicatori, IEST, IUS e IARR sono sostanzialmente contraddistinti da valori medi simili.

Il grafico di fig. 22 riporta, ad esempio, l'andamento dei cinque indicatori del modello relativi a 100 archi ferroviari della linea.

Dall'analisi del grafico si nota che i due indicatori relativi alla presenza di passaggi a livello (IPL) e stazioni ferroviarie (ISF) presentano un andamento differente da quello degli altri tre indicatori. I picchi corrispondono a situazioni in cui l'accessibilità alla ferrovia può essere garantita dalla presenza di stazione o pas-

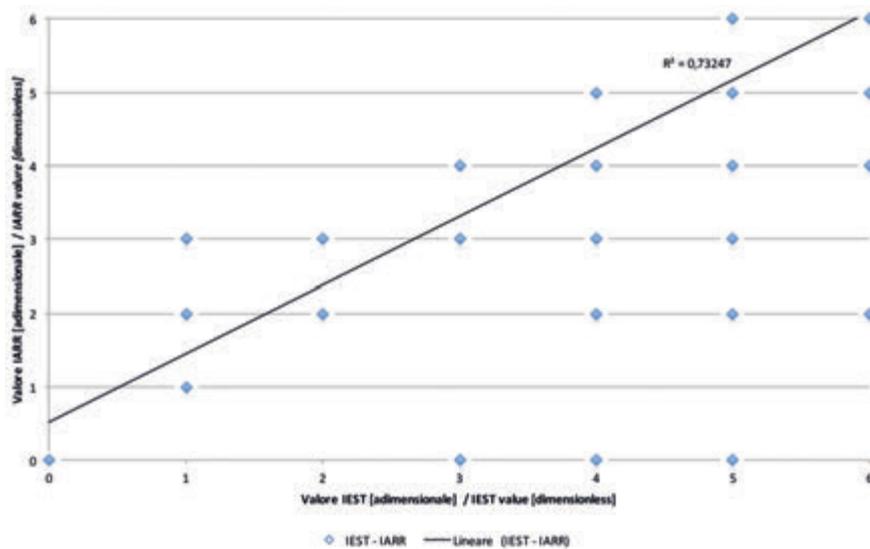


Fig. 20 - Correlazione indicatore IEST-IARR.
Fig. 20 - IEST-IARR indicator correlation.

illustrating the correlation results executed in IPL-ISF and IEST-IARR.

From the observation of the graphs, including the use of the trend line, it can be inferred that it is not possible to determine precisely the correlations between indicators although it is reasonable to say that there is a greater correlation between IEST-IARR ($R = 0.73247$) compared to IPL-ISF ($R = 0.00017$). Increasing the extension of the road network and proximity to the railway (IEST) it is reasonable to assume that the IARR indicator also increases as the rescue teams will arrive at the location more quickly.

Table 9 shows the regression values for each pair of analysed indicators.

TABELLA 9 – TABLE 9

Correlazione indicatori. Regressione – tendenza
Indicator correlation. Regression – trend

Correlazione indicatori. Regressione - Tendenza [R]					
	IPL	ISF	IEST	IUS	IARR
IPL	-	0,00017	0,00771	0,00147	0,0051
ISF	0,00017	-	0,01434	0,00824	0,01591
IEST	0,00771	0,01434	-	0,49253	0,73247
IUS	0,00147	0,00824	0,49253	-	0,45197
IARR	0,0051	0,01591	0,73247	0,45197	-

8.2.2. Indicators trend

The average values of the five indicators identified, relating to 328 line links, are shown in fig. 21.

The observation of the histogram shows on the one hand, the limited number of level crossings and stations on the line and on the other that the three indicators, IEST, IUS and IARR are substantially characterised by similar mean values.

The graph in fig. 22 shows, for example, the trend of five indicators of the model relating to 100 line railway links.

Looking at the graph we can see that the two indicators relating to the presence of level crossings (IPL) and train stations (ISF) have a trend different from that of the other three indicators. The peaks correspond to situations where accessibility to the railway can be guaranteed by a station or level crossing. The chart areas between stations or PLs have variable accessibility situations with links characterised by criticalities related to nil values of the three indicators.

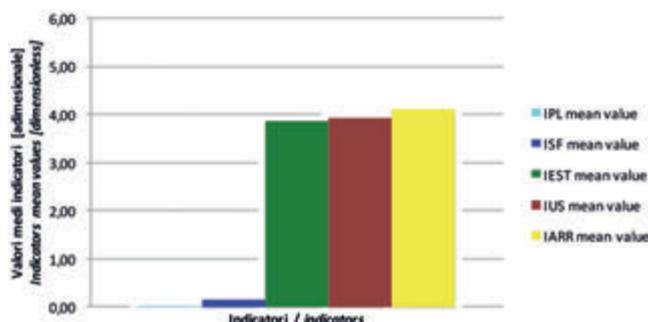


Fig. 21 - Confronto valori medi indicatori del modello.
Fig. 21 - Comparison of the mean values of the model indicators.

Andamento indicatori archi 201 - 300
Indicators trend: links 201 - 300

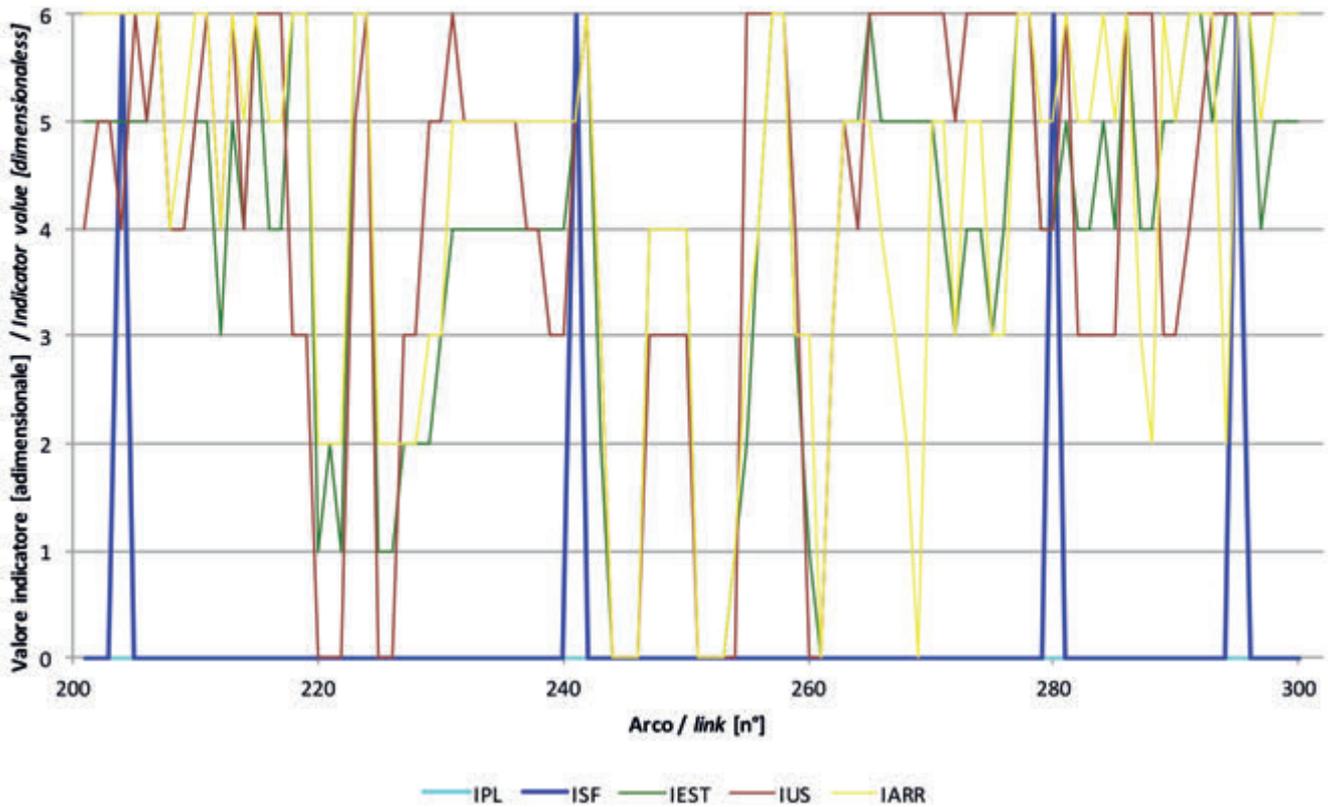


Fig. 22 - Andamento indicatori del modello.
 Fig. 22 - Model indicators trend.

saggio livello. Le zone dei grafici comprese tra stazioni o PL presentano situazioni di accessibilità variabile con archi caratterizzati da criticità legate a valori nulli dei tre indicatori.

L'irregolarità dell'andamento dipende dalla diversa situazione di accessibilità dei singoli archi.

8.2.3. Confronto indicatori

Nei grafici delle figg. 23 e 24 viene riportato a titolo di esempio il confronto tra IEST - IUS e IEST - IARR per un tratto di linea composto da 100 archi. Nel primo caso si vuole analizzare la correlazione tra la presenza di una strada e l'uso del suolo mentre nel secondo caso tra la presenza di una strada e il tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco. All'interno di ciascun grafico sono anche riportati valori medi dei due indicatori messi a confronto.

Il confronto tra IEST e IUS conferma che l'andamento dei due indicatori è molto simile anche se è possibile apprezzare che la presenza di una strada a ridosso della fer-

The irregularity of the trend depends on the different accessibility situation of individual links.

8.2.3. Comparison of indicators

Charts in figures 23 and 24 show, by way of example, the comparison between IEST - IUS and IEST - IARR for a stretch of line composed of 100 links. In the first case we want to analyse the correlation between the presence of a road and land use, while in the second case between the presence of a road and the arrival time of the Fire Fighters. Within each chart the mean values of the two indicators being compared are also shown.

The comparison between IEST and IUS confirms that the trend of the two indicators is very similar although we can appreciate that the presence of a road just before the railway (green line) is always accompanied by situations in which the use of the land (red line) guarantees transit and approach of relief units. In these cases it may be useful to perform detailed analyses aimed at verifying the land use class that interposes between the road and the railroad,

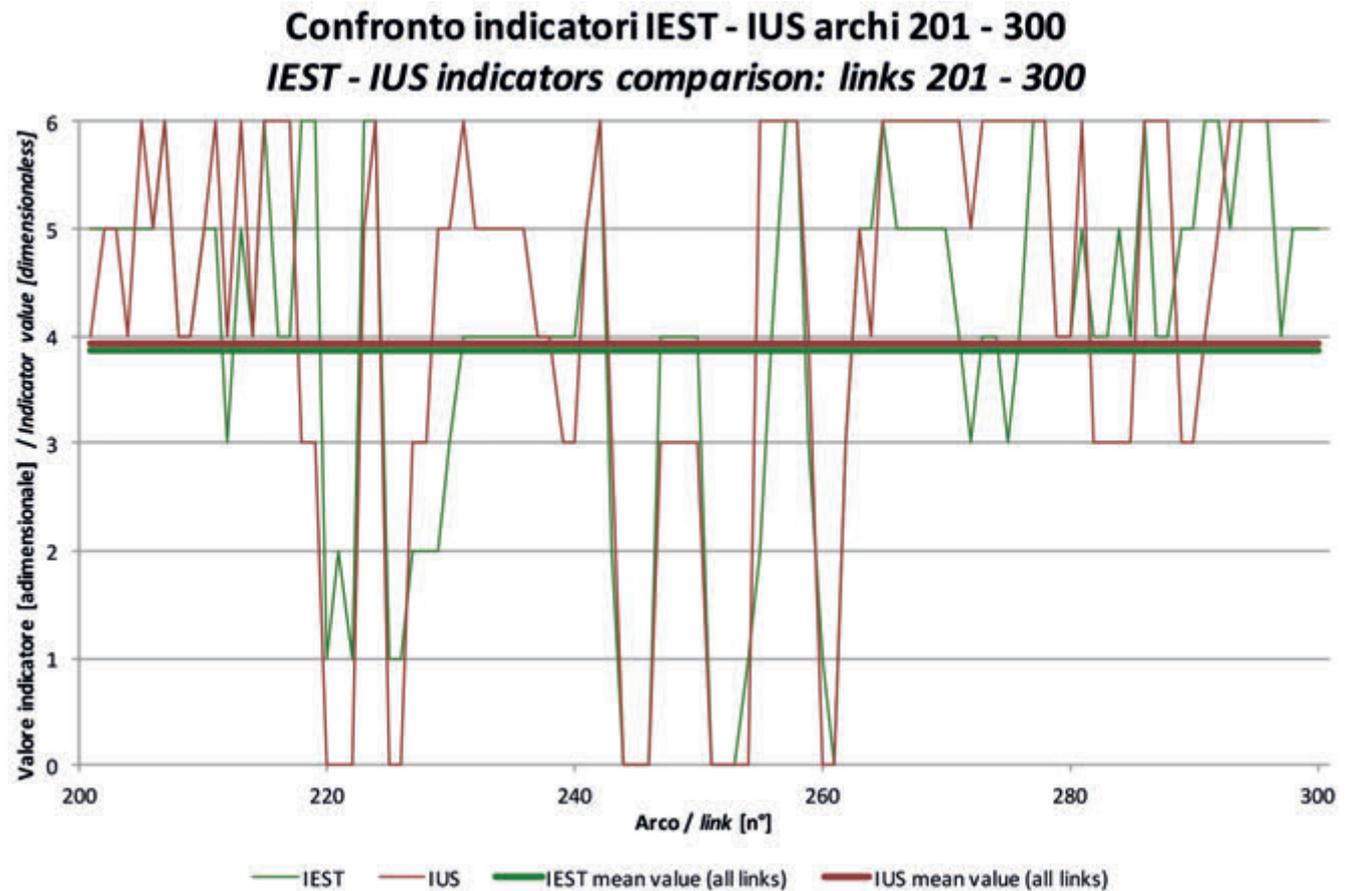


Fig. 23 - Confronto indicatori IEST – IUS.
 Fig. 23 - IEST – IUS indicators comparison.

rovia (linea verde) è sempre accompagnata da situazioni in cui l'uso del suolo (linea rossa) garantisce il transito e l'avvicinamento dei soccorsi. In questi casi potrebbe essere utile effettuare delle analisi di dettaglio finalizzate a verificare la classe di uso del suolo che si interpone tra la strada e la ferrovia identificando eventualmente quelle azioni di miglioramento dell'accessibilità agendo sull'uso del suolo.

Contrariamente al caso precedente ci sono situazioni in cui IUS presenta valori maggiori rispetto a IEST: questo significa che la strada non si trova a ridosso della ferrovia ma che l'uso del suolo tra la strada e la ferrovia potrebbe essere idoneo al transito dei soccorritori per avvicinarsi al punto in cui si verifica un evento critico.

Il confronto tra IEST e IARR conferma anche in questo caso una correlazione tra la presenza di una strada e il tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco. In linea generale, infatti, ad alti valori dell'indicatore IEST corrispondono valori di IARR altrettanto elevati. Tuttavia ci sono situazioni in cui l'andamento dei due indici si discosta: tale fenomeno potrebbe essere associato alle diverse categorie di strade presenti a ridosso della ferrovia. Strade di categoria superiore sono caratterizzate da velocità di percor-

eventually identifying those accessibility improvement actions acting on land use.

In contrast with the previous case there are situations in which IUS presents values greater than IEST: this means that the road is not located near the rail but that the use of land between the road and the railway could be eligible for transit of the rescuers to approach the point where a critical event occurs.

The comparison of IEST and IARR yet again confirms that there is a correlation between the presence of a road and the arrival time of the Fire Fighters. Generally speaking, in fact, such high values of the IEST indicator correspond to IARR values equally high. However there are situations where the trend of two indices differs: such a phenomenon may be associated with different categories of roads just before the railway. Superior category roads are characterised by higher travel speeds that allow arrival of rescues in a shorter time.

8.2.4. Indices Trend

The application of the model has allowed evaluating the effect of weight of adjacent links on the combined accessibility index for the following cases:

Confronto indicatori IEST - IARR archi 1 - 100
IEST - IARR indicators comparison: links 1 - 100

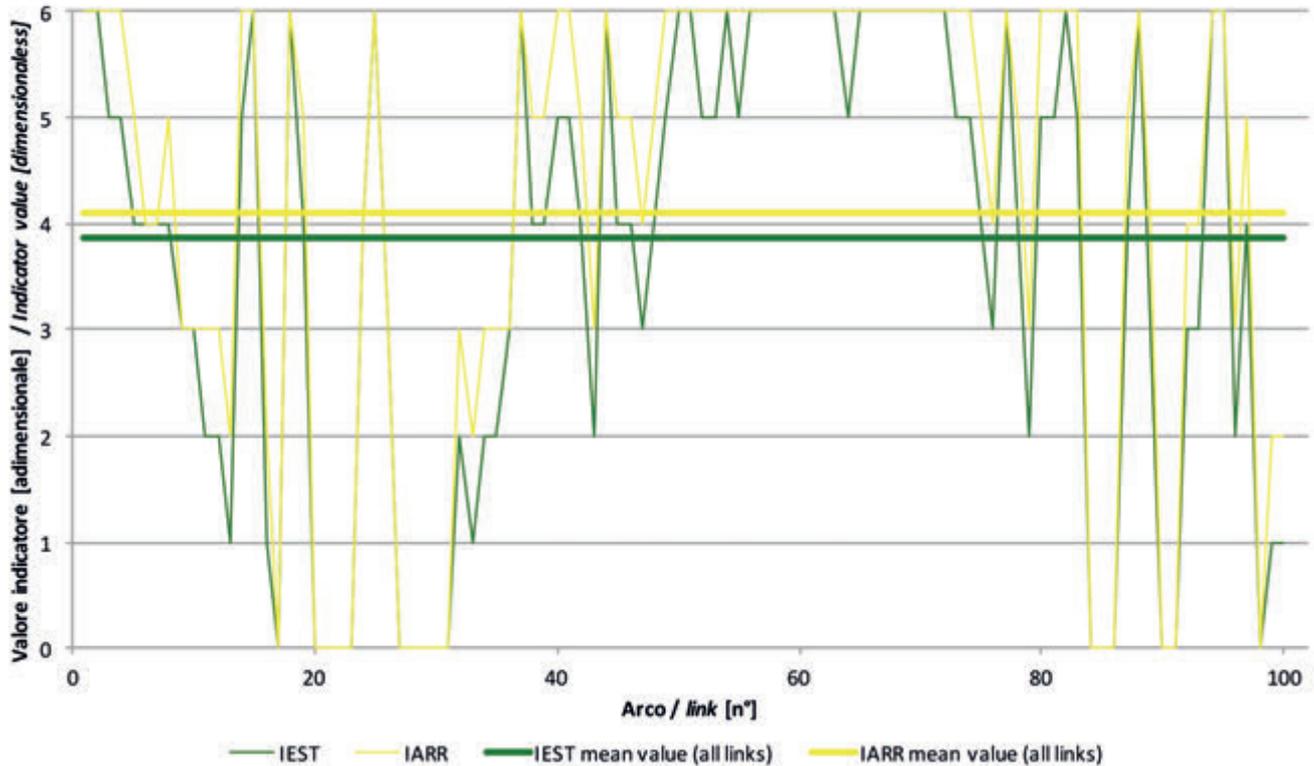


Fig. 24 - Confronto indicatori IEST - IARR.
 Fig. 24 - IEST – IARR indicators comparison

renza più elevate che consentono una riduzione dei tempi di arrivo dei soccorsi.

8.2.4. *Andamento Indici*

L'applicazione del modello ha consentito di valutare l'effetto del peso degli archi limitrofi sull'indice di accessibilità combinato per i seguenti casi:

- Indice di Accessibilità Combinato IAC-K03 in cui si tiene conto del contributo degli archi limitrofi con una aliquota del 30%
- Indice di Accessibilità Combinato IAC-K05 in cui si tiene conto del contributo degli archi limitrofi con una aliquota del 50%
- Indice di Accessibilità Combinato IAC-K07 in cui si tiene conto del contributo degli archi limitrofi con una aliquota del 70%

Nel grafico di fig. 25 sono riportate le variazioni percentuali medie dei tre indici di accessibilità combinata rispetto all'indice di accessibilità singolo IAS.

Dall'osservazione dell'istogramma di fig. 25 si nota che considerando un fattore di vicinanza/contiguità k pa-

- Combined Accessibility Index IAC-K03 in which account is taken of the contributions of neighbouring links with a rate of 30%;
- Combined Accessibility Index IAC-K05 in which account is taken of the contributions of neighbouring links with a rate of 50%;
- Combined Accessibility Index IAC-K07 in which ac-

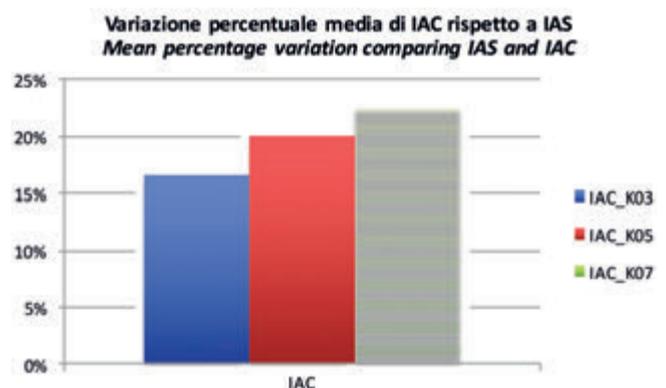


Fig. 25 - Variazione percentuale di IAC rispetto a IAS.
 Fig. 25 - Percentage change of IAC compared to IAS.

ri al 30% come contributo degli archi situati a monte e a valle, si riscontra un incremento di accessibilità superiore al 15%. Le elaborazioni effettuate con il parametro k pari al 70% forniscono un incremento del valore di IAC rispetto a IAS superiore al 20%.

Il diagramma di fig. 26 riporta un esempio dell'andamento dei quattro Indici per gli archi 201-300.

Dall'osservazione del grafico di fig. 26 si evince che i tre Indici di Accessibilità Combinati (IAC) presentano un andamento più omogeneo ed uniforme rispetto all'indicatore IAS (linea blu) in quanto sono considerate le interazioni tra archi contigui. Inoltre si nota che nelle zone di limitata accessibilità (valore dell'Indice prossimo a 1) i tre andamenti di IAC tendono a ridurre i picchi verso il basso garantendo valori di accessibilità più elevati rispetto a IAS.

9. Conclusioni

L'accessibilità alla rete ferroviaria in condizioni di emergenza costituisce certamente un requisito essenziale per il buon esito delle operazioni di soccorso. Conoscere quei tratti di linea ferroviaria caratterizzati da una limitata accessibilità permette di identificare alcuni interventi di carattere gestionale o infrastrutturale finalizzati al miglioramento dell'accessibilità stessa.

L'obiettivo della ricerca ha riguardato l'implementa-

count is taken of the contributions of neighbouring links with a rate of 70%.

The graph in fig. 25 shows the average percentage changes of the three combined accessibility indices compared to the individual IAS accessibility index.

By observing the histogram in fig. 25 we note that considering a closeness /contiguity k factor equal to 30% as a contribution of the links located upstream and downstream, there is an accessibility increase of more than 15%. The elaborations made with k parameter equal to 70% provide an increase in value of IAC compared to IAS of more than 20%.

The diagram in fig. 26 shows an example of the evolution of the four Indices for links 201-300.

From the observation of the graph in fig. 26 we can infer that the three Combined Accessibility Indices (IAC) have a more homogeneous and uniform trend compared to the IAS indicator (blue line) as they are considered the interactions between contiguous links. We can also note that in areas with limited accessibility (Index value close to 1) the three IAC trends tend to reduce the peaks downwards ensuring accessibility values higher than IAS.

9. Conclusions

Accessibility to the rail network in emergency situations is certainly a prerequisite for the success of rescue opera-

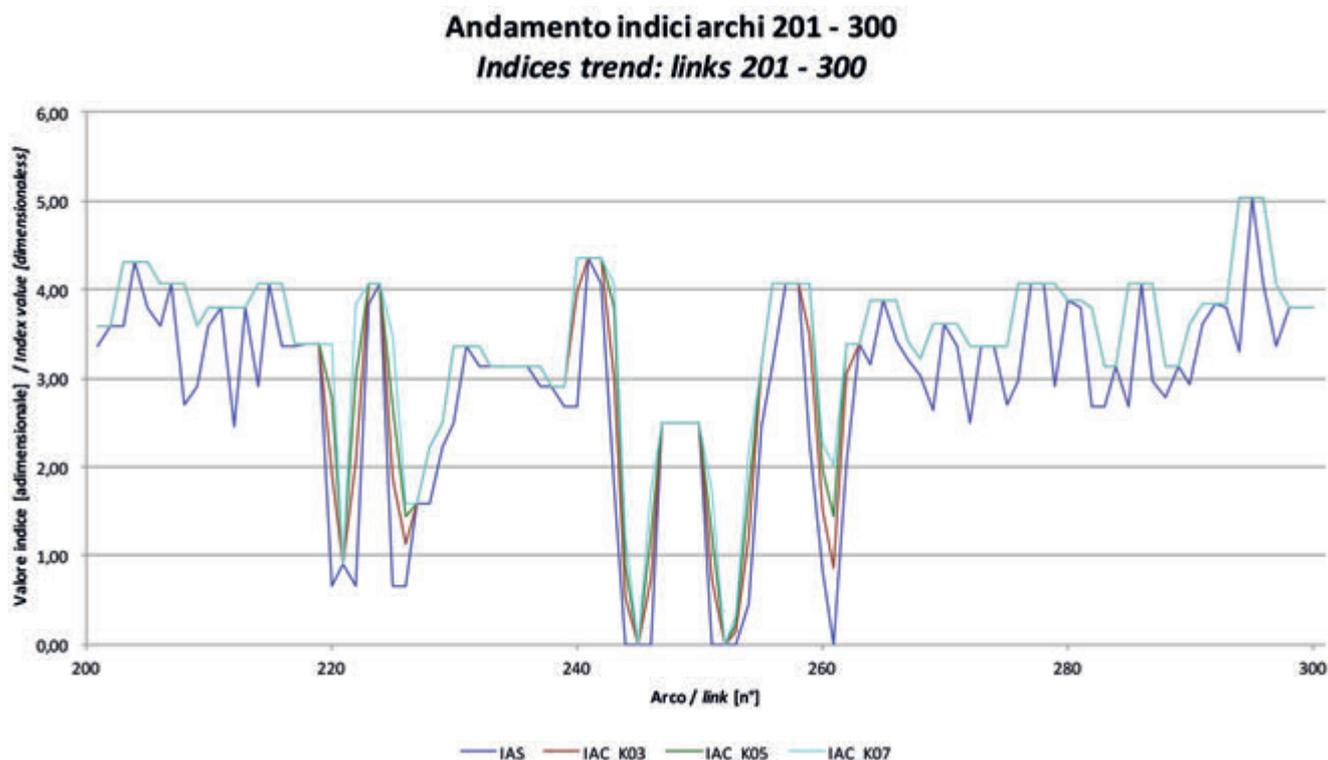


Fig. 26 - Andamento degli Indici IAS, IAC_K03, IAC_K05, IAC_K07.
 Fig. 26 - Trend of IAS, IAC_K03, IAC_K05, IAC_K07 Indices.

zione di uno Strumento di Supporto alle Decisioni – DSS – basato su un modello di calcolo che permette l'elaborazione di specifiche mappe di accessibilità alla rete ferroviaria.

Lo strumento proposto può, quindi, essere utilizzato nella fase di pre-evento in cui è necessario pianificare in modo congiunto la gestione di un'emergenza, oppure nella fase post-evento quando il coordinamento tra i Soccorsi richiede la conoscenza dei punti di accesso alla rete ferroviaria in cui far convergere nel minimo tempo possibile personale, mezzi e attrezzature. Inoltre lo sviluppo delle tecniche di rilevamento [20] e trattamento delle indagini potrebbe fornire ulteriori potenzialità al modello mediante l'automazione della elaborazione dei dati territoriali necessari per la costruzione degli indici proposti.

9.1. Corrispondenza del modello con la realtà

Il modello di calcolo implementato è stato applicato alla linea ferroviaria storica Torino-Milano al fine di valutare l'efficacia delle elaborazioni e dei risultati. Le mappe di accessibilità descritte nel paragrafo 8.1, per i due casi ritenuti rappresentativi, hanno confermato un buon livello di corrispondenza con la realtà: confrontando i valori ottenuti con l'ortofoto di Regione Lombardia si apprezza che il valore dell'indice e degli indicatori che lo costituiscono riproducono fedelmente lo stato reale in termini di accessibilità alla ferrovia.

9.2. Possibilità di rappresentazioni globali e parziali del modello

Tra le principali specificità del modello vi è la possibilità di rappresentare in tutto o in parte gli indicatori che costituiscono l'indice di accessibilità.

In questo modo risulta possibile elaborare delle mappe tematiche relative a un solo indicatore o a più indicatori aggregati in funzione delle specifiche esigenze e necessità dell'utente.

Si pensi ad esempio all'indicatore *IARR* che consiste nel calcolo del tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco sul punto in cui si è verificato l'evento incidentale utilizzando la rete stradale. La possibilità di estrarre e rappresentare solo questo indicatore potrebbe essere effettivamente utile per stimare a priori o in caso di necessità i tempi di intervento dai presidi e distaccamenti deputati all'intervento. Tale attività si configura quindi come una stima della resilienza del territorio ovvero la capacità di resistere e reagire in seguito all'accadimento di eventi rilevanti.

9.3. Modello replicabile in altri contesti

Le caratteristiche di flessibilità e modularità consentono l'utilizzo del modello in qualsiasi contesto permettendo all'analista, qualora ne verificasse la necessità, di

tions. Being familiar with those stretches of the railway line characterised by restricted accessibility allows identifying some management or infrastructural interventions aimed at improving accessibility itself.

The aim of the research involved the implementation of a Decision Support Tool – DST – based on a computation model that allows processing specific accessibility maps to the railway network.

The proposed tool can therefore be used in the pre-event phase where the management of an emergency must be planned together, or in the post-event phase when coordination between the Rescue services requires knowledge of the access points to the railway network on which personnel, vehicles and equipment must converge in the shortest possible time. Moreover, the development of detection techniques [20] and processing of investigations may provide additional potentialities to the model by automating the processing of territorial data needed for the implementation of the proposed indices.

9.1. Model correspondence with reality

The calculation model implemented was applied to the historical Turin-Milan railway line in order to evaluate the effectiveness of processes and results. Accessibility maps described in paragraph 8.1, for the two cases considered representative, confirmed a good level of correspondence with reality: by comparing the values obtained with the orthophoto of the Lombardy Region, we can note that the value of the index and constituent indicators faithfully reproduce the actual condition in terms of accessibility to the railway.

9.2. Possibility of global and partial representations of the model

Among the main specificity of the model, all or part of the indicators that make up the accessibility index can be represented.

This makes it possible to draw up thematic maps for a single indicator or with more aggregated indicators according to the specific needs and requirements of the user.

Let us just think of, for example, the IARR indicator that consists in calculating the arrival time of the Fire Fighters where the accident event occurred using the road network. The possibility of extracting and representing only this indicator might actually be useful to estimate in advance or, if necessary, the intervention times by units and branches in charge of operations. This activity is therefore like an estimate of the territory resilience or the ability to resist and react following the occurrence of significant events.

9.3. Replicable model in other contexts

Flexibility and modularity allow using the model in any context; in this way the analyst, if necessary, can modify

variare coefficienti e pesi in funzione del livello di dettaglio atteso. Si pensi, ad esempio, alla lunghezza degli archi ferroviari (in questa ricerca pari a 100 metri), alla larghezza dell'area di studio e alla dimensione delle celle (buffer): la valutazione numerica di tali scelte è il risultato di analisi che comprendono da un lato l'onere computazionale e dall'altro la scala dell'analisi e l'ambito contestuale. Sarà sufficiente variare alcuni valori (coefficienti e parametri) per meglio contestualizzare e adattare il modello al territorio oggetto dello studio.

weights and coefficients as a function of the level of detail expected. Consider, for example, the length of the railway links (in this study of 100 meters), the width of the study area and cell size (buffer): the numerical evaluation of those choices is the result of analyses that include, on the one hand, the computational burden and on the other, the analysis scale and contextual framework. It will be enough to change some values (coefficients and parameters) to better contextualise and adapt the model to the area under study.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] F. BORGHETTI (2014), *“Analisi di vulnerabilità della rete ferroviaria: un modello di accessibilità delle tratte a cielo aperto per i soccorsi in emergenza”*. Tesi di Dottorato in Infrastrutture e Trasporti XXVI Ciclo - Curriculum in Ingegneria Ferroviaria. Università di Roma La Sapienza.
- [2] Repubblica Italiana, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2009), *“Rapporto sull'incidentalità nei trasporti”*. Ufficio di statistica.
- [3] Comunità Europea (2004), *“Direttiva 2004/49/CE - Direttiva in materia di sicurezza per le ferrovie comunitarie”*.
- [4] F. BORGHETTI, G. MALAVASI (2014), *“Accessibilità stradale alle reti ferroviarie in casi di emergenza”*. Le Strade, vol. 7; p. 7, ISSN: 0373-2916.
- [5] F. BORGHETTI, G. MALAVASI (2014), *“Tecnologie GIS per l'analisi dell'accessibilità ferroviaria in emergenza”*. GEOMEDIA, Supplemento al n° 2-2014, ISSN: 1128-8132.
- [6] Repubblica Italiana, Decreto Ministeriale 28 ottobre 2005, *“Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”*. G.U. n. 83 del 8-4-2006 - S.O. n. 89.
- [7] Repubblica Italiana, Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 6 aprile 2006. *“Coordinamento delle iniziative e delle misure finalizzate a disciplinare gli interventi di soccorso e di assistenza alla popolazione in occasione di incidenti stradali, ferroviari, aerei ed in mare, di esplosioni e crolli di strutture e di incidenti con presenza di sostanze pericolose”*.
- [8] S. SIMONETTI (2002), *“Rischio ambientale – Il rischio della civiltà industriale”*. Dario Flaccovio Editore.
- [9] UNDRP Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator (1979), *“Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting 9-12 July 1979”*, Geneva.
- [10] ANAS S.p.A (2009), *“Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente”*.
- [11] F. BORGHETTI, R. MAJA, G. MARCHIONNI, M. PONTI, G. RAINOLDI (2007), *“Vulnerabilità e modello d'intervento per la gestione delle reti viarie in seguito a eventi rilevanti”*. Relazione finale della prima annualità - Convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale.
- [12] R. MAJA, G. MARCHIONNI, M. PONTI (2014), *“Vulnerabilità delle reti stradali”*. In Trasporti e Città – Mobilità e pianificazione urbana. Egaf Editore.
- [13] Michael A.P TAYLOR, Glen M. D'ESTE (2004), *“Critical infrastructure and transport network vulnerability: developing a method for diagnosis and assessment”*. - 2nd International Symposium on Transportation Network Reliability. Queeston and Christchurch, New Zealand, p 96-102.
- [14] Michael A.P. TAYLOR, Somenahalli V.C. SEKHAR, Glen M D'ESTE (2006) *“Application of Accessibility Based Methods for Vulnerability Analysis of Strategic Road Network, Network end Spatial economics”*. volume 6 number 3-4, settembre 2006, p 267-291.
- [15] International Organization for Standardization (1999), *Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards. ISO/IEC GUIDE 51:1999*.
- [16] Rete Ferroviaria Italiana, *“AVHSIM - High Speed Interactive Maps”*.
- [17] A. OLIVIERI (2013), *“Mappatura dinamica accessi della sede ferroviaria”*. Tesi di Master Universitario di II livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari. Università di Roma La Sapienza.

- [18] OECD (2008). "Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide". European Commission.
- [19] M. PIETRANGELI, -M. ANTONELLI, "Materiali e mezzi ferroviari per le emergenze civili e militari", Ingegneria ferroviaria n. 6/2001 p. 329.
- [20] A. PIGORINI, M. RICCI, A. SCIOTTI, C. GIANNICO, A. TAMBURINI, "La tecnica PSInSARtm di telerilevamento satellitare applicata al progetto ed alla realizzazione delle infrastrutture ferroviarie / Satellite remote-sensing PSInSARtn technique applied to design and construction of railway infrastructures", Ingegneria ferroviaria n.9/2010 p. 729.

Sommaire

VULNÉRABILITÉ DES LIGNES FERROVIAIRES ET ACCESSIBILITÉ AUX SECTIONS EN PLEIN POUR LES SECOURS D'URGENCE

Dans cette étude on examine la vulnérabilité des lignes ferroviaires et leur accessibilité en cas d'urgence à travers le système routier, en référence particulière aux sections des lignes en plein air. Le but de cette étude est donc l'implémentation d'un instrument de support aux décisions ("DSS"), utile à évaluer l'accessibilité aux sections qui composent un réseau ferroviaire.

Cet instrument peut être employé dans la phase *pre-événement* ainsi que dans celle *post-événement*: la première phase permet de planifier et programmer les interventions finalisées à l'amélioration de l'accessibilité des lignes, alors que la deuxième concerne la gestion coordonnée du scénario d'urgence et la demande de déploiement des secours sur place dans le plus court délai possible.

Zusammenfassung

VERWUNDBARKEIT VON EISENBAHNNETZEN UND ZUGÄNLICHKEIT DER NOTHILFSMITTELN ZU LINIENABSCHNITTEN UNTER FREIEN HIMMEL

Die Verfassung beschäftigt sich der Verwundbarkeit und Zugänglichkeit von Eisenbahnnetzen in Ernstfällen in Beziehung zur Verwendung des Strassensystems, was nur für Linienabschnitten unter freiem Himmel gilt. Der Zweck ist die Zusammensetzung eines Entscheidung unter stützenden, Instrument, zur Bewertung der Zugänglichkeit von Bahnlinienabschnitten. Dieses Instrument ist besonders in zwei Zuständen vorteilhaft, d.h. vor und nach Ereignissen. Im ersten Fall ist die Planung von Zugangsmaßnahmen nahmen ermöglicht worden, im zweiten Fall ist es wichtig die integrierte Verwaltung eines Neuzustands, als der Zufunft von Hilfsmannschaften am dringendstes benötigt worden sind.



Sensori ottici per l'analisi dell'interazione pantografo-catenaria

Optical sensors for the analysis of pantograph-catenary interaction

Prof. Ing. Marco BOCCIOLONE^(*)
 Dott. Ing. Giuseppe BUCCA^(*)
 Prof. Ing. Andrea COLLINA^(*)
 Dott. Ing. Lorenzo COMOLLI^(*)

Sommario - In questa memoria si presentano i vantaggi dell'utilizzo di sensori ottici, in particolare sensori basati su FBG (Fibre Bragg Grating), per l'analisi dell'interazione dinamica tra pantografo e catenaria e, a titolo d'esempio, si discute l'esperienza dell'applicazione di tali sensori su un pantografo di un rotabile per servizio su linea metropolitana e i relativi risultati della sperimentazione. I sensori ottici, nel caso dell'applicazione su un pantografo, presentano il vantaggio di essere intrinsecamente isolati dal punto di vista elettrico, di non richiedere alimentazione elettrica e di essere insensibili ad eventuali disturbi elettromagnetici, semplificando così tutto il sistema di misura. Scopo del presente lavoro è di presentare le principali caratteristiche dei sensori FBG, di confrontare le loro prestazioni con quelle di sensori elettrici tradizionali attraverso i risultati di prove eseguite su una linea metropolitana per l'analisi dell'interazione pantografo-catenaria e di mettere in evidenza come, nel caso dell'utilizzo dei sensori FBG per l'applicazione presa in esame, il sistema di misura con sensori ottici porta ad una importante semplificazione del sistema di misura rispetto ad un approccio basato su strumenti standard.

1. Introduzione

Il contatto strisciante tra pantografo e catenaria permette l'adduzione, o captazione, della corrente elettrica necessaria per il regolare esercizio del veicolo ferroviario. È chiaro che se non viene garantita una buona qualità di captazione senza eccessivi distacchi tra strisciante e filo di contatto non è possibile una trasmissione continua della potenza elettrica all'azionamento del veicolo. Nel momento in cui si ha il distacco tra lo strisciante del pantografo e il filo di contatto, si osserva la nascita di archi elettrici che sono causa di disturbi elettromagnetici [1, 2]

Summary - In the present paper, the advantages of the use of optical sensors, and in particular sensors based on FBG (Fibre Bragg Grating), for the analysis of dynamical interaction between pantograph and catenary are discussed. The experience of a real application where FBG sensors were used on a pantograph of underground vehicle is presented and the related experimental results are discussed. Optical sensors are very suitable for the analysis of pantograph-catenary interaction because they are intrinsically electrically insulated and insensitive to the electromagnetic disturbances and they do not need electrical power supply: these features make the optical measurement setup very simple with respect to the electrical measurement setup for the particular application. This paper aims at presenting the main features of FBG sensors and at comparing performances of optical sensor and traditional electrical sensors by means of results of experimental tests performed to analyse the interaction between pantograph and catenary for an underground line. The experience discussed in this paper shows that the use of an optical measurement setup for the analysis of pantograph-catenary interaction takes to an important simplification with respect to the traditional measurement setup with electrical sensors.

1. Introduction

The sliding contact between pantograph and catenary allows the collection of the electrical current needed for the railway vehicle's operation. Obviously, if a good current collection quality is not assured without excessive contact losses between contact strip and contact wire, the continuous transfer of the electrical power to the vehicle's electrical drive is not possible. When a contact loss between contact strip and contact wire occurs, elec-

^(*) Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano – Milano.

^(*) Department of Mechanical Engineering, Politecnico di Milano – Milano.

e di elevato degrado dei corpi a contatto per effetto di uno scintillio persistente [3, 4, 5] che comporta, quindi, un incremento dei costi di manutenzione.

Una delle cause principali del deterioramento della qualità della captazione, anche a velocità di esercizio non elevate in assoluto (nel campo tra 60 e 160 km/h), come nel caso delle linee regionali o della metropolitana, è la presenza di difetti della linea aerea riconducibili generalmente ad anomalie di posa del filo di contatto in termini di posizionamento laterale (poligonazione del filo), di variazione di altezza lungo la linea e criticità su punti singolari (punti fissi, punti sotto-sospensione, ecc.).

La qualità della geometria della linea è generalmente tenuta sotto controllo mediante veicoli specializzati che percorrono la linea fuori dal servizio. Le informazioni che si possono trarre sono solo di carattere geometrico da confrontarsi con valori limite ed intervalli ammissibili stabiliti in base a normative o ad esperienze pregresse.

In associazione alla verifica con veicoli di ispezione, il monitoraggio diretto dell'interazione pantografo-catenaria può essere un ulteriore metodo per identificare i difetti distribuiti e localizzati lungo la linea aerea, al fine di fornire informazioni per l'ottimizzazione della manutenzione, riducendo la probabilità di interruzione del servizio e contribuendo all'ottimizzazione della manutenzione. A tale scopo è necessario utilizzare un pantografo appositamente strumentato che sia in grado di fornire indicazioni sulla qualità di captazione.

Le grandezze direttamente legate alla qualità della captazione sono la forza di contatto e l'accelerazione verticale dell'archetto, che quindi sono indicatori dell'eventuale deterioramento delle prestazioni della captazione.

Per rendere efficace il monitoraggio a scopo diagnostico si può pensare di strumentare il pantografo di rotabili che svolgono il normale servizio, o in modo permanente o saltuariamente, prevedendo comunque un impegno ridotto.

Strumentare un pantografo è però piuttosto oneroso considerando che esso è un sistema che lavora al potenziale della linea elettrica aerea, per cui è necessario prevedere, nel caso di utilizzo di sensori tradizionali montati sul pantografo, sia l'alimentazione sia l'isolamento elettrico degli stessi rispetto alla tensione di linea.

Il punto critico del monitoraggio è quindi l'installazione della strumentazione ed il suo mantenimento in un ambiente ostile. Da questo punto di vista l'utilizzo dei set-up strumentali tradizionali previsti dalla EN50317 [6] per l'omologazione è molto oneroso da applicare nella pratica. L'utilizzo di tipologie di strumenti che consentano set-up di installazione compatibili con un veicolo in normali condizioni operative diventa, quindi, fortemente auspicabile.

A questo proposito, negli ultimi anni, si è avuto un importante sviluppo dei sensori di tipo ottico e, tra questi, i sensori basati sull'utilizzo di estensimetri ottici del tipo FBG (Fibre Bragg Grating). Questa tipologia di sen-

trical arcs arise, producing electromagnetic disturbances [1, 2] and high degradation of contacting bodies due to a persistent sparkling [3, 4, 5] which causes an increase of maintenance costs.

One of the most important causes of the current collection degradation, even at not high speeds (in the range between 60 and 160 km/h), as for the regional railway lines or underground lines, is the presence of defects along the overhead line typically due to wrong laying of contact wire in terms of lateral positioning (stagger), change of contact wire height along the line and critical conditions related to singular points (fixed points, under-suspension points, etc.).

The quality of the overhead line geometry is generally checked by means of dedicated vehicles that go through the line off duty. Information provided by these checks are geometrical values to be compared with limit values and tolerable ranges established by standards or previous experiences.

The direct monitoring of pantograph-catenary interaction, together with the check of the overhead line by means of the inspection vehicles, can be a further method to identify distributed and concentrated defects along the overhead line in order to provide information for the maintenance optimization, reducing the probability of out of services. For this aim, a pantograph, instrumented on purpose, able to provide information about the current collection quality has to be used.

The parameters directly related to the current collection quality are the contact force and the vertical acceleration of contact strip, which, then, can be used to obtain indices of degradation of current collection performances.

In order to make effective the monitoring for diagnostic aims, it is possible to use, permanently or occasionally, instrumented pantographs on vehicles for the normal service.

The installation of sensors on pantograph is rather expensive because it works at high voltage and, for this reason, if traditional electrical sensors are used, it is necessary to consider suitable solutions for the power supply and for the electrical insulation of sensors. Therefore, the installation of sensors and their maintenance in a hard environment is the critical point for the monitoring of pantograph-catenary interaction. In particular, the use of traditional electrical measurement setup, according to the standard EN50317 [6] for the analysis of pantograph-catenary system, is very expensive. The use of different sensors able to provide a simpler measurement setup and with a low impact on the system should be desirable.

For this aim, in the last years, the optical sensors have been interested by an important development, and among them, the sensors based on the use of optical strain gauges, i.e. the FBG (Fibre Bragg Grating) sensors

sori ha il vantaggio di essere intrinsecamente isolata dal punto di vista elettrico e di essere insensibile ai disturbi elettromagnetici. Inoltre tali sensori non necessitano di essere alimentati localmente. Queste caratteristiche rendono particolarmente adatti i trasduttori ottici per strumentare un pantografo, rendendo tutto il set-up di misura molto più semplice e gestibile rispetto ad una configurazione tradizionale [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

Scopo di questo lavoro è presentare le principali caratteristiche dei sensori FBG che li rendono vantaggiosi rispetto ai sensori tradizionali per l'applicazione in oggetto e confrontare le prestazioni delle due tipologie di sensori tramite risultati ottenuti durante alcune prove in laboratorio e lungo una linea metropolitana con un pantografo appositamente strumentato con le due tipologie di sensori. I due diversi sistemi di misura vengono confrontati dal punto di vista dell'installazione a bordo. Inoltre, si mostra come le misure ottenute possano essere utilizzate per evidenziare i difetti localizzati lungo la linea aerea a fini diagnostici.

2. I sistemi di misura per l'analisi dell'interazione pantografo-catenaria

Lo scopo dell'utilizzo di un pantografo strumentato è quello di ottenere informazioni sulla qualità del contatto con la catenaria. Una delle grandezze direttamente legate alla qualità della captazione, è la forza di contatto, misurata come forza ai supporti che collegano gli archetti al quadro del pantografo depurata dal contributo delle azioni di inerzia agenti sugli archetti (a tale scopo si utilizzano sia celle di carico che accelerometri) e depurata anche dal contributo aerodinamico, da ottenere con prove apposite con striscianti legati da fili che impediscano il contatto con la catenaria (tale contributo diventa importante solo per velocità maggiori di 150 km/h e quindi sarà trascurato nell'applicazione riportata nel presente lavoro relativa ad un rotabile di una linea metropolitana). Un pantografo strumentato deve, quindi, essere equipaggiato con sensori in grado di fornire una misura di queste grandezze. Nei paragrafi che seguono, si riporta una descrizione del sistema di misura tradizionale e di quello con sensori ottici.

2.1. Il sistema di misura tradizionale

Con il termine sistema di misura "tradizionale" si intende qui un set-up composto da sensori basati su segnali elettrici, i quali necessitano di essere alimentati localmente. Per la misura della forza di contatto tra pantografo e catenaria si impiegano abitualmente due celle di carico per ciascuno strisciante (o per la testa porta striscianti, nel caso questa porti due striscianti) e accelerometri per la compensazione delle azioni d'inerzia agenti sullo strisciante. Le celle di carico sono usualmente di tipo estensimetrico (in grado di misurare anche il valor medio della forza), e sono montate tra gli striscianti e il quadro del pantografo, sopra la sospensione (fig. 1). Le

show interesting features for the application discussed in this paper. This kind of sensors present the advantage to be intrinsically electrically insulated and insensitive to electromagnetic disturbances. Moreover, these sensors do not need power supply. These features make the optical sensors very suitable for the use on a pantograph and make the measurement setup very easy and with very low impact with respect to a traditional measurement setup [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

This paper aims at presenting the main features that make the FBG sensors favourable with respect to the traditional sensors for the application discussed in this work and at comparing the performances of both kinds of sensors by means of the results obtained during some laboratory tests and tests carried out in an underground line with a pantograph on purpose instrumented with the two kinds of sensors (electrical and optical). The two different measurement setups are compared in terms of impact on the real system. Moreover, it is shown as the results of the measurements can be used to point out concentrated defects along the overhead line, i.e. the instrumented pantograph can be used for diagnostics aims.

2. The measurement setup for the analysis of the pantograph-catenary interaction

The purpose of using an instrumented pantograph is to get information on the quality of the contact with the overhead line. One of the variables directly related to the quality of the current collection is the contact force. It is usually measured by means of the force between the contact strips and the pantograph head, subtracted from the contribution of the inertia acting on the strips (for this purpose both load cells and accelerometers are used) and subtracted also by the contribution of the aerodynamic force, to obtain with particular tests with contact strips connected to the train roof by means of insulating wires that prevent contact with the overhead line (this contribution becomes important only at speeds greater than 150 km/h and therefore will be neglected in the application shown in the present work on an underground train). An instrumented pantograph must, therefore, be equipped with sensors able to provide a measure of these quantities. In the following paragraphs, a description of both a traditional and an optical measurement system is given.

2.1. The traditional measurement setup

The term "traditional" measurement system here means a setup consisting of sensors based on electrical signals, which need to be locally powered. For the measurement of contact force between the pantograph and the overhead line, two load cells for each contact strip (or for the contact strip assembly, as in the example here shown, with two connected strips) and two accelerome-

celle di carico misurano le forze agenti in corrispondenza dei supporti destro e sinistro tra la testa e il quadro del pantografo.

Per la misura dell'accelerazione verticale della testa del pantografo, utilizzabili sia per diagnostica e sia per la compensazione delle forze d'inerzia, si impiegano due accelerometri per strisciante opportunamente isolati elettricamente. Anche se generalmente basta misurare la sola componente verticale di accelerazione per ottenere informazioni sulla qualità della captazione, in alcuni casi si aggiunge un ulteriore accelerometro per ottenere informazioni sulla componente laterale di accelerazione della testa del pantografo. Inoltre spesso si utilizza anche un sensore di spostamento (di solito un potenziometro con filo avvolto su rocchetto), per misurare l'altezza del pantografo durante il funzionamento. Quest'ultima misura permette di verificare la presenza di variazioni improvvise di altezza del filo di contatto lungo la linea che possono provocare un deterioramento della qualità della captazione.

I sensori tradizionali di misura necessitano di alimentazione elettrica, e questo è uno dei primi problemi causati dall'applicazione di sensori elettrici ad un sistema che lavora in tensione, quale è il pantografo. Per garantire la sicurezza di tutto il sistema, la soluzione spesso più immediata è l'utilizzo di un pacco di batterie fissato in modo sicuro sull'imperiale del veicolo in prossimità del pantografo. Inoltre, al fine di garantire un completo isolamento elettrico, tutti i segnali elettrici dei sensori vengono convertiti in segnali ottici tramite degli appositi convertitori e trasferiti in prossimità del sistema di acquisizione all'interno del veicolo attraverso cavi in fibra ottica. Tali segnali poi possono essere acquisiti direttamente oppure riconvertiti da segnali ottici a segnali analogici elettrici con appositi convertitori e infine inviati ai tradizionali sistemi di acquisizione con segnali in tensione o corrente [14].

2.2. Il sistema di misura ottico

I sistemi di misura basati su sensori ottici hanno quale indubbio vantaggio l'isolamento elettrico intrinseco do-

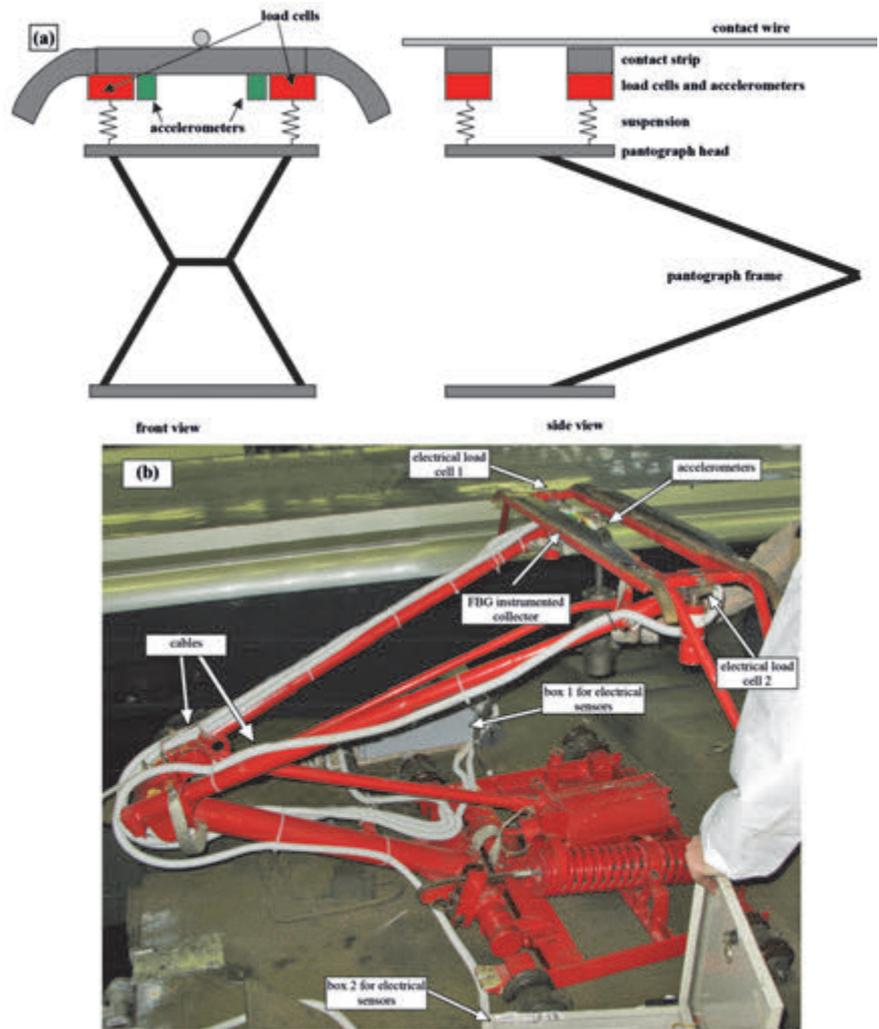


Fig. 1 - (a) Schema di un generico pantografo strumentato con celle di carico (rettangoli in rosso) e accelerometri (rettangoli in verde). (b) Pantografo strumentato montato sull'imperiale di un veicolo per linea metropolitana (a differenza dello schema in (a) qui i 2 striscianti sono collegati in un solo gruppo, sostenuti quindi da un totale di 2 celle di carico, che in ogni caso sono sopra sospensione).

Fig. 1 - (a) Sketch of a generic pantograph instrumented with load cells (red rectangles) and accelerometers (green rectangles). (b) An instrumented pantograph mounted on the roof of an underground train (unlike the sketch in (a), here the contact strips are connected into one group, and then supported by a total of two load cells, both above the suspension).

ters, for the compensation of inertia, are adopted. The load cells are usually strain gauge load cells (able to measure also the mean value of the force), and are mounted between the contact strips and the pantograph head, above the suspensions (fig. 1). The load cells measure the forces acting in correspondence of the left and right supports between the head and the framework of the pantograph.

For the measurement of the vertical acceleration of the pantograph head two accelerometers per strip are

vuto all'uso di cavi in fibra ottica di tipo dielettrico. Inoltre, non necessitando di alimentazione elettrica, l'utilizzo di questa tipologia di sensori ottici permette di semplificare notevolmente il sistema di misura nell'applicazione in oggetto e consente di eseguire le misure in sicurezza anche per sistemi che lavorano a tensioni elevate. In tal modo si riducono sensibilmente sia i tempi di approntamento e montaggio che la quantità di materiale che deve essere posta sull'imperiale e su supporti isolanti.

Molte sono le tecnologie che sfruttano l'ottica per creare sensori. Ad esempio, esistono sensori ad intensità luminosa, che misurano la quantità di luce in grado di passare attraverso un ostacolo mobile [15]; oppure sensori interferometrici Fabry-Perot [16]; oppure ancora sensori a reticolo di Bragg (FBG, fiber Bragg grating) [17, 18, 19, 20].

Gli autori ritengono che, per sistemi di misura complessi, formati da molti sensori e con particolari requisiti metrologici, il miglior sistema attualmente a disposizione sia l'ultimo citato, ovvero quello che utilizza i sensori FBG. Ovviamente ci sono casi specifici dove altre tecnologie sono preferibili (per costi, prestazioni o semplicità). Tuttavia nel complesso i sensori FBG forniscono la maggiore flessibilità di adattamento ai casi più disparati.

I sensori FBG sono in ultima analisi equivalenti a degli estensimetri elettrici a resistenza e con essi è possibile costruire sensori basati sulla misura della deformazione di elementi flessibili. In particolare, per l'applicazione ferroviaria è possibile realizzare celle di carico e accelerometri da posizionare sulla testa del pantografo. Tali trasduttori possono essere sviluppati in proprio oppure si possono reperire in commercio, dove tuttavia non sempre si trovano con le caratteristiche desiderate.

2.2.1. I sensori FBG

I sensori FBG sono estensimetri ottici in grado di misurare la deformazione a cui sono soggetti. Le caratteristiche metrologiche di questi sensori non sono molto differenti dagli estensimetri elettrici comunemente impiegati. La grande differenza risiede invece nel sistema di lettura dei segnali, che impiega centraline, dette interrogatori, solitamente molto costose e dal funzionamento complesso. In uscita a tali interrogatori si hanno segnali in termini di lunghezza d'onda della luce riflessa. La deformazione meccanica ϵ_m si può calcolare dalla lunghezza d'onda riflessa λ con $\epsilon_m = (\Delta\lambda/\lambda_0)/G_f$, dove G_f è il gauge factor del sensore FBG.

Le caratteristiche di un sistema di sensori FBG e interrogatore possono essere tipicamente di questo genere:

- risoluzione 1 $\mu\text{m}/\text{m}$;
- massima deformazione 5000 $\mu\text{m}/\text{m}$;
- sensibilità (gauge factor) 0.78;
- sensibilità alla temperatura 11 $\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$;

necessary, electrically insulated. They can be used only for the inertia compensation, but also for diagnostic purposes. Although usually only the vertical component of acceleration is necessary for evaluating the current collection quality, for the application presented in this paper an additional accelerometer for measuring the lateral component of acceleration of the pantograph head was added. Also often the measurement system is completed with a displacement sensor (usually a potentiometer with a wire wound on a spool), for measuring the height of the pantograph head during operation. The latter measure can show any sudden change in height of the contact wire along the line that can cause a deterioration in the quality of the current collection.

These electrical sensors require a power supply, and this is the first problem connected to the application of electrical sensors to a system which works under high voltage, i.e. the pantograph. To guarantee the safety of the whole system, the most adopted solution is the use of a pack of batteries safely secured on the roof of the vehicle, nearby the pantograph.

In addition a second problem arises: in order to ensure full electrical insulation, all the electrical signals outputted by the sensors must be converted into optical signals by means of converters and transferred in proximity of the data acquisition system within the coach using fibre optic cables. These signals then can be gathered directly or converted back from optical to electrical signals with other converters, and finally gathered by an acquisition board [14].

2.2. The optical measurement setup

One of the main advantages of the optical measurement systems is the intrinsic electrical insulation due to the use of dielectrical optical fibre cables. Moreover, since the optical sensors do not need electrical power supply, the use of this kind of sensors considerably simplifies the measurement setup for the monitoring of pantograph-catenary interaction and enables to carry out measurements in safety conditions also for systems that work at high voltage. This allows also to reduce both setup times and the amount of instrumentation to be positioned on insulating supports on the train roof.

Many are the technologies that exploit optics to produce sensors. For example, light intensity sensors that measure the light passing through a mobile target [15]; Fabry-Perot interferometric sensors [16]; FBG, Fiber Bragg Grating sensors [17, 18, 19, 20].

The authors believe that, for complex measurement systems, composed of many sensors and with good metrological requirements, the best technology currently available is the latter, i.e. FBG sensors. Obviously there are specific situations where the other technologies are preferable (for cost, performance or simplicity). However, overall, the FBG sensors provide better flexibility for a

- frequenza di campionamento 1 kHz;
- molti sensori per singola fibra (fino a 80) con possibilità di lettura di 4 fibre per centralina
- cavi di collegamento in fibra monomodale con lunghezze anche di parecchi chilometri
- isolamento elettrico, insensibilità ai disturbi elettromagnetici;
- sensori passivi che non necessitano di alimentazione.

Gli FBG vengono solitamente incollati sul sistema in corrispondenza del punto di misura in maniera analoga agli estensimetri elettrici; talvolta però possono essere usati liberi in aria e pretensionati alle estremità (fig. 2).

I sensori FBG sono contenuti all'interno di una fibra ottica standard di tipo monomodale (fig. 2a), ovvero con diametro del nucleo (core) di 10 µm, mantello (cladding) di 125 µm e protezione in materiale plastico (buffer) di 200-250 µm. Il sensore consiste in una piccola variazione periodica di indice di rifrazione all'interno del nucleo; questa variazione di indice di rifrazione viene prodotta tramite esposizione a raggi ultravioletti ed è possibile incidere il reticolo sia durante la produzione della fibra che dopo, tramite rimozione locale del buffer, incisione e

large spectrum of applications.

FBG sensors are in many aspects equivalent to electrical resistance strain gauges and with them it is possible to build sensors based on the measurement of the strain of flexible elements. In particular, for railway applications it is possible to design load cells and accelerometers to be placed on the pantograph head. These transducers can be developed in-house or can be found on the market; however in this case it is difficult to find the desired characteristics.

2.2.1. FBG sensors

FBG sensors are optical strain gauges able to measure the strain applied to them. The metrological characteristics of these sensors are quite similar to the electrical strain gauges. The main difference consists in the conditioning system, named interrogator, usually quite expensive and complex. The output of the interrogator is a wavelength of the peak of the reflected light from the FBG sensor. The mechanical strain ϵ_m can be computed from the reflected wavelength λ with $\epsilon_m = (\Delta\lambda/\lambda_0)/G_f$, where G_f is the gauge factor of the FBG sensor.

The characteristics of a typical system composed of FBG sensors and an interrogator are:

- resolution 1 µm/m;
- maximum strain 5000 µm/m;
- sensibility (gauge factor) 0.78;
- temperature sensibility 11 µm/m°C;
- sampling frequency 1 kHz;
- many sensors on a single fibre (up to 80) and 4 fibres per interrogator;
- single-mode fibre cables with lengths of up to several kilometres;
- electrical insulation, insensitivity to electromagnetic interference;
- passive sensors, no electrical power required.

FBG sensors are usually glued in a location of the system similarly to electrical strain gauges; sometimes, however, they can be used in free air and tensioned across the fibre wire (fig. 2).

FBG sensors are embedded within a standard type single-mode optical fibre (fig. 2a), i.e. a fibre with a core diameter of 10 µm, a cladding diameter of 125 µm and plastic protective

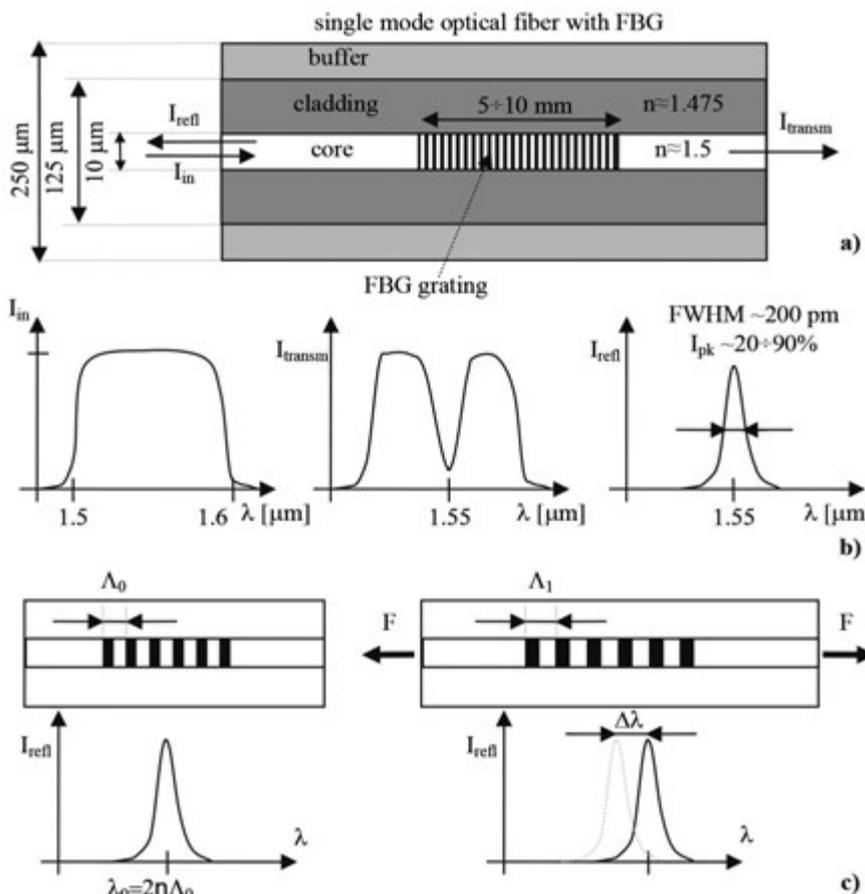


Fig. 2 - Principio di funzionamento dei sensori a reticolo di Bragg FBG.
Fig. 2 - Working principle of FBG sensors.

successiva ricopertura. Da un punto di vista di resistenza meccanica conviene scegliere la prima soluzione in quanto la seconda può indebolire la fibra ottica, rendendola più fragile di quanto già è. Tuttavia lo svantaggio della prima soluzione è una minore riflessione, perché l'incisione va fatta velocemente durante la produzione della fibra.

Un esempio può aiutare a chiarire (fig. 2b). Un reticolo lungo 5 mm, con lunghezza d'onda del riflesso di 1550 nm, conterrà quasi 10000 periodi. Se una luce bianca (contenente tutte le lunghezze d'onda) transita nella fibra ottica e incontra il reticolo, una parte viene riflessa indietro e una parte passa attraverso. La parte riflessa avrà una lunghezza d'onda che dipende dal passo del reticolo, che dipende sia dal passo con cui è stato inciso, sia dalla temperatura, che soprattutto dalla deformazione a cui è sottoposta la fibra (fig. 2c). Lo spettro riflesso sarà sostanzialmente monocromatico, con un picco di riflessione a una lunghezza d'onda specifica. Considerando la sensibilità dell'estensimetro pari a 0.78, una deformazione di 1 $\mu\text{m}/\text{m}$ produrrà uno spostamento del picco di riflessione di 1.2 pm, un valore davvero piccolo, ma che è possibile apprezzare con gli interrogatori più recenti.

Siccome la seconda parte della luce è passata attraverso il sensore, è possibile posizionare un altro sensore FBG a valle del primo, purché lo si costruisca con una lunghezza d'onda diversa (ad es. 1560 nm) e purché la sua lunghezza d'onda non vada mai a incrociarsi con quella del primo sensore. Per questa ragione è possibile mettere tanti sensori sulla stessa fibra ottica (array): considerando un interrogatore con campo di lavoro di 1510-1590 nm, e considerando una distanza tra i sensori di 5 nm, è possibile impiegare circa 40 sensori sulla stessa fibra ottica.

I sensori possono anche essere posti su canali diversi dell'interrogatore, che tipicamente ha 4 canali. Inoltre è possibile anche dividere i fasci di luce di ciascun canale tramite splitter ottici, al costo di una perdita di luce. Oppure è possibile suddividere la frequenza di campionamento su più canali tramite multiplexer ottici.

Gli interrogatori più evoluti sono in grado di misurare variazioni di lunghezza d'onda dei picchi di riflessione con risoluzione di 1 pm, e accuratezza del valor medio di circa 2 pm, grazie all'impiego di celle a gas per il riferimento assoluto di lunghezza d'onda. Sono disponibili interrogatori "statici" o "dinamici" che possono campionare a frequenze rispettivamente dell'ordine di 10 Hz e 1000 Hz. Ovviamente per una applicazione sui pantografi ferroviari sarà da preferire la versione dinamica. I costi di tali interrogatori sono molto diminuiti nel corso degli anni, ed ora sono dell'ordine di circa 10-20 k€, valori comunque non trascurabili e che ne frenano ancora l'impiego su vasta scala. Il costo dei sensori è più limitato, dell'ordine di 100 € per un singolo FBG, e di 500 € per un array di 10 FBG (molte variabili entrano in gioco nella definizione del costo dei sensori, e quindi tali valori sono solo indicativi).

buffer of 200-250 μm . The sensor consists of a small periodic variation of refractive index within the core; this variation in refractive index is produced by exposure to ultraviolet light and it is possible to engrave the grating both during the production of the fibre, or later through local removal of the buffer, etching and subsequent re-coating. From a point of view of mechanical strength the first solution is much better because the latter weakens the optical fibre, making it even more fragile than it already is. However the drawback of the first solution is a lower reflection, because the incision must be made quickly during production of the fibre.

An example may help to clarify (fig. 2b). A 5 mm grating, with a wavelength of the reflection of 1550 nm, will contain nearly 10000 periods. If a white light (containing all the wavelengths) enters into the optical fibre and traverse the grating, a part is reflected back and the remaining part passes through. The reflected part will have a wavelength that depends on the period of the grating, which depends both on the period at which it was recorded, both by the temperature, both mainly by the strain to which the fibre is subjected (fig. 2c). The reflection spectrum will be substantially monochromatic, with a reflection peak at a specific wavelength. Considering the sensitivity of the strain gauge of 0.78, a strain of 1 $\mu\text{m}/\text{m}$ will produce a shift of the reflection peak of 1.2 pm, a value really small, but appreciable with the most recent interrogators.

Since the latter part of the light is passed through the sensor, it is possible to place another FBG sensor downstream of the first, as long as it has a different wavelength (e.g. 1560 nm) and as long as its wavelength peak never happens to cross with that of the first sensor. For this reason it is possible to put many sensors on the same optical fibre (array). Considering an interrogator with a working range from 1510 nm to 1590 nm, and considering a 5 nm distance between the sensors, about 40 sensors on the same optical fibre can be used.

The sensors can also be placed on different channels of the interrogator, which typically has 4 channels. Furthermore it is possible to divide the beams of light of each channel through optical splitters, at the cost of a light loss. Or the sampling frequency can be divided on multiple channels through an optical multiplexer.

The best interrogators are capable of appreciate changes in the wavelength of the reflection peaks with a resolution of 1 pm, and accuracy of the mean value of about 2 pm, thanks to the use of gas cells for the absolute reference of wavelength. "Static" or "dynamic" interrogators are available, with sampling frequencies respectively of the order of 10 Hz and 1000 Hz. Of course, for an application on railway pantographs the dynamic version must be preferred. The cost of these interrogators have dropped significantly over the years, and are now in the range of about 10-20 k€, values still not negligible and that still prevent a wide spreading of the technology. The cost of sensors is in the order of 100 € for a single

Per una introduzione più approfondita ai sensori e agli interrogatori si rimanda a [17].

2.2.2. Sincronizzazione temporale tra segnali elettrici ed ottici

In un sistema di misura complesso, come quello per il monitoraggio di un pantografo, è necessario acquisire molte grandezza di varia natura. Oltre a quelle provenienti dalla testa del pantografo, è normale acquisire i segnali di velocità del treno e di molte altre grandezze ausiliarie. I sistemi di acquisizione di segnali ottici ed elettrici richiedono naturalmente schede di acquisizione differenti e quindi si presenta il problema della sincronizzazione temporale dei segnali acquisiti.

Le soluzioni possono essere molteplici. Di seguito si riportano due soluzioni impiegate dagli autori durante le loro attività sperimentali.

Un primo metodo consiste nell'acquisire separatamente i segnali con due sistemi diversi e di provvedere a posteriori alla loro sincronizzazione. Al fine di confrontare i dati ottenuti con le due tipologie di sensori, è necessario creare un sistema di sincronizzazione dei segnali elettrici e ottici. Per eseguire tale sincronizzazione gli autori hanno realizzato un semplice sistema composto da una trave flessibile strumentata sia con un estensimetro elettrico e sia con un sensore FBG. Durante le prove, ad intervalli prefissati, si è provveduto ad applicare alla trave una deformazione impulsiva e i segnali ottenuti attraverso l'estensimetro elettrico e il sensore FBG sono stati acquisiti con i due diversi sistemi di acquisizione (fig. 3). L'analisi dei due segnali con la funzione di cross-correlazione ha permesso di ottenere una sincronizzazione temporale con un errore inferiore a 0.01 s, sufficiente per eseguire il confronto tra i segnali elettrici e i segnali ottici ottenuti durante le prove in linea.

Un secondo metodo consiste nel convertire i segnali ottici in segnali elettrici. A questo scopo gli autori hanno realizzato un sistema composto da PC di acquisizione ottica, condizionamento dei segnali, software di output e scheda con uscite analogiche. In questo modo è possibile rendere disponibile ad altri sistemi di acquisizione tradizionali dei segnali analogici in tensione. Il ritardo introdotto dal sistema, denominato O2E (Optical to Electrical), è identificabile con accuratezza elevata. Per le applicazioni prese in esame dagli autori è stato fissato un ritardo di 1 s, misurato costante con deviazione standard inferiore a 1 ms.

3. Un esempio di sistema di misura ottico per treno di metropolitana

Per rendere più chiaro al lettore l'impiego di sistemi ottici nell'applicazione specifica, riportiamo di seguito un'esperienza condotta su un convoglio di treno metropolitano. Lo scopo di tale esperienza è stato di confrontare la tecnologia tradizionale a quella ottica. Pur essendo

FBG, and of 500 € for an array of 10 FBG (many variables determine the definition of the cost of the sensors, and so these values are only indicative).

For a more thorough introduction to FBG sensors and interrogators, please refer to [17].

2.2.2. Synchronisation of electrical and optical signals in the time

For a complex measurement setup, as the one used in this work for the pantograph-catenary monitoring, it is necessary to acquire many signals related to variables of various kinds. Besides signals from the pantograph head, it is usual to acquire the train speed signal and signals related to other supplementary variables. Of course, the optical and electrical acquisition systems require different acquisition boards and this means that a method for time synchronization of optical and electrical signals has to be introduced.

Different solutions can be adopted. In this section two solutions introduced by authors in their experimental activities are presented.

The first method consists in acquiring independently with two different acquisition systems the optical and electrical signals and in providing at the end of tests to their synchronisation. In order to compare the data obtained with the two kinds of sensors, it is necessary to create a synchronisation system. To this aim, authors built a simple device composed of a flexible beam instru-

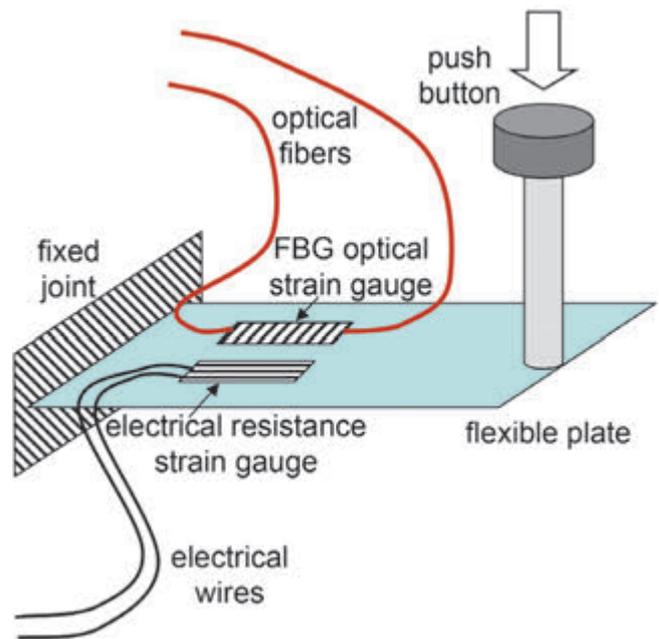


Fig. 3 - Sincronizzazione dei segnali elettrici e ottici: schema di funzionamento del dispositivo.

Fig. 3 - Synchronisation of electrical and optical signals: sketch of the device.

il pantografo diverso rispetto a treni convenzionali o ad alta velocità, il sistema di misura non è molto differente.

Le prove descritte nel seguito si riferiscono all'uso diretto di sensori FBG incollati sulla testa del pantografo. Esistono anche sul mercato celle di carico in fibra ottica [21,22] il cui impiego può semplificare ulteriormente il sistema di misura e renderlo più affidabile.

3.1. Descrizione del sistema di misura

In fig. 4 si riporta uno schema del sistema di misura completo utilizzato, comprensivo di sensori ottici e di sensori tradizionali elettrici. In particolare, i sensori elettrici utilizzati, come riportato anche nel paragrafo 2.1, sono due celle di carico che misurano le forze agenti in corrispondenza dei supporti destro e sinistro tra la testa e il quadro del pantografo e due accelerometri rispettivamente montati uno in direzione verticale (per diagnostica e per la compensazione delle azioni di inerzia [6]) e uno in direzione laterale (per diagnostica). L'utilizzo di tali sensori tradizionali per l'applicazione in oggetto prevede l'impiego di batterie montate sul tetto del treno, di condizionatori dei sensori e di disaccoppiatori ottici (fig. 4).

Per quanto riguarda i sensori ottici, per la misura della forza di contatto si sono utilizzati dei semplici sensori FBG incollati in posizioni selezionate sulla testa del pantografo, in modo che questi fossero sensibili alla deformazione della testa proporzionalmente alla forza di contatto. Il valore di forza è stato legato alla deformazione misurata dai sensori FBG attraverso una taratura eseguita in laboratorio. In particolare, sono stati utilizzati due sensori FBG: il primo, il sensore principale, per misurare la deformazione proporzionale alla forza di contatto, mentre il secondo, il sensore compensatore, per compensare l'effetto termico (fig. 5). Il sensore compensatore è essenziale in quanto i sensori FBG sono sensibili alla temperatura in maniera analoga agli estensimetri elettrici.

I sensori FBG utilizzati sono fibre ottiche monomodali, con banda di riflessione centrale a 1530 nm e picco di riflessione di circa 20%, lunghezza della griglia di 10 mm e massima deformazione misurabile di $\pm 5000 \mu\text{m/m}$. I sensori sono stati prodotti dall'azienda FBGS International.

L'uscita complessiva di un sensore FBG incollato su di un provino, in termini di variazione di lunghezza d'onda normalizzata $(\Delta\lambda/\lambda_0)_{TOT}$, può essere correlata alla deformazione meccanica applicata ϵ_m e alla temperatura T con la seguente relazione:

mented with an electrical strain gauge and with a FBG sensor. During tests, at predetermined time intervals, an impulsive strain to the beam was applied and signals obtained by the electrical strain gauge and by FBG sensor were acquired with the two different acquisition systems (fig. 3). For the application presented in this paper, the analysis of the two signals with the cross-correlation function provided the time synchronisation with an error lower than 0.01 s, enough to carry out the comparison between the electrical and optical signals acquired during the in line tests.

The second method consists in converting the optical signals in electrical signals. To this aim, the authors realized a system composed of a PC dedicated to the optical signal acquisition, a signal conditioner, a board with analogue outputs and a dedicated output software. This system enables to make available voltage analogue signals to traditional acquisition systems. The delay introduced by the system, named O2E (Optical to Electrical), for the conversion is known with high accuracy. For the experimental activities carried out by authors, a fixed delay of 1 s is typically adopted (analysis of this fixed delay pointed out that the standard deviation of this delay is less than 1 ms).

3. An example of optical measurement setup for an underground train

In order to clarify the use of optical measurement systems in the particular application, an experience carried out for an underground vehicle is described. The aim of this experience is to compare the traditional tech-

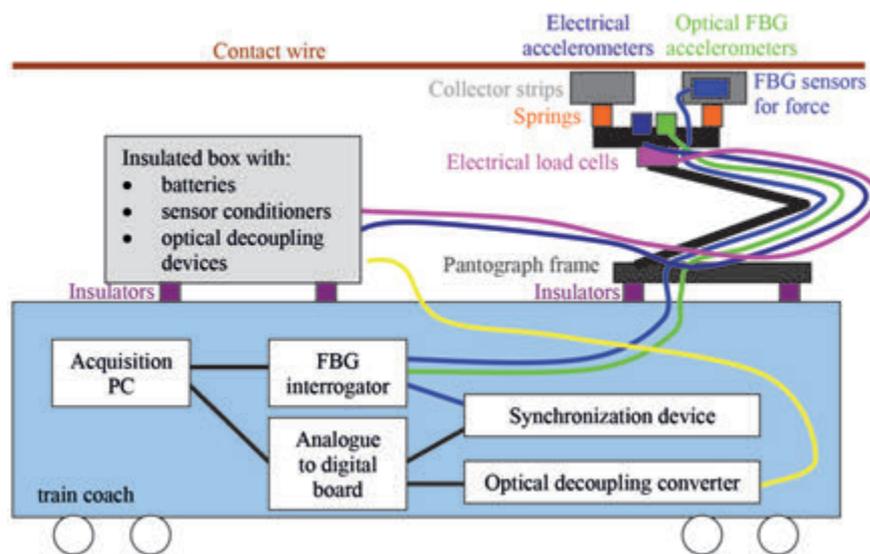


Fig. 4 - Schema elettrico e ottico completo del sistema di misura utilizzato per lo studio della qualità della captazione.

Fig. 4 - Sketch of the electrical and optical measurement setup used for the study of current collection quality.

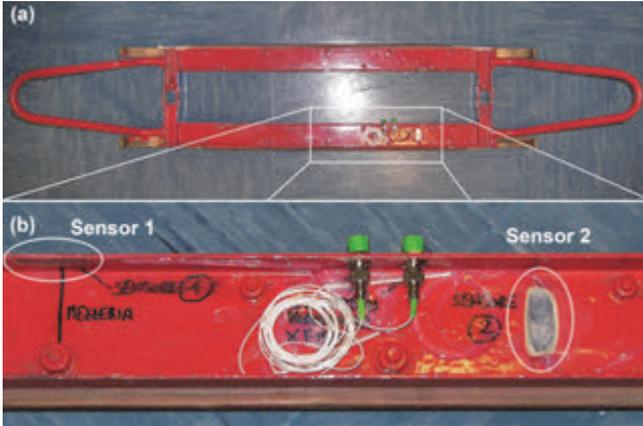


Fig. 5 - Testa del pantografo con i sensori FBG: (a) vista completa; (b) dettaglio dei sensori, con il principale (1) e con quello per la compensazione termica (2).

Fig. 5 - Pantograph head with the FBG sensors: (a) overview; (b) detail of sensors: main sensor (sensor 1) and sensor for the thermal compensation (sensor 2).

$$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \right)_{TOT} = G_f \varepsilon_m + [G_f \alpha_{sp} + \alpha_\delta] \Delta T \quad (1)$$

dove

- G_f è la sensibilità dei sensori FBG (tipicamente 0.78);
- α_{sp} è il coefficiente di dilatazione termica del provino (pari a circa $10.8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ per acciaio ferritico);
- α_δ è il coefficiente termo-ottico (tipicamente $8.6 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ per fibra in silicio dopato con germanio).

Il secondo termine dell'equazione (1) rappresenta la risposta alla temperatura del sensore FBG incollato sul sistema. Tale risposta non può essere trascurata in quanto una variazione di temperatura di $1 \text{ }^\circ\text{C}$ produce una variazione di deformazione di $21.8 \text{ } \mu\text{m/m}$.

Questo conferma come i sensori FBG siano fortemente influenzati dalla temperatura e, analogamente agli estensimetri elettrici, per l'ottenimento di una misura di deformazione affidabile è necessario prevedere un'efficace compensazione. A tale scopo, la soluzione adottata, incollando due sensori in due posizioni appropriate, permette di ottenere una quantità indipendente dalla temperatura sottraendo le deformazioni misurate nei due punti.

Per individuare in modo ottimale la posizione dei due sensori è stata eseguita un'analisi ad elementi finiti. L'analisi mostra che i massimi valori di deformazione per una forza verticale applicata in corrispondenza della mezzeria della testa del pantografo si ottengono sulle due ali verticali della sezione a C. Il sensore per la compensazione termica, per mancanza di spazio, è stato incollato sulla base della sezione a C dove la deformazione meccanica è trascurabile. Le posizioni dei due sensori sono distanti circa 20 cm e questo ha inevitabilmente comportato per l'applicazione in esame una non perfetta compensazione termica. I sensori FBG sono stati incollati alla

nologia e la ottica. Anche se il pantografo considerato è differente rispetto a quello di un treno tipico o ad alta velocità, la configurazione di misura non è molto differente.

Le prove descritte nelle sezioni seguenti si riferiscono all'uso di sensori FBG direttamente incollati sulla testa del pantografo. I sensori FBG per la misura della forza possono essere trovati in commercio [21, 22]: l'uso di questi sensori può semplificare la configurazione di misura e renderla più affidabile.

3.1. Descrizione della configurazione di misura

Una schizzo della completa configurazione di misura, composta sia di sensori ottici che elettrici, è mostrata in fig. 4. In particolare, i sensori elettrici, come descritto nella sezione 2.1, sono due celle di carico, che misurano le forze agenti sulla connessione sinistra e destra tra la testa del pantografo e il telaio, e due accelerometri, che misurano l'accelerazione verticale della testa del pantografo (questa misura è usata per scopi diagnostici e per compensare le forze d'inerzia [6]) e l'accelerazione laterale della testa del pantografo (questa misura è usata per scopi diagnostici). L'uso di questi sensori tradizionali per il monitoraggio dell'interazione pantografo-catenaria richiede l'uso di batterie sul tetto del treno, sensori condizionatori e dispositivi di accoppiamento ottico (fig. 4).

Per quanto riguarda i sensori ottici, i sensori FBG sono stati incollati in posizioni selezionate sulla testa del pantografo per misurare la forza di contatto. Le posizioni in cui i sensori FBG sono stati applicati sono state scelte in modo che la deformazione in quei punti sia proporzionale alla forza di contatto. Il valore della forza di contatto è correlato alla deformazione misurata dai sensori FBG attraverso una calibrazione in laboratorio. In particolare, sono stati usati due sensori FBG: il primo, il sensore principale, è stato usato per misurare la deformazione proporzionale alla forza di contatto, mentre il secondo, il sensore compensatore, è stato usato per compensare l'effetto termico (fig. 5). Il sensore compensatore è essenziale perché i sensori FBG sono molto sensibili alla temperatura come i sensori di deformazione elettrici.

I sensori FBG usati per l'applicazione analizzata sono fibre ottiche a singolo modo con banda centrale riflettente a 1530 nm e picco di riflessione di circa il 20%, lunghezza di 10 mm e massima deformazione misurabile di $\pm 5000 \text{ } \mu\text{m/m}$. I sensori sono stati prodotti da FBGS International.

L'output di un sensore FBG incollato su un campione, in termini di variazione della lunghezza d'onda normalizzata $(\Delta\lambda/\lambda_0)_{TOT}$, può essere correlato alla deformazione meccanica ε_m e alla temperatura T as:

$$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \right)_{TOT} = G_f \varepsilon_m + [G_f \alpha_{sp} + \alpha_\delta] \Delta T \quad (1)$$

dove

- G_f è la sensibilità dei sensori FBG (tipicamente 0.78);

struttura di metallo appositamente preparata utilizzando una specifica colla per estensimetri. Inoltre, dopo l'essiccazione della colla, i sensori sono stati ricoperti con uno strato protettivo di silicone per evitare possibili rotture dei sensori stessi durante le prove sperimentali.

Per permettere una rimozione comoda dei cavi di trasmissione dei segnali ottici, sono stati fissati dei connettori tra i due sensori e la parte interna della sezione a C della testa del pantografo. In tal modo è possibile eseguire tutte le operazioni di montaggio senza la presenza dei cavi di trasmissione e collegare questi solo prima delle prove sperimentali.

Per la misura di accelerazione della testa del pantografo è stato utilizzato un accelerometro FBG commerciale, montato in parallelo ad accelerometri capacitivi (fig. 6). Le prestazioni dinamiche dell'accelerometro FBG sono state valutate in laboratorio. Le dimensioni e la massa dell'accelerometro sono adatti all'applicazione in oggetto.

3.2. Prove di laboratorio

Per ottenere la misura di forza agente sulla testa del pantografo a partire dalla misura di deformazione fornita dalla combinazione delle uscite dei due sensori FBG, come discusso nel paragrafo precedente, è stato necessario eseguire delle prove di laboratorio al fine di tarare il sistema di misura. La sensibilità che lega forza di contatto applicata all'archetto e deformazione misurata è risultata pari a $0.32 \mu\text{m}/(\text{m N})$.

Prove di laboratorio sono state necessarie anche per verificare le prestazioni dinamiche dell'accelerometro FBG e la sua adeguatezza alle prove in linea. Tali prove, eseguite utilizzando un tavolo vibrante, hanno mostrato una risposta in frequenza costante fino a 200 Hz con un errore massimo sul modulo del 10% ed una linearità della risposta fino a 100 m/s^2 .

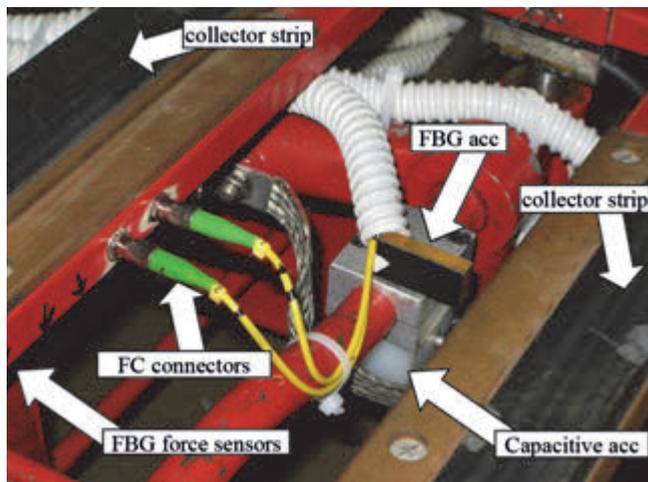


Fig. 6 - Posizione degli accelerometri sulla testa del pantografo.

Fig. 6 - Position of the accelerometers on the pantograph head.

- α_{sp} is the coefficient of thermal expansion of the sample (about $10.8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ for ferritic steel);
- α_o is the thermo-optical coefficient ($8.6 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ for a silicon fibre doped with germanium).

The second term of equation (1) represents the temperature response of FBG sensor glued on the system. This response cannot be neglected because, as an example, a temperature variation of $1 \text{ }^\circ\text{C}$ produces a strain variation of $21.8 \mu\text{m}/\text{m}$. This result confirms the high influence of temperature on FBG sensors and, as for the electrical strain gauges, in order to obtain reliable strain measurements an efficient thermal compensation is needed. The adopted solution in the present work, gluing two sensors in two suitable positions on the pantograph head, allows to obtain a strain measurement independent on the temperature (just subtracting the measurement of sensor 2 to the measurement of sensor 1).

The optimal positions for the two sensors were established by carrying out a finite element analysis. The analysis showed that the maximum values of strains when a vertical contact force is applied in the middle of pantograph head are in the two vertical sides of the C section of the pantograph head. The sensor for the thermal compensation, due to insufficient space, was glued on the base of C section, where the mechanical strain is negligible. The two positions of the sensors are at about 200 mm each other, causing for the application discussed in this paper a not perfect thermal compensation. The FBG sensors were glued on the metal structure prepared on purpose using a specific strain gauge glue. Moreover, after the glue drying, the sensors were covered with a silicone layer to protect the sensors and to avoid damages during the experimental tests.

In order to simplify the connection and disconnection of the cables for the optical signals, two connectors fixed with the C section of the pantograph head were mounted (fig. 6). In this way the installation procedures can be done without the presence of the cables, which can be connected just before the experimental tests.

A commercial FBG accelerometer was used for the acceleration of the pantograph head, mounted in parallel to the capacitive accelerometers (fig. 6). The dynamical performances of the FBG accelerometer were evaluated by means of laboratory tests. The size and the mass of the FBG accelerometer are suitable for the present application.

3.2. Laboratory tests

As discussed in the previous section, laboratory tests were carried out in order to calibrate the measurement system and to obtain the relationship between the strain measured by FBG sensors and the applied force on the pantograph head. The sensitivity coefficient obtained at the end of the calibration was $0.32 \mu\text{m}/(\text{m N})$.

Laboratory tests were carried out to verify the dynamical performances of the FBG accelerometer and its suitability

3.3. Prove in linea

Una volta verificato in laboratorio il corretto funzionamento dei sensori elettrici e dei sensori ottici montati sul pantografo, si è proceduto al montaggio del pantografo strumentato sul veicolo di prova. Il veicolo metropolitano utilizzato per eseguire le prove in linea è stato scelto tra quelli utilizzati per l'esercizio commerciale. Esso è costituito da sei carrozze di cui quattro motrici, con quattro pantografi sempre in presa, e due rimorchiate. Il pantografo strumentato è stato montato sulla motrice di testa in modo che, per tutte le prove eseguite, l'interazione tra il pantografo strumentato e la catenaria non fosse influenzata dall'interazione tra gli altri tre pantografi e la catenaria stessa.

I risultati ottenuti durante le prove in linea, che presenta un tratto all'aperto e un tratto in galleria, sono stati analizzati per validare e valutare l'affidabilità delle misure dei sensori ottici usando come riferimento le misure dei sensori elettrici. A tale scopo è stato eseguito un confronto tra la forza misurata tramite le due celle di carico e la forza misurata tramite i due sensori FBG. In questa prima esperienza la compensazione termica è risultata non adeguata a causa della distanza tra sensore di misura e sensore compensatore (si veda il paragrafo 3.1). Infatti nei tratti in cui la temperatura è all'incirca costante, ovvero nei tratti all'aperto e nei tratti in galleria, la compensazione ha prodotto i risultati attesi. Al contrario, in corrispondenza della transizione tra galleria e tratta all'aperto si è verificata una non perfetta compensazione termica.

Al fine di evitare nel confronto tra le misure di forza eseguite con sensori FBG e sensori elettrici l'effetto della non perfetta compensazione termica dei sensori ottici, i due segnali sono stati filtrati nel campo di frequenza 0.1 Hz – 20 Hz, ovvero non è stato considerato il valore medio. Il limite superiore della frequenza di analisi, 20 Hz, è quello previsto dalla EN 50317 [6]. Il motivo è che fino a 20 Hz è possibile ipotizzare che l'archetto si comporta come un corpo rigido e l'operazione di compensazione delle azioni d'inerzia per ottenere il valore della forza di contatto può ritenersi corretta. Oltre tale frequenza, infatti, la dinamica dell'archetto è influenzata dai contributi dovuti alla deformabilità del corpo e la compensazione delle azioni d'inerzia tramite due accelerometri per archetto (fig. 1) non risulta più corretta.

Come mostrato in fig. 7, i due sistemi di misura sono in buon accordo, dimostrando la validità del sistema di misura ottico. La fig. 7 riporta inoltre la storia temporale della forza priva di valor medio in corrispondenza di un difetto della linea aerea, riconoscibile dal picco di forza misurato. Questo risultato permette di affermare che il sistema di misura ottico presentato in tale lavoro è in grado di mettere in evidenza i difetti della catenaria lungo la linea. La semplicità del sistema di misura ottico e la sua capacità di misura lo rendono quindi un possibile mezzo da utilizzare per il monitoraggio della linea aerea senza grosse complicazioni tecniche.

Nella fig. 8 è inoltre possibile verificare la presenza di altri difetti come quello appena descritto. Il maggiore, a

for the in line tests. The tests, carried out by using an electromagnetic shaker, showed a constant frequency response function up to 200 Hz with maximum modulus error of 10% and with linearity of the response up to 100 m/s².

3.3. In line tests

Once verified in laboratory the correct work of electrical and optical sensors mounted on the pantograph, it was installed on the test vehicle. The underground vehicle used to carry out the in line tests was chosen among the vehicle typically used for the normal service. It is composed of six coaches (two trailing coaches and four motorised coaches), with four pantographs in contact. The instrumented pantograph was mounted on the first motorised coach: in this way, for all the performed tests, the interaction between pantograph and catenary was not influenced by the interaction between the others pantographs and the catenary.

The results obtained during the in line tests (the line is composed of an open-air section and a tunnel section) were analysed to validate and evaluate the reliability of optical sensor measurements using as reference the electrical sensor measurements. To this aim, the contact force measured by the two load cells and the force measured by the two FBG sensors were compared. In this first experience the thermal compensation was not appropriate due to the distance between the main sensor and the compensator sensor (refer to section 3.1). Indeed in the section where the temperature is about constant, i.e. in the section in open air and in the section in tunnel, the thermal compensation worked very well, but, during the transition from open air section to tunnel section or vice-versa, the thermal compensation was not perfect.

In order to avoid the effect of the not perfect thermal compensation during the comparison between the measurements of force obtained with the two kinds of sensors, the signals were filtered in the frequency range 0.1 Hz – 20 Hz, i.e. the mean value was not considered. The upper limit of the frequency range (20 Hz) is the one imposed by EN 50317 [6]. The reason is that the collector strip can be considered as a rigid body up to 20 Hz and the compensation of inertial forces to obtain the value of contact force can be considered correct. For higher frequency values the collector strip dynamics is influenced by the contributions due to deformability of the body and the compensation of the inertial forces by means of two accelerometers for each collector strip is not more correct.

As shown in fig. 7, the two measurement setups are in good agreement, proving the effectiveness of the optical measurement setup. The fig. 7 shows the time history of the force without its mean value for a section where a concentrated defect of the overhead line is present, recognizable by the peak of the contact force. This result allow to affirm that the optical measurement setup presented in this paper is able to point out overhead line defects along the line. The ease of the optical measurement setup and its measurement performances

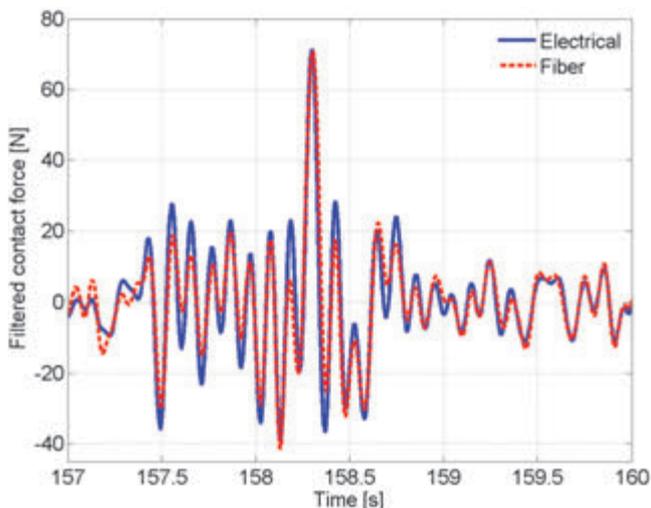


Fig. 7 - Confronto tra misure di forza di contatto, filtrate nel campo di frequenza 0.1 Hz – 20 Hz ottenute simultaneamente dal sistema elettrico e da quello ottico. Oltre a notare il buon accordo tra le misure, ottenute in modalità molto diverse, è osservabile un picco di forza dovuto a un difetto presente sulla linea: entrambi i sistemi sono in grado di identificarlo chiaramente.

Fig. 7 - Comparison between the measurements of contact forces, filtered in the frequency range 0.1 Hz – 20 Hz, obtained simultaneously by the electrical measurement setup and by the optical one. Besides showing a good agreement between the measurements, obtained with very different ways, the presence of a peak of contact force related to an overhead defect can be observed.: both the measurement setups are able to clearly identify it.

158 s, è lo stesso della fig. 7. Tutte queste singolarità indicano la presenza di difetti della linea aerea, legati ad esempio ad anomalie di posa del filo, variazioni di altezza, o punti sotto sospensione. La possibilità di fare queste misure su un convoglio standard in servizio rende il monitoraggio molto più semplice, economico ed efficace.

Nella fig. 9 è rappresentato lo spettrogramma della forza misurata dal sistema in fibra ottica, in una intera corsa prova. Lo spettrogramma permette di analizzare in modo immediato e semplice come varia lo spettro del segnale misurato in funzione del tempo. È possibile notare come nella prima metà della prova (fuori galleria), dove l'altezza del filo di contatto è maggiore rispetto a quella del tratto in galleria, siano presenti maggiori vibrazioni soprattutto nel campo di frequenze attorno ai 9 Hz. Tale vibrazione, che da analisi di caratterizzazione dinamica del pantografo in laboratorio corrisponde al modo flessor-torsionale del pantografo, sparisce nel tratto in galleria in quanto il pantografo si trova a lavorare in posizione molto più chiusa e il modo di vibrare è meno eccitato. Questa figura, e la successiva, sono state limitate a 15 Hz perchè al di sopra di tale valore ci sono differenze nello spettro imputabili alla diversa posizione dei sensori (ottici al centro, elettrici ai lati degli striscianti).

make it a favourable mean to be used for the monitoring of the overhead line without serious technical difficulties.

The analysis of Figure 8 allows to verify the presence of overhead line defect similar to the one presented in fig. 7. The highest peak reported in fig. 8 (at 158 s) is the one reported in fig. 7. All these singularities reveal the presence of defect in the overhead line, correlated as an example to anomalies in the laying of contact wire, height variations of contact wire or points under suspensions. The possibility to carry out these measurements by using a standard vehicle during its regular service makes the monitoring of the overhead line easier, cheaper and more effective.

Fig. 9 shows the spectrogram of the force measured during a complete in line test by the optical measurement setup. The spectrogram allows to immediately and easily analyse how the signal spectrum varies as a function of time. The Figure 9 shows in the first part of the test (open air section), where the height of the contact wire is greater than the one in the tunnel section, the presence of high vibration at about 9 Hz. This vibration, which from laboratory analysis of pantograph dynamical characterisation is related to a flexural-torsional vibration mode of the pantograph frame, disappears in the tunnel section because the pantograph works at lower height and the vibration mode is less excited. Figg 9 and 10 show the spectra of force and accelerations up to 15 Hz because for higher frequencies there are differences in the spectrum electrical and optical signals due to the different position of sensors (the optical sensors are in the middle of the pantograph head while the electrical sensors are in the far end of it).

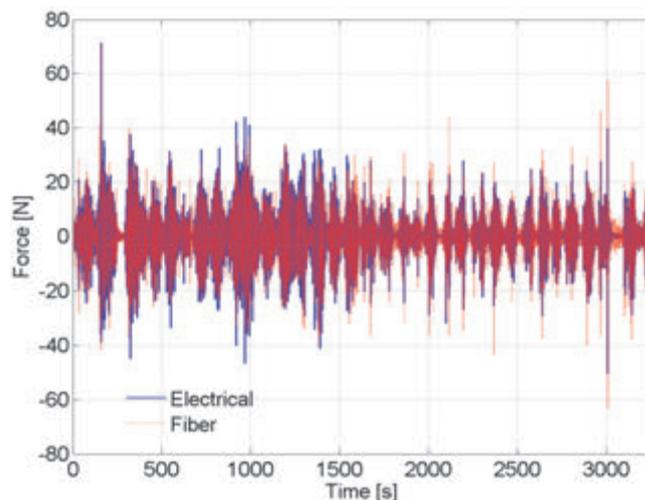


Fig. 8 - Confronto tra misure di forza di contatto, filtrate nel campo di frequenza 0.1 Hz – 20 Hz: intera storia temporale di una corsa prova. Il grafico mostra come sia possibile individuare i picchi di forza più importanti durante l'intera corsa prova.

Fig. 8 - Comparison between the measurements of contact forces, filtered in the frequency range 0.1 Hz – 20 Hz: complete time history of contact force related to a complete in line test. The figure shows as it is possible to identify the most important peaks of force during the complete in line test.

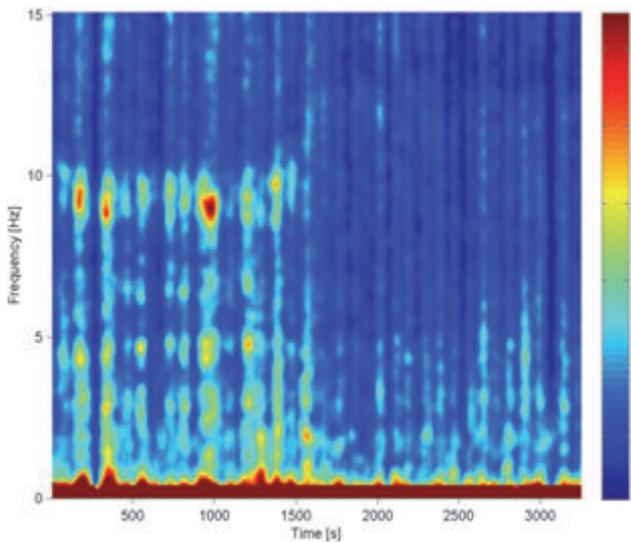


Fig. 9 - Spettrogramma della forza misurata con il sistema in fibra ottica, nel corso di una intera corsa prova, e nella banda 0 Hz–15 Hz. La scala di colori rappresenta la forza in newton.

Fig. 9 - Spectrogram of force measured by the optical measurement setup, for a complete in line test, in the frequency range 0 Hz – 15 Hz. The colour scale represents the force in newton.

In fig. 10 è infine mostrato un confronto tra gli spettri ottenuti dall'accelerometro elettrico e in fibra ottica, che mostra l'accordo molto buono tra i due tranne sotto 1.5 Hz a causa del fatto che questo tipo di accelerometro in fibra ottica risente dell'effetto della variazione di temperatura. Il grafico quindi conferma la validità dei risultati che si possono ottenere con la fibra ottica nell'applicazione ferroviaria del monitoraggio del pantografo.

4. Conclusioni

Nel presente lavoro si è presentata la possibilità dell'utilizzo dei sensori FBG in sostituzione dei sensori tradizionali elettrici per il monitoraggio dell'interazione pantografo-catenaria. Si è mostrato, attraverso un confronto durante delle prove eseguite in una linea metropolitana con un pantografo strumentato sia con sensori elettrici e sia con sensori ottici, il buon funzionamento del sistema di misura ottico e la notevole semplicità di installazione di tale sistema rispetto al tradizionale sistema di misura con sensori elettrici per l'applicazione esaminata nel presente lavoro. Nell'esempio applicativo considerato, i sensori ottici, di tipo FBG, posizionati direttamente sotto la testa del pantografo, si sono rivelati essere in grado di identificare i difetti localizzati della catenaria. Questo lavoro ha mostrato come l'applicazione di sensori ottici nello studio dell'interazione pantografo-catenaria sia molto promettente. Gli autori stanno continuando lo studio di tale applicazione per migliorare il sistema di misura ed applicarlo anche nel campo dell'alta velocità.

In fig. 10 a comparison between the spectra of accelerations obtained by the electrical and the optical accelerometers is shown. The two spectra are in good agreement except for frequencies below 1.5 Hz due to the influence of temperature (the commercial FBG accelerometer used does not compensate the thermal effect: for this reason the measurement of acceleration is not reliable at very low frequencies). These results confirm the effectiveness of measurements obtained by means of the optical sensors in the railway application of pantograph monitoring.

4. Conclusions

In this paper the possibility of the use of FBG sensors instead of traditional electrical sensors for the monitoring of the pantograph-catenary interaction is presented. A comparison between performances of the electrical measurement setup and of the optical measurement setup both installed on a pantograph used to carry out in line tests in an underground line is shown. In particular, the optical measurement setup showed very good performances, comparable to the electrical measurement setup, and considerable ease of installation on a pantograph with respect to electrical measurement setup. In the application described in this paper, the optical sensors (FBG sensors), directly glued on the pantograph head revealed the ability to identify concentrated defects on the overhead line. This paper showed as the use of optical sensors for the study of pantograph-catenary interaction is very promising. The authors are carrying on the study of this application to improve the measurement setup and to apply it also in the field of railway high-speed.

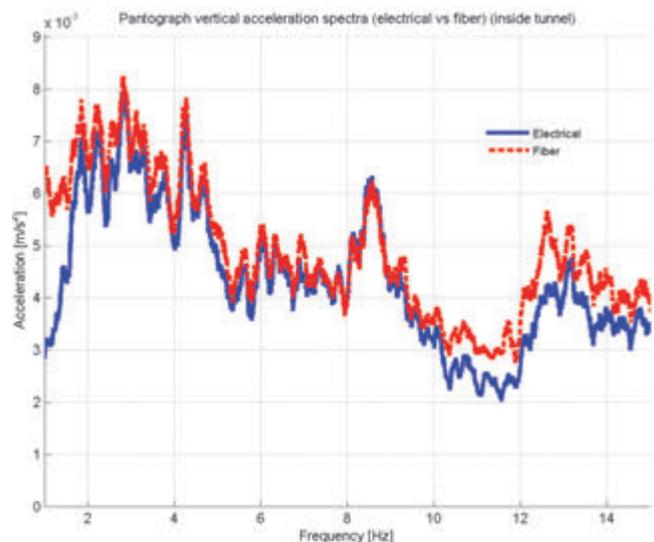


Fig. 10 - Confronto tra gli spettri delle accelerazioni verticali della testa del pantografo, ottenute con l'accelerometro elettrico e quello in fibra ottica.

Fig. 10 - Comparison between the spectra of vertical accelerations of pantograph head, obtained by using the electrical and the optical accelerometer.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] BUCCA G., COLLINA A., MANIGRASSO R., MAPELLI F., TARSITANO D., "Una metodologia per correlare la qualità del contatto pantografo-catenaria al contenuto armonico della corrente captata. Il caso della captazione multipla / A methodology for correlating the quality of the pantograph-catenary contact with the harmonic content of the current collected. A case of multiple current collection", *Ingegneria Ferroviaria*, 2010, Vol. 65 (3), pp. 211-237.
- [2] MIDYA S., BORMANN D., LARSSON A., SCHÜTTE T., THOTTAPPILLIL R., "Understanding pantograph arcing in electrified railways - Influence of various parameters", in Proceedings of the IEEE 2008 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Detroit, Michigan, USA, August 2008, pp. 18-22.
- [3] KUBO S., KATO K., "Effect of arc discharge on wear rate of Cu-impregnated carbon strip in unlubricated sliding against Cu trolley under electric current", *Wear*, Vol. 216 (2), 1998, pp. 172-178.
- [4] BUCCA G., COLLINA A., "A procedure for the wear prediction of collector strip and contact wire in pantograph-catenary system", *Wear*, Vol. 266, 2009, pp. 46-59.
- [5] CHEN G.X., YANG H.J., ZHANG W.H., WANG X., ZHANG S.D., ZHOU Z.R., "Experimental study on arc ablation occurring in a contact strip rubbing against a contact wire with electrical current", *Tribology International*, Vol. 61, 2013, pp. 88-94.
- [6] CEI EN 50317: 2004-6 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Sistemi di captazione della corrente. Requisiti e convalida delle misure dell'interazione dinamica tra pantografi e linea di contatto.
- [7] COMOLLI L., BUCCA G., BOCCIOLONE M., COLLINA A., "First results from in line strain measurements with FBG sensors on the pantograph collector of underground trains", in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7726, art. no. 772605, 2010.
- [8] BOCCIOLONE M., BUCCA G., COLLINA A., COMOLLI L., "Comparison of optical and electrical measurements of the pantograph-catenary contact force", in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7653, art. no. 765346, 2010.
- [9] BOCCIOLONE M., BUCCA G., COLLINA A., COMOLLI L., "An approach to monitor railway pantograph-catenary interaction with fiber optic sensors", in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7653, art. no. 76533Q, 2010.
- [10] BOCCIOLONE M., BUCCA G., CIGADA A., COLLINA A., COMOLLI L., "An application of FBG accelerometers for monitoring pantographs of underground trains", in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7653, art. no. 765341, 2010.
- [11] BOSSELMANN T., THEUNE N., "Method for Measuring the Force of Contact on a Pantograph", Patent FR 2 846 415 A1, 2003.
- [12] BOSSELMANN T., THEUNE N., "Force Measuring Device and Method for Determining a Contact Force", Patent EP 1 726 472 A1, 2006.
- [13] BOSSELMANN T., THEUNE N., "Force Measuring Device and Method for Determining a Transversal Force", Patent EP 1 726 473 A1, 2006.
- [14] KIESSLING F., PUSCHMANN R., SCHMIEDER A., SCHNEIDER E., "Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance", Publicis Corporate Publishing, 2009.
- [15] MICRONOR AG, "Accelerometro in fibra ottica", www.micronor-ag.ch/
- [16] BOFFI P., CATTANEO G., AMORIELLO L., BARBERIS A., BUCCA G., BOCCIOLONE M., COLLINA A., MARTINELLI M., "Optical fiber sensors to measure collector performance in the pantograph-catenary interaction", *IEEE Sensors Journal* Vol.9 (6), art. no. 4897231, pp. 635-640, 2009.
- [17] KREUZER M., "Strain measurement with Fiber Bragg Grating sensors", HBM, 2006.
- [18] OTHONOS A., "Fiber Bragg gratings", *Review of Scientific Instruments* Vol.68 (12), pp.4309-4341, 1997.
- [19] COMOLLI L., "Analisi metrologica degli accelerometri in fibra ottica", in Congresso di Misure Meccaniche e Termiche, Roma, 2010.
- [20] COMOLLI L., MICIELI A., "Numerical comparison of peak detection algorithms for the response of FBG in non-homogeneous strain fields", in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7753, art. no. 77538F, 2011.
- [21] DELTATECH, "Cella di carico in fibra ottica", <http://www.deltatechitaly.com/>
- [22] BOCCIOLONE M., COMOLLI L., CROSIO P., "A novel design of a compact S-shaped balance with FBG sensors for the pantograph-catenary contact force measurement", in OFS22 conference, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 8421, art. no. 84214Z, 2012.

Sommaire

CAPTEURS OPTIQUES POUR L'ANALYSE DE L'INTERACTION ENTRE PANTOGRAPHE ET CATÉNAIRE

Ce mémoire présente les avantages de l'utilisation de capteurs optiques, en particulier ceux qui se base sur FBG (Fibre Bragg Grating), pour l'analyse de l'interaction dynamique entre pantographe et caténaire, et, à titre d'exemple, on discute de l'expérience dérivée de l'application de ces capteurs au pantographe d'un matériel roulant en service sur ligne de métro ainsi que des résultats relatifs à cette application. Les capteurs optiques, dans le cas de l'application au pantographe, présentent l'avantage d'être intrinsèquement isolés du point de vu électrique, de ne pas nécessiter d'un' alimentation électrique et d'être insensibles aux perturbations électromagnétiques éventuelles, simplifiant ainsi tout le système de mesure. Le but de ce travail est donc de présenter les caractéristiques principales des capteurs FBG, d'en comparer le performances avec celle des capteurs électriques traditionnels à travers les résultats d'essais effectués sur une ligne de métro pour l'analyse de l'interaction entre pantographe et caténaire, et enfin de mettre en relief comment, dans le cas de l'utilisation des capteurs FBG pour l'application prise en examen, le système de mesure par senseurs optiques amène à une importante simplification du système de mesure par rapport a une approche basée sur des instruments standards.

Zusammenfassung

OPTISCHE SENSOREN UND ANALYSE DER WECHSELWIRKUNG ZWISCHEN FAHRLEITUNG UND STROMABNEHMER

Vorteilen Beschreibung der Verwendung von optischen Sensoren des Typ FBG (Fiber Braggs Grating) für die Analyse der am Titel genannten Wechselwirkung. Anhand von Beispielen werden die Erfahrungen und experimentellen Ergebnissen beschrieben, die aus solchen Sensoren, auf einem U-Bahn Stromabnehmer montiert, gewonnen wurden. Es ist zu merken daß die optische Sensor verschiedene eigenen Vorteile vorstellen: Unempfindlichkeit von äußern elektromagnetische Beeinflussungen und Isolierung, keine elektrische Energie-Speisung benötigt. Vereinfachung des Meßsystems es ist Zweck dieser Arbeit die Hauptmerkmalen der FBG Sensoren vorzustellen, so wie ihre Vorteile Gegenüber der elektrische Sensoren. Dieser Vergleich wird auf Grund von Experimenten, die in einer U-Bahn Linie geführt wurden. Die Resultaten bestätigen die obengenannten Vorteile.

AVVISO PER I SOCI

Rinnovo Quote Sociali – Anno 2016

Si comunica ai Signori lettori che intendono rinnovare le **Quote Associative** per l'anno 2016 che gli importi sono rimasti invariati.

Si ricorda inoltre che, a norma di Statuto, il versamento della quota annuale dovrà essere effettuato entro il 31 dicembre dell'anno precedente. In ogni caso, si prega di effettuare il pagamento entro il 31 gennaio 2016.

I versamenti potranno essere eseguiti con le seguenti modalità:

- CC/P n. 31569007 intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario intestato al CIFI: Unicredit Banca – Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN: IT 29 U 02008 05203 00010 1180047 Codice BIC SWIFT: UNCRITM1704;
- mediante pagamento online collegandosi al sito www.cifi.it;
- tramite Carta Bancomat.

Notizie dall'interno

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

10° anniversario per l'ERTMS sulla Roma-Napoli

Dieci anni fa, nel dicembre 2005, Alstom ha introdotto un'innovazione nel campo del segnalamento e della sicurezza ferroviaria, come prima azienda a mettere in servizio il sistema ERTMS Livello 2 (Atlas 200), basato su trasmissione radio, sulla linea dell'alta velocità Roma-Napoli in Italia, liberando così il sistema di controllo dei treni dai vincoli e dai costi dei segnali luminosi lungo i binari.

Il programma ERTMS (sistema europeo di gestione del traffico ferroviario) è stato lanciato agli inizi degli anni '90 dall'Unione Europea, al fine di standardizzare e modernizzare la progettazione dei sistemi di segnalamento e protezione dei treni. I sistemi ERTMS costituiscono uno degli elementi chiave del segnalamento ferroviario per potenziare la sicurezza e gestire il controllo del traffico ferroviario, assicurando che non si verificano collisioni o deragliamenti (*Comunicato stampa Alstom*, 15 dicembre 2015).

ANSF: incidenti in calo, ma vietato abbassare la guardia

Seppure in Italia gli incidenti e le vittime sui binari negli ultimi anni siano diminuiti, occorre tenere alta l'attenzione sui comportamenti individuali scorretti in prossimità dei treni o nelle stazioni ferroviarie e non abbassare la guardia sulle procedure operative e sulla manutenzione del materiale rotabile e dell'infrastruttura.

Dal 2006 al 2014 le vittime della ferrovia sono calate del 19,7%. Nel 2014 si sono registrati 53 morti e 41

feriti gravi. Stesso trend per gli incidenti classificati gravi: dal 2005 al 2014 sono diminuiti del 16,7% con 109 incidenti verificatisi nello scorso anno.

“L'ANSF, fin dalla sua nascita nel 2008, a fronte di ogni potenziale compromissione della sicurezza, ha adottato misure di massimo rigore, rifiutando ogni scorciatoia semplificativa – ha spiegato A. GARGIULO, Direttore dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie – Una strategia che ha portato dei frutti, riducendo di molto, fino ad azzerare per alcune tipologie il numero degli incidenti ferroviari. Oggi la maggior parte degli incidenti sui binari si deve ad indebiti comportamenti individuali che vanno combattuti diffondendo la cultura della sicurezza ferroviaria. E' quello che stiamo facendo con diverse campagne rivolte in particolare ai giovani”.

Nel 2014 il 73% degli incidenti è stato determinato dall'indebita presenza di pedoni sui binari. Se si rappresentano le cause degli incidenti gravi al netto di tale fenomeno e si concentra l'attenzione sugli incidenti più strettamente legati agli aspetti tecnici, si rileva che si sono verificati 29 incidenti. Il 55% è stato causato da problematiche manutentive o dall'errata esecuzione di procedure di esercizio e manovre.

Rispetto al 2013 aumenta il numero di incidenti legati all'indebita esecuzione di procedure ferroviarie e alla presenza di veicoli stradali sulla sede ferroviaria. Diminuisce la componente legata alle cadute dei passeggeri da treni in movimento ed alla manutenzione.

In alcuni casi la diminuzione degli incidenti è molto rilevante. Il numero di vittime tra i passeggeri in

salita o discesa dai treni è diminuito dell'87% rispetto al 2009 e dell'81% rispetto al valore medio del periodo. Un trend dovuto all'introduzione dell'obbligo dell'adozione del dispositivo di “blocco porte” e della “lateralizzazione” del comando di apertura delle porte stesse su tutte le tipologie di treni (*ANSF Newsletter*, 1 dicembre 2015).

Lombardia: piano straordinario di investimenti con altri 170 milioni per 18 nuovi treni

Un piano di investimenti straordinario di 170 milioni di euro finanziato da Regione Lombardia e Gruppo FNM per l'acquisto di 18 nuovi treni destinati al servizio ferroviario lombardo nel 2017.

L'annuncio è stato dato al termine di un sorprendente *flash mob* che ha incantato i viaggiatori presenti nella stazione di Milano Porta Garibaldi. “Vecchi treni addio. Sui binari c'è il futuro”, questo il titolo dell'evento che ha dato simbolicamente l'addio alle ultime carrozze “Piano Ribassato Serie 38000”, le più vecchie della flotta di Trenord, da oggi definitivamente dismesse.

Al breve e coinvolgente spettacolo hanno assistito il presidente della Regione Lombardia R. MARONI, il presidente del Gruppo FNM A. GIBELLI e l'amministratore delegato di Trenord C. FARISE. Decine di passeggeri e curiosi hanno partecipato all'esibizione di una sessantina tra musicisti e ballerini, che hanno animato la stazione con un *flash mob* a sorpresa sulla banchina dei binari 4 e 5: da una parte il vecchio treno che ha lasciato la stazione poco prima di mezzogiorno e s'è avviato verso il deposito e dall'altra un nuovissimo Coradia Meridian (fig. 1), primo esemplare in Europa a sei carrozze.

- *Il piano di investimenti straordinario*

Novità della giornata, l'annuncio del nuovo piano di investimenti del valore di 170 milioni di euro, sostenuto da Regione Lombardia e Gruppo FNM per l'acquisto di 18 nuovi



(Fonte: Trenord)

Fig. 1 - I nuovi treni per le linee lombarde di Trenord.

treni che entreranno in servizio nel 2017: 10 treni doppio piano TSR, 4 Vivalto anch'essi doppio piano, 4 GTW a trazione Diesel per le linee non elettrificate.

Il nuovo piano si aggiunge all'investimento di oltre 520 milioni di euro da parte di Regione Lombardia, Trenitalia, Gruppo FNM e Trenord, dando continuità al percorso di rinnovamento della flotta che dal 2014 ha portato in servizio 43 convogli di ultima generazione, per un totale di 214 carrozze. La commessa si completerà entro il primo semestre del 2016 con altri 14 nuovi treni.

Complessivamente sfiorano i 700 milioni di euro gli investimenti stanziati in un quadriennio per il rinnovo del materiale rotabile di Trenord, a beneficio della mobilità degli oltre 700mila clienti che ogni giorno utilizzano i 2.300 treni sulle 39 direttrici del servizio ferroviario regionale.

Il *flash mob* in Garibaldi è stato anche l'occasione per presentare il nuovo treno Coradia a 6 carrozze anziché a 5: una nuova configurazione per offrire più posti ai pendolari lombardi, specialmente quelli delle linee regionali più frequentate.

• *Vecchi treni addio*

L'evento è servito anche per dare un simbolico addio alle ultime carrozze "Piano Ribassato Serie 38000", le più vecchie dell'intera flotta di Trenord, che da oggi non saranno più in circolazione. Le cosiddette "38000"

sono entrate in servizio in Lombardia a partire dal 1969, quando l'Italia progettò per la prima volta treni specificamente pensati per il trasporto dei pendolari: capienti, accessibili (l'ingresso è appunto "ribassato"), con porte ampie e non più ad apertura manuale. Negli anni in cui gli italiani sognavano la Fiat 127 e avveniristici elettrodomestici, la ferrovia introduceva carrozze per quei tempi rivoluzionarie.

Le 38000 in dotazione di Trenord erano 181 al momento della sua nascita, 4 anni fa. Progressivamente accantonate, sono diventate 55 all'inizio del 2015, poi 33. Oggi saranno avviate alla rottamazione.

• *I nuovi treni sulle linee lombarde*

I 43 nuovi treni già in servizio circolano sulle seguenti linee:

- Milano-Cremona-Mantova: 19 corse (servizio Regio Express) effettuate da treni Vivalto doppio piano;
- Milano-Brescia-Verona: 8 corse effettuate da treni Coradia in doppia composizione;
- Milano-Arona-Domodossola: 14 corse effettuate da treni Coradia in doppia composizione;
- Milano-Sondrio-Tirano: 6 corse effettuate da treni Coradia in doppia composizione;
- Milano-Pioltello-Bergamo: 22 corse effettuate da treni Vivalto doppio piano.

I TSR svolgono servizio sulle linee suburbane S1-2-5-6-13 che transita dal Passante Ferroviario e le S3-4 che collegano Saronno e la Brianza con Milano Cadorna. Altri 4 treni Flirt svolgono il servizio transfrontaliero TILO che collega la Lombardia Canton Ticino.

• *Orario invernale 2015-2016*

Infine è entrato in vigore l'orario ferroviario invernale, che conferma l'attuale livello di servizio offerto, con 2.300 corse al giorno. Il dettaglio delle novità linea per linea è consultabile sul sito Trenord.it (*Comunicato stampa Trenord*, 13 dicembre 2015).

Lazio: 5 nuovi treni no-stop per Fiumicino

Va avanti l'impegno della Regione Lazio per garantire un trasporto migliore e più efficiente a tutte e a tutti. Sempre più vicino l'obiettivo di consegnare 26 nuovi treni per i pendolari in tutto il Lazio. Oggi, con i 5 nuovi treni jazz no-stop da Termini all'aeroporto di Fiumicino la Regione è arrivata a quota 25. Il miglioramento dei trasporti su ferro ha riguardato in questi anni l'intera regione: rispetto al 2012 il numero di collegamenti giornalieri è passato da 838 a 895 corse, con un aumento del 7%.

• *Aumenta l'offerta e la qualità del trasporto verso Fiumicino.* Si tratta della principale porta d'entrata in Italia. È un obiettivo importante che la Regione si è prefissata anche in vista del Giubileo e in prospettiva dell'aumento degli arrivi che si registrerà. Sulle linee principali del Lazio, nel corso dell'ultimo triennio, i collegamenti sono stati incrementati del 7% ed è stato anche migliorato il comfort di viaggio per i pendolari.

• *20.000 posti in più al giorno per l'area metropolitana di Roma.* In questi due anni e mezzo c'è stato un incremento dell'offerta di 20.000 posti al giorno grazie al secondo passante e alla trasformazione di 3 linee regionali in linee al servizio anche dell'area metropolitana.

• *Nuovi treni innovativi e confortevoli.* Con questi nuovi treni più capienti e più frequenti si raggiunge un obiettivo strategico per una città come Roma che punta con forza sul turismo. E insieme migliora anche il servizio per i lavoratori che utilizzano la tratta. È un'altra innovazione che si aggiunge a quella dell'alta velocità fino all'aeroporto di Fiumicino introdotta lo scorso dicembre.

• *Aumenta la soddisfazione dei viaggiatori.* Nell'ultima rilevazione, a luglio, si è detto soddisfatto il 68,4% dei viaggiatori contro il 64,8%, periodo dell'anno precedente. Nell'estate 2012 le rilevazioni indicavano il 54% di viaggiatori soddisfatti, da allora ad

oggi l'incremento è di circa +14,4%. Obiettivo della Regione è rinnovare entro il 2020 l'intero materiale rotabile.

“Siamo al giro di boa, a distanza di due anni abbiamo vinto la scommessa - lo ha detto il presidente, N. ZINGARETTI, che ha aggiunto: se fino al 2012 sono stati consegnati appena tre treni Vivalto, dalla primavera del 2013 ad oggi sono stati messi in servizio sulle linee regionali ben 17 nuovi treni, che hanno migliorato notevolmente il comfort e le capacità delle linee per i pendolari del Lazio” (*Comunicato stampa Regione Lazio*, 1 dicembre 2015).

TRASPORTI URBANI

Milano: rivoluzione nel trasporto su gomma, Atm avrà bus elettrici

“Milano sarà presto dotata di bus elettrici”. Questo è l'annuncio che il presidente e direttore generale di Atm, B. ROTA, ha lanciato dagli studi di Class CNBC (canale 507 della piattaforma di Sky) durante la trasmissione Caffè Affari, che andrà in onda domani 4 dicembre alle 9.45.

“Il Piano di investimenti 2016 di Atm si articolerà su tre piloni principali - ha spiegato ROTA -: l'acquisto di nuovi treni Leonardo per la linea verde e per la linea rossa; l'ampliamento del deposito di Gallarate; il primo ordine di bus elettrici e la prosecuzione del piano globale di rinnovo di mezzi di superficie”.

La gara, infatti, che sarà lanciata entro gennaio 2016, prevede che Atm si doti di 10 nuovi autobus urbani elettrici a tre porte e a pianale ribassato.

“E' un progetto importante, innovativo e anche piuttosto oneroso” ha detto a Class il presidente di Atm, che ha anche spiegato che i bus elettrici “costano quasi il doppio dei bus a gasolio, ma i miglioramenti di margine hanno liberato risorse cospicue che ci consentono di proseguire nel nostro importate program-

ma di investimenti che sono immediatamente percepibili dagli utenti, soprattutto in termini di qualità del servizio”.

La previsione di percorrenza per ciascun mezzo è di 45 mila km l'anno. I mezzi dovranno avere un'autonomia di almeno 150 km a impianto di climatizzazione inserito. “Procediamo con molta prudenza, perché è una tecnologia ancora in rapidissima evoluzione e vogliamo poter contare sulla possibilità di avvalerci di ogni novità” ha detto ROTA.

I bus saranno destinati alle linee del centro. L'avvio della procedura di gara avverrà a fine gennaio 2016, mentre le prime immatricolazioni dei bus saranno effettuate probabilmente entro la fine del 2016.

“Poter dislocare gli investimenti nel tempo è essenziale per cogliere tutte le novità, ma la vera novità - ha concluso ROTA - è che a Milano avremo i bus elettrici” (*Ufficio stampa Atm*, 3 dicembre 2015).

TRASPORTI INTERMODALI

Sardegna: rimodulazione Centro Intermodale Oristano

“Oggi abbiamo compiuto un altro passo in avanti per la realizzazione del nodo d'interscambio di Oristano - ha detto l'assessore DEIANA - un tassello importante del nostro disegno di riorganizzazione dei trasporti interni”.

Infatti è stata approvata dalla Giunta la rimodulazione del progetto per la costruzione del centro intermodale passeggeri di Oristano. Su proposta dell'assessore dei Trasporti M. DEIANA e di concerto con l'assessore della Programmazione, R. PACI, sono stati riformulati i contenuti tecnici, il cronoprogramma procedurale e quello di spesa dell'intervento, per un costo totale di 4.075.915 euro. Il finanziamento regionale è pari a 4 milioni, il cofinanziamento del Ministero per i beni culturali è di 75.915 euro. In subentro alla Provincia è stata inoltre individuata nel Comune

di Oristano la nuova stazione appaltante dei lavori.

Nell'articolazione del sistema complessivo della mobilità isolano, basato sulla centralità della rete ferroviaria, il centro intermodale rappresenta un punto di raccordo tra linee di differente livello e garantirà, oltre a un agevole trasbordo, anche adeguati servizi complementari all'utenza.

L'obiettivo principale del nuovo impianto dei trasporti sarà quello di rendere congruenti le direttrici stradali e ferroviarie e i servizi aerei, navali, automobilistici e su ferro, al fine di sostenere lo sviluppo economico e di connettersi con la rete nazionale ed europea (*Comunicato stampa Regione Sardegna*, 5 dicembre 2015).

INDUSTRIA

Vertice ed accordi tra FS Italiane ed Ferrovie Iraniane

Si rafforza la cooperazione del Gruppo FS Italiane con le RAI (Islamic Republic of Iran Railways) L'amministratore delegato di FS Italiane, R. MAZZONCINI, ha incontrato (fig. 2) a Piazza della Croce Rossa il Vice Ministro dei Trasporti e Presidente delle Ferrovie dell'Iran (RAI - Islamic Republic of Iran Railways), M.P. SEYED AGHAIE.

Al centro dell'incontro, la cooperazione del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane allo sviluppo della rete ferroviaria iraniana che conta oggi circa 13.000 km ed è oggetto di un imponente programma di ristrutturazione e costruzione di nuove linee ad alta velocità.

La collaborazione del gruppo FS Italiane con l'Iran risale al 2001 con la cooperazione fino al 2007 della società d'ingegneria del Gruppo FS Italiane, Italferr, con l'iraniana Metra Consulting Engineers Co.

Di recente, Italferr è stata selezionata per assistere le ferrovie iraniane in merito al progetto per l'alta velocità ferroviaria della linea Tehran-



(Fonte: Gruppo FSI)

Fig. 2 - La "tavola delle intese" tra Gruppo FSI e Ferrovie Iraniane.

Qom-Esfahan (410 km), ritenuta prioritaria nei piani di sviluppo del Governo dell'Iran.

Italferr è inoltre interessata all'elettificazione della linea Teheran-Mashhad (circa 1.000 km).

Italcertifer, la società di certificazione del Gruppo FS Italiane, sta invece lavorando al progetto preliminare del Centro Prove delle RAI, allo sviluppo delle attività di Independent Checking Engineering e di Certificazione ferroviaria e metropolitana (in collaborazione con Astaneh) e alla metropolitana di Mashhad (il Consorzio con Italcertifer - società di certificazione del Gruppo FS Italiane - è risultato "preferred bidder").

Ulteriori opportunità potrebbero derivare dalla collaborazione di FS Italiane con le RAI in progetti nei paesi vicini all'Iran e dal supporto alle Ferrovie iraniane nello sviluppo nell'installazione dell'ETCS - European Train Control System, il sistema di segnalamento automatico per la gestione, il controllo e la protezione del traffico ferroviario.

A questo proposito Ferrovie dello Stato Italiane e RAI stanno negoziando un Memorandum of Understanding di cooperazione (Comunicato stampa Gruppo FSI, 15 dicembre 2015).

NTV: il design del nuovo Pendolino

F. CATTANEO, Amministratore Delegato di Ntv e P.-L. BERTINA, Presidente e Amministratore Delegato di Alstom Ferroviaria hanno presentato (fig. 3), nella sede di NTV, il design e le caratteristiche tecniche del nuovo Pendolino che Alstom sta realizzando appositamente per l'operatore privato italiano.



(Fonte: Alstom)

Fig. 3 - F. CATTANEO ed P.-L. BERTINA alla presentazione del design del nuovo Pendolino per NTV.

Una vera strenna natalizia. Rosso fuoco, dalla linea accattivante, muso avveniristico (fig. 4) studiato per garantire elevata protezione al conducente in caso di impatto e migliori prestazioni aerodinamiche. Il nuovissimo design del treno (fig. 5) è curato dal centro Design & Styling di Alstom, che ha già curato lo stile (esterni) dell'AGV Italo. Gli interni verranno scelti e presentati nei prossimi mesi.

Il Pendolino è progettato per essere un treno verde, grazie alla sua elevata riciclabilità, capace di garantire ridotte emissioni in atmosfera di CO₂. La motorizzazione ripartita ottimizza le fasi di frenatura e accelerazione di ogni vettura, permettendo di diminuire il livello di consumo di energia (Comunicato stampa NTV, 17 dicembre 2015).

OICE: ancora un mese in forte ribasso con -36,8% su novembre 2014

In novembre non si ferma il calo del mercato, -36,8% su novembre 2014, negli undici mesi del 2015 il valore delle gare pubblicate scende del 14,5% sugli stessi mesi del 2014. Questo, in estrema sintesi, è quanto



(Fonte: Alstom)

Fig. 4 - Vista frontale del nuovo pendolino di Alstom per NTV.

emerge dall'aggiornamento al 30 novembre dell'osservatorio OICE-Informatel sul mercato pubblico dei servizi di ingegneria e architettura.

Infatti le gare rilevate nel mese di novembre sono state 320 (di cui 28 sopra soglia), per un importo com-

pletivo di 36,9 milioni di euro (26,1 sopra soglia). Rispetto a novembre 2014 il numero dei bandi cresce dello 0,6% (-20,0% sopra soglia e +3,2% sotto soglia) mentre il loro valore, come detto, cala del 36,8% (-43,0% sopra soglia e -14,1% sotto soglia).



(Fonte: Alstom)

Fig. 5 - Vista laterale del nuovo pendolino di Alstom per NTV.

Negli undici mesi del 2015 sono state indette complessivamente 3.587 gare (di cui 306 sopra soglia), per un valore complessivo di 407,8 milioni di euro (274,5 sopra soglia). Il confronto con lo stesso periodo del 2014 è negativo: mentre il numero delle gare sale del 4,9%, il loro valore scende del 14,5%.

“Sono ormai cinque i mesi consecutivi di discesa del mercato – ha dichiarato P. LOTTI, Presidente OICE, commentando i dati dell'osservatorio – siamo di fronte ad un cambio di direzione rispetto alla pur timida ripresa del 2014, questo ci preoccupa molto, perché ci sembra di vedere un disimpegno della Pubblica Amministrazione dagli investimenti in infrastrutture. Il dato negativo dei servizi puri di ingegneria è confermato dal vero e proprio crollo delle gare di esecuzione di lavori e servizi di ingegneria e architettura (appalti integrati, finanza di progetto e concessioni) che negli undici mesi del 2015 perdono il 45,2% rispetto all'anno precedente. Continuando così non sembra che si possa neanche lontanamente parlare di ripresa. Se a questo aggiungiamo che la quota di servizi di ingegneria e architettura svolta dalle amministrazioni al loro interno o tramite modelli in house, soprattutto a livello locale, raggiunge più di 2/3 del mercato complessivo, capiamo bene come le società, gli studi e i professionisti difficilmente possono guardare al 2016 con ottimismo. In questo contesto – ha continuato P. LOTTI – attendiamo con fiducia il varo del ddl di riforma degli appalti pubblici da cui stimiamo, con l'abolizione del 2% di incentivo ai tecnici della P.A. che progettano, che possano essere messi sul mercato almeno 200 milioni di progettazione, se è vero che il totale dei servizi di ingegneria e architettura svolti in house ammonta a circa 1,3 miliardi e se si presume che l'assenza di incentivo porti a mettere in gara le prestazioni progettuali. Sarebbe questo un grandissimo risultato per il quale l'OICE si è fortemente battuta in questi ultimi 15 anni e che, unitamente alla limitazione dell'appalto integrato, dovrebbe ridare spazi di mercato ai proget-

tisti e, soprattutto, maggiore qualità alle progettazioni. Tutto questo, ad oggi, – ha concluso il Presidente OICE – è purtroppo ancora un auspicio che deve essere concretizzato dal varo del ddl e dall'adozione del decreto delegato”.

Tornando ai dati dell'osservatorio si nota che sono sempre eccessivi i ribassi con cui le gare vengono aggiudicate: in base ai dati raccolti a novembre il ribasso medio sul prezzo a base d'asta, per le gare indette nel 2014, è al 29,7%. Le prime informazioni sulle principali gare indette nel 2015 e già aggiudicate ci danno un ribasso medio del 38,1%.

La posizione dell'Italia rispetto agli altri paesi europei si rileva dal numero delle gare italiane pubblicate sulla gazzetta comunitaria, che è passato dalle 318 dei primi undici mesi del 2014 alle 306 del 2015, - 3,8%. Nell'insieme dei Paesi dell'Unione Europea la domanda di servizi di ingegneria e architettura presenta, nello stesso periodo, una forte crescita, +29,2%. Sempre molto modesta, all'1,8%, la quota del nostro Paese sul numero totale delle gare pubblicate, risultando di gran lunga inferiore rispetto a quella di Paesi di paragonabile rilevanza economica: Francia 32,4%, Germania 19,5%, Polonia 10,4%, Svezia 4,8%, Gran Bretagna 4,8%.

L'andamento delle gare miste, cioè di progettazione e costruzione insieme (appalti integrati, general contracting, project financing, concessioni di realizzazione e gestione), scende in valore e in numero: il valore messo in gara tra gennaio e ottobre cala del 45,2% rispetto ai primi undici mesi del 2014, mentre il numero cala del 3,9%. Negli stessi mesi anche gli appalti integrati, considerati da soli, hanno lo stesso andamento: calano del 49,1% in valore e del 4,7% in numero. Il valore dei servizi di ingegneria e architettura compresi nei bandi per appalti integrati rilevati in tutto il 2015 è stato di circa 89,5 milioni di euro (*Comunicato stampa OICE*, 15 dicembre 2015).

VARIE

Milano: primo “lost & found” digitale sulle auto in car sharing

FindMyLost, il primo Lost & Found Social, e Share'Ngo, il primo car sharing elettrico a flusso libero, annunciano oggi l'avvio della loro collaborazione volta alla gestione digitale degli oggetti smarriti e ritrovati sulle macchine elettriche di Share'Ngo in tutta Italia tramite la WebApp FindMyLost.

Il funzionamento del servizio sarà ultra semplice e veloce: quando un utente di Share'Ngo troverà un oggetto smarrito in auto potrà registrarsi gratuitamente alla piattaforma, anche tramite Facebook, e da remoto con il proprio smartphone caricare la foto e compilare alcuni campi che ne contraddistinguono le caratteristiche principali, tra cui luogo e data di ritrovamento. A fine giornata gli operatori della logistica di Share'Ngo caricheranno a loro volta sulla piattaforma gli oggetti rinvenuti nelle macchine.

Chi avrà perso un oggetto, potrà dunque cercarlo seguendo il medesimo iter ed - una volta che l'oggetto verrà identificato dal sistema - entrare in contatto, sempre attraverso il proprio account sul sito, o con l'utente ritrovatore o con la centrale operativa per accordarsi sulle modalità di restituzione.

Per ogni oggetto smarrito e restituito al legittimo proprietario tramite la piattaforma, Share'Ngo potrà premiare l'impegno dell'utente-ritrovatore, la sua cortesia e la sua onestà con un bonus sotto forma di minuti di guida gratuiti. Il servizio è disponibile in italiano e inglese.

L'obiettivo di FindMyLost e Share'Ngo è aumentare il tasso di restituzione degli oggetti smarriti e rinvenuti tramite un servizio all'avanguardia ed efficiente, utile nella quotidianità di cittadini e turisti, creando al contempo valore aggiunto per la comunità e le istituzioni.

Ideato dalla bocconiana E. BELLACICCA, il servizio è stato lanciato durante Expo Milano 2015 nella versione beta. In EXPO 2015 sono stati persi e rinvenuti circa 10.000 oggetti e restituiti il 30%. Al momento la piattaforma gestisce circa 37.000 oggetti presenti nel database del Comune di Milano. Alimentata dagli oggetti ritrovati dai singoli cittadini e integrata con i database degli uffici oggetti rinvenuti, la piattaforma permette di identificare in tempi brevi il legittimo proprietario di ciascun oggetto smarrito.

La partnership con FindMyLost - una start-up tutta milanese e guidata da una giovane manager che ha lasciato il mondo della finanza per realizzare qualcosa che non c'è - è per Share'Ngo la cosa più naturale al mondo - ha dichiarato L. MORTARA, Direttore Mkt di Share'Ngo - una iniziativa che aiuteremo a crescere anche perché l'onestà e la cortesia sono tra i nostri valori fondativi, quelli che tutti i giorni promuoviamo tra i nostri “equomobilisti”.

“La partnership con Share'Ngo rappresenta il nostro ingresso nel mondo della mobilità. Ogni giorno svariati oggetti vengono dimenticati all'interno delle macchine e prima di oggi non esisteva uno strumento efficiente che permettesse di riottenere il proprio bene con 2 click, inclusa la possibilità di consegna. FindMyLost è stato sviluppato con una finalità e con modalità di utilizzo “social” per facilitare l'interazione nella community di cittadini, istituzioni private e pubbliche”, commenta E. BELLACICCA, CEO & Founder di FindMyLost (*Comunicato stampa FindMyLost e Share'Ngo*, 16 dicembre 2015).

Roma: nuovi laboratori per la Facoltà di Ingegneria della Sapienza

Una sede della facoltà di ingegneria a pochi passi dalla stazione Roma Tiburtina, lato Pietralata è il risultato dell'accordo fra il Gruppo FS Italiane e Sapienza Università di Roma.

È stato siglato, presso il rettorato della Sapienza, l'accordo di compra-

vendita, tra l'Università di Roma e Rete Ferroviaria Italiana, dell'edificio situato all'interno dell'area destinata al parco pubblico lato Pietralata.

Alla firma erano presenti il rettore della Sapienza E. GAUDIO, l'amministratore delegato C. DE VITO di FS Sistemi Urbani, società del Gruppo FS Italiane che cura la valorizzazione urbanistica delle aree e il direttore generale di Sapienza Università C. MUSTO D'AMORE.

L'area venduta ha un'estensione di 6.400 m² e un'edificabilità complessiva di 4.200 m².

Il lotto è parte di un'area urbana di 92 ettari, che per due terzi è di proprietà di Rete Ferroviaria Italiana e per un terzo di Roma Capitale. Un ampio spazio che sarà completamente trasformato, determinando un processo di valorizzazione di un quadrante strategico per la Capitale.

Si aggiunge un altro tassello importante di sviluppo urbano, in un'area caratterizzata, negli ultimi anni, da una profonda trasformazione strettamente legata alla realizzazione della nuova stazione Roma Tiburtina.

La Sapienza conclude così un lungo iter, iniziato nel 2011 e volto all'ampliamento degli spazi per le esigenze dei laboratori didattici e scientifici della facoltà di Ingegneria Civile e industriale.

L'immobile, di proprietà di Rete Ferroviaria Italiana, denominato Comparto C10, in via dei Monti di Pietralata, è stato inserito nel Piano di assetto delle aree della Stazione Tiburtina le cui destinazioni d'uso previste dal Piano urbanistico sono prevalentemente di tipo direzionale e, in minor parte, commerciale.

L'intervento mira alla realizzazione di un ambiente polifunzionale

per lo sviluppo dell'attività di didattica e di ricerca della Facoltà di Ingegneria Civile ed Industriale. La posizione strategica dell'immobile situato in prossimità della stazione Tiburtina lo rende adatto ad ospitare congressi e altri tipi di attività seminari e mira anche a decongestionare la sede di via Eudossiana che, a causa dei numerosi vincoli strutturali ed architettonici, non consente l'allestimento di laboratori sperimentali adeguati alle moderne esigenze di ricerca.

Il lotto in vendita è parte integrante di un nodo infrastrutturale di importanza strategica per la città grazie all'interscambio modale a livello urbano, regionale, nazionale: da un lato la nuova stazione Roma Tiburtina e dall'altro la Nuova Circonvallazione Interna (*Comunicato stampa RFI*, 16 dicembre 2015).

AVVISO PER GLI ABBONATI

Rinnovo Abbonamenti – Anno 2016

Si comunica ai Signori lettori che intendono rinnovare gli Abbonamenti per l'anno 2016 che gli importi sono stati modificati (consultare pagina 88).

Si ricorda che gli abbonamenti scadono il 31 dicembre 2015, pertanto si prega di rinnovare i suddetti entro il 31 gennaio 2016.

I versamenti potranno essere eseguiti con le seguenti modalità:

- CC/P n. 31569007 intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario intestato al CIFI: Unicredit Banca – Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN: IT 29 U 02008 05203 00010 1180047 Codice BIC SWIFT: UNCRITM1704;
- mediante pagamento online collegandosi al sito www.cifi.it;
- tramite Carta Bancomat.

AGENDA FERROVIARIA CIFI 2016

È stata pubblicata l'AGENDA FERROVIARIA 2016 dedicata, come ogni anno, alle principali ricorrenze ferroviarie.

CONTENUTI

I	Indice e presentazione del Presidente
II	Avvenimenti e celebrazioni dell'anno
III	Organigramma del C.I.F.I. con indirizzi e numeri telefonici
IV	Elenco Soci Collettivi del C.I.F.I.
V	Pagine pubblicitarie (distribuite nel testo)
VI	Pagine Agenda settimanale
VII	U.I.C.,UITP, UNIFE, Amministrazioni Ferroviarie Europee ed altre Organizzazioni del trasporto su rotaia
VIII	Commissione Europea, Direzione Generale Energia e Trasporti, ERA, ANSF
IX	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Dipartimento dei Trasporti Terrestri
X	Gruppo FS - altre Imprese Ferroviarie - Interporti - Porti
XI	Assessorati Regionali Trasporti - Società di Trasporto Pubblico Locale
XII	Organizzazioni sindacali, sociali e culturali del settore trasporti
XIII	Ordini degli Ingegneri
XIV	Elenco Soci SIDT (Società Italiana Docenti Trasporti)
XV	Repertorio Industrie
XVI	Indice alfabetico dei nominativi dei dirigenti nominati nell'Agenda
XVII	Rubrica telefonica

In relazione alle attuali normative sulla privacy, è possibile che alcuni Organigrammi possano avere variazioni rispetto all'edizione 2016.

Il costo dell'Agenda è fissato in € 20.00 comprensive di IVA 22% e spese di spedizione (€ 16,00 per i Soci CIFI).

Per le inserzioni pubblicitarie, gli interessati possono prendere contatti con la Sig.ra Grillo (Tel. 06/4742986 - Fax 06/4742987) e-mail: biblioteca@cifi.it nonché consultare il sito www.cifi.it.

Per ordinativi è richiesto l'invio di pagamento anticipato mediante:

- ccp. N. 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani Via Giolitti 48 00185 Roma;
- Bonifico Bancario sul C/C N 000101180047 intestato al CIFI presso UNICREDIT BANCA AG. ROMA ORLANDO Via Vittorio Emanuele Orlando 70 00185 Roma IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047 codice BIC SWIFT: UNCRITM1704;
- pagamento on-line.

SCHEDA DATI AZIENDE

Denominazione Sociale

Indirizzo – Sede Legale

Sede Commerciale

Telefono..... email Sito Internet.....

Produzione o Attività Imprenditoriale:

.....
.....

Presidente Tel.....

Amm. Del./Dir.Gen Tel.....

Altra Funzione.....Tel.....

Per ulteriori contatti Sig.ra GRILLO – Tel. 06/4742986-06/4882129

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA (RAILWAY TRANSPORTATION)

Belgio: 1.362 nuove vetture a due piani per le SNCB

Il consorzio Bombardier Transportation - Alstom, ha firmato un contratto quadro con le Ferrovie Belghe (SNCB) per la fornitura fino ad un massimo di 1.362 carrozze a due piani di tipo M7 (fig. 1). L'ordine totale è stimato al 3,3 miliardi, di cui la quota Bombardier vale circa 2,1 miliardi di euro, mentre la quota di Alstom è circa 1,2 miliardi di euro.

Il primo ordine comprende la progettazione e la produzione di 445 vetture per un valore di circa 1,3 miliardi. La quota di Bombardier ha un

valore di 787 milioni di euro, mentre la quota di Alstom ha un valore di 471 milioni di euro. Le consegne di questo primo ordine si svolgeranno tra settembre 2018 e 2021. Il contratto quadro comprende opzioni per un massimo di 917 vetture supplementari.

Il sito di Bombardier a Bruges (Belgio), fornirà 65 vetture di testa multifunzionali e 290 vetture rimorchiate. Alstom progetterà e costruirà 90 vetture motorizzate nel sito Valenciennes (Francia), mentre con il supporto del sito di Charleroi (Belgio) Alstom svilupperà e produrrà il sistema di segnalamento ETCS livello 2 per la totalità della flotta.

Questi nuovi treni aumenteranno la capacità complessiva di SNCB andando ad aggiungere ulteriori

145.000 posti a sedere. I treni saranno in grado di funzionare ad una velocità fino a 200 km/h e viaggeranno su tutte le linee principali del Belgio, attraversando il confine fino ai Paesi Bassi e nel Lussemburgo, viaggiando anche su alcune linee ad alta velocità. Il concetto delle vetture M7 è basato su quello a due piani M6, riconosciute per la loro popolarità e affidabilità, di cui 492 già consegnate dalla stesso consorzio Bombardier-Alstom.

Gli interni completamente riprogettati, nelle carrozze di prima e seconda classe, sono stati approvati dal cliente dopo aver consultato oltre 200 rappresentanti di diversi gruppi di utilizzatori. I nuovi interni e il nuovo sistema di informazione passeggeri aumenteranno il livello di comfort dei viaggiatori, mentre le vetture di testa multifunzione saranno facilmente accessibili ai disabili ed avranno uno spazio per le biciclette.

Le vetture M7 sono estremamente flessibili. Esse possono funzionare sia come M7 EMU o essere traccinate da locomotrici composte da vetture a doppio piano M7 e M6. Un sistema di diagnostica predittiva permette di migliorare le attività di manutenzione, riducendone i costi del ciclo di vita.

Grazie a queste caratteristiche, i treni a doppio piano di nuova generazione rappresentano una delle soluzioni più convenienti per i clienti (*Comunicato stampa Bombardier*, 18 dicembre 2015).

Belgium: 1,362 new double-decker cars for SNCB

Bombardier Transportation - Alstom consortium, signed a framework contract to supply up to 1,362 M7 (fig. 1) double deck cars to the Belgian National Railways (SNCB-NMBS). The total order is valued at 3.3 billion euro (\$3.6 billion US). Bombardier's part is worth around 2.1 billion euro (\$2.3 billion US) while Alstom's share is worth 1.2 billion euro (\$1.3 billion US).

The first firm order signed includes the design and manufacturing of 445



(Fonte - Source: Alstom)

Fig. 1 - Belgio: il nuovo materiale rotabile per SNCB fornito dal consorzio Alstom-Bombardier.

Fig. 1 - Belgium: new rolling stock for SNCB provided by the consortium Alstom-Bombardier.

cars and is valued at approximately 1.3 billion euro (\$1.4 billion US). Bombardier's share is valued at 787 million euro (\$853 million US) while Alstom's share is valued at 471 million euro (\$511 million US). Deliveries for this first order will take place between September 2018 and 2021. The frame contract includes options for up to 917 additional cars.

Bombardier's site in Bruges (Belgium), will provide 65 multifunctional steering cars and 290 trailer cars. Alstom will design and build 90 motorized cab cars in its Valenciennes site (France) with the support of its electrical and signalling centre of excellence based in Charleroi (Belgium). Alstom will also develop and produce the ETCS level 2 system to equip the total fleet.

These new trains will increase the overall capacity on SNCB-NMBS' network by adding an additional 145,000 seats. The trains will be able to run at speeds of up to 200 km/h and will operate on all Belgian mainlines, cross border with the Netherlands and Luxembourg, including on some high speed lines. The M7 concept is based on the very successful and highly reliable M6 double deck cars, of which 492 were delivered by the same Bombardier - Alstom consortium. The completely redesigned interior of both first and second class cars was validated by the customer after consulting over 200 representatives from different user groups. The new interior and an improved passenger information system will provide travellers with enhanced passenger comfort while the multifunctional steering cars will feature wheelchair access and space for bicycles.

The M7 cars are fully flexible. They can be operated either as M7 EMU 's or as loco-hauled trains composed of both M7 and existing M6 double deck cars. A predictive train diagnostic system will improve preventive maintenance activities and reduce the life cycle costs. These extra features turn this new generation double deck trains into one of the most cost-effective solutions for our customer (Press Release Bombardier, December 18th, 2015).

India: nuove loco elettriche per i trasporti nazionali

Alstom ha firmato due contratti in India per un totale di oltre 3,7 miliardi di euro. Il primo contratto, che prevede la fornitura di 800 locomotive elettriche (fig. 2) e servizi di manutenzione associati, è stato firmato, a seguito del ricevimento di una lettera di assegnazione in data 9 novembre 2015, con le Ferrovie indiane alla presenza di A. JAITLEY, Ministro delle Finanze, S.P. PRABHAKAR, Ministro delle Ferrovie, N. SITHARAMAN, Segretario di Stato del Commercio e dell'Industria, M. SINHA, Segretario di Stato per le ferrovie, H. POUPART-LAFARGE, Vice Presidente Esecutivo di Alstom, D. POULIQUEN, Senior Vice President Alstom Asia-Pacifico, e B. SALHOTRA, amministratore delegato di Alstom per l'India e l'Asia meridionale.

Il secondo contratto è stato firmato con DFCCIL (Dedicated Freight Corridor Corporation of India Ltd.) e prevede la fornitura di un sistema di elettrificazione, segnalamento e telecomunicazioni per una parte del corridoio dedicato al tra-

sporto merci (Dedicated Freight Corridor - DFC) (Comunicato stampa Alstom, 30 novembre 2015).

India: new electric locomotives for national transport

Alstom has signed two contracts in India for a total of over 3.7 billion Euros. The first contract, for the supply of 800 electric locomotives (fig. 2) and maintenance services associated, has been signed, following receipt of a letter of assignment on Nov. 9, 2015, with the Indian Railways in the presence of A. JAITLEY, Minister of Finance, S. PRABHAKAR PRABHU, Minister of Railways, N. SITHARAMAN, Secretary of State for Trade and Industry, M. SINHA, Secretary of State for Railways, H. POUPART-LAFARGE, Executive Vice-President of Alstom, D. POULIQUEN, Senior Vice President Alstom Asia Pacific, and B. SALHOTRA, CEO of Alstom for India and South Asia.

The second contract was signed with DFCCIL (Dedicated Freight Corridor Corporation of India Ltd.) and provides for the supply of a system of electrification, signaling and telecommunications for the hall dedicated to



(Fonte - Source: Alstom)

Fig. 2 - L'idea Alstom della nuova locomotiva elettrica da fornire alle Ferrovie Indiane, per i trasporti nazionali.
 Fig. 2 - The "Alstom's" idea new electric locomotive to be supplied to Indian Railways, for national transport.

freight (Dedicated Freight Corridor - DFC) (Press Release Alstom, November 30, 2015).

TRASPORTI URBANI (URBAN TRANSPORTATION)

Algeri: l'automazione della rete ferroviaria metropolitana

Siemens è in grado di fornire i sistemi di segnalamento, di sicurezza e di controllo per i 140 km della rete a lunga distanza nell'area metropolitana di Algeri. L'ordine sarà realizzato da ESTEL RA, una joint venture della statale algerina Ferrovie SNTF (Société Nationale des Transports Ferroviaires) e Siemens. "Come produttori in ambito ferroviario, stiamo fornendo la tecnologia state-of-the-art in Algeria: servizi ferroviari transfrontalieri fino a 160 km/h per passeggeri e merci, collegamenti più brevi e una maggiore utilizzazione della linea", afferma J. EICKHOLT, CEO della divisione Mobility di Siemens. Il volume degli ordini per Siemens è pari a circa 340 milioni di euro ed è il più grande ordine di automazione ferroviaria che l'azienda abbia acquisito.

Con oltre tre milioni di abitanti, Algeri è la città più grande del paese e, allo stesso tempo, il più importante snodo algerino dei trasporti. L'espansione della rete ferroviaria è stata progettata per traghettare il traffico dalla strada alla rotaia, riducendo così la congestione quotidiana nell'area metropolitana di Algeri e migliorare la mobilità degli abitanti della città. La messa in esercizio è prevista per la fine del 2019. La rete ferroviaria comprende 18 stazioni ed è progettata per trasporto delle merci e dei passeggeri. Le linee vanno dotate di sistemi di segnalamento, di sicurezza e di controllo, nonché degli apparati per smistamento e telecomunicazioni. Siemens sta fornendo la prima fase di estensione del sistema ETCS European Train Control. Ciò consentirà velocità fino a 160 km/h e permetterà la circolazione dei treni a intervalli più brevi, aumentando così la cosiddetta produttività. Siemens sta fornendo attrezzature di smista-

mento automatico per l'esercizio merci che ottimizzerà la movimentazione con la più moderna tecnologia di carico/scarico. Inoltre, personale locale appartenente all'operatore ferroviario riceverà una formazione su come gestire e mantenere il nuovo sistema.

Il governo algerino sta investendo in infrastrutture nel paese come parte di un pacchetto di stimolo economico quinquennale. Uno dei "focus" è sulla espansione e la costruzione del sistema di trasporto pubblico. Negli ultimi anni, Siemens ha già fornito ETCS sistemi per i collegamenti ferroviari da linea principale da Boughezoul a M'Sila ea Tissemsilt, Mecheria a El Bayadh, Djelfa a Laghouat, e Beni Mansour a Bejaia di segnalazione, così come per l'Algeria di cui si ricorda per importanza la linea ferroviaria merci tra Senia e il porto di Arzew (*Comunicato stampa Siemens, 7 dicembre 2015*).

Algiers: automation of metro railway network

Siemens is to supply the signaling, safety and control systems for the 140 km long distance rail network in the Algiers metropolitan area. The order will be carried out by ESTEL RA, a joint venture of state-run Algerian Railways SNTF (Société Nationale des Transports Ferroviaires) and Siemens." As rail automation market producers, we are supplying state-of-the-art technology to Algeria: cross-border rail services at up to 160 km/h for passengers and freight, shorter headways and greater line utilization", says J. EICKHOLT, CEO of the Mobility Division at Siemens. The order volume for Siemens amounts to some 340 million euros and is the biggest rail automation order that the company has ever won.

With over three million inhabitants, Algiers is the country's largest city and, at the same time, Algeria's most important transport hub. Expanding the railway network is designed to shift traffic from road to rail, thus reducing the daily congestion in the greater Algiers area and improving the mobility of the city's inhabitants.

Network commissioning is planned for the end of 2019. The railway network includes 18 stations and is designed for both goods and passenger transport. It is to be equipped with signaling, safety and control systems, as well as shunting and telecommunications technology. Siemens is supplying the first expansion stage of the ETCS European Train Control System. This permits speeds of up to 160 km/h and enables trains to travel at shorter intervals, thus increasing so-called throughput. Siemens is supplying automated shunting equipment for the freight line which will optimize goods handling with modern cargo technology. In addition, the Algerian rail operator personnel will receive training in how to operate and maintain the new system.

The Algerian government is investing in the country's infrastructure as part of a five-year economic stimulus package. One focus is on the expansion and construction of the public transportation system. In recent years, Siemens has already provided ETCS signaling systems for the mainline railway links from Boughezoul to M'Sila and to Tissemsilt, Mecheria to El Bayadh, Djelfa to Laghouat, and Beni Mansour to Bejaia, as well as for Algeria's all-important rail freight line between Senia and the Port of Arzew (Siemens Press Release Siemens, December 7th, 2015).

TRASPORTI INTERMODALI (INTERMODAL TRANSPORTATION)

Svizzera: PCC Hupac e Kombiverkehr lanciano un servizio intermodale congiunto ferroviario

In futuro, gli operatori PCC Intermodal SA, Hupac Intermodal SA e Kombiverkehr KG lavoreranno in stretta collaborazione sul corridoio di trasporto tra la Ruhr e la Polonia, fornendo un prodotto treno giunto accanto ai propri servizi esistenti.

A decorrere dal 4 gennaio 2016, un nuovo treno diretto con capacità fino a 1200 tonnellate di carico verrà eseguito in ogni direzione tra il terminale DUSS a Duisburg e Kutno

quattro volte alla settimana, e due volte a settimana con una sosta a Poznan Franowo. RBH, una controllata di DB Schenker Rail, fornirà la trazione per i treni da parte tedesca, e DB Schenker Rail Polska farà lo stesso sul versante polacco. I tempi di chiusura per l'accettazione sono ritardati ai tempi di presa in carico sono velocizzati a Duisburg e Kutno, facilitando così l'ottimizzazione dell'esercizio nella regione. Ci sono opzioni per il trasporto in avanti da Duisburg e Kutno che prevedono di fare uso di servizi nazionali ed internazionali degli operatori esistenti.

“Integrando i volumi di vettura correnti di tutti e tre gli operatori in un treno comune, i clienti del prodotto in spedizione internazionale avranno maggiori opportunità di inviare le merci per ferrovia, che è conveniente e rispettoso del clima”, spiega P. DANNEWITZ, Sales Manager di Kombiverkehr KG.

“Con quattro partenze alla settimana in ogni direzione, offriamo ai nostri clienti un prodotto di alta qualità con prezzi vantaggiosi”, sottolinea A. GRISONE, Direttore Sviluppo Rete della svizzera Hupac Intermodal SA.

“Questo servizio congiunto tra Duisburg e Kutno, infine, ci permette di offrire ai clienti un collegamento competitivo e affidabile, che collega la Regione della Ruhr con il Sud della Polonia, nei centri industriali nelle aree di Breslavia, Katowice e Rzeszów”, aggiunge Z. KIERKOWSKI, Direttore Vendite di PCC Intermodal SA (Comunicato stampa Hupac, 14 dicembre 2015).

Switzerland: PCC Intermodal, Hupac and Kombiverkehr launch a joint train product

In future the operators PCC Intermodal SA, Hupac Intermodal SA and Kombiverkehr KG are to work in close cooperation on the transport corridor between the Ruhrgebiet and Poland, providing a joint train product alongside their own existing services.

With effect from 4 January 2016, a new direct train with capacity for up

to 1200 tonnes of cargo will run in each direction between the DUSS terminal in Duisburg and Kutno four times a week, and twice a week with a stop in Poznan Franowo. RBH, a subsidiary of DB Schenker Rail, will be providing the traction for the trains on the German side, and DB Schenker Rail Polska will be doing the same on the Polish side. The closing times for acceptance are late and the pick-up times early in Duisburg and Kutno, thus facilitating the optimization of vehicle operations in the region. There are options for onward transport from Duisburg and Kutno to make use of the operators' existing national and international services.

“By bundling the current consignment volumes of all three operators into one joint train product customers in international forwarding will have more opportunities to send shipments by rail, which is both cost-efficient and climate-friendly,” says P. DANNEWITZ, Sales Manager at Kombiverkehr KG.

“With four departures per week in each direction, we offer our customers a high quality product with attractive prices,” emphasizes A. GRISONE, Director Network Development of the Swiss Hupac Intermodal AG.

“This joint product between Duisburg and Kutno, finally allows us to offer the customers complete competitive and reliable connection, linking Ruhr Area with Southern Poland's industrial centers areas of Wrocław, Katowice and Rzeszów.”, adds Z. KIERKOWSKI, Sales Director of PCC Intermodal S.A (Hupac Press release Hupac, December 14th, 2015).

INDUSTRIA (MANUFACTURES)

Cina: 80 “Sleeper Train Cars” ad alta velocità di nuova generazione

Bombardier Transportation ha annunciato che la sua joint venture cinese, Bombardier Sifang (Qingdao) Transportation Ltd. (BST), si è aggiudicata un altro contratto con China Railway Corporation (CRC) per la

fornitura di 80 CRH1E-250 le nuove carrozze-letto per esercizio ad alta velocità da utilizzare nei servizi nazionali sulla rete ad alta velocità in rapidissima crescita. Il contratto ha un valore di circa 1,1 miliardi di RMBs cinesi (€ 152.000.000, 165.000.000 \$ USA). Le 80 vetture saranno configurati in cinque convogli a 16 moduli.

Bombardier detiene il 50% delle azioni di BST, consolidata dal partner di Bombardier Transportation CSR Sifang rotabile Co., Ltd.

Nel settembre del 2015, BST ha anche vinto un contratto per la costruzione di 15 treni ad otto moduli CRH380D, treni per esercizio ad altissima velocità. Questi ordini riflettono la fiducia che le Ferrovie Cinesi ripongono in Bombardier e nei prodotti di bordo di BST. Questo rappresenta anche il secondo ordine che la BST ha vinto in Cina. Il primo, assegnato dal Ministero cinese delle Ferrovie (MOR) per venti treni a 16 moduli nel 2007, è stato consegnato nel 2010.

J. ZHANG, presidente di Bombardier Cina ha espresso che “Il servizio ferroviario e domanda di trasporto in Cina rappresenta la più forte concorrenza a livello mondiale. Siamo molto orgogliosi del fatto che Bombardier sia stato scelto dai clienti cinesi per fornire treni ad alta velocità così come molte altre soluzioni avanzate per la mobilità su rotaia. Oggi, Bombardier detiene una presenza di primo livello in questo interessante mercato e ci siamo impegnati a continuare il nostro successo sostenibile in Cina”.

I cinque nuovi convogli di 16 moduli saranno parte integrante della evoluzione della capacità ferroviaria ad alta velocità in Cina. Con una velocità operativa di 250 km/h, i treni EMU sono appositamente progettati per servizio di pernottamento e dotati di posti letto. Questi convogli (estesi per una lunghezza complessiva di 430 m) rappresentano un sofisticato mix di nuovi concetti modulari e tecnologia collaudati in una applicazione unica. Le carrozze-letto ad alta velocità potranno offrire ai viaggiato-

ri durante la notte un livello avanzato di comfort, comodità e efficienza durante il "trip-time" in una regione in cui viaggi in treno a lunga percorrenza sono comuni.

I convogli sono alimentati da un sistema di trazione e di comando e controllo della serie MITRAC, fornito da una joint venture cinese di Bombardier separata, la Bombardier CPC Propulsion System Co. Ltd. (BCP). I convogli saranno prodotti presso gli impianti di produzione e trasporto di Bombardier di Sifang nel Qingdao. Il "Project management" si svolgerà a Qingdao e nei centri di Bombardier in Europa (Comunicato stampa Bombardier, 18 dicembre 2015).

China: 80 High Speed New Generation Sleeper Train Cars

Bombardier Transportation announced today that its Chinese joint venture, Bombardier Sifang (Qingdao) Transportation Ltd. (BST), has been awarded another contract with China Railway Corp. (CRC) to supply 80 CRH1E-250 high speed new generation sleeper train cars for the country's rapidly growing high speed network. The contract is valued at approximately 1.1 billion Chinese RMBs (152 million euro, \$165 million US). The 80 cars will be configured into five 16-car trainsets.

Bombardier owns 50% of the shares in BST, which is consolidated by Bombardier Transportation's partner CSR Sifang Rolling Stock Co., Ltd.

In September of 2015, BST also won a contract to build 15 eight-car CRH380D very high speed trains. These orders reflect the confidence China Railways has in BST's leading edge technology and products. It is also the second sleeper order which BST has won from China. The first one, awarded by the Chinese Ministry of Railways (MOR) for twenty 16-car trains in 2007, was delivered in 2010.

J. ZHANG, President of Bombardier China expressed, "China's railway and urban mass transit market represents the world's most fierce competition. We are very proud that Bombardier

has been chosen by the Chinese customers to provide high-speed trains as well as many other advanced rail mobility solutions. Today, Bombardier holds a top level presence in this exciting market and we are committed to continuing our sustainable success in China."

The five new 16-car trainsets will be an integral part of an evolving high speed rail capability in China. With an operating speed of 250 km/h, the EMU trains are specially designed for overnight service and fitted with sleeping berth interiors. These trainsets (at an overall length of 430 m) represent a sophisticated mix of new modular concepts and proven technology in a unique application. The high-speed sleepers will offer overnight travelers an advanced level of comfort, convenience and trip-time efficiency in a region where long-distance train trips are common.

The trainsets are powered by a highly efficient Bombardier MITRAC propulsion and control system, supplied by a separate Bombardier Chinese joint venture, Bombardier CPC Propulsion System Co., Ltd. (BCP). The trainsets will be manufactured at Bombardier Sifang (Qingdao) Transportation production facilities in Qingdao, China. Project management will take place in Qingdao and at Bombardier centers in Europe (Press release Bombardier, December 18th, 2015).

Anie Confindustria: nel 2015 export italiano a +5%

Anche il 2016 si preannuncia ricco di opportunità internazionali per le imprese fornitrici di tecnologia aderenti ad ANIE Confindustria, l'Associazione che riunisce le imprese elettrotecniche ed elettroniche italiane.

Durante l'Open Day Attività Internazionali di ANIE Confindustria, tenutosi presso la sede milanese di ICE-Agenzia e giunto alla sua terza edizione, gli esperti hanno delineato la nuova mappa della crescita mondiale, dando ampio spazio ai mercati a maggiori potenzialità di sviluppo per le imprese del settore. Il consue-

to appuntamento annuale dedicato al tema dell'internazionalizzazione è stato l'occasione per fare il punto sui nuovi equilibri degli scenari economici globali, sull'evoluzione dell'economia italiana e dei settori industriali. Quest'anno un focus è stato dedicato all'Africa, area emergente di grande interesse per le imprese ANIE, e al tema della cooperazione allo sviluppo.

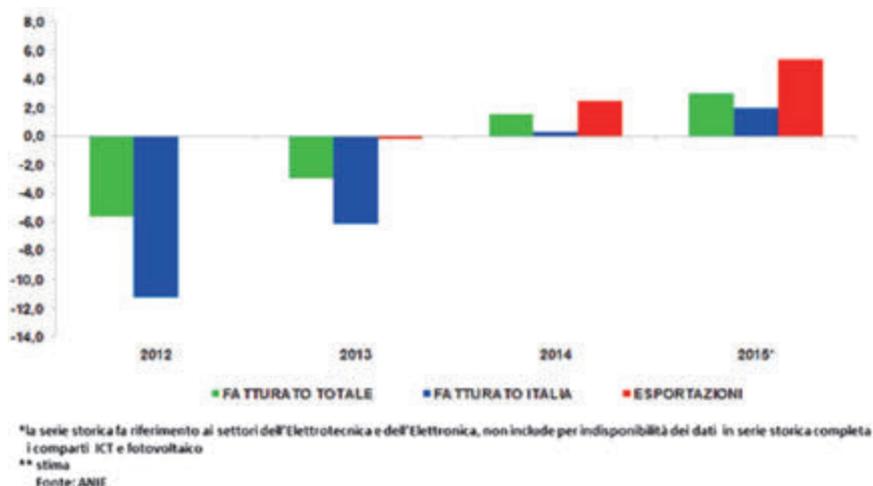
• *L'export resta trainante*

Dopo un triennio difficile, luci e ombre per l'Elettrotecnica e l'Elettronica italiana. Pur in uno scenario internazionale più debole, l'export resta trainante con i primi segnali di risveglio anche nel mercato interno. Secondo stime ANIE, nelle attese il giro d'affari totale del settore elettrotecnico ed elettronico chiuderà il 2015 con un incremento su base annua di circa il 3%, complessivamente le esportazioni registreranno una crescita del 5% (fig. 3).

Questo risultato beneficia della capacità degli operatori di intercettare opportunità di crescita nei mercati a più elevato potenziale di sviluppo e caratterizzati da ampi investimenti infrastrutturali.

Nell'Elettrotecnica e nell'Elettronica italiana - settori sempre più internazionalizzati - le imprese esportatrici rappresentano oggi oltre il 40% sul totale (20% la quota nella media del manifatturiero). Di queste la metà sono piccole e medie imprese.

L'incidenza dell'export sul fatturato totale è superiore al 55% (era poco più del 40% dieci anni fa) e il saldo della bilancia commerciale è passato da meno di 10 miliardi di euro di dieci anni fa a quasi 16 miliardi di euro del 2014. L'export verso l'area extra UE era pari dieci anni fa a poco più del 30% sul totale, nel 2014 è superiore al 45%. Tra le aree individuate come più promettenti nel 2016 per l'industria Elettrotecnica ed Elettronica, spicca l'Africa, seguita da Medio Oriente, Nord America e Asia emergente. Permane un forte interesse nei confronti dell'Iran, in vista del graduale allentamento delle sanzioni



(Fonte - Source: ANIE Confindustria)

Fig. 3 - Andamento economico dei settori ANIE (*): variazioni percentuali annuali.
 Fig. 3 - Performance in the sectors ANIE (*): Annual percentage changes.

economiche, dove è prevista un'altra missione prima dell'estate (fig. 4).

• *Le attività internazionali*

L'evento odierno è stato l'occasione per presentare il ricco programma delle iniziative internazionali previste per il 2016 che vedono la Federazione avere un ruolo sempre maggiore nell'organizzazione di missioni, fiere e iniziative di "incoming" dedicate alla promozione nei mercati esteri dell'industria italiana fornitrice di tecnologie.

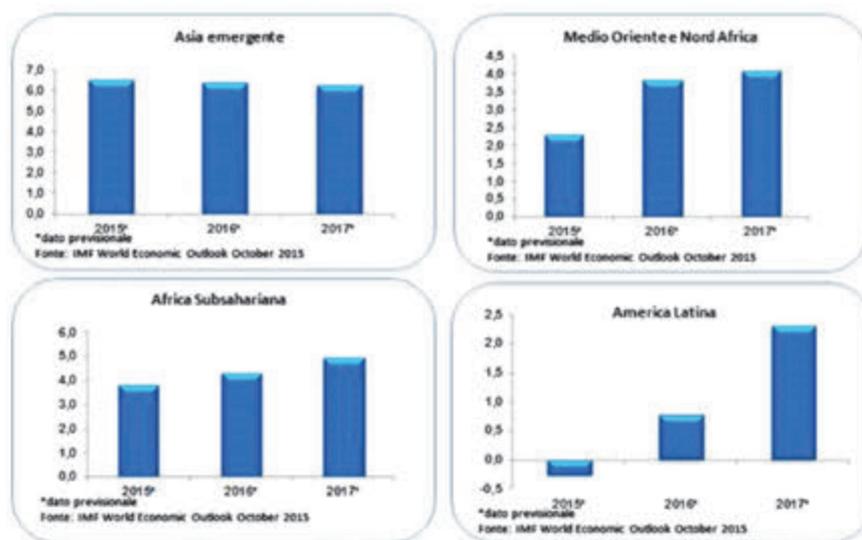
Il calendario 2016 delle attività internazionali di ANIE Confindustria prevede ben 38 iniziative internazionali di cui 8 missioni di interesse trasversale, 6 missioni imprenditoriali specialistiche, 6 partecipazioni fieristiche trasversali, 14 partecipazioni fieristiche specialistiche, 2 azioni di comunicazione di supporto a partecipazioni fieristiche e 2 iniziative di "incoming".

Oltre al programma delle attività internazionali, l'incontro è stato l'occasione per presentare la guida messa a punto dalla Federazione per le aziende che intendono avviare o consolidare una strategia di ingresso sui mercati esteri. La guida contiene un'analisi dettagliata della "piattaforma dei servizi" in ambito internazionale messa a disposizione da ANIE per le imprese elettrotecniche ed elettroniche italiane.

"In un mondo sempre più globalizzato, l'internazionalizzazione è la chiave per lo sviluppo e la crescita di un'impresa - ha dichiarato C.A. GEMME, Presidente di ANIE Confindustria. - Negli ultimi anni l'Area Internazionalizzazione di ANIE ha intensificato le iniziative volte ad accompagnare le aziende italiane all'estero, contribuendo ad ampliare le conoscenze delle imprese sulle opportunità aperte dai mercati internazionali, incrementare le competenze e la

strumentazione tecnica a loro disposizione. Questo perché l'export assume sempre più una valenza strategica per la salute delle nostre aziende. Nel 2016 saremo presenti in tutti i continenti, dal Medio Oriente all'Africa, dall'Europa all'America Latina. Per raggiungere questi obiettivi, le imprese ANIE presenteranno le tecnologie elettrotecniche ed elettroniche sfruttando il fattore che le accomuna tutte: l'eccellenza".

"Nonostante uno scenario globale caratterizzato da crescenti tensioni politiche ed economiche, la strategia di internazionalizzazione di questo anno conferma la volontà da parte delle nostre imprese di continuare a guardare verso i mercati tradizionali ed emergenti a maggiore potenzialità di sviluppo - ha affermato A. MASPERO, Vice Presidente ANIE per l'Internazionalizzazione. - Nel corso dell'anno toccheremo 28 Paesi, per un totale di 38 iniziative: l'obiettivo è quello di favorire occasioni mirate di business per le aziende italiane nei principali mercati del mondo, dall'Energia al Building, dai Trasporti all'Industria. L'eccellenza tecnologica di cui è espressione l'industria italiana si conferma infatti il principale biglietto da visita per questi mercati e per quello interno che comincia a



(Fonte - Source: ANIE Confindustria)

Fig. 4 - Andamento PIL per macro aree geografiche: variazioni percentuali annuali.
 Fig. 4 - Performance of Gross National Product for geographical macro-areas: annual percentage changes.

vedere i primi segnali di risveglio” (Comunicato stampa Anie Confindustria, 16 dicembre 2015).

Anie Confindustria: italian exports to + 5% in 2015

2016 also promises to be full of opportunities for international companies providing technology belonging to ANIE Confindustria, the association that brings together the electrotechnical and electronics Italian.

During the Open Day International Activities of ANIE Confindustria, held at the Milan offices of ICE-Agency and now in its third edition, the experts outlined the new map of world growth, giving ample room for the markets to greater development potential for businesses. The annual appointment dedicated to the issue of internationalization was an opportunity to take stock of the new balance of global economic scenarios, the evolution of the Italian economy and the industrial sectors. A focus this year was dedicated to Africa, emerging area of great interest to companies ANIE, and the issue of development cooperation.

- Exports remain driving

After three years of hard, light and shadow to the Electrical and Electronics Italian. Despite an international scenario weaker, exports remain a driving with the first signs of revival even in the domestic market. According to estimates ANIE expected, the total turnover in the electrotechnical industry and electronics will close 2015 with an annual increase of about 3%, total exports will register a growth of 5% (fig. 3).

This result benefited from the ability of operators to intercept growth opportunities in markets with high growth potential and characterized by large infrastructure investments.

In electrical and electronics manufacturer Italian - sectors increasingly internationalized - exporting companies now account for over 40% of the total (20% share on average in manufacturing). Half of these are small and medium-sized enterprises.

The ratio of exports to total sales is greater than 55% (it was just over 40% ten years ago) and the trade balance has increased from less than 10 billion euro a decade ago to nearly 16 billion Euros 2014. Exports to countries outside the EU stood ten years ago to just over 30% of the total, in 2014 is higher than 45%. Among the areas identified as the most promising in 2016 for the Electrical and Electronics Industry, Africa stands out, followed by the Middle East, North America and emerging Asia. There remains a strong interest in Iran, in view of the gradual easing of economic sanctions, where there will be another mission before the summer (fig. 4).

- International Activities

Today's event was an opportunity to present the full program of international initiatives planned for 2016 which sees the Federation have an increasingly important role in organizing missions, fairs and initiatives dedicated to the promotion of incoming foreign markets industry Italian technology provider.

The 2016 calendar of international activities of Confindustria ANIE no less than 38 international initiatives including 8 missions of interest transversal, 6 specialist business missions, trade fair participations 6 transverse, 14 specialist trade fair participations, two communication campaigns to support trade fair participations and 2 initiatives Incoming.

In addition to the program of international activities, the meeting was an opportunity to present the guide developed by the Federation for companies wishing to set up or consolidate a strategy to enter foreign markets. The guide contains a detailed analysis of the “platform of services” in the international arena made available by ANIE for the electrotechnical and electronics Italian.

“In an increasingly globalized world, the internationalization is the key to the development and growth of an enterprise - said C.A. GEMME, President of Confindustria ANIE. -

In recent years the International Activities of ANIE has intensified its efforts to accompany Italian companies abroad, helping to increase knowledge of the business opportunities opened up by international markets, improve the skills and technical equipment available to them. This is because the export is becoming more strategically important to the health of our companies. In 2016 we will be present on every continent, from the Middle East to Africa, from Europe to Latin America. To achieve these objectives, businesses ANIE will present technologies Electrical and electronic equipment using the factor that unites them all: the excellence. “

“Despite a global scenario characterized by growing political and economic tensions, the strategy of internationalization of this year confirms the willingness on the part of our companies continue to look to the traditional and emerging markets with the greatest potential for development - said A. MASPERO, Deputy President ANIE for Internationalization. - During the year, we will touch 28 countries, for a total of 38 initiatives: the aim is to facilitate targeted business opportunities for Italian companies principal them in markets around the world, to the Energy Building, the Transportation Industry. The technological excellence of Italian industry that is already reflected in fact confirms the main calling card for these markets and the internal one that begins to see the first signs of revival” (Press release Confindustria Anie, December 16th, 2015).

Francia: fornitura di rotaie per cinque anni

La divisione Long Products Europe di Tata Steel continuerà a rifornire l'operatore ferroviario francese SNCF per almeno altri cinque anni grazie alla firma di un nuovo accordo.

La fabbrica di rotaie dell'azienda, situata a Hayange, nel nord-est della Francia, fornisce la rete francese da oltre 130 anni. Dal 1999 Tata Steel, in precedenza Corus, è diventato il

principale fornitore di rotaie di SNCF; il rinnovo del contratto permetterà un'estensione per altri cinque anni, con un'opzione di prolungamento per ulteriori quattro anni.

Attraverso il suo stabilimento di Hayange, Tata Steel dovrebbe fornire la massa delle 750.000 t di rotaie ad alta qualità richieste da SNCF per il periodo coperto dal rinnovo del contratto, in lunghezze fino a 108 m.

Il Direttore del Settore Ferroviario di Tata Steel, G. GLAS, ha affermato: "Questo contratto costituirà una preziosa piattaforma per i nostri ordini futuri e manterrà SNCF al centro del nostro impegno di fornire soddisfazione ai clienti in termini di qualità dei prodotti e dei servizi".

Il laminatoio di Hayange è alimentato con l'acciaio fornito dall'acciaieria Long Products Europe di Tata Steel situato a Scunthorpe, North Lincolnshire, nel Regno Unito.

Il rinnovo del contratto segue un investimento di 35 milioni di euro da parte di Tata Steel nel 2011, che ha permesso al laminatoio di Hayange di produrre rotaie lunghe 108 m, che SNCF utilizzerà in tutte le reti francesi standard e ad alta velocità.

GLAS ha aggiunto: "L'aggiudicazione di questo contratto è stata possibile grazie al nostro costante impegno ad essere più focalizzati sui clienti. Collaborando strettamente con SNCF, imparando da loro e sviluppando i prodotti e i servizi di cui hanno bisogno, abbiamo dimostrato i benefici che possono derivare da relazioni di lavoro ravvicinate come questa".

J. RAPOPORT, Presidente di SNCF, ha affermato: "Questo contratto offre visibilità ai nostri partner industriali. Volevamo sviluppare questo tipo di contratto a lungo termine per tre ragioni: incrementare la nostra disponibilità di rotaie per tenere testa a un carico di lavoro senza precedenti durante il rinnovo della rete esistente, migliorare la nostra efficienza di produzione offrendo uno spazio aggiuntivo all'innovazione e, infine, mette-

re alla prova i nostri processi per permettere un miglioramento continuo".

Hayange è uno dei laminatoi di rotaie più avanzati tecnicamente del mondo, che produce un'ampia gamma di prodotti comprendente i tipi Stress-Free trattati termicamente, leader mondiali, che offrono un'eccellente resistenza all'usura e una fatica ridotta della suola in aree con traffico elevato e carichi pesanti sugli assali.

Oltre alle rotaie di elevata lunghezza e trattate termicamente, il laminatoio di Hayange fornirà la Sogenox un tipo di rotaia innovativa che permette di comunicare la posizione del treno lungo il suo percorso utilizzando segnali elettrici. La rotaia Sogenox assicura la possibilità di trasmettere sui circuiti ferroviari anche in aree a basso traffico, evitando il problema dell'ossidazione superficiale delle rotaie (*Comunicato stampa Mepax per Tata Steel*, 1 dicembre 2015).

France: supply of rails for five years

The division of Tata Steel Long Products Europe continue to supply the French railway operator SNCF for at least another five years with the signing of a new agreement.

The factory rail company, located in Hayange, in the northeast of France, the French network provides more than 130 years. Since 1999, Tata Steel, formerly Corus, has become the main supplier of rails SNCF; the renewal of the contract will allow an extension for another five years, with an option of extension for a further four years.

Through its facility in Hayange, Tata Steel should provide the bulk of the 750,000 tons of rails high quality required by SNCF for the period covered by the renewal of the contract, in lengths up to 108 m.

The Director of the Railway Sector Tata Steel, G. GLAS, said: "This contract will provide a valuable platform for our future orders and SNCF will keep the focus of our commitment to

provide satisfaction to customers in terms of quality of products and services".

The Hayange mill is fed with the steel supplied dall'acciaieria Long Products Europe Tata Steel located in Scunthorpe, North Lincolnshire, UK.

The new contract follows an investment of 35 million Euros by Tata Steel in 2011, which allowed the Hayange mill to produce 108 m long rails, which SNCF will use in all networks French standard and high speed.

GLAS added: "The award of this contract was made possible thanks to our constant commitment to be more customer focused. Working closely with SNCF, learning from them and developing products and services they need, we have demonstrated the benefits that can result from close working relationships such as this".

J. RAPOPORT, President of SNCF, said: "This contract provides visibility to our industrial partners. We wanted to develop this type of long-term contract for three reasons: to increase our availability of rails to hold off an unprecedented workload during the renewal of the existing network, improve our production efficiency by providing additional space for innovation and, ultimately, to test our processes to enable continuous improvement".

Hayange rail rolling mill is one of the most technically advanced in the world, producing a wide range of products including kinds Stress-Free heat treated, world leaders, offering an excellent resistance to wear and reduced fatigue of the foot areas with high traffic and heavy axle.

*In addition to the rails of elevated length and heat-treated, the rolling mill of Hayange will provide the Sogenox an innovative type of rail that allows to communicate the position of the train along its path using electrical signals. The rail Sogenox ensures the possibility of transmitting circuits rail in a low traffic area, avoiding the problem of surface oxidation of the rails (*Press Release Mepax for Tata Steel*, December 1st, 2015).*

VARIE (OTHERS)

UE: HiPOPS, in arrivo l'ERTMS semplificato

Al via il progetto europeo HiPOPS (Procedure Armonizzate e Internazionali per la Messa in Servizio di Prodotti e Sottosistemi) il cui scopo è quello di semplificare e armonizzare i processi di autorizzazione e le procedure per la messa in servizio di sottosistemi ERTMS di bordo e di terra e di prodotti in esercizio/servizio.

Oltre all'Italia, partecipano Belgio, Bulgaria e Francia, affiancate dalle Regioni di Bruxelles- Capitale/ Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BE10). Tra le agenzie per la sicurezza delle ferrovie, affiancano l'ANSF, la NSA bulgara (Agenzia Ferroviaria di Amministrazione Esecutiva della Bulgaria RAEA) e quella francese (EPSF). Il coordinatore del progetto è l'ente di certificazione italiano RINA.

L'ANSF coordina l'attività n. 3 "Elaborazione di un processo/procedura di autorizzazione ERTMS semplificato e armonizzato (HiPOPS)".

Tra i principali obiettivi, ci sono i seguenti:

- comprendere gli attuali processi e procedure di autorizzazione per l'ERTMS nei diversi Stati Membri e valutare le loro differenze e particolarità;
- identificare i principali ostacoli e

le questioni tecniche in un processo di autorizzazione per l'ERTMS nei diversi Stati Membri;

- definire ed elaborare processi e procedure e processi di autorizzazione semplificati e armonizzati negli Stati Membri con speciale attenzione ai corridoi.

I risultati di quest'Azione, che dovranno essere rendicontati all'ERA, potranno essere disseminati e disponibili a tutte le organizzazioni del settore ferroviario in tutti gli Stati Membri. Inoltre, il completamento del progetto HIPOPS dovrebbe contribuire alla riduzione dei costi e del tempo necessario per l'autorizzazione di sottosistemi e prodotti ERTMS (ANSF Newsletter n.3, Dicembre 2015).

UE: HiPOPS, incoming simplified ERTMS

At the start of the European project HiPOPS (Harmonized Procedures and International for the Commissioning of Products and Subsystems) whose purpose is to simplify and harmonize the authorization processes and procedures for the entry into service of ERTMS on-board subsystems and ground and products in operation/service.

Besides Italy, participating Belgium, Bulgaria and France, flanked by the regions of Brussels-Capital / Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BE10). Between the security agencies of the

railways, alongside the ANSF, the Bulgarian NSA (Agency Railway Administration Executive Agency of Bulgaria Raea) and French (EPSF). The project coordinator is the Italian certification body RINA.

The ANSF coordinates activities n. 3 "Development of a process / authorization procedure ERTMS simplified and harmonized (HiPOPS)".

Among the main objectives are the following:

- *understand the current processes and procedures for authorization of the ERTMS in the various Member States and assess their differences and particularities;*
- *identify the main obstacles and technical issues in an authorization process for ERTMS in the various Member States;*
- *defining and developing processes and procedures and authorization processes simplified and harmonized in Member States with special attention to the corridors.*

The results of this action, which will be accounted ERA, will be disseminated and available to all organizations of the railway sector in all Member States. In addition, the completion of the project HIPOPS should help to reduce costs and the time required for the authorization of products and subsystems ERTMS (ANSF Newsletter n.3, December 2015).

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

1.1.2	E. PRINCIPE – “Impianti di climatizzazione delle carrozze FS”	€ 10,00
1.1.4	E. PRINCIPE – “Convertitori statici sulle carrozze FS” (ristampa).....	€ 15,00
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

1.3.1	V. FINZI-L. GERINI – “Blocco automatico a correnti codificate T. Westinghouse” (Quaderno 2).....	€ 8,00
1.3.2	V. FINZI-F. BRANCACCIO-E. ANTONELLI – “Apparati centrali a pulsanti di itinerario” (Quaderno 3).....	€ 8,00
1.3.4.	P.E. DEBARBIERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - “A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario” (Quaderno 12)	€ 15,00
1.3.5	V. FINZI – G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - “A.C.E.I. nuova serie” (Quaderno 13) ...	€ 20,00
1.3.6	V. FINZI – “I segnali luminosi”	esaurito
1.3.10	V. FINZI – “Impianti di sicurezza: Apparecchiature” (Vol. 4° - parte I)	€ 30,00
1.3.14	P. DE PALATIS-P. MARI-R. RICCIARDI – “Commento alla nuova istruzione del blocco elettrico automatico”	esaurito
1.3.15	E. DE BONI-E. TARTAGLIA – “ Il Coordinamento dell’isolamento protezione contro sovratensioni”	€ 25,00
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
1.3.18	V. VALFRÈ – “Il segnalamento di manovra nella impiantistica FS”	€ 30,00

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

2.1	G. VICUNA – “Organizzazione e tecnica ferroviaria” ...	€ 40,00
2.2	L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MILIZIA)	€ 50,00
2.3	P. DE PALATIS – “Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria”	€ 25,00

2.5	G. BONO-C. FOCACCI-S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria”	€ 50,00
2.6	G. Bonora-L. FOCACCI – “Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari”	€ 50,00
2.7.	F. CESARI - V. RIZZO - L. LUCCHETTI – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario”	esaurito
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

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”	€ 6,00
3.5.	AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa	€ 12,00

4 – ATTI CONVEGNI

4.2.	BELGIRATE – “Ristorazione e servizi di bordo treno” (19-20 giugno 2003)	€ 20,00
4.3.	TORINO – “Innovazione nei trasporti (3 giugno 2003)” .	esaurito
4.4.	ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005).....	€ 40,00
4.5.	LECCE – “Ferrovie e Territorio in Puglia” (4 dicembre 2006).....	esaurito
4.8.	ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità, architettura” (4 luglio 2007)	esaurito
4.9.	BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008).....	€ 15,00
4.10.	BARI – 2 DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010)	€ 25,00

5 - ALTRO

- 5.1. Agenda 2016 (spese postali gratuite) € 20,00
5.2. (DVD) 1991: La linea più veloce e la linea più lenta
(La direttissima Roma-Firenze e la linea
Poggibonsi-Colle Val D'Elsa) € 13,50
5.3. (DVD) Lo sviluppo del sistema AV/AC e dell'ERTMS
in Italia € 13,50
5.4. (DVD) S.S.C. - Il Sistema di Supporto alla Condotta € 13,50
5.5. (DVD) Cecina-Volterra, 1989 (I 150 anni della linea) € 13,50
5.6. (DVD) Il sistema Alta Velocità in Italia € 13,50
5.7. (DVD) I 120 anni della Faentina € 13,50

6 - TESTI ALTRI EDITORI

- 6.1. V. FINZI (ed. Coedit) - "Impianti di sicurezza" parte II € 25,00
6.2. V. FINZI (ed. Coedit) - "Trazione elettrica. Le linee
primarie e sottostazioni" esaurito

- 6.3. V. FINZI (ed. Coedit) - "Trazione elettrica.
Linee di contatto" esaurito
6.4. C. ZENATO (ed. Etr) - "Segnali alti FS
permanentemente luminosi" € 29,90
6.5. E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani con
carrozze a media distanza" € 28,00
6.6. E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani con
carrozze a due piani" € 28,00
6.7. E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) - "Treni italiani
Eurostar City Italia" € 35,00
6.8. E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani ETR 500
Frecciarossa" € 30,00
6.9. V. FINZI (ed. Coedit) - "I miei 50 anni in ferrovia" € 20,00
6.62. C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) "In treno sui luoghi
della grande guerra" € 14,00
6.63. PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) "Il Project
Management secondo la Norma UNI ISO 21500" € 45,00
6.64. G. MAGENTA (ed. Gaspari) "L'Italia in treno" € 29,00

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, 48 - 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, richiedere il catalogo dedicato
Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste *La Tecnica Professionale* e *Ingegneria Ferroviaria*

Modulo per la richiesta dei volumi

(da compilare e inviare per posta ordinaria o via e-mail o via fax unitamente alla ricevuta di versamento)
I volumi possono essere acquistati anche on line tramite il sito www.cifi.it

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, 48 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: cifi@mclink.it - biblioteca@cifi.it

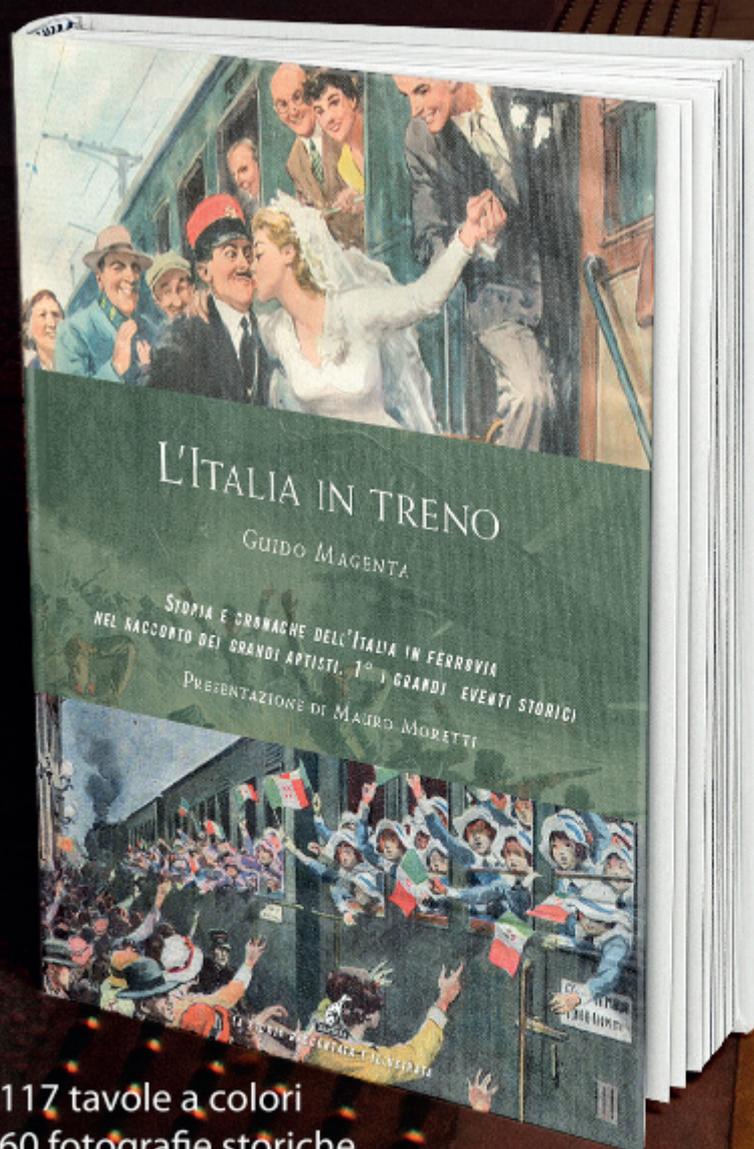
Guido Magenta presenta

L'ITALIA in Treno

Il treno, che ha accompagnato le vicende e i passaggi della storia nazionale rimane e rimarrà indissolubilmente legato ai momenti significativi del nostro percorso collettivo.

Il libro di Guido Magenta ci parla proprio di questo intreccio profondo, di questo inscindibile legame tra la storia degli italiani e le loro ferrovie. Una storia fatta di grandi opere, realizzazioni tecniche e idee ma anche di piccoli e grandi eroismi quotidiani, di lavoro, di impegno e sacrificio al servizio del Paese. Valori che uniscono e che provengono da una bella storia collettiva tracciando, a partire da un emozionante passato, le direttrici di un lungo viaggio che continua verso il futuro.

Mauro Moretti
Presidente del CIFI



117 tavole a colori
60 fotografie storiche
150 pagine

Ogni giorno svariati milioni di persone frequentano l'ambiente ferroviario in tutti i suoi luoghi tipici: stazioni, linee, locomotive, convogli, gallerie, ponti, scali.

La ferrovia è pertanto un vasto scenario in cui si svolgono molti episodi di vita, la maggior parte senza storia e solo alcuni meritevoli di una citazione giornalistica: questi ultimi riguardano gli incidenti (oggi rarissimi, ma frequenti in passato), i disservizi, i viaggi delle persone importanti, le cronache di guerra, gli atti di eroismo dei ferrovieri, delle Forze dell'Ordine e dei cittadini ed ogni altro accadimento che, avendo il treno al centro della scena, può catturare l'interesse dei lettori.

Ne emerge una vicenda assai variegata che si svolge in un contesto storico in continuo divenire, tra periodi di pace e di guerra, di progresso e di regresso, di normale quotidianità e di drammatiche tragedie.

Il prezzo al pubblico è fissato in 29 € SCONTO AI SOCI CIFI 20%

IF Biblio

(Dott. Arch. Maria Vittoria CORAZZA)

INDICE PER ARGOMENTO

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

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

- 8 - LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 - ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 - ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 - AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 - CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 - TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 - TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 - DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE

- 16 - MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 - OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE

- 18 - IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 - SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 - CIRCOLAZIONE DEI TRENI

- 21 - IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 - FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 - IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO

- 24 - IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

- 25 - METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 - TRAM E TRAMVIE

- 27 - POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 - FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 - TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 - TRASPORTI MERCI
- 31 - TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 - TRASPORTO LOCALE
- 33 - PERSONALE

- 34 - FRENI E FRENATURA
- 35 - TELECOMUNICAZIONI
- 36 - PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 - CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 - CIFI
- 39 - INCIDENTI FERROVIARI
- 40 - STORIA DELLE FERROVIE
- 41 - VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.

Anche il primo quinquennio degli anni 2000 è stato per INGEGNERIA FERROVIARIA particolarmente ricco di memorie e numeri speciali caratterizzati da elevato contenuto tecnico e scientifico. È quindi con piacere che la Rivista presenta ai suoi lettori la ormai tradizionale selezione di monografie sui principali argomenti di tecnica ferroviaria trattati in questo periodo.

La Rivista si augura in tal modo di venire incontro, come per il passato, alle esigenze di un'utenza attenta e qualificata, composta da studiosi e professionisti, da uffici e centri studi dell'industria, delle imprese costruttrici, delle amministrazioni ferroviarie e dei trasporti di massa.

Per ogni argomento sono riportati i nomi degli Autori che vi hanno contribuito, elencati in ordine alfabetico.

Condizioni di pagamento: Versamento in c.c.p. N. 31569007 intestato a "Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani" – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando il titolo delle monografie. Ai Soci CIFI ed ai dipendenti dei Soci Collettivi viene praticato lo sconto del 20% sui prezzi appresso indicati, che sono comprensivi dell'IVA. Le stesse condizioni sono riservate agli studenti universitari, di facoltà tecniche ed economiche, previa presentazione di un certificato di iscrizione all'anno accademico in corso.

Le monografie vengono fornite in estratto originale e, ad esaurimento di questi, in fotocopia.

00.1.1) ARMAMENTO

n. 14 memorie – Autori: Acquati, Bocciolone, Bugarin, Catalini, Cavagna, Cioffi, Collina, Corazza, Crispino, Di Ilario, Diana, Garzia Diaz-de-Villegas, Hifumi, Jovanovic, Kajon, Katsutoshi, Korpánek, Lanni, Monaco, Natoni, Pacciani, Pagliari, Pezzoli, Pisu, Viganò € 35

00.1.2) CORPO STRADALE

n. 11 Memorie – Autori: Burchi, Cheli, Chiorboli, Cicognani, Daghini, De Gregorio, Della Vedova, Di Nuzzo, Evangelista, Garassino, Giuliani, Gizzi, Impellizzeri, Isi, Maraschin, Miazzon, Migliacci, Montepara, Morano, Petrangeli, Pezzati, Polastri, Tomaselli € 30

00.1.3) DINAMICA DELLA LOCOMOZIONE

n. 18 Memorie - Autori: Belfiore, Benigni, Bianchi, Bonadero, Borrelli, Bracciali, Braghin, Bruni, Cantini, Cascini, Castellazzi, Cervello, Cigada, D'Aprile, Diana, Falessi, Ghidini, Lezzerini, Licciardello, Malvezzi, Panella, Pau, Pieralli, Presciani, Pugi, Resta, Rinchi, Salvini, Scepi, Toni, Vivio, Vullo € 40

00.1.4) FABBRICATI VIAGGIATORI

n. 6 Memorie - Autori: Albero, Antonilli, Chillemi, D'Amico, D'Angelo, Lenzi, Martini, Marzilli, Rota, Scarselli, Zallocco € 15

00.1.5) METROPOLITANE E SUBURBANE

n. 9 Memorie - Autori: Arcangeli, Averardi, Bocchetti, Bugarin, Calamani, Cantamessa, Cesetti, Coero Borgia, Corsi, D'armini, Esposito, Fagiolini, Fusco, Garetto, Giovanetti, Martinetto, Martinez, Morassutti, Musso, Novales, Orso, Palin, Panaro, Piccioni, Sasso, Torassa, Villa, Vinci € 30

00.1.6) PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI

n. 5 Memorie - Autori: Cesetti, Lupi, Mantecchini, Panagin F., Panagin R., Rupi, Salerno, De Luca € 15

00.1.8) PROBLEMI DELLE GRANDI STAZIONI

n. 11 Memorie - Autori: Antognoli, Antonilli, Bardelli, Buonanno, Chiodi, Corazza, Cosulich, De Benedictis, Delfino, De Vita, Di Marco, Franceschini, Galaverna, Giovine, Guida, Losa, Malavasi, Murruni, Pezzati, Ricci, Tramonti € 35

00.1.9) PROGETTAZIONE DEI ROTABILI

n. 14 Memorie – Autori: Bandelloni, Cantini, Cau, De Carlo, De Curtis, Dilani, Falco, Ghidini, Gori, Maluta, Michelagnoli, Milani, Moro, Oddo, Panagin F. Panagin R., Piro, Poggesi, Raspini, Silva € 40

00.1.10) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE IN ITALIA

n. 7 Memorie - Autori: Abruzzo, Alei, Benigni, Bernardi, Cassino, Cingano, Ciocchetta, De Falco, Fabbri, Facchin, Iacono, Kure, Mantegazza, Orlandi D., Orlandi P., Rocchia, Segrini, Skiller, Ventre € 20

00.1.11) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE ALL'ESTERO

n. 5 Memorie – Autori: Barron de Angotti, Buri, Diana, Estradè Panadès, Guglielmetti, Lopez Pita, Marini € 15

00.1.12) SEGNALAMENTO E SICUREZZA

n. 18 Memorie – Autori: Amendola, Angeloni, Antonelli, Bianchi, Brignolo, Frugo, Cannavacciuolo, Capocchi, Cardanico, Caroli, Costa, Dall'Orto, De Vita, Di Marco, Di Martire, Farneschi, Fauda, Ferrando, Finocchiaro, Fois, Giovine, Girelli, Leone, Maisto, Malesi, Mantovani, Marengo, Martinelli, Martorella, Milani, Montaldo, Paccapelo, Pasqualis, Pezzati, Pinnasco, Pizzella, Ricci, Roselli, Saulino, Scarpuzzi, Sestini, Talerico, Tartaglia, Torielli, Valfrè, Vezzani, Vivaldi € 50

00.1.13) TELECOMUNICAZIONI

n. 6 Memorie - Autori: Coraiola, Di Maio, Di Mario, Iacomino, Lucca, Senatore, Simeoni, Zucchelli € 15

00.1.14) TRAM E FILOBUS

n. 8 Memorie – Autori: Bonuglia, Caccia, Campisano, Cerquetani, Cheli, Corradi, Diana, Emili, Lionetti, Lopes, Manigrasso, Molinari, Pendenza, Pyrgidis, Riccini, Rossetti, Spadaccino € 18

00.1.16) TRAZIONE ELETTRICA

a) Impianti

n. 12 Memorie – Autori: Accattatis, Benato, Castagna, Cattani, Cazzani, Contini, Corazza, Fazio, Fellin, Fumi, Guidi Buffarini Giuseppe, Guidi Buffarini Guido, Luzi, Martinetto, Mauro, Morassutti, Palazzini, Paolucci, Piro, Pisano, Raspini, Ricciardella, Spagnoletti, Torassa, Villa € 35

b) Materiale rotabile

n. 3 Memorie – Autori: Bruno, Carillo, Landi, Mantero, Mingozzi, Papi, Sani, Stabile, Violi € 10

00.1.17) ESERCIZIO FERROVIARIO – CIRCOLAZIONE – NORMATIVE

n. 13 Memorie – Autori: Campisano, Caruso, Colombi, D'Elia, Delfino, Ferretti, Focacci, Follasa, Galatola, Galaverna, Martini, Migliorini, Pellandini, Petriccione, Ragazzoni, Sacchi, Troiano, Vernazza € 40

00.1.18) IMPATTO AMBIENTALE

n. 2 Memorie – Autori: Centazzo, Gentile, Rendina, Ricci, Volpe € 10

00.1.19) STORIA DELLE FERROVIE

n. 4 Memorie – Autori: Chillemi, Crisafulli, Galli, Guidi Buffarini Giuseppe, Pavone € 10

00.1.25) TRASPORTI NON CONVENZIONALI

n. 4 Memorie – Autori: Chiricozzi, Crisi, Delle Site, Di Majo, D'Ovidio, Lanzara, Navarra, Pelino, Saini, Taglieri, Villani € 10

65 Analisi del consumo di combustibile delle locomotive diesel idrauliche

(KACHE – TRINKLER – FRANK)

*Analyse des Kraftstoffverbrauchs bei dieselhydraulischen Lokomotiven**EI, der Eisenbahningenieur*, agosto 2013, pagg. 61-67, figg. 8. Biblio 3 titoli.

Analisi sperimentale condotta in una ferrovia regionale tedesca per evidenziare i fattori influenzanti e dedurre regole di condotta più vantaggiose.

Panorama critico di sette automotrici o treni diesel con dispositivo a batterie di accumulatori al litio per il recupero dell'energia. Potenze installate variabili 331 a 1600 kW. Capacità di immagazzinamento energia da 4 a 48 kWh, massa da 200 a 1000 kg.

66 Sviluppo di una locomotiva per servizi ausiliari secondo uno schema modulare, per impiego nelle metropolitane, tramvie e ferrovie a scartamento ridotto

(HEUSER)

*Entwicklung einer Servicelokomotive in Modular Bauweise für U-, Stadt- und Schmalspurbahnen**ZEVrail*, novembre-dicembre 2013, pagg. 440-444, figg. 5. Biblio 1 titolo.

69 La locomotiva TRAXX multidiesel: un assieme di innovazioni

(POPPER – HONEGGER – SONNLEITNER – MAZZONE – KRETZ)

*Die Traxx Diesel Multiengine Lokomotiv: eine Bundelung von Innovationen**ZEVrail Sonderheft Moderne Schienenfahrzeuge Tagung Graz 2014*, pagg. 222-229, figg. 12.

67 Segnando il passo

(HONDIUS)

*Setting the pace**Railway Gazette*, giugno 2014, pagg. 35-39, figg. 14.

Panorama delle locomotive diesel di linea, prodotte dalla Vossloh España.

70 Prove sulle ferrovie giapponesi di automotrici ibride diesel-batterie

BATTERY-DIESEL HYBRID ON TEST

Railway Gazette, marzo 2015, pagg. 22.

L'energia immagazzinata nelle batterie viene riutilizzata in avviamento. Obiettivo: un riduzione delle emissioni NOx e del particolato.

68 Automotrici diesel -ibride

(KACHE)

*Diesel-Hybrid-Triebwagen**ETR*, dicembre 2014, pagg. 50-53, figg. 2. Biblio 27 titoli.

71 Installazione sul tetto del gruppo propulsore diesel di automotrici

(GMELCH – OTTO – SCHMITT)

*Dacheinbau von Bahnmotoren**ZEVrail*, giugno-luglio 2015, pagg. 219-223, figg. 5. Biblio 6 titoli.

Confronto di vantaggi e svantaggi di questa non usuale soluzione architettonica. Notizie su applicazione sperimentale su un motore Alstom Regio.



149 Interazione fra gli azionamenti di trazione e gli impianti di trazione elettrica

(FRUGIER - CARON)

*Interactions électriques entre les chaînes de traction et les installations fixes de traction électriques**Revue Générale des Chemins de Fer*, agosto 2014, pagg. 6-23, figg. 29. Biblio 14 titoli.

La continua evoluzione degli azionamenti delle locomotive, ed in futuro l'interoperabilità, ha creato i presupposti per lo sviluppo di fenomeni complessi e pericolosi di interazione fra questi ed i circuiti delle SSE, Analisi della fenomenologia e dei provvedimenti.

Revue Générale des Chemins de Fer, gennaio 2015, pagg. 66-73, figg. 8.

Interessanti esempi riguardanti pali costituiti da profilati a doppia T.

150 Estensione del fabbricato viaggiatori di Bordeaux St Jean

(FAUQUANT - VIELLARD)

*Extension de la Gare de Bordeaux St Jean**Revue Générale des Chemins de Fer*, ottobre 2014, pagg. 42-49, figg. 3.

151 Sistema di governo di una cabina di trazione elettrica 3 kV

(DEL VASTO - DENIS)

La Tecnica Professionale, febbraio 2015, pagg. 16-21, figg. 7.

Oggetto del presente articolo è la descrizione del Sistema di Governo per la Cabina TE al km 9 della linea "Monte del Vesuvio" nel nodo di Napoli, in servizio dal 12 dicembre 2013 e realizzata in base a più moderni standard tecnologici ed in conformità alla specifica RFI DMA IM LA STF SSE 500.

152 Prova di omologazione del dispositivo di messa a terra automatico AEE

(ZIELINSKI - SCHWELLER)

*Typenzulassung der automatischen Erdungseinrichtung AEE**ZEVrail*, novembre-dicembre 2014, pagg. 477-482. Biblio 4 titoli.

Dispositivo telecomandabile in vari punti di un tunnel per la messa a terra della linea di contatto. Soluzione adottata dalla SBB nelle lunghe gallerie.

153 Impiego di materiali compositi per il rinforzo della base dei pali di sostegno della linea di contatto attaccati dalla corrosione

(MACHET - MENTEL - BOUCHET D'AURIA)

L'utilisation des matériaux composites pour le renforcement des pieds des supports caténaires corrodés

154 Il telecomando degli impianti di TE sotto Infranet

(BLASZCZYK - CIRY)

*La téléconduite des installations fixes de traction sous Infranet**Revue Générale des Chemins de Fer*, gennaio 2015, pagg. 56-64, figg. 14.

155 Impiego di autotrasformatori in un corridoio merci

(BHUPENDER - SINGH - BODH)

*Autotransformer feeding on the dedicated Freight Corridor**Railway Gazette*, novembre 2014, pagg. 49-52, figg. 5.

Report su due linee in costruzione per le ferrovie indiane, destinate esclusivamente al traffico merci. E' previsto il transito di carri con due container sovrapposti.

156 Pianificazione dei consumi elettrici per la trazione ferroviaria

(CENTRA - SCARDINO - APICE - CASTELLI AVOLIO)

La Tecnica Professionale, marzo 2015, pagg. 32-41, figg. 6, tabb. 3.

Obiettivo dell'articolo è quello di mostrare i principali risultati relativi ad uno studio di fattibilità finalizzato alla valutazione di un nuovo modello di previsione dei consumi elettrici per trazione basato sui dati di circolazione ferroviaria.

157 Interazione elettrica tra rotabile e via, una panoramica attuale

(MAYER)

*Die elektrische Interaktion Fahrzeuge-Infrastruktur: eine aktuelle Übersicht**ZEVrail, Sonderheft Moderne Schienenfahrzeuge Tagung Graz 2014*, pagg. 98-104, figg. 12. Biblio 3 titoli.

Interessante trattazione che riguarda le potenze massime trasmissibili in funzione della tensione e della frequenza di alimentazione, gli effetti indotti nei circuiti di binario ed in quelli conta assi, dei fenomeni di risonanza elettrica nei circuiti accoppiati. La trattazione fa riferimento solo ai sistemi a frequenza ridotta in uso in Austria, Svizzera e Germania.

	IF Biblio	<i>Impianti di trazione elettrica</i>	24
✂	<p>158 Nuove SSE a 3 kVcc – Il progetto e la realizzazione (DI FRANCO – CAPPELLI – TOSCANI – SANFILIPPO) <i>La Tecnica Professionale</i>, giugno 2014, pagg. 12-24, figg. 18, tabb. 3. Biblio 19 titoli.</p> <p>Vengono illustrate l'evoluzione e l'innovazione nella progettazione delle Sotto Stazioni Elettriche (SSE) nell'ambito del nuovo contesto normativo e viene messo in risalto il ruolo assunto dagli impianti fissi di conversione dell'energia elettrica in seguito all'emana- zione delle recenti normative riguardanti l'interoperabi- lità dei sistemi ferroviari.</p>	<p>159 Convertitore ruotante per carrozze ferrovia- rie (PRINCIPE) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2015, pagg. 64-72, figg. 15, tab. 1. Biblio 5 titoli.</p> <p>Vengono descritte le caratteristiche tecniche del con- vertitore rotante denominato "MotoAlternatore TIBB- Marelli" realizzato per la conversione della tensione della linea di contatto alla tensione di 380 V trifase 50 Hz.</p>	

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

QUOTE SOCIALI ANNO 2016

- Soci Ordinari e Aggregati	€/anno	65,00
- Soci Ordinari e Aggregati abbonati anche a " <i>La Tecnica Professionale</i> "	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni	€/anno	35,00
- Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni abbonati anche a " <i>La Tecnica Professionale</i> "	€/anno	55,00
- Soci Junior es (studenti fino a 28 anni)	€/anno	17,00
- Soci Junior es (studenti fino a 28 anni) abbonati anche a " <i>La Tecnica Professionale</i> "	€/anno	27,00
- Soci Collettivi	€/anno	550,00

La quota di Associazione, include l'invio gratuito della Rivista Ingegneria Ferroviaria.

Dal 2016 i Soci possono decidere di ricevere la rivista "Ingegneria Ferroviaria" online a pari quota annuale

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni, convegni e conferenze 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, 48 – 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, valida solo per l'importo di € **65,00**, con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito. Il versamento per l'abbonamento annuale alla rivista *La Tecnica Professionale* di € **20,00** dovrà essere effettuato sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti 48 – 00185 Roma.

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

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

Move.App Expo 2015: un successo che si ripete

Dott. Ing. Cristina CARNEVALI^() - Prof. Ing. Riccardo GENOVA^(**)*

Dott. Alessandro TRIPOLITANO^()*

Anche la terza edizione di Move.App Expo, svoltasi dal 10 al 15 ottobre al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci" di Milano, si è conclusa con successo superando i valori dell'anno precedente: 4.442 visitatori durante il Week End della Mobilità, altri 4.251 nei giorni seguenti e 87 Relatori di fama nazionale ed internazionale. Già fissate le date della prossima edizione: dall'8 al 13 ottobre 2016, sempre a Milano.

La strada a suo tempo tracciata dagli organizzatori (Columbia Group, CIFI – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - e CIRT – Centro Ricerca Trasporti, Dipartimento DITEN Scuola Politecnica dell'Università degli Studi di Genova - per la parte di Segreteria Scientifica) nell'offrire agli operatori un'occasione di incontro, approfondimento e scambio di esperienze sull'innovazione tecnologica nei trasporti e le politiche per la mobilità di persone e merci, ha reso ormai Move.App Expo il più importante appuntamento in Italia per il settore, cui esperti, pubblici decisori, esercenti, associazioni, mondo industriale e della Ricerca partecipano ai massimi livelli.

L'edizione 2015 si è inoltre arricchita di una importante componente internazionale, grazie alla stretta collaborazione con UITP e il collegamento diretto tra Move.App Expo 2015 e il 61° UITP World Congress & Exhibition "Smile in the City" di UITP tenutosi a giugno, sempre a Milano: il reciproco supporto fra i due eventi sul piano sia dei contenuti che della divulgazione, in una logica di

continuità e di integrazione tra le manifestazioni, ha portato a costituire a Milano nel 2015 il principale polo di attrazione e incontro per la mobilità mondiale.

Confermati inoltre lo speciale supporto di Ferrovie dello Stato Italiane, a significare l'adesione di tutte le società del Gruppo e i Patrocini di Commissione Europea, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero dell'Ambiente, Regione Lombardia, Comune di Milano, Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci", Expo2015, Asstra, Assologistica, Cei-Cives, Fercargo, MM S.p.A., Ferrovienord e Trenord.

Sabato 10 ottobre ha preso il via con l'apertura al pubblico della parte espositiva alla cittadinanza il Week End della Mobilità, organizzato in collaborazione con il Museo Nazionale

della Scienza e della Tecnologia, per la divulgazione alla cittadinanza delle ultime tendenze della mobilità e la corretta comunicazione su cosa si cela dietro le più recenti innovazioni tecnologiche e le scelte operate (fig. 1).

I numerosi visitatori hanno potuto provare il simulatore di condotta di un veicolo tranviario Citadis, ideato nel Knowledge Centre di Alstom per la formazione dei conducenti. Il simulatore riproduce virtualmente una cabina di guida del tram e propone situazioni e sensazioni di guida reali; un touch screen simula le principali attività del conducente e riproduce in scala 1:1, i comandi di trazione e frenata (fig. 3). Lezioni di guida sicura sono state impartite da istruttori specializzati grazie al simulatore di guida per auto. Bus elettrici e il pantografo inverso per la loro ricarica ultrarapida alle fermate, sviluppati e presentati da Schunk Italia ed ECO-Hev - quest'ultimo spin off del Politecnico di Milano - hanno attirato la curiosità di adulti e bambini ma anche di numerosi addetti ai lavori. La Polizia Stradale, con dimostrazioni dinamiche, simulando un posto di controllo, ha spiegato le modalità di verifica con etilometro e le sue finalità con lo scopo ultimo di sensibilizzare i cittadini al tema della sicurezza stradale (figg. 2 e 3).



Fig. 1 - Cittadini e specialisti all'esposizione di Move.App Expo. (Foto: Tonci MALETIĆ)

^(*) Socio CIFI - Sezione Genova.

^(**) Preside CIFI - Sezione di Genova.



Fig. 2 - Lezioni di guida sicura al simulatore.
(Foto: Tonci MALETIĆ)



Fig. 3 - Simulatore di guida Tram Citadis di Alstom.
(Foto: Tonci MALETIĆ)

La sala Conte Biancamano è stata affollata per l'intero week end dal pubblico della dimostrazione "Ciclo officina", tenuto da Ferrovienord: sempre in sala Conte Biancamano, Jacopo BACCANI e Riccardo GENOVA hanno presentato e commentato lo straordinario documentario "C'era una volta il FUTURO ... viaggio nella Genova che (non) fu" sullo sviluppo architettonico, urbanistico e trasportistico della Città di Genova nel contesto europeo che ha caratterizzato gli ultimi due secoli.

Per tutta la durata della manifestazione sono stati esposti anche mezzi storici, tra cui un'antica Balilla furgone degli anni '30 della società Vernazza di Genova, ed altri veicoli appartenuti all'Arma dei Carabinieri (una Balilla anni '30 già in dotazione

al Corpo dei Carabinieri Reali, una Alfa Romeo Matta anni '50 ed una FIAT 1400 Special T) moderni autobus e filobus (tra cui un Setra Multi-Class UL LE Business ed un altrettanto moderno filobus all electric Van Hool A330T - Vossloh Kiepe CTM Cagliari nello speciale allestimento a due porte), visitabili e descritti da personale dedicato. Entrambi i veicoli, Setra e Van Hool - Vossloh Kiepe, erano provvisti di una speciale livrea Move.App Expo 2015: il Setra Multi-class Ul LE Business presentato da Daimler Buses, è definito come un esempio di "genialità sistematica" in grado di soddisfare tre diversi impieghi: veicolo urbano, suburbano e interurbano (figg. 4-5).

Esposta nelle giornate di lunedì 12 e martedì 13 ottobre anche la

Lamborghini Gallardo in dotazione alla Polizia Stradale e utilizzata dalla specialità della Polizia di Stato per particolari servizi di Istituto.

In diretta televisiva nazionale e davanti al numeroso e qualificato pubblico presente, la fase congressuale di Move.App Expo 2015 si è aperta la mattina di lunedì 12, con la Sessione Istituzionale di Apertura moderata dal giornalista Claudio ANTONELLI. Numerosi i temi affrontati con competenza dai Relatori, tra cui Pierfrancesco MARAN - Assessore alla Mobilità del Comune di Milano, Sylvain HAON - UITP, Massimo RONCUCCI - Presidente ASSTRA, Walter FINKBOHNER - Ufficio Federale dei Trasporti Svizzero, Stefano CETTI - Direttore Generale MM, Andrea GIBELLI - Presidente FNM, Michele MALDINI -



Fig. 4 - Filobus full Electric Van Hool A330T - Vossloh Kiepe nello speciale allestimento a due porte per CTM Cagliari. (Foto: Tonci MALETIĆ)



Fig. 5 - Setra MultiClass UL LE Business di Daimler Buses nella speciale livrea Move.App Expo. (Foto: Tonci MALETIĆ)

Direttore Commerciale Daimler Buses, Emanuele VENDER - AD di Arriva Italia Rail e Massimo PIAMPANI - Dirigente Superiore Compartimento Polizia Stradale Lombardia (fig. 6).

Centinaia i partecipanti, tecnici qualificati ed addetti ai lavori italiani e stranieri, che hanno affollato le diverse sessioni, primo fra tutti il convegno realizzato in collaborazione con UITP "Financing Public Transport Infrastructures in Metropolitan Areas", gratificato dalla partecipazione attiva del pubblico alla lunga tavola rotonda finale a testimonianza del forte interesse per il tema.

Moderato e introdotto da Sylvain HAON, Director UITP Knowledge and Membership Services Department, illustri relatori si sono alternati al podio per illustrare e dibattere i più efficienti sistemi di finanziamento delle infrastrutture per il trasporto pubblico nel mondo. La prima parte del convegno è stata dedicata alla casistica europea; Emanuele PROIA, in qualità di membro della UITP Transport Economic Commission, ha offerto un'importante panoramica dei principi alla base dei più recenti sistemi contributivi e di tassazione, e dei risultati con essi raggiunti. È stata quindi la volta di Claudio MASI, esperto del settore di fama internazionale, il quale partendo dalle nuove necessità di governance e di pianificazione della mobilità imposte in Italia dalla recente introduzione delle Aree Metropolitane, ha descritto minuziosamente le esperienze di Londra e Birmingham (UK), Amburgo (D), Madrid (E), Montreal (CDN), Gelderland (NL), Goteborg (S) e Nantes (F). A chiudere la panoramica, Uffe NIELSEN di Metroselkabet ha illustrato il caso del finanziamento per la realizzazione della metropolitana di Copenhagen.

La seconda parte del Convegno è stata dedicata a un focus sull'Italia: stato dell'arte, migliori pratiche e aspetti legali. Annita SERIO, Direttore Federmobilità, ha introdotto il tema con un'efficace sintesi della sfida costituita dal finanziamento del trasporto pubblico e delle problematiche correlate, mentre Marco BROGLIA



Fig. 6 - Sylvain HAON, Massimo RONCUCCI, Stefano CETTI e Andrea GIBELLI alla Sessione Istituzionale di Apertura. (Foto: Tonci MALETIĆ)

di MM e Reny COHEN di Cohen&Co hanno ripercorso il complesso iter che ha condotto al finanziamento delle linee M4 e M5 della metropolitana di Milano. Monica COLOMBERA, responsabile Energy Project and Infrastructures Team - Legance Avvocati Associati, ha infine fornito preziose indicazioni legali per il corretto approccio al project financing: partendo dalla constatazione che la realizzazione di infrastrutture di trasporto pubblico incontra spesso l'interesse di potenziali finanziatori e investitori sul mercato dei capitali che trovano però ostacoli indotti dai bandi di gara o dalle concessioni stesse, l'Avv. COLOMBERA ha presentato utili e nuove indicazioni per l'introduzione di miglioramenti in grado di soddisfare i creditori e favorire il finanziamento in tempi ragionevoli.

Nei due giorni successivi sono stati affrontati, anche in sessioni parallele, i temi del TPL su ferro e su gomma e con impianti non convenzionali, l'intermodalità e logistica, smart cities con importanti esperienze italiane tra cui Siena, Bergamo e Milano, storia e cultura del trasporto ferroviario.

Presenze importanti delle aziende leader del settore trasporto pubblico locale alla Sessione "Nuove prospettive per il TPL nell'ottica dell'integra-

zione ferro-gomma", moderata da Agostino FORNAROLI. Ezio CASTAGNA Direttore Generale di CTM S.p.A., Cagliari, ha ribadito il proprio slogan vincente: rinnovare la flotta per eccellere in qualità una flotta che non supera i cinque anni di anzianità, trecento tra bus e filobus che consentono di ottimizzare i costi di gestione e di manutenzione. La rete di trasporto urbano cagliaritano potrà contare su veicoli di ultima generazione che garantiranno un impatto ambientale "positivo". Molti veicoli elettrici, anche filobus, aiuteranno CTM a soddisfare i propri utenti che già ora sono abituati a usufruire di un servizio efficace e che raramente fa superare i 10 minuti di attesa. CTM Cagliari partecipa attivamente ad un programma europeo di ricerca ZeUS cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo (FP7-Transport - 2013 - Move - 1) ed attraverso UITP (International Association of Public Transport) ha costituito un consorzio di 40 aziende che vedono coinvolte in sede dimostrativa, oltre Cagliari anche Londra, Barcellona, Parigi, Varsavia, Bonn, Munster, Plzen, Randstad e Stoccolma.

Gianni SCARFONE, Amministratore Delegato ATB e Presidente ASSTRA

Lombardia, ha incentrato il suo intervento sulla centralità della persona nel processo di ampliamento del concetto di trasporto pubblico a quello di mobilità intelligente: nel progetto UITP 2025 PT x 2 l'obiettivo è quello di conseguire entro il 2025, nelle varie realtà europee interessate, l'obiettivo di raddoppiare l'incidenza del trasporto collettivo (split modale) sul complesso degli spostamenti mediante un complesso di azioni ed interventi finalizzati alla mobilità sostenibile attraverso investimenti infrastrutturali, miglioramento del sistema di TPL, riduzione della congestione e dell'uso dell'auto, gestione integrata della mobilità (pubblica e privata) e sviluppo forme di mobilità "dolce" ed ecocompatibile (bike sharing, car sharing, ecc.). Oggi ATB Bergamo ha il controllo in tempo reale (con un intertempo massimo di 20 secondi) di tutta la flotta di autobus, consentendo all'azienda di avere una visione globale della puntualità dei mezzi in servizio su tutte le linee, generare le informazioni per gli utenti sui tempi reali di attesa visualizzabili sui display delle 10 pensiline già presenti in città (che entro fine anno 2015 saranno incrementate di ulteriori 10) e gestire le richieste di preferenziamento ai semafori per i bus in ritardo su uno dei corridoi viabilistici portanti della città.

Sono poi seguiti gli interventi di Marco MEDEGHINI, Direttore Generale Brescia Mobilità, che ha illustrato come la nuova metropolitana abbia svolto il ruolo di motore dello sviluppo e potenziamento del sistema di mobilità cittadina, Maurizio BOTTARI, Amministratore Delegato Vossloh Kiepe, sul ruolo dei moderni filobus nelle città italiane ed europee, Giuseppe LEPORE, Rampini Carlo S.p.A., sui bus innovativi a trazione elettrica, Paolo BERNARDINI, E-CO - Timo Staubach, Schunk, che hanno descritto l'innovativo sistema di trasporto pubblico su gomma in ottica smart grid per la ricarica rapida, Paolo GIGANTE, Bus Fleet Sales and Support ZF, con i sistemi e componenti d'avanguardia per il trasporto ed in particolare illustrando gli elevati livelli di efficienza raggiunti con il cambio automatico

ZF-Ecolife e la nuova strategia di gestione con il software ZF-TopodynLife. Gerri CIPOLLINI, Busitalia, ha infine svolto un'interessante relazione sui temi dell'integrazione ferro-gomma e sulle risorse necessarie al settore per aumentare la competitività del TPL, attraverso una completa analisi avvalorata da dati relativi ai costi di produzione, livelli tariffari e risorse necessarie.

Marco BROGLIA, Direttore progettazione di MM S.p.A., la mattina di martedì 13 ha moderato la sessione "Reti ferroviarie di interesse regionale e di sistemi di trasporto rapido di massa per i centri urbani" coordinando, tra gli altri, l'intervento di Giorgio BOTTI (fig. 7), Direttore Commerciale ed Esercizio Area Nord RFI il quale, prendendo spunto dallo stato dell'arte del servizio su ferro svolto nella regione Lombardia e dai progetti di potenziamento in itinere, ha evidenziato il ruolo delle stazioni come *hub* della mobilità urbana dove sia possibile rintracciare agevolmente più tipologie di mezzi di trasporto per il percorso in città, con un'attenzione alla sostenibilità e all'ambiente: aree di sosta dei taxi, terminal bus, studiati per integrarsi nel piano di stazione con percorsi protetti attrezzati con informazioni sull'orario delle corse

ed il loro andamento, stalli per car sharing e per e-car rent, rastrelliere per bici private e per il servizio di bike sharing ed accessibilità integrata alla rete metropolitana ed urbana. Son quindi intervenuti Marco BARRA CARACCILO, Direttore Generale di Ferrovienord, forte della sua esperienza maturata anche come direttore generale al Ministero Infrastrutture e Trasporti, e Sergio VIGANÒ di MM S.p.A., azienda che ha creato una rete di oltre cento chilometri con più di cento stazioni garantendo un servizio capillare agli utenti della metropoli lombarda e che interviene nella progettazione di linee metropolitane nel mondo. VIGANÒ, fra le cui mansioni troviamo quella di project manager di Alta Vigilanza sulla realizzazione della linea 5 della metropolitana di Milano, insieme a Luis Alejandro GONZALEZ di MM S.p.A. e Davide MARDEGAN di Metro Engineering, ha illustrato l'esperienza nella realizzazione della la linea 3 della metropolitana di Lima. Numerose le soluzioni innovative proposte dall'industria. DAB Sistemi Integrati ha presentato il proprio modello di sicurezza dei trasporti Galassia 3.0 Global PSIM Solution PSIM (Physical Security Information Management), in grado di centralizzare, monitorare e interagire con diverse tipologie di sensori,



Fig. 7 - Intervento dell'Ing. BOTTI di RFI alla Sessione su Reti ferroviarie e metropolitane. (Foto: Tonci MALETIĆ)

apparati e sistemi multi-brand di Security, Safety e Controllo Tecnologico ottimizzando la Sicurezza totale delle infrastrutture ferroviarie.

Da Alstom il pubblico ha potuto conoscere le applicazioni delle nuove soluzioni di trasporto integrato Attractis e Axonis, mentre ZF con Mauro PELI, Manager Rail Systems Italy, ha definito i sistemi e componenti di avanguardia per il trasporto su ferro. Per Bombardier Sandro SCARFONE ha descritto le soluzioni innovative per il trasporto pubblico tra cui la piattaforma tranviaria a pianale interamente ribassato Flexity (con oltre 1200 veicoli ordinati) ed i sistemi “catenary free operation” Primove adatti sia per veicoli su ferro che su gomma. Hanno completato l'interessante sessione Franco MONTEBRUNO dirigente del Settore Mobilità del Comune di Genova ed Emanuele VENDER, Amministratore Delegato Arriva Italia Rail, che hanno ribadito la centralità dell'integrazione multimodale nei sistemi di trasporto urbano.

Molto gradita la partecipazione, nella sessione dedicata alle Smart Cities moderata con la consueta competenza da Edoardo CROCI, Direttore di Smart City & MobilityLab e Coordinatore gruppo di lavoro “Smart Cities” IEFE Università Bocconi, di Stefano MAGGI, Assessore ai Trasporti del Comune di Siena, ma anche grande conoscitore della storia dell'evoluzione dei trasporti e che ha pubblicato libri, saggi, articoli su riviste italiane e internazionali. Guido DEL MESE, Direttore Generale di ASSTRA, l'Associazione delle aziende di trasporto pubblico italiane, ha sottolineato l'importanza di un'integrazione tra i servizi di trasporto pubblico e la mobilità condivisa per la migliore mobilità dei cittadini. Interessanti esperienze di Social customer care come nuova comunicazione per la mobilità e le città e di car sharing elettrico regionale sono state illustrate rispettivamente da Francesca QUIRI di Brescia Mobilità e da Giovanni ALBERIO di E-VAI. Pietro MENGA, Presidente CEI-CIVES, ha affrontato con taglio scientifico il tema tecnico e normati-



Fig. 8 - Un momento dei convegni svolti nella Sala Cenacolo.
(Foto: Alessandro TRIPOLITANO).

vo inerente la diffusione di veicoli ad alimentazione elettrica nei centri urbani.

Di grande interesse la sessione “Impianti non convenzionali: nuove applicazioni per il territorio” moderata da Arcangelo MERELLA, Amministratore Unico Infrastrutture Recupero Energia Agenzia Regionale Ligure e coordinatore progetto GATE, durante la quale Marco PETRELLA e Guido BETAZ hanno presentato, essendo stati i progettisti, la nuova ed eccezionale funivia del Monte Bianco. L'architetto genovese Carlo CILLARA ROSSI e Valentino ZANIN hanno invece presentato la proposta di un sistema funiviario per la Valbisagno; Ermene-gildo ZORDAN, Responsabile commerciale trasporti urbani Leitner, ha infine concluso la sessione descrivendo le esperienze internazionali di Leitner in ambito urbano.

Come da tradizione, nella splendida cornice del Padiglione Ferroviario del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano, al cospetto delle maestose macchine a vapore e locomotive ad alimentazione elettrica trifase che rappresentano la storia delle ferrovie non solo in Italia, si è svolta la Sessione Storica “Trasporti pubblici e storia: esperienze a confronto”, organizzata in collaborazio-

ne con la Fondazione Ferrovie dello Stato Italiane e dedicata ai temi della conservazione del patrimonio storico e culturale nel settore dei trasporti. La sessione, coordinata da Marco BERSA, storico dei trasporti, dopo una breve introduzione di Riccardo GENOVA, Università di Genova e Preside CIFI Genova – Liguria, si è sviluppata con una relazione svolta da Gian Guido TURCHI, storico delle ferrovie, sull'evoluzione della locomotiva a vapore nelle FS dal 1905 al 1960; Martin GUT, Chemin de fer-musée Blonay-Chamby (CH), ha invece trattato dal punto di vista tecnico lo sviluppo, sino alle ultime tendenze, delle ferrovie a cremagliera. Guido LUCARNO, Università Cattolica del Sacro Cuore – Milano, ha trattato l'argomento relativo al ruolo economico della ferrovia dei fiordi Flåmsbana in Norvegia, collocata in una regione geografica periferica dello stato scandinavo. Guido MAGENTA ha concluso la sessione presentando al pubblico di Move.App Expo 2015 il volume da lui curato e realizzato “L'Italia in Treno” contenente, oltre ai commenti dell'autore, illustrazioni di grandi artisti italiani relative ai 150 di storia delle nostre ferrovie (fig. 8).

Anche quest'anno Assotrasporti non ha voluto far mancare il suo im-

portante contributo con la tavola rotonda "Ottimizzare la catena dei trasporti in Italia. Soluzioni vantaggiose e prospettive di sviluppo nel mercato europeo", moderata dal Presidente di Assotrasporti Secondo Sandiano. Due le principali proposte emerse: retrofit elettrico per l'ultimo miglio, illustrata dall'On. Ivan CATALANO - IX Commissione Trasporti alla Camera dei Deputati - e abolizione del conto proprio nel trasporto merci su gomma, proposta da Assotrasporti. L'On. Ivan CATALANO per la seconda volta ha scelto Move.App Expo per presentare le sue proposte, sempre molto concrete. Quest'anno si è trattato di una nuova proposta per la logistica distributiva in città: l'espansione in Italia della riconversione elettrica dei veicoli circolanti mediante sostituzione del motore a combustione con un motore elettrico, che oltre a contribuire alla mobilità sul piano ambientale secondo recenti studi condotti consentirebbe di sviluppare in Italia un mercato totalmente nuovo, e all'avanguardia in Europa, per il retrofit elettrico dei veicoli circolanti. L'On. Brando BENIFEI, europarlamentare, ha sottolineato come "un discorso sull'intermodalità - prioritario, ma ancora privo delle necessarie risorse a livello comunitario - non può prescindere da un quadro generale sull'evoluzione delle diverse modalità di trasporto coinvolte". Rodolfo DE DO-

MINICIS, Presidente UIRNet - il soggetto pubblico chiamato a realizzare la piattaforma telematica che gestirà la rete logistica nazionale, ha assicurato che l'attuazione della misura contrasterà le inefficienze di sistema, abbreviando i tempi di attesa e i ritorni a vuoto, illustrandone il cronoprogramma operativo. Un'altra proposta di interesse per la logistica dell'ultimo miglio è giunta dall'Amministratore Delegato di I-Tel, Domenico MEZZAPESA, con la piattaforma di comunicazione multicanale Sm@rtAgorà per una gestione automatizzata e ottimizzata di traffico e parcheggi che sta già raccogliendo consensi in diversi ambiti, fra cui quello aeroportuale.

Nel corso della terza e ultima giornata di convegni, personaggi di fama ed esperti del settore sono intervenuti alla Transport & Logistic Conference, dando vita a un'animata tavola rotonda moderata da Matteo CANTILE, conduttore del format televisivo Transport. Due sessioni di lavoro dalle 10.00 alle 17.00 per parlare di logistica e trasporto nella sua globalità. Frutto della partnership tra Move.App Expo e Telenord, che in questo modo completa e diffonde i contenuti e il successo della omonima trasmissione televisiva, ha visto confrontarsi nella tavola rotonda aziende leader nel settore (Ceva Logistics,

Contship, Fercam Fedespediti e Zanardo) con le istituzioni rappresentate dal Presidente di Assologistica Carlo MEARELLI, il Presidente di Assoaeroporti Fulvio CAVALLERI e il Vice Direttore Esercizio e Coordinamento del Territorio ANAS SpA Roberto MASTRANGELO.

A corollario della manifestazione, la sera di lunedì 12 ottobre, si è svolta nel Salone delle Feste - Transatlantico Conte Biancamano (all'interno della struttura museale) la tradizionale Cena di Gala cui hanno partecipato oltre 80 invitati, tra autorità, ospiti illustri, relatori e rappresentanti di enti ed aziende.

Move.App Expo 2015 si è concluso con le visite tecniche tra cui, in collaborazione con MM S.p.A. che ne ha curato la progettazione, la visita alle stazioni di Expo del Passante di Milano che ha compreso gli impianti di Rho-Fieramilano-Expo con la stazione M1 e del nuovo corridoio banca - corridoio Fiera, l'adiacente stazione RFI SFR/AV e delle nuove uscite realizzate verso Expo e, successivamente, della nuova fermata di Forlanini Passante.

Fotografie, video e altri documenti sono disponibili all'indirizzo www.moveappexpo.com

Move.App Expo dà appuntamento a Milano dall'8 al 13 ottobre 2016.

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2016

(Dal 2016 gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale <i>non ingegnere</i> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*)	25,00	20,00
- Estero	180,00	50,00

^(*) Gli Studenti, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 17,00 che include l'invio gratuito della Rivista.

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso.

Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06.4827116 –E mail: redazioneif@cifi.it

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato (fornito in fotocopia) € **9,50**.

I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2016

(From 2016 the subscriber can decide to receive IF – Ingegneria Ferroviaria online)

Price including VAT [€/year]	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) ^(*)	25.00	20.00
- Foreign countries	180.00	50.00

^(*) Students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 17.00, which includes the IF- Ingegneria Ferroviaria subscription.

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 – UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website www.cifi.it;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria – Ph: +39.06.4827116 – E mail: redazioneif@cifi.it

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**.

Single article (hard copy) € **9.50**.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

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

D Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici:

ALPIQ ENERTRANS S.p.A. – Via Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – e-mail: info.enertrans.it@alpiq.com – www.alpiq-enertrans.it – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – 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.

ATP S.p.A. – Via Madonna del Bosco snc – 26016 SPINO D'ADDA (CR) – Tel. 0373.980446 – Fax 0373.965997 – E-mail: info@atpmec.com – Sito web: www.atpmec.com – Rack 19" e cabinet per ferroviario (segnalamento e bordo treno) – Soluzioni progettate su specifica cliente: progettazione interna con CAD 3D e software per analisi strutturale FEM – Certificazioni: IRIS, EN 15085 per saldatura.

ARTHUR FLURY ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBIEGRASSO (MI) – Tel. 02/94966945 – Fax 02/94696531 – E-mail: info@afluryitalia.it – www.afluryitalia.it – Progettazione e costruzione di accessori pr linee di contatto (TE) ferroviarie, metropolitane, tramviarie e filoviarie. Isolatori di sezione per binari secondari e di scalo fino a 60 km/h, isolatori di sezione per comunicazioni di stazione fino a 90 km/h e binari di corsa fino a 200 km/h ed asta di montaggio per isolatori cat. 773/145 e 146. Morsetteria in CuNiSi, morse di ormeggio Inox, morsetti di giunzione per filo di contatto 100-150 mmq. Sistema di messa a terra e corto circuito completo di rilevatore di tensione per linee AV 25 kV. Filo sagomato Cu/ Cu-Ag/ Cu-Mg e fune portante per impianti RFI 3 kV cc e 25 kV ca.

BILANCAI SOCIETÀ COOPERATIVA a r.l. – Via Sergio Ferrari, 16 – 41011 CAMPOGALLIANO (MO) – Tel. 059/526965 – Fax 059/527079 – Produzione e manutenzione di impianti di pesatura ad uso stradale e ferroviario – Progettazione, sviluppo e produzione di apparecchiature elettroniche e celle di carico – Centro sit n. 44 per taratura masse e forze (celle di carico, dinamometri).

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 tramviarie – 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).

A Lavori ferroviari, edili e stradali Impianti di riscaldamento e sanitari Lavori vari:

C Attrezzature e materiali da costruzione:

MARGARITELLI S.p.A. – Divisione Ferroviaria – Via Adriatica n.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, tramviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato pre-compresso, legno e legno impregnato. Trattamenti preservanti del legno.

CANAVERA & AUDI S.r.l. – 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.

CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – Via Como, 2 – 20020 LAINATE (MI) – Tel. 02/93176201 – Fax 02/93176200 – Apparecchiature di segnalamento e controllo – Interruttori a scatto per ACE serie FS68 in c.c. e c.a. – Relè unitari in c.c. serie FS58-86-89 – Relè schermo – Segnali a specchi dicroici SPDO – Gruppi ottici a commutazione statica ed altro analogo su richiesta.

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 tranciacufuni 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 controrottaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiaveverde, casse di manovra per deviatore e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

COET COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE S.r.l. – Via per Civesio, 12 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) - Tel. 02/842934 - Fax 02/5279753 - E-mail: coet@coet.it – Sito internet: www.coet.it – Apparecchi di interruzione e sezionamento per interno ed esterno 750, 1500, 3000V cc – Ingegneria, quadri di alimentazione e sezionamento, limitatori tensione negativo, raddrizzatori normali e a diodi controllati – Energy recovery e Energy storage, misura, protezione e controllo per DC power supply in S/S e lungo linea.

COMEP S.r.l. – Via Provinciale Pianura, 10 – Zona Industriale S. Martino – 80078 POZZUOLI (NA) – Tel./Fax 081/5266684 – E-mail: info@comepsrl.net – Sito www.comepsrl.net – Costruzione ed assemblaggio della quadristica, montaggio, integrazione dei sistemi di controllo, collaudo, messa in servizio e test finali nel settore del trasporto ferroviario – Taglio cavi con relativi sistemi di marcatura – Manutenzione e revisione di impianti elettrici ferroviari.

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39 039.92259202 – Fax +39 039.92259290 – E-mail: info@dotssystem.it – www.dotssystem.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.

ECM S.p.A. – Via IV Novembre, 29 – Loc. Cantagrillo – 51034 SERRAVALLE PISTOIESE (PT) – Tel. 0573/92981 – Fax 0573/526392-929880 - e-mail: commerciale@ecmre.com - www.ecmre.com – Progettazione, produzione, installazione di: Sistemi di alimentazione elettrica senza interruzioni - Segnali luminosi ferroviari innovativi - Registratori cronologici di eventi - Diagnostica ferroviaria per apparati ferroviari - Telecomandi e controlli – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Sistemi completi, terra bordo, di controllo automatico della marcia del treno - Controllo centralizzato del traffico ferroviario CTC - Conta- Assi.

ELETECH S.r.l. – SP 231, km 3,5 – 70032 BITONTO (BA) – Tel. 080.3739023 – Fax 080.3759295 – E-mail: sales@eletech.it – www.eletech.it – **Sede Legale: Via F.lli Philips, 3 – 70123 BARI** – Progettazione, produzione e installazione di sistemi di telecomunicazione e telecontrollo – Soluzioni per la sicurezza in galleria – Sistema “Help Point” omologato – Apparat per la diffusione della Internet Radio “FS News” nelle stazioni ferroviarie – Sistemi di diagnostica automatica dei pantografi – Sistemi ridondati di registrazione digitale multicanale – Sistemi di telefonia selettiva VoIP – Sistemi TVCC per passaggi a livello operanti in regime di sicurezza.

ELPACK S.r.l. – Via Della Meccanica, 21 – 20026 NOVATE MILANESE (MI) – Tel. 02.6470712 – Fax 02.66.100114 – Rack e subrack 19” anche per uso ferroviario EN50155 – Custodie metalliche/schermate per connettori DIN41612 – Alimentatori modulari euro card – Dispositivi KVM per la gestione e controllo di server – Arredi tecnici per sale controllo – Cavi in rame e fibra ottica.

ERMES ELETTRONICA S.r.l. – Via Treviso, 36 – 31020 SAN VENDEMIANO (TV) – Tel. +39.0438.308470 – Fax +39.0438.492340 – E-mail: ermes@ermes-cctv.com – www.ermes.cctv.com – Sistemi audio/video innovativi operanti in LAN Ethernet (VoIP) – Sistemi telefonici-interfonici digitali punto-punto – Diffusione sonora, messaggi, P.A., Paging, operante in rete LAN – Sistema telefonico di emergenze e di diffusione sonora di galleria – Videocontrollo e comunicazione audio per passaggi a livello in tecnologia LAN – Videocomunicazioni per aree sensibili quali scale mobili ed ascensori – Help Point audio/video su reti LAN per biglietterie automatiche o zone non presidiate da operatori – Software di supervisione delle comunicazioni – Passengers Information System – Registratori video a bordo treno – Gateway di trasferimento e comunicazione audio video terra/bordo treno – Progettazione di apparati e sistemi TVCC Over IP o tradizionali.

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI - Tel. 080.5328424 – Fax 080.5368733 - E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – **Carpenteria:** quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19” – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – 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 tramviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforma – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – 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 diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

FLEXBALL ITALIANA S.r.l. – Str. San Luigi, 13/A – 10043 ORBASSANO (TO) – Tel. 011/9038900-965-975 – Telegrafo: FLEXBALLIT ORBASSANO – Telecomandi meccanici – Flessibili, scorrevoli su sfere per applicazioni meccaniche varie navali, automobilistiche, ferroviarie ed aeronautiche – Comando rubinetti freno – Comando regolatori motori Diesel – Comandi valvole ad areatori – Comandi sezionatori elettrici – Comandi scambi e segnalazione.

FRIEM S.p.A. – Via Edison, 1 – 20090 SEGRATE (Milano) – Tel. 02/2133341 – Telefax 02/26923036 – Raddrizzatori a diodi ed a tiristori – Impianti completi di Trasformazione e Conversione.

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.

GE TRANSPORTATION SYSTEMS S.r.l. – Via Pietro Fanfani, 21 – 50127 FIRENZE – Tel. 055/4234.1 – Fax 055/433868 – e-mail: getransportation@trans.ge.com – Costruzioni elettromeccaniche – Costruzioni elettroniche – Apparecchiature per locomotori – Levette e banchi Acei – Quadri sinottici componibili – Impianti – Rilevamento temperatura boccole RTB – Tra-smissione numero treno ATN – Ripetizione a bordo continua e discontinua – Trasmissione dati in sicurezza TDS – Registratori cronologici eventi RCE – Ritardatori e lampeggiatori Audio Frequency Overlay AFO.

— **DIVISIONE IMPIANTI – Via F.lli Canepa, 6/b – 16010 SERRA RICCÒ (GE)** – Tel. 010/751991 – Fax: 010/752011 – Telex 282833 SILIMP – Apparat centrali elettrici ACEI – Impianti di telecomunicazione –

Comando centralizzato traffico CTC – Telecomandi punto-punto TPP – Impianti di trazione elettrica – Impianti di protezione passaggi a livello.

GOMA ELETTRONICA S.p.A. – Via Carlo Capelli, 89 – 10146 TORINO – Tel. 011.7725024 – Fax 011.712298 – www.gomaelettronica.it – Microrack e sistemi integrati su VMEbus e Compact PCI – Sistemi on board EN50155, Pc industriali, server e workstation S402, Panel pc, schede CPU, schede di I/O, MVB, alimentatori certificati EN50155, armadi rack e cabinet, display, notebook e pda rugged.

GRAW SP. Z.O.O. – Ul. Karola Miarki 12, skr.6. – 44-100 GLIWICE (PL) – Tel./Fax +48 (32)2317091 – E-mail: info@graw.com – www.graw.com – Calibri scartamento digitali e computerizzati, controllo geometria del binario, usura bordini, sistemi di misura per ruote e assili. Rivenditore per l'Italia Geatech S.p.A. – E-mail: info@geatech.it – www.geatech.it.

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 pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilettes ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

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 – Videocamera – Passenger Information – Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte – Livelli carburante – Pressostati e Termostati – Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

JAMPPEL S.r.l. – Via Degli Stradelli Guelfi, 86/A – 40138 BOLOGNA – Tel. 051.452042 – Fax 051.455046 – E-mail: info@jampel.it – www.jampel.it – www.jampel-networking-industriale.it – Commercializzazione e supporto tecnico-applicativo di apparati e sistemi per la connettività industriale (wired & wireless), l'I/O remoto, l'embedded computing e la videosorveglianza – Idoneità ad applicazioni "Trackside" & "Rolling Stock" – Master distributor di Moxa Europe e distributore esclusivo per il mercato ferroviario di Pilz.

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 metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.r.l. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: marini_impian-
ti_industriali_srl@hotmail.com – 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.

MER MEC S.p.A. – Via Oberdan, 70 – 70043 MONOPOLI (BA) – Tel. 080.8876570 – Fax 080.8874028 – e-mail: marketing@mermecgroup.com – Sito web: www.mermecgroup.com – Il Gruppo MERMEC è leader mondiale e innovatore di punta specializzato nelle soluzioni integrate per la diagnostica, il segnalamento e la manutenzione predittiva delle infrastrutture ferroviarie, metropolitane e tramviarie nel mondo. Il Gruppo MERMEC ha il suo quartiere generale a Monopoli (Italia) ed uffici internazionali e filiali negli Stati Uniti (Columbia, SC), Marocco (Casablanca), Spagna (Madrid), Regno Unito (Derby), Francia (Marsiglia), Svizzera (Berna), Norvegia (Oslo), Italia (Treviso), Turchia (Ankara), India (Nuova Delhi), Cina (Pechino), Corea del Sud (Seoul), Australia (Sidney). Il gruppo impiega più di 500 dipendenti altamente specializzati ed ha clienti in 55 Paesi nel mondo. Il gruppo investe il 10% circa del suo fatturato complessivo in Ricerca e Sviluppo ed è l'unico fornitore nel mondo che è in grado di progettare, sviluppare e produrre al suo interno tutte le soluzioni disponibili nel suo portafoglio di prodotti e servizi. Il gruppo ha fornito più di 700 sistemi optoelettronici di misura a principali operatori ferroviari, metropolitani e tramviari di tutto il mondo. Ben 10 dei 12 treni di misura ad alta velocità in esercizio nel mondo (Spagna, Italia, Turchia, Francia, Corea, Cina, Taiwan) sono equipaggiati con la tecnologia del gruppo MERMEC. In Italia, MERMEC è il fornitore di riferimento del gruppo FS per la flotta di treni di misura, per le tecnologie di ispezione e controllo della infrastruttura ferroviaria e della flotta di treni, e per le tecnologie di segnalamento SCMT/SSC.

MERSEN ITALIA S.p.A. – Via dei Missaglia, 97/A2 – 20142 MILANO – Tel. 02/826813.1 – Fax 02/82681395 – E-mail: ep.italia@mersen.com – Sito internet: www.mersen.com – Fusibili e portafusibili Mersen (Ferraz Shawmut) in BT e MT, in c.a. e c.c. e per semi-conduttori – Sezionatori, commutatori e corto circuitatori di potenza Mersen (Ferraz Shawmut) – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e

press-pack Mersen (Ferraz Shawmut) – Messa a terra di rotabili ferotramviari – Prese di corrente per 3^a rotaia – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” (variabili con la tensione) – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.) – Materiali compositi isolanti Colomix (Asbestos free) per caminetti spegni arco.

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 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 manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

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.

PMA ITALIA S.r.l. – Via Marmolada, 12 – 20037 PADERNO DUGNANO (MI) – Tel. +39.02.91084241 – Fax +39.02.91082354 E-mail: info@pma-it.com – www.pma-it.com – Guaine corrugate in poliammide per la protezione dei cavi elettrici, raccordi in poliammide e raccordi compositi poliammide-metallo per guaine corrugate, accessori di fissaggio per guaine corrugate – Trecce in rame stagnato per schermatura elettromagnetica delle guaine in poliammide e relativi raccordi per la loro terminazione – Guaine espandibili in poliestere UL V0, accessori per la terminazione ed il fissaggio delle guaine espandibili – Tutti i prodotti sono autoestinguenti, esenti da alogeni fosforo, cadmio ed a limitata emissione di fumi tossici.

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 assemati 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 metrotramvie e tramvie – 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 – Cru-scotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – Via Facii – Zona Industriale S. ATTO – 64020 (TERAMO) – Tel. 0861/587149 – Fax 0861/588590, E-Mail info@pandrol.it – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

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.

RITTAL S.p.A. – S.P. 14 Rivoltana – km 9,5 – 20060 VIGNATE (MI) – Tel. 0039/02959301 – Fax 0039/0295360209 – Armadi e contenitori elettrici per applicazioni ferroviarie fisse (segnalamento) – Rolling stocks (locomotori) – Esterno (bordo binari); scambiatori calore (carrozze-locomotori); terminali interattivi (stazioni); subracks 19" per elettronica omologati e testati (locomotori-segnalamento) – Servizi: progettazione secondo standard EN50155 / EMC50121 – Calcoli FEM – Saldatura secondo DIN6700 – Test – Protezione dal fuoco.

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 ITALIA S.r.l. – Via Novara, 10/D – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-SOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

S.I.F.E.L. S.p.A. Socio Unico – Reg. Menasco 1/A – 15018 SPIGNO MONFERRATO (AL) – Tel. 0144/950811 – Fax: 0144/950812 – e-mail: info@sifelspa.com – [\[spa.com\]\(http://spa.com\) – Progettazione, installazione e manutenzione di: impianti fissi per la trazione elettrica ferroviaria, tramviaria e metropolitana – Sottostazioni elettriche in cc e ca – Impianti di luce e forza motrice – Cabine MT/bt – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di telecomunicazioni.](http://www.sifel-</p>
</div>
<div data-bbox=)

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – Fax 080 4304011 – E-mail: info@sirtel.biz – Sito web: www.sirtel.biz – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale alogena o LED e segnalazione (a 1/2 LED ad elevata luminosità) con possibilità di avere fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna.

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.

SPIITEK S.r.l. – Via Frà Bartolomeo, 36/a-b – 59100 PRATO – Tel. 0574.593252-0574.527412 – Fax 0574.593251 – E-mail: spiteksrl@spitek.191.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Progettazione e costruzione di ricambi elettromeccanici per apparecchiature di B.T., M.T. e A.T. – Costruzione e revisione di interruttori e contattori per corrente continua tipo IGL, GL, GR – Revisione e fornitura di ricambi per combinatori tipo KM49, 2CP100 e altri – Accoppiatori per circuiti elettrici in B.T. e A.T. secondo Specifiche Trenitalia.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055.717457 – Fax 055.7130576 – Forniture ferro-tramviarie: 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 Prima Strada, 2 – 10043 ORBASSANO (TO) – Tel. 011.0712426 – Fax 011.3975771 – 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.

TELEFIN S.p.A. – Via Albere, 87/A – 37138 VERONA – Tel. 045/8100404 – Fax 045/8107630 – Sito Internet www.telefin.it – E-mail telefin@telefin.it – Telefonia selettiva in tecnica digitale compatibile con ogni sistema –

Concentratori ed apparecchi stagni universali, diagnosticabili, monitorabili e configurabili da remoto – Posti centrali integrati DC-DCO-DOTE digitali – Impianti DC-DCO-DOTE in tecnica digitale – Impianti telefonici punto-punto, telediffusione sonora con sintesi vocale, teleannunci garantiti per linee impresenziate – Software di supervisione e monitoraggio – Sistema telefonico e di diffusione sonora integrato per emergenza in galleria – Sistemi innovativi per la diffusione sonora, rilievi e perizie fonometriche – Isolamento galvanico per gli impianti TLC, Telecomando ed ASDE in SSE.

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.

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 vaia-car@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 tramviari 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 rinalzatura del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail vaeitalia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/vae/en – Scambi ferroviari A.V. e standard, scambi tranviari, sistemi elettronici per monitoraggio scambi, cuscinetti autolubrificanti, casse di manovra per scambi ferroviari e tranviari - Rappresentanza Voestalpine Schienen GmbH per tutti i tipi di rotaie (vignole, a gola, barre per aghi) nonché servizi tecnici e logistici.

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

F Prodotti chimici ed affini:

HENKEL ITALIA S.r.l. – Via Amoretti, 78 – 20157 MILANO – Tel. 334.6059593 – Sig. Claudio CROVIEZ-

ZILLI – E-mail: claudio.croviezzilli@henkel.com – www.loctite.it – Progettazione e assistenza tecnica gratuita – Adesivi anaerobici e istantanei - Adesivi strutturali certificati - Adesivi e sigillanti per la manutenzione ferroviaria - Prodotti per la riparazione di alberi e cuscinetti usurati, rimuovi graffiti - Rivestimenti protettivi anticorrosione, poliuretani e primer per vetri.

G Articoli di gomma, plastica e vari:

DERI S.r.l. – Via S. Paolo 54/58 – 10095 GRUGLIASCO (TO) – Tel. 011.7809801 – Fax 011.7809899 – e-mail: info@deri.it – www.deri.it – Distributore specializzato nella produzione custom di tubazioni in gomma per basse, medie ed altre pressioni – Distribuzione raccorderie varie, innesti rapidi, utensili elettrici e pneumatici, guaine protezione, cavi in poliammide e metalliche con relativa raccorderia a tenuta stagna, fascette nylon e metalliche, ampio magazzino.

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG) – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – e-mail: fluoriten@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.

ISOLGOMMA S.r.l. – Via dell'Artigianato, Z.I. – 36020 ALBETTONE (VI) – Tel. 0444/790781 – Fax 0444/790784 – E-mail: info@isolgomma.it – Componenti elastomerici per il binario ferroviario – Materassini sottoballast e sottopiattoforma – Pannelli fonoassorbenti.

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.colbacchini@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 ferrotanviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001 e AS/EN 9120 – 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.

SOCHIMA S.p.A. - Corso Piemonte, 38 - Tel. 011/2236834 - 10099 S. MAURO TORINESE (TO) - Aquaplas - Schallschluck - Baryfol - Materiali coibenti ad alta efficienza - Antivibranti - Assorbenti - Fonoter-moisolanti - Fornitori FS.

SPITEK S.r.l. - Via Frà Bartolomeo, 36/a-b - 59100 PRATO - Tel. 0574.593252-0574.527412 - Fax 0574.593251 - E-mail: spitek srl@spitek.191.it - Posta Certificata: spitek srl@pec.it - www.spitek.it - Articoli stampati in materiali termoindurenti e termoplastici - Caminetti spegniarco in Dearn 10 - Frutti isolanti in Decal per accoppiatori 13/18/78 e 92 poli - Corpi stampati per contattori a disegno Trenitalia, Ansaldo, Marelli, Tibb e Altri.

STRAIL - Gollstrasse, 8 - D-84529 TITTMONING - 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 - Gollstrasse, 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.

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 - Via Conchia, 95 - 70043 Monopoli (BA) - 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 stimativi 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. - Via Paolo Borsellino, 124 - 80025 CASANDRINO (NA) - Tel. 081.19525208 - Fax 081.19525181 - E-mail: 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.

SINECO - Direzione Affari Generali e Sicurezza - Viale Isonzo, 14/1 - 20135 MILANO - Tel. 02/5425901 - Fax. 02/54259023 - e.mail: sineco.co.it - www.sinecoing.it - Rilievi geometrico-topografici con strumentazioni laser scanner delle infrastrutture e del territorio circostante in modalità dinamica tramite veicoli completamente integrati - Rilievi fotografici, profilometrici e termografici delle gallerie finalizzati alle verifiche geometriche e diagnostiche dello stato conservativo del fornice - Servizi di supporto alla definizione dei piani manutentivi e di sicurezza - Sorveglianza ed ispezioni delle opere d'arte mediante tecnologie non distruttive - Verifiche ambientali - Laboratorio prove materiali accreditato UNI EN ISO/IEC 17025:2005 - Ingegneria del ripristino conservativo delle opere.

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.pedri-nazzi@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:

TACK SYSTEM S.r.l. - Via XXV Aprile, 50 D - 20040 CAMBIAGO (MI) - Tel. 02/9506901 - Fax 02/95069051 - e-mail: tack@tacksystem.it - www.tacksystem.it - Pellicole autoadesive colorate, fluorescenti, trasparenti, rifrangenti, antigraffiti e protettive - Etichette, pittogrammi e iscrizioni prespaziate per rotabili carri, carrozze,

locomotori, ecc. – I succitati manufatti rispondono a Specifiche FS TRENITALIA.

O Formazione

SERFORM SAGL – Corso San Gottardo 99 – 6830 CHIASSO (SVIZZERA) - Tel. 004191682 – 4242 – E-mail: info@serform.eu – Sito internet: www.serform.eu – Centro di Formazione riconosciuto con Decreto ANSF n° 03/2013 in grado di offrire a Professionisti e Aziende presenti su tutto il territorio europeo una preparazione qualificata per le attività legate al trasporto ferroviario.

P Enti di certificazione

ISARail S.p.A. – Via Figliola, 89/c – 80040 S. SEBASTIANO AL VESUVIO (NA) – Tel. +39 081.0145370 – Fax +39 081.0145371 – E-mail: marketing@isarail.com – info@isarail.com – www.isarail.com – Organismo di ispezione di tipo “A” ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020.2005 nel settore dei sottosistemi ferroviari e relativi componenti – Verificatore Indipendente di Sicurezza (VIS) per l’ANSF con decreti 9/2010, 1/2011 e 6/2011.

ITALCERTIFER S.p.A. – Largo F.lli Alinari, 4 – 50123 FIRENZE – Tel. 055.0674415 - Fax 055.0674598 – www.italcertifer.com – 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.

RINA SERVICES S.p.A. – Via Corsica 12 – 16128 GENOVA – Tel. +39 0105385791 – Fax +39 0105351237 – E-mail: railway@rina.org – www.rina.org. – Organismo Notificato per le Verifiche CE di Interoperabilità secondo

la Direttiva per il sistema Alta Velocità Convenzionale 2008/57/CE – Valutatore indipendente di sicurezza per l’agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie - Ispezioni e test.

Q Società di progettazione e consulting:

ATLANTE S.r.l. – Via Luxemburg, 22/A – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 338.7570334 – E-mail: atlante@atlanteimola.it – Sito internet: www.atlanteimola.it – Da oltre 30 anni siamo presenti nel trasporto pubblico e metropolitano con una particolare esperienza nel settore ferroviario, con conoscenza di tutti i regimi di circolazione e composizione dei treni. Studio e progettazione ed esecuzione di campagna informative, istituzionali e pubblicitarie a bordo treno; installazione di Butterfly/pendoli, distribuzione on seat, anche con servizio Hostess, con pianificazione dedicata per ogni specifica richiesta.

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 Gennaio 2016



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



il futuro viaggia su binari sicuri dal 1945

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



EXPO Ferroviaria 2016

7^a Esposizione internazionale dell'industria ferroviaria

5 - 7 aprile 2016, Lingotto Fiere, Torino
Padiglioni 1 e 2

L'evento chiave dell'industria ferroviaria in Italia!



- Oltre 200 espositori di tutti i settori ferroviari
- 7,000 visitatori provenienti da tutto il mondo
- 22,000 m² di spazio espositivo
- Conferenze CIFI, ASSIFER, FERPRESS
- 3 giorni di presentazioni espositori e visite tecniche
- Sezioni di binario per l'esposizione di tecnologie per l'infrastruttura

- Venite a discutere degli ultimi prodotti e sistemi ferroviari con i fornitori leader dell'industria
- Informatevi riguardo i trend tecnologici e gli sviluppi delle politiche ferroviarie
- Instaurate preziosi contatti commerciali in un'occasione di networking unica nel suo genere

Unitevi ai leader del settore all'evento ferroviario più importante d'Italia!

MACKBROOKS
exhibitions

Email: expoferroviaria@mackbrooks.com
www.expoferroviaria.com

Registratevi subito online per la vostra entrata gratuita

Con il Patrocinio del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti



Partner dell'esposizione:



Partner Mediali:

IF Ingegneria Ferroviaria

