



**Costruzioni  
Linee  
Ferroviarie**



**il futuro corre su binari sicuri**

## dal 1945

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

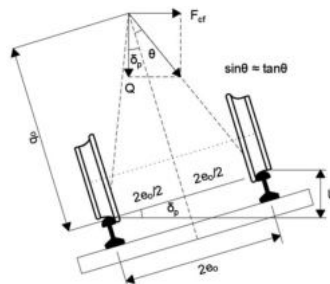
La forza che spinge CLF verso lo sviluppo è la conoscenza di tutto il processo sia nel campo delle infrastrutture che nel settore del materiale rotabile.



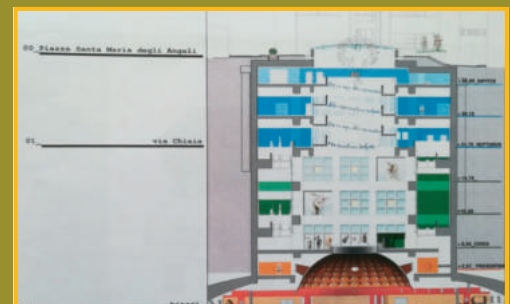
Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfspa.it - www.clfspa.com

INGEGNERIA FERROVIARIA - Ottobre 2021  
ISSN: 0020 - 0956  
Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma

**In questo numero  
In this issue**



**Analisi di eventi di svio  
Train derailment verification**



**Stazione "Chiaia" della metropolitana  
di Napoli  
"Chiaia" station of Naples underground**







## I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.A.R.B.A. – MILANO  
 A.I.FERR – GENOVA  
 A.M.T. – GENOVA  
 A.T.M. S.p.A. – MILANO  
 ABB S.p.A. – GENOVA  
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)  
 ANCEFERR – ROMA  
 ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA  
 ANSFISA – FIRENZE  
 ARMAFER S.r.l. – LECCE  
 ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA  
 ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO  
 ATAC – ROMA  
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE  
 B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)  
 BOMBARDIER TRANSPORTATION – ROMA  
 BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)  
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA  
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO  
 C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA  
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA  
 CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – LAINATE (MI)  
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO  
 CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI  
 CEIT IMPIANTI S.r.l. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)  
 CEMBRE S.p.A. – BRESCIA  
 CEPV DUE – MILANO  
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)  
 Co.Me.F. S.r.l. – ROMA  
 COET S.r.l. – COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE – SAN DONATO M. (MI)  
 COGESIRM S.r.l. – CASORIA (NA)  
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – MILANO  
 COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)  
 COMMEL S.r.l. – ROMA  
 CONSORZIO SATURNO – ROMA  
 CONSORZIO TRIVENETO ROCCIATORI S.c.a.r.l. – FONZASO (BL)  
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)  
 CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV)  
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)  
 D&T S.r.l. – MILANO  
 D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE – MONTORIO AL VOMANO (TE)  
 DINAZZANO PO – REGGIO NELL'EMILIA  
 DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA  
 DYNASTES S.r.l. – ROMA  
 ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)  
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI  
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI  
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA  
 ETS S.r.l. – SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA  
 FADEP S.r.l. – NAPOLI  
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO)  
 FASE S.a.s. – DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)  
 FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA  
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI  
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI  
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI – BARI  
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA  
 FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO  
 FIDA S.r.l. – ROMA  
 FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA  
 FOR.FER S.r.l. – ROMA  
 FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. – GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)  
 G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO  
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO  
 GESTIONE GOVERNATIVA – ROMA  
 GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC)  
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA  
 HARPACEAS S.r.l. – MILANO  
 H.T.C. S.r.l. – LEINI (TO)  
 HIMA ITALIA – MILANO  
 HITACHI RAIL S.p.A. – NAPOLI  
 HITACHI RAIL STS S.p.A. – GENOVA  
 HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA)  
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. – MILANO  
 IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)  
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO  
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD)  
 INTECS S.p.A. – ROMA  
 ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE  
 ITALFERR S.p.A. – ROMA  
 ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO  
 IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV)  
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI)  
 KONI B.V. – BARGE (CN)  
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA)  
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO  
 LEF S.r.l. – FIRENZE  
 LOTRAS S.r.l. – FOGGIA  
 LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)  
 MA.FER S.r.l. – BOLOGNA  
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG)  
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT)  
 MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM)  
 MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)  
 MICOS S.p.A. – LATINA  
 MICROELETTRICA SCIENTIFICA – BUCCINASCIO (MI)  
 MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)  
 NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO  
 NIER INGEGNERIA S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 NTT DATA ITALIA S.p.A. – MILANO  
 OFFICINA NAVALE QUAIAT S.r.l. – TRIESTE  
 PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB)  
 PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)  
 PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM)  
 POLISTUDIO S.p.A. – MOSCHETTO (VE)  
 PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI)  
 PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (BG)  
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)  
 PTF S.r.l. – CARINI (PA)  
 QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)  
 RAIL TRACTION COMPANY – VERONA  
 RAVA – REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA – POLLEIN (AO)  
 R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA  
 RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA  
 S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. – CHIUSI (PI)  
 S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO  
 SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA  
 SATFERR S.r.l. – FIDENZA (PR)  
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)  
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MILANO  
 SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA)  
 SIELTE S.p.A. – ROMA  
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI – MILANO  
 SILSUD S.r.l. – FERENTINO (FR)  
 SIMPRO S.p.A. – TORINO  
 SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG)  
 SOLARI DI UDINE – MI  
 SPEKTRA S.r.l. – VIMERCATE (MB)  
 SPII S.p.A. – SARONNO (MI)  
 SPITEK S.r.l. – PRATO  
 SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)  
 T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA)  
 TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE  
 TECNOFER S.p.A. – (MN)  
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM)  
 TEKFER S.r.l. – BEINASCO (TO)  
 TELEFIN S.p.A. – VERONA  
 TERMINALI ITALIA – VERONA  
 TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)  
 THALES ITALIA – FIRENZE  
 THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)  
 TRASPORTO PASSEGGERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA  
 TRENITALIA S.p.A. – ROMA  
 TRENITALIA TPER – BOLOGNA  
 TRENORD S.r.l. – MILANO  
 TRENTO TRASPORTE S.p.A. – TRENTO  
 TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. – LANCIANO  
 URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR)  
 VERICERT S.r.l. – FORNACE ZARATTINI (RA)  
 VERTIV S.r.l. – ROMA  
 VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA  
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA  
 VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA)  
 WEGH GROUP S.p.A. – FORNOVO DI TARO (PR)

## INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	I Copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 768
ITALFERR S.p.A. – Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane – Roma	pagina 788
CROSSMEDIA	pagina 817
THERMIT Italiana S.r.l. – Rho (MI)	pagina 822
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 822
ISOIL S.p.A. – Cinisello Balsamo (MI)	pagina 825
PANTECNICA S.p.A. – Rho (MI)	pagina 825
BONOMI EUGENIO S.p.A. – Montichiari (BS)	IV Copertina

### CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2021

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

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

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet [www.cifi.it](http://www.cifi.it) alla voce “ASSOCIARSI” e l’iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

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

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

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

**Le associazioni devono essere rinnovate entro il 31 dicembre.**

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



**Contatti - Contacts**

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

**Servizio Pubblicità - Advertising Service**

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

**Direttore - Editor in Chief**

Stefano RICCI

**Vice Direttore - Deputy Editor in Chief**

Valerio GIOVINE

**Comitato di Redazione - Editorial Board**

Benedetto BARABINO  
Massimiliano BRUNER  
Maurizio CAVAGNARO  
Federico CHELI  
Giuseppe Romolo CORAZZA  
Maria Vittoria CORAZZA  
Biagio COSTA  
Bruno DALLA CHIARA  
Salvatore DI TRAPANI  
Anders EKBERG  
Alessandro ELIA  
Luigi EVANGELISTA  
Carmen FORCINITI  
Attilio GAETA  
Ingo HANSEN  
Simon David IWNICKI  
Marino LUPI  
Adoardo LUZI  
Gabriele MALAVASI  
Giampaolo MANCINI  
Vito MASTRODONATO  
Enrico MINGOZZI  
Elena MOLINARO  
Francesco NATONI  
Umberto PETRUCCELLI  
Luca RIZZETTO  
Stefano ROSSI  
Francesco VITRANO  
Dario ZANINELLI

**Consulenti - Consultants**

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

**Redazione - Editorial Staff**

Massimiliano BRUNER  
Ivan CUFARI  
Francesca PISANO  
Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)  
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione  
(ROC) n. 33553 - Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento  
postale - d.l. 353/2003  
(conv. In l. 27/02/2004 n. 46) art. 1 - DBC Roma  
Via Giovanni Giolitti, 46 - 00185 Roma  
E-mail: info@cifi.it - u.r.l.: www.cifi.it  
Tel. 06.4742986 - 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 LXXVI | **Ottobre 2021** | 10**Condizioni di Associazione al CIFI****746****FORMULE ANALITICHE ED EMPIRICHE PER L'ANALISI  
DI PARTICOLARI EVENTI CHE COMPORTANO LO SVIO  
TRAIN DERAILMENT VERIFICATION USING  
ANALYTICAL RELATIONS AND EMPIRICAL FORMULA**

Christos PYRGIDIS

Styliani PORAVOU

**749****IL PROGETTO DELLA NUOVA STAZIONE "CHIAIA"  
DELLA LINEA 6 DI PETER GREENAWAY ED IMPATTI  
DEL "MUSEO OBBLIGATORIO" DELLA METROPOLITANA  
DI NAPOLI****THE PROJECT OF THE NEW "CHIAIA" STATION OF LINE 6  
BY PETER GREENAWAY AND THE IMPACT OF THE  
"MANDATORY MUSEUM" OF THE NAPLES  
UNDERGROUND NETWORK**

Ilaria HENKE

Armando CARTENI

Paola CASSETTA

**769****Notizie dall'interno****789****Vita del CIFI - "Il CIFI sezione Milano e area Nord si ritrova  
sulla Transiberiana d'Italia"****804****Notizie dall'estero****News from foreign countries****806****IF Biblio****819****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria****Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria****820****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****826****Fornitori di prodotti e servizi****830**

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

## LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

### **La collaborazione è aperta a tutti.**

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

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

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

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

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

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

**Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista. – Tel: +39.06.4742986 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

### **The collaboration is open to everyone.**

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

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

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

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

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

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

**For any further information about the paper presentation, you can contact the editorial staff. – Phone: +39.06.4742986 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**





## Formule analitiche ed empiriche per l'analisi di particolari eventi che comportano lo svio

### *Train derailment verification using analytical relations and empirical formula*

Christos PYRGIDIS (\*)  
Styliani PORAVOU (\*\*)

**Sommario** - Il deragliamento di un veicolo ferroviario può essere attribuito a cause diverse e può verificarsi per ribaltamento di un veicolo, spostamento laterale di un binario, sormonto della ruota o allargamento dello scartamento/ribaltamento del binario. In termini di conseguenze, è incluso tra gli incidenti ferroviari caratterizzati dall'aumento della gravità dei loro impatti, mentre le sue numerose potenziali cause richiedono rigorose procedure di indagine. Un passaggio cruciale di queste procedure è la 'verifica del deragliamento'. Questa area scientifica dell'ingegneria ferroviaria rimane un campo di ricerca 'aperto'. Questo lavoro, a) fornisce espressioni analitiche ed empiriche utilizzate per la verifica del deragliamento, b) valuta qualitativamente i parametri che influenzano il fenomeno del deragliamento, e c) applica le suddette espressioni a uno specifico caso di studio.

**Summary** - The derailment of a railway vehicle may be attributed to different causes and may occur through the overturning of a vehicle, the lateral displacement of a track, wheel climb, or gauge widening/rail rollover. In terms of its consequences, it is included amongst railway incidents that are characterized by the increased severity of their impacts, while its numerous potential causes necessitate strict investigational procedures. A crucial step of these procedures is the 'derailment verification'. This scientific area of railway engineering remains an 'open' field of research. This work, a) provides analytical and empirical expressions that are used for derailment verification, b) evaluates qualitatively the parameters that affect the derailment phenomenon, and c) applies the aforementioned expressions to a specific case study.

#### Simboli e notazioni matematiche

$a_i$	: Coefficiente che indica la distribuzione disomogenea della forza centrifuga tra i due assi di un carrello
$a_y$	: Accelerazione della vibrazione laterale del veicolo ( $\alpha_y=0.1g$ ; $V \geq 80\text{km/h}$ , $\alpha_y= 0.1g \cdot V/80$ ; $V \leq 80\text{km/h}$ )
$B_{ty}$	: Componente laterale del peso-movimento veicolo in curva
$C$	: Compensazione della sopraelevazione in caso di veicoli inclinati
$C_D$	: Coefficiente di forza del vento laterale (parametro dipendente dalla superficie laterale esterna di un veicolo/treno)
$D$	: Indice di pericolo contro il ribaltamento del veicolo del treno
$e$	: costante di Napier
$2e$	: Scartamento

#### Notations

$a_i$	: Coefficient that indicates the uneven distribution of the centrifugal force among the two axles of a bogie
$a_y$	: Acceleration of vehicle lateral vibration ( $\alpha_y=0.1g$ ; $V \geq 80\text{km/h}$ , $\alpha_y= 0.1g \cdot V/80$ ; $V \leq 80\text{km/h}$ )
$B_{ty}$	: Lateral component of the vehicle weight-motion in curves
$C$	: Cant compensation in case of tilting vehicles
$C_D$	: Side wind force coefficient (parameter depending on the lateral external surface of a vehicle/train)
$D$	: Danger index against train vehicle overturn
$e$	: Napier's constant
$2e$	: Gauge distance
$2e_0$	: Theoretical distance between the running surfaces of the right and the left wheels when centered $\approx$ distance between the vertical axis of symmetry of the two rails
$F$	: Guidance force

(\*) Facoltà di Tecnologia, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università Aristotele di Salonicco, Salonicco, Grecia.

(\*\*) Faculty of Technology, Civil Engineering Department, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.

$2e_o$	: Distanza teorica tra le superfici di scorrimento delle ruote destra e sinistra quando centrate $\approx$ distanza tra l'asse verticale di simmetria delle due rotaie	$F_j$	: Guidance force applied on under derailment wheel <sup>1</sup>
F	: Forza guida	$F_{cf}$	: Centrifugal force
$F_1$	: Forza guida applicata sulla ruota in deragliamento <sup>1</sup>	$F_j$	: Guidance force exerted from one of the wheels of a wheelset to the respective rail ( $j = 1,2$ left and right wheels, respectively, in the direction of movement)
$F_{cf}$	: Forza centrifuga	$F_{nc}$	: Residual centrifugal force
$F_j$	: Forza guida esercitata da una delle ruote di una sala montata al rispettivo binario ( $j = 1,2$ ruote sinistra e destra, rispettivamente, nella direzione di movimento)	$F_{res}$	: Lateral forces of springs of the primary suspension
$F_{nc}$	: Forza centrifuga residua	g	: Gravity acceleration
$F_{res}$	: Forze laterali delle molle della sospensione primaria	H	: Total lateral force that is transmitted from the vehicle to the rail (at wheelset level)
g	: Accelerazione di gravità	$H_R$	: Lateral track resistance
H	: Forza laterale totale trasmessa dal veicolo alla rotaia (a livello della sala)	$H_w$	: Side wind force
$H_R$	: Resistenza del binario laterale	I	: Track cant deficiency
$H_w$	: Forza del vento laterale	$K_d$	: Derailment factor (due to wheel climb)
I	: Insufficienza di sopraelevazione del binario	m	: Total mass of the vehicle
$K_d$	: Fattore di deragliamento (dovuto al sormonto della ruota)	M	: Mass of two bogies
m	: massa totale del veicolo	M'	: Mass of body (loaded)
M	: Massa di due carrelli	Q	: Axle load
M'	: massa del corpo (caricato)	$Q_1$	: Vertical static load of wheel 1 (wheel under derailment)
Q	: Carico sull'asse	$Q_2$	: Vertical static load of wheel 2
$Q_1$	: Carico statico verticale della ruota 1 (ruota sotto deragliamento)	$q_b$	: Nominal height of gravity center of the bogies of the vehicle from the rail rolling surface
$Q_2$	: Carico statico verticale della ruota 2	$q_o$	: Nominal height of gravity center of the vehicle
$q_b$	: Altezza nominale del baricentro dei carrelli del veicolo dalla superficie di rotolamento della rotaia	$q_o^*$	: Compensated value of $q_o$ ( $=1.25q_o$ )
$q_o$	: Altezza nominale del baricentro del veicolo	$q_r$	: Flange cross-dimension (the horizontal distance between the intersection point of the joint geometric level with the flange face and the intersection point of a reference line at a distance of 2 mm from the flange tip with the flange face)
$q_o^*$	: Valore compensato di $q_o$ ( $=1.25q_o$ )	$q_w$	: Nominal height of center of the wind force
$q_r$	: Dimensione trasversale flangia (la distanza orizzontale tra il punto di intersezione del livello geometrico del giunto con la faccia della flangia e il punto di intersezione di una linea di riferimento a una distanza di 2 mm dalla punta della flangia con la faccia della flangia)	$q_w^*$	: Compensated value $q_w$ ( $=1.25q_w$ )
$q_w$	: Altezza nominale del centro della forza del vento	$R_c$	: Radius of curvature in the horizontal alignment
$q_w^*$	: Valore compensato $q_w$ ( $=1.25q_w$ )	$R_g$	: Switch turnout radius of curvature
$R_c$	: Raggio di curvatura nel piano orizzontale del binario	$S^g$	: Area of the lateral external surface of the vehicle/train
$R_g$	: Raggio di curvatura dello scambio/deviatoio	$S_p$	: Total gravitational force
		s	: 'Souplesse' coefficient
		$T_{1,2}$	: Lateral creep forces applied on both wheels
		$T_t$	: Total traffic load
		u	: Wind speed
		U	: Track (normal) cant
		$U_{thv}$	: Theoretical track cant for a speed V
		$U_{thvmax}$	: Theoretical track cant for maximum speed $V_{max}$
		V	: Vehicle running speed

<sup>1</sup> Nota della Redazione di Ingegneria Ferroviaria.

Si informa il lettore che nella copiosa letteratura e nella rigorosa Normativa di Sicurezza il termine italiano "svio", genericamente tradotto nella lingua anglosassone "derailment", riferisce esclusivamente dei fenomeni riguardanti il sormonto della ruota sul fungo della rotaia. Questa memoria presenta, in una sola categoria fenomenologica (definita come "derailment"), fattori ed eventi diversi, indirizzando il lettore ad una interpretazione più estesa del termine italiano "svio", comprendente, ad esempio, anche l'atto di moto del ribaltamento, come evento finale di molteplici cause primarie delle quali, peraltro, nella trattazione ne sono evidenziate solo alcune specifiche.

<sup>1</sup> Note from the Editorial Board of Railway Engineering.

The reader is informed that in the literature and in the rigorous Safety Regulations, the Italian term "svio", generically translated into the Anglo-Saxon language "derailment", refers exclusively to the phenomena concerning the overlapping of the wheel on the rail head. This paper presents, in a single phenomenological category (defined as "derailment"), different factors and events, addressing the reader to a more extensive interpretation of the Italian term "svio", including, for example, also the act of overturning, as the final event of multiple primary causes of which, moreover, only some specific ones are highlighted in the discussion.



$S_p$  : Forza gravitazionale totale  
 $s$  : Coefficiente 'Souplesse'  
 $T_{1,2}$  : Forze di scorrimento laterale applicate su entrambe le ruote  
 $T_t$  : Carico di traffico totale  
 $U$  : Sopraelevazione (normale) del binario  
 $U_{thv}$  : Sopraelevazione teorica del binario per una velocità  $V$   
 $U_{thvmax}$  : Sopraelevazione teorica del binario per la velocità massima  $V_{max}$   
 $V_{der.dis}$  : Velocità oltre la quale si verifica il deragliamento dovuto allo spostamento laterale del binario  
 $V_{der.ov}$  : Velocità oltre la quale si verifica il deragliamento per ribaltamento  
 $V_{der.wcl}$  : Velocità oltre la quale si verifica il deragliamento dovuto al sormonto delle ruote  
 $V_{max}$  : Velocità massima di marcia del veicolo  
 $Y_2$  : Forza trasversale esercitata sul piano orizzontale ed esercitata nel punto di contatto della ruota 2, in caso di contatto della ruota 1 con la rotaia  
 $yy$  : Asse della forza risultante dal deragliamento  
 $\alpha$  : Angolo di deriva della sala  
 $\beta, \beta_1$  : Angolo della flangia di contatto ruota-rotaia  
 $\gamma_o$  : Angolo tra la superficie di rotolamento della ruota 2 e il piano orizzontale (angolo di contatto ruota-rotaia)  
 $\gamma_{nc}$  : Accelerazione residua laterale  
 $\gamma_{ncmax}$  : Massima accelerazione laterale residua consentita  
 $\delta_p$  : Angolo di sopraelevazione  
 $\lambda$  :  $= M'/(M/2)$   
 $\mu$  : Coefficiente di attrito ruota-rotaia (coefficiente di adesione, coefficiente di Coulomb)  
 $\rho$  : Densità dell'aria  
 $\rho_1, \rho_o$  : Angolo di attrito ruota-rotaia della ruota 1 e 2 rispettivamente.

$V_{der.dis}$  : Speed over which derailment due to lateral displacement of the track occurs  
 $V_{der.ov}$  : Speed over which derailment due to overturning occurs  
 $V_{der.wcl}$  : Speed over which derailment due to wheel climb occurs  
 $V_{max}$  : Vehicle maximum running speed  
 $Y_2$  : Transversal force acted on the horizontal level and exerted in the point of contact of wheel 2, in case of contact of wheel 1 with the rail  
 $yy$  : Derailment resultant force axis  
 $\alpha$  : Yaw angle of the wheelset  
 $\beta, \beta_1$  : Wheel-rail contact flange angle  
 $\gamma_o$  : Angle between the rolling surface of wheel 2 and the horizontal plane (wheel-rail contact angle)  
 $\gamma_{nc}$  : Lateral residual acceleration  
 $\gamma_{ncmax}$  : Maximum permitted lateral residual acceleration  
 $\delta_p$  : Angle of cant  
 $\lambda$  :  $= M'/(M/2)$   
 $\mu$  : Wheel-rail friction coefficient (adhesion coefficient, Coulomb coefficient)  
 $\rho$  : Air density  
 $\rho_1, \rho_o$  : Angle of friction wheel-rail of the wheel 1 and 2 respectively.

## 1. Ambito e descrizione del problema

Il termine 'deragliamento' è usato per descrivere la perdita definitiva di contatto di almeno una ruota del veicolo ferroviario con la superficie di rotolamento della ruota [1].

Il deragliamento di un veicolo ferroviario può essere attribuito a diverse cause (Fig. 1). Tali cause possono essere proprie del sistema ferroviario (alto valore delle forze esercitate dal veicolo al binario, eccessiva velocità del treno, cattive condizioni e progettazione del materiale rotabile, scarsa qualità di marcia del binario e del tracciato, crollo del rilevato, errata regolazione degli scambi) o esterne all'esercizio ferroviario, forte vento laterale, ostacolo sui binari, ecc.). Le cause interne, in base all'effetto che hanno sull'evoluzione del fenomeno, possono essere distinte in dirette o indirette [1].

Indipendentemente dalla causa del deragliamento, i meccanismi che portano alla definitiva perdita di contatto di almeno una ruota del veicolo sono: a) il ribaltamento del veicolo, b) lo spostamento laterale (spostamento)

### 1. Scope and description of the problem

The term 'derailment' is used to describe the definite loss of contact of at least one vehicle wheel with the rail rolling surface [1].

The derailment of a railway vehicle may be attributed to different causes (Fig. 1). These causes can be internal to the railway system (high value of exerted forces from the vehicle to the track, excessive train speed, bad condition and design of rolling stock, poor ride quality of track and of track layout, embankment collapse, etc.) or external to the railway system (incorrect adjustment of switches, high crosswind, obstacle on tracks, etc.). The internal causes, based on the effect they have on the evolution of the phenomenon, can be distinguished as direct or indirect [1] ones.

Independently of the cause of the derailment, the mechanisms that lead to the definite loss of contact of at least one vehicle wheel are: a) the overturning of the vehicle, b) the lateral displacement (shift) of the track, c) the wheel climb, and d) the gauge widening, or the rail rollover [1][2][3].

Derailments can take place in any track segment of a railway line. Most frequently they occur at turnouts (switches and crossings). Accidents taking place on civil engineering structures are usually the gravest and have the worst consequences, including several fatalities, due to the profound difficulty for all escaping or rescuing operations (on bridges, in tunnels, etc.) as well as the high cost of the applied mitigation measures.

Derailment of vehicles/trains is included among the most serious railway incidents in terms of their conse-

del binario, c) il sormonto della ruota, e d) l'allargamento dello scartamento o il ribaltamento del binario [1][2][3].

I deragliamenti possono avvenire in qualsiasi segmento di binario di una linea ferroviaria. Più frequentemente si verificano ai deviatori (scambi e incroci). Gli incidenti che avvengono sulle opere di ingegneria civile sono solitamente i più gravi e hanno le conseguenze peggiori, tra cui diversi decessi, a causa della profonda difficoltà per tutte le operazioni di fuga o di salvataggio (su ponti, in galleria, ecc.) nonché per l'alto costo delle misure di mitigazione applicate.

Il deragliamento di veicoli/treni è tra gli incidenti ferroviari più gravi in termini di conseguenze. In molti casi le conseguenze sono gravi per i passeggeri (morti, feriti gravi) e particolarmente dannose per il binario, il materiale rotabile (grandi danni materiali) e per l'esercizio della linea in generale (lunghi ritardi, variazioni di orario, soppressione treni). In quanto tale, va precisato che l'Unione Europea classifica i deragliamenti nella categoria degli incidenti 'catastrofici' [1][4][5].

Quanto sopra comporta l'esigenza di procedure rigorose per quanto riguarda l'accertamento delle cause e l'attribuzione delle responsabilità.

Nella maggior parte dei casi, questioni come la responsabilità e il risarcimento finiscono per essere risolte legalmente e hanno anche un impatto sociale diretto.

Ciascuna organizzazione ferroviaria stabilisce una procedura/politica specifica da seguire durante l'indagine su un incidente di deragliamento, che porta alla stesura di un rapporto finale. Un passaggio cruciale di questa procedura è la 'verifica del deragliamento'. La "verifica del deragliamento" documenta essenzialmente il meccanismo del deragliamento che si è verificato, chiarisce le cause del deragliamento e fornisce le informazioni necessarie sia per attribuire le responsabilità sia per adottare le misure appropriate al fine di evitare incidenti simili in futuro.

Per eseguire la verifica del deragliamento sono necessari diversi strumenti, quali strumenti matematici (relazioni analitiche ed empiriche, modelli di simulazione), autopsie, prove di laboratorio, decodifica del materiale

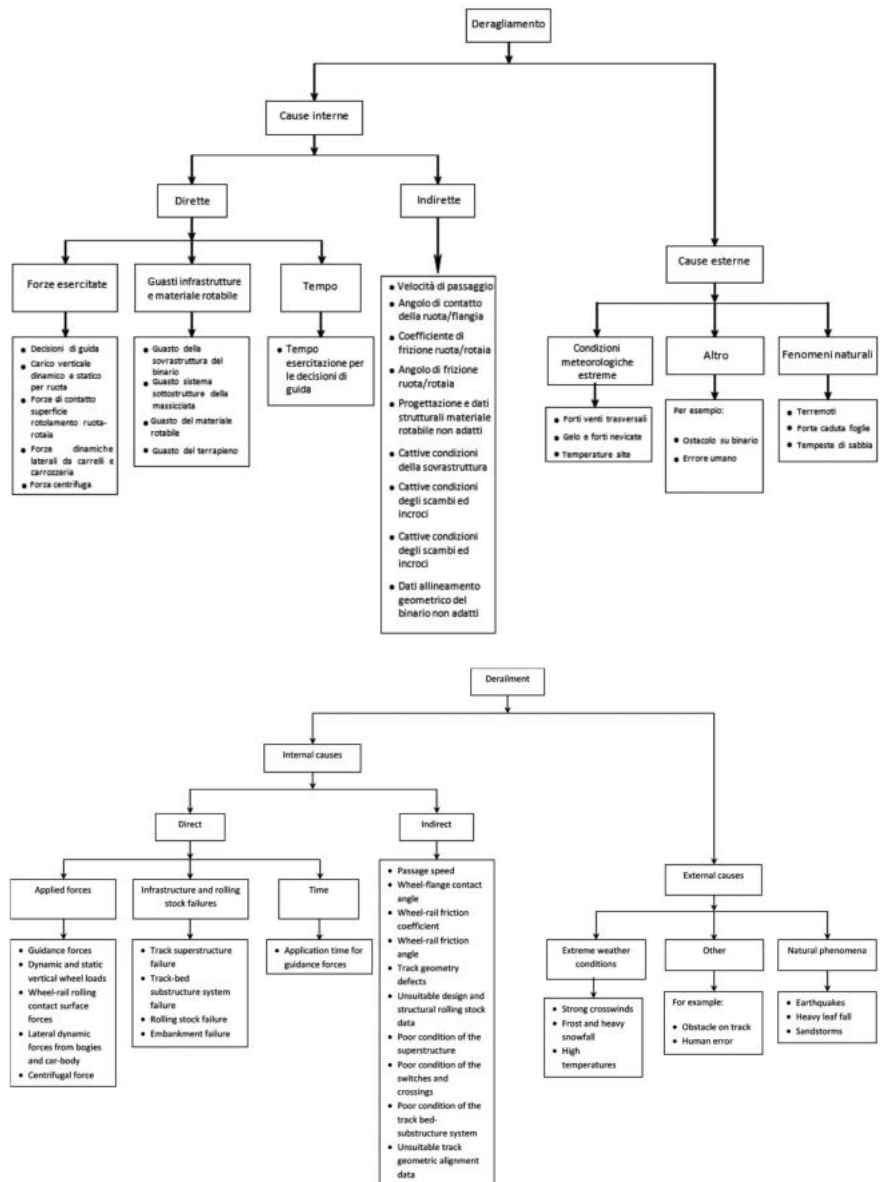


Figura 1 – Cause di deragliamento. Figure 1 – Causes of derailment.

quences. In many cases, the consequences are grievous for the passengers (deaths, serious injuries) and particularly harmful for the track, the rolling stock (large material damages), and for the operation of the line in general (long delays, timetable changes, and train cancellations). As such, it should be stated that the European Union classifies derailments in the category of 'catastrophic' incidents [1][4][5]

The above result in a requirement for strict procedures as far as the investigation of the causes and the assignment of responsibilities are concerned.

In most of the cases, issues like accountability and compensation end-up being resolved legally while also having a direct social impact.



rotabile e delle apparecchiature di binario (tachigrafi, telecamere), interviste alle parti coinvolte (es. personale, passeggeri, testimoni), ecc.

Non esistono standard universali riguardanti specificamente gli strumenti matematici adottati. Al contrario, molti metodi sono stati sviluppati e utilizzati in alternativa o in combinazione dalle varie organizzazioni ferroviarie ma anche da scienziati specializzati. Questo campo scientifico dell'ingegneria ferroviaria rimane 'aperto' e preoccupa molti ricercatori, mentre vengono pubblicate costantemente nuove relazioni e vengono proposti nuovi strumenti matematici per la verifica specifica.

In questo articolo e per tre (deragliamento per ribaltamento, spostamento laterale del binario e sormonto della ruota) dei meccanismi di deragliamento menzionati:

- Sono presentati gli strumenti matematici utilizzati per la verifica del deragliamento e più specificamente le relazioni analitiche ed empiriche.
- I parametri del materiale rotabile, del binario e dell'esercizio ferroviario coinvolti in un deragliamento sono valutati qualitativamente.
- I suddetti strumenti matematici sono applicati a uno specifico caso di studio, che prevede il movimento di treni lungo il tratto di binario curvo di uno scambio.

Il campo di applicazione di questo lavoro include le reti ferroviarie interurbane ad alta velocità come pure convenzionale, nonché le ferrovie regionali e suburbane.

Questo documento è ritenuto utile ai gestori dell'infrastruttura ferroviaria e agli operatori ferroviari, mentre è di diretto interesse per i progettisti di sistemi ferroviari, i consulenti tecnici ferroviari, le organizzazioni ferroviarie e gli istituti di ricerca, che possono utilizzare le relative relazioni per la valutazione di incidenti effettivi. Allo stesso tempo, questo documento è utile ai ricercatori di ingegneria ferroviaria poiché consente loro di confrontare i risultati delle relazioni matematiche ed empiriche con risultati simili derivati dall'applicazione di vari modelli di simulazione e altri strumenti/apparecchiature matematiche che consentono una più affidabile valutazione dei parametri coinvolti nel fenomeno del deragliamento.

## 2. Deragliamento per ribaltamento del veicolo

Il deragliamento del veicolo per ribaltamento può verificarsi sia durante il movimento lungo tratti curvi del binario, sia durante il movimento lungo un percorso rettilineo.

### 2.1. Verifica deragliamento per ribaltamento – Marcia in curva

Durante il movimento o l'immobilizzazione di un veicolo ferroviario su tratti curvi dell'allineamento orizzon-

*Each railway organization establishes a specific procedure / policy to be followed during the investigation of a derailment incident, which leads to the drawing of a final report. A crucial step of this procedure is the 'derailment verification'. The 'derailment verification' essentially documents the mechanism of derailment that took place, elucidates the derailment causes, and provides the necessary information both to assign responsibilities and to take the appropriate measures in order to avoid similar incidents in the future.*

*Various tools are required to perform the derailment verification, such as mathematical tools (analytical and empirical relations, simulation models), autopsies, laboratory tests, decoding of rolling stock and track equipment (tachographs, cameras), interviews with involved parties (e.g. staff, passengers, witnesses), etc.*

*There are no universal standards regarding specifically the adopted mathematical tools. On the contrary, many methods have been developed and used as alternatives or in combination by the various railway organizations but also by specialized scientists. This scientific field of railway engineering remains 'open' and preoccupies many researchers, while new relations are constantly being published and new mathematical tools for the specific verification are being proposed.*

*In this paper and for three (derailment due to overturning, track lateral shift, and wheel climb) of the mentioned derailment mechanisms:*

- *The mathematical tools used for derailment verification and more specifically the analytical and empirical relations are presented.*
- *The parameters of the rolling stock, the track, and the railway operation that are involved in a derailment are evaluated qualitatively.*
- *The aforementioned mathematical tools are applied to a specific case study, involving the movement of trains along the curved track segment of a turnout.*

*The application field of this paper includes intercity railway networks of high and conventional speed as well as regional and suburban railways.*

*This paper is believed to be useful to railway infrastructure managers and railway operators, while it is of direct interest to railway system designers, railway technical consultants, railway organizations, and research institutes, who can use the relevant relations for the evaluation of actual incidents. At the same time, this paper is of use to railway engineering researchers since it allows them to compare the outcomes of the mathematical and empirical relations with similar results derived from the application of various simulation models and other mathematical tools/equipment that allow a more reliable evaluation of the parameters involved in the derailment phenomenon.*

tale, il veicolo può ribaltarsi in determinate condizioni. Il ribaltamento può avvenire verso l'esterno o verso l'interno della curva [1][6].

2.1.1. Verifica mediante relazioni analitiche

Tale verifica si realizza tenendo conto del momento delle forze rispetto al binario su cui si ribalta il veicolo (Fig. 2).

Si applica l'equazione (1):

$$V_{der.ov}^2 = R_c \cdot g \cdot \frac{\frac{U}{2e_o} + \frac{2e_o}{2q_o}}{\left(1 - \frac{U}{2e_o} \cdot \frac{2e_o}{2q_o}\right)} \quad (1)$$

2.1.2. Verifica utilizzando formule semi-empiriche

La formula di Kunieda (equazione (2)) [8][9] è una formula semplificata utilizzata per calcolare l'indice di pericolo D contro il ribaltamento del treno. La velocità critica  $V_{der.ov}$  contro il ribaltamento si calcola ponendo  $D=1$  nell'equazione (2). In genere si trascura il terzo termine.

$$D = \frac{2q_o^*}{2e} \left( \frac{V_{der.ov}^2}{R_c \cdot g} - \frac{U}{2e} \right) + \frac{2q_o^*}{2e} \left( 1 - \frac{\lambda}{1+\lambda} \cdot \frac{q_b}{q_o^*} \right) \cdot \frac{\alpha_y}{g} + \frac{q_w^* \rho^* u^2 \cdot S \cdot C_D}{m \cdot g \cdot 2e} \quad (2)$$

2.1.3. Verifica utilizzando formule empiriche

È applicabile solo quando  $q_o > 2,25m$  e si riferisce solo ai casi in cui il ribaltamento avviene verso l'esterno del binario [10].

Affinché si verifichi un deragliamento per ribaltamento, deve applicarsi la seguente condizione [10]:

$$\gamma_{ncmax} > \frac{g}{3} \quad (3)$$

Inoltre, valgono le seguenti equazioni:

$$\gamma_{nc} = \frac{v^2}{R_c} - \frac{g \cdot U}{2e_o} \quad (4)$$

$$\gamma_{nc} = g \cdot \frac{I}{2e_o} \quad (5)$$

Dalle equazioni (3) e (4) si può dedurre che affinché si verifichi un deragliamento verso l'esterno del binario per ribaltamento deve essere vera la seguente condizione:

$$I > \frac{2e_o}{3} \quad (6)$$

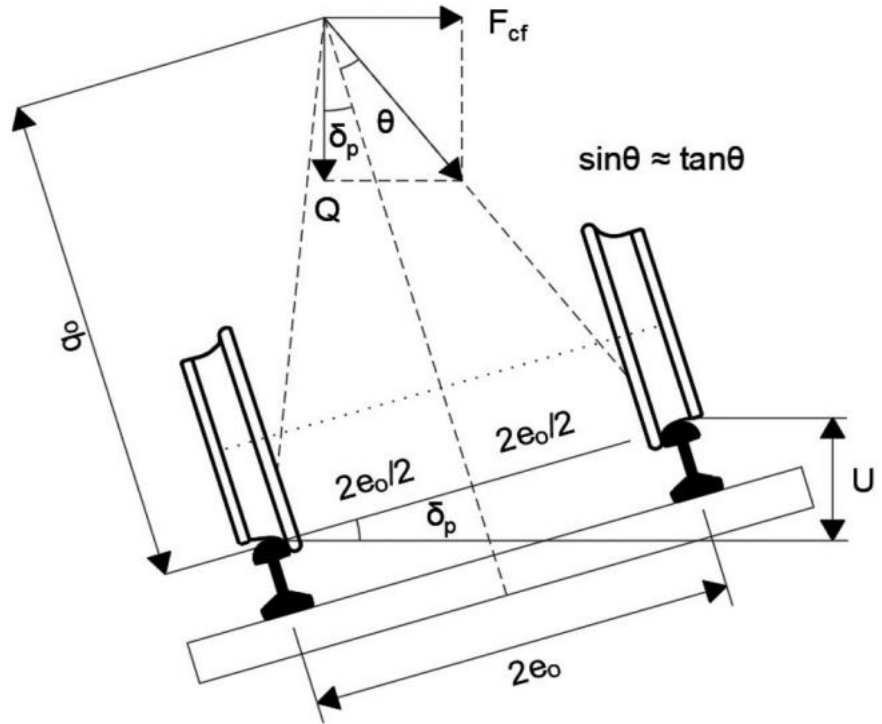


Figura 2 – Meccanismo di ribaltamento del veicolo (adattato da R. RIVIER, Railway Notes, EPFL, 1984/85) [7].

Figure 2 – Vehicle overturning mechanism (Adapted from R. RIVIER, Railway notes, EPFL, 1984/85)[7].

2. Derailment as a result of vehicle overturning

Vehicle derailment due to overturning may occur both during movement along curved segments of the track as well as movement along a straight path.

2.1. Check for derailment due to overturning – Movement along curved track segments

During the movement or immobilization of a railway vehicle on curved segments of the horizontal alignment, the vehicle may overturn under certain conditions. Overturning may occur toward the outside or the inside of the curve [1][6].

2.1.1. Check using analytical relations

This check is realized taking into account the moment of forces in regard to the railhead over which the vehicle overturns (Fig. 2).

Equation (1) applies

$$V_{der.ov}^2 = R_c \cdot g \cdot \frac{\frac{U}{2e_o} + \frac{2e_o}{2q_o}}{\left(1 - \frac{U}{2e_o} \cdot \frac{2e_o}{2q_o}\right)} \quad (1)$$



Dalle equazioni (4) e (5) si può anche dedurre che affinché si verifichi un deragliamento verso l'esterno del binario per ribaltamento deve essere vera la seguente condizione:

$$V > V_{\text{der.ov}} = \sqrt{R_c \cdot g \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{U}{2e_0}\right)} \quad (7)$$

## Osservazione

Se consideriamo la *souplesse* che potrebbe essere rilevante in caso di veicoli ribaltabili, l'equazione (5) viene trasformata in [11]:

$$\gamma_{\text{nc}} = g \cdot \frac{1}{2e_0} (1 + s) \quad \text{per veicoli convenzionali} \quad (5a)$$

$$\gamma_{\text{nc}} = g \cdot \frac{1-C}{2e_0} \quad \text{per veicoli ribaltabili} \quad (5b)$$

## 2.2. Verifica deragliamento per ribaltamento – Marcia in rettilineo

Quando si percorrono tratti rettilinei di binario, questo particolare tipo di deragliamento può verificarsi a causa di forti venti trasversali e seguendo sempre la direzione del vento.

### 2.2.1. Verifica mediante relazioni analitiche

Tale verifica viene effettuata tenendo conto dei momenti: a) della forza del vento trasversale e b) del peso totale del veicolo rispetto al binario su cui il veicolo viene ribaltato. Inoltre, valgono le seguenti equazioni:

$$m \cdot g \cdot e_0 = q_0^* \cdot H_w \quad (8)$$

$$H_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot u^2 \cdot C_D \quad (9)$$

$$u = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 2e_0}{q_0^* \cdot \rho \cdot S \cdot C_D}} \quad (10)$$

### 2.2.2. Verifica utilizzando formule semi-empiriche

È applicabile anche la formula di Kunieda [8] ( $U = 0$ ,  $R_c = \infty$ ).

Come dedotto dalle informazioni sopra riportate, indipendentemente dal fatto che ci si riferisca ad un ribaltamento verso l'interno della curva, all'esterno della curva, oppure in corrispondenza di un tratto rettilineo, un baricentro 'alto' del veicolo, un peso contenuto, e un alto valore della forza del vento laterale (velocità del vento elevate e ampia superficie del veicolo) aumentano il rischio di ribaltamento.

### 2.1.2. Check using semi-empirical formulas

The Kunieda's formula (Equation (2)) [8][9] is a simplified one that is used to calculate the danger index  $D$  against train overturning. The critical speed  $V_{\text{der.ov}}$  against overturn is calculated by putting  $D=1$  in Equation (2). Generally, the third term is neglected.

$$D = \frac{2q_0^*}{2e} \left( \frac{V_{\text{der.ov}}^2}{R_c \cdot g} - \frac{U}{2e} \right) + \frac{2q_0^*}{2e} \left( 1 - \frac{\lambda}{1+\lambda} \cdot \frac{q_b}{q_0^*} \right) \cdot \frac{\alpha_y}{g} + \frac{q_w^* \rho \cdot u^2 \cdot S \cdot C_D}{m \cdot g \cdot 2e} \quad (2)$$

### 2.1.3. Check using empirical formulas

It is applicable only when  $q_0 > 2.25m$  and refer only to cases where the overturning occurs towards the outside of the track [10].

For derailment due to overturning to occur the following condition must apply [10]:

$$\gamma_{\text{ncmax}} > \frac{g}{3} \quad (3)$$

Moreover, the following equations apply:

$$\gamma_{\text{nc}} = \frac{V^2}{R_c} - \frac{g \cdot U}{2e_0} \quad (4)$$

$$\gamma_{\text{nc}} = g \cdot \frac{1}{2e_0} \quad (5)$$

From Equations (3) and (4) it may be derived that for a derailment towards the outside of the track due to overturning to occur the following condition must be true:

$$1 > \frac{2e_0}{3} \quad (6)$$

From Equations (4) and (5) it may also be derived that for a derailment towards the outside of the track due to overturning to occur the following condition must be true:

$$V > V_{\text{der.ov}} = \sqrt{R_c \cdot g \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{U}{2e_0}\right)} \quad (7)$$

## Remark

If we consider the *souplesse* which could be relevant in case of tilting vehicles, then Equation (5) is transformed to [11]:

$$\gamma_{\text{nc}} = g \cdot \frac{1}{2e_0} (1 + s) \quad \text{for conventional vehicles} \quad (5a)$$

$$\gamma_{\text{nc}} = g \cdot \frac{1-C}{2e_0} \quad \text{for tilting vehicles} \quad (5b)$$

## 2.2. Check for derailment due to overturning – Movement along straight track segments

When moving along straight track segments, this partic-

### 3. Deragliamento a causa dello spostamento del binario

In caso di deragliamento per spostamento del binario, il pannello di binario (rotaie + traverse) di un segmento di binario viene spostato per effetto di forze laterali significative, con conseguente deragliamento di uno o più veicoli del treno.

Il deragliamento per spostamento del binario (spostamento di binario) si verifica quando:

$$H > H_R \quad (11)$$

Questo è il meccanismo più comune di deragliamento.

La forza trasversale totale  $H$  (in t) trasmessa dal veicolo alla rotaia si calcola applicando la seguente formula empirica [11][12][13].

$$H = \alpha_i \cdot \frac{Q \cdot l}{1500} + \frac{Q \cdot V}{1000} \quad (12)$$

Il primo termine dell'equazione (12) si riferisce alle forze quasi statiche e in particolare alla forza centrifuga residua. Il secondo termine si riferisce alle forze dinamiche casuali derivanti dalle irregolarità degli allineamenti dei binari e dai movimenti del veicolo stesso, o dei suoi carrelli, che portano a instabilità al di sopra di una velocità critica (forze dovute alle oscillazioni del veicolo, forze di scorrimento, forze gravitazionali).

Per quanto riguarda il calcolo della resistenza laterale del binario  $H_R$  sono state proposte diverse formule [1][10][11][14][15][16] (indicativamente).

#### 3.1. Limite Prud'homme

$$H_R = (0.85) \left(1 + \frac{Q}{3}\right) \quad (13)$$

( $H_R, Q$  in t)

L'equazione (13) (con il fattore di moltiplicazione 0,85) prende in considerazione l'allineamento del binario e le forze termiche applicate sui binari ma suppone un binario destabilizzato.

#### 3.2. Formule empiriche considerando il grado di stabilizzazione del binario e la tipologia delle traverse

- Per traverse di calcestruzzo

$$H_R = 0.6 \cdot (Q + 6) \cdot \left(1 - 0.4 \cdot e^{-\frac{T_t}{60,000}}\right) \quad (14)$$

( $H_R, Q, T_t$  in t,  $e = 2.718$ )

Per binari completamente stabilizzati ( $T_t = \infty$ ) L'equazione (14) viene trasformata come segue:

$$H_R = 0.6 \cdot Q + 3.6 \quad (15)$$

Per binari completamente destabilizzati ( $T_t = 0$ ) L'equazione (14) viene trasformata come segue:

ular type of derailment may occur due to high crosswinds and always following the direction of the wind.

#### 2.2.1. Check using analytical relations

This check is effectuated taking into account the moments: a) of the crosswind force and b) of the total weight of the vehicle in relation to the railhead over which the vehicle is overturned. The following equations apply:

$$m \cdot g \cdot e_o = q_o^* \cdot H_w \quad (8)$$

$$H_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot u^2 \cdot C_D \quad (9)$$

$$u = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 2e_o}{q_o^* \cdot \rho \cdot S \cdot C_D}} \quad (10)$$

#### 2.2.2. Check using semi-empirical formulas

Kunieda's formula is also applicable [8] ( $U = 0, R_c = \infty$ ).

As derived by the information recorded above, regardless of whether we refer to an overturning towards the inside of the curve, the outside of the curve, or at a straight segment, a 'high' center of gravity of the vehicle, a low weight, and a high value of the side wind force (high wind speeds and large surface area of the vehicle) increase the risk of overturning.

### 3. Derailment as a result of track displacement

In the case of derailment due to a displacement of the track, the track panel (rails + sleepers) of a track segment is displaced due to the effect of significant lateral forces, resulting in the derailment of one or more of the train's vehicles.

Derailment through displacement of the track (track shift) occurs when:

$$H > H_R \quad (11)$$

This is the most common mechanism of derailment.

The total transversal force  $H$  (in t) transmitted from the vehicle to the rail is calculated by applying the following empirical formula [11][12][13].

$$H = \alpha_i \cdot \frac{Q \cdot l}{1500} + \frac{Q \cdot V}{1000} \quad (12)$$

The first term of Equation (12) refers to the quasi-static forces and specifically to the residual centrifugal force. The second term refers to the random dynamic forces deriving from track alignments irregularities and motions of the vehicle itself, or its bogies, leading to unsteadiness above a critical speed (forces due to vehicle oscillations, creep forces, gravitational forces).

In regard to the calculation of the lateral track resistance  $H_R$  various formulas have been proposed [1][10][11][14][15][16] (Indicatively):



$$H_R = 0.36 \cdot Q + 2.16 \quad (16)$$

- Per traverse in legno

$$H_R = 0.5 \cdot (Q + 4) \cdot \left(1 - 0.4 \cdot e^{-\frac{T_t}{60,000}}\right) \quad (17)$$

Per binari completamente stabilizzati ( $T_t = \infty$ ) L'equazione (17) viene trasformata come segue:

$$H_R = 0.5 \cdot Q + 2 \quad (18)$$

Per binari completamente destabilizzati ( $T_t = 0$ ) L'equazione (17) viene trasformata come segue:

$$H_R = 0.3 \cdot Q + 1.2 \quad (19)$$

Inoltre, valgono le seguenti equazioni:

$$U_{thvmax} = 11.8 \cdot \frac{V_{max}^2}{R_c} \quad (20)$$

$$I = U_{thvmax} - U \quad (21)$$

( $I, U_{thvmax}, U$  in mm;  $R_c$  in m;  $V$  in km/h)

Tenendo conto delle equazioni (15), (18), (20), (21) e (12), nonché assumendo una distribuzione uniforme della forza centrifuga tra i due assi del carrello ( $\alpha_i = 1$ , vedi equazione (12)), si può concludere, basandosi sull'equazione (11), che la velocità  $V_{der.dis}$  alla quale si verifica il deragliamento per spostamento laterale del binario (per traverse in cemento o legno su binario completamente stabilizzato) è data dalle seguenti equazioni:

- Binario con traverse in cemento

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{der.dis}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{der.dis} - Q \cdot (U + 900) - 5,400 = 0 \quad (22)$$

- Binario con traverse in legno:

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{der.dis}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{der.dis} - Q \cdot (U + 750) - 3,000 = 0 \quad (23)$$

( $Q$  in t,  $R_c$  in m,  $U$  in mm,  $V_{der.dis}$  in km/h).

Nei tratti rettilinei di binario, per assenza di sopraelevazione, nell'equazione (12) il parametro  $I$  (carenza di sopraelevazione) esprime il difetto trasversale del binario (o lo sghembo del binario). Nei casi in cui il difetto del binario trasversale è nullo, teoricamente non vi è alcun rischio di deragliamento dovuto allo spostamento laterale del binario. Se nell'equazione (12) poniamo  $I = 0$ , le equazioni (22) e (23) vengono trasformate come segue:

$$V_{der.dis} = 600 + \frac{3,600}{Q} \quad (24)$$

$$V_{der.dis} = 500 + \frac{2,000}{Q} \quad (25)$$

L'applicazione di queste equazioni per  $Q = 22,5$  t richiede  $V_{der.dis} \geq 760$  km/h per il caso di traverse in cemento e  $V_{der.dis} \geq 588,99$  km/h nel caso di traverse in legno, per il verificarsi di un deragliamento per spostamento laterale.

### 3.1. Prud' homme limit

$$H_R = (0.85) \left(1 + \frac{Q}{3}\right) \quad (13)$$

( $H_R, Q$  in t)

Equation (13) (with the multiplying factor 0.85) takes into consideration the track alignment and the thermal forces applied on rails but supposes a destabilized track.

### 3.2. Empirical formulas considering the stabilization degree of the track and the type of sleepers

- For concrete sleepers

$$H_R = 0.6 \cdot (Q + 6) \cdot \left(1 - 0.4 \cdot e^{-\frac{T_t}{60,000}}\right) \quad (14)$$

( $H_R, Q, T_t$  in t,  $e = 2.718$ )

For fully stabilized track ( $T_t = \infty$ ) Equation (14) is transformed as follows:

$$H_R = 0.6 \cdot Q + 3.6 \quad (15)$$

For fully destabilized track ( $T_t = 0$ ) Equation (14) is transformed as follows:

$$H_R = 0.36 \cdot Q + 2.16 \quad (16)$$

- For wooden sleepers

$$H_R = 0.5 \cdot (Q + 4) \cdot \left(1 - 0.4 \cdot e^{-\frac{T_t}{60,000}}\right) \quad (17)$$

For fully stabilized track ( $T_t = \infty$ ) Equation (17) is transformed as follows:

$$H_R = 0.5 \cdot Q + 2 \quad (18)$$

For fully destabilized track ( $T_t = 0$ ) Equation (17) is transformed as follows:

$$H_R = 0.3 \cdot Q + 1.2 \quad (19)$$

Moreover, the following equations apply:

$$U_{thvmax} = 11.8 \cdot \frac{V_{max}^2}{R_c} \quad (20)$$

$$I = U_{thvmax} - U \quad (21)$$

( $I, U_{thvmax}, U$  in mm;  $R_c$  in m;  $V$  in km/h)

Taking into account Equations (15), (18), (20), (21) and (12) as well as by assuming an even distribution of the centrifugal force among the two axles of the bogie ( $\alpha_i = 1$ , see Equation (12)), it may be concluded, based on Equation (11), that the speed  $V_{der.dis}$  over which derailment due to lateral displacement of the track occurs (for concrete or wooden sleepers over a fully stabilized track) is given by the following equations:

le del binario. Poiché nella pratica non si applicano questi valori di velocità, non può verificarsi un deragliamento per spostamento laterale del binario nel caso di un binario senza difetti del binario. Questo meccanismo può essere attivato solo se il pannello del binario viene spostato lateralmente a causa di altre cause (es. terremoto).

Come dedotto da quanto sopra, per ridurre il rischio di uno spostamento laterale del binario, dobbiamo ridurre la forza orizzontale  $H$  che viene trasferita dal veicolo alla rotaia o aumentare la resistenza trasversale del binario  $H_R$  o entrambi. Per quanto riguarda  $H$ , i parametri che lo influenzano sono derivati direttamente o indirettamente dall'equazione (12).

Per quanto riguarda  $H_R$  le seguenti scelte/parametri ne aumentano il valore: traverse in calcestruzzo pesante, rotaie pesanti a saldatura continua, fissaggi elastici, binario completamente stabilizzato, binario in soletta, ottimo stato del sistema binario-sottostruttura, e infine, nel caso di binario con struttura classica:

- a) grande larghezza di occupazione della massicciata;
- b) elevata sopraelevazione della massicciata;
- c) elevato grado di compattazione e durezza della massicciata;
- d) non conforme compattazione della massicciata.

#### 4. Deragliamento dovuto al sormonto della ruota

Affinché si verifichi un deragliamento dovuto al sormonto della ruota, deve prima verificarsi il contatto della flangia con il lato interno della rotaia e, quindi, deve essere applicata una forza di guida (Fig. 3). In corrispondenza della superficie di contatto della flangia della ruota con il lato interno della rotaia, la ruota impone alla rotaia una forza di guida  $F_1$  e il carico verticale della ruota  $Q_1$ . Riceve la reazione verticale  $N_1$  e la forza di scorrimento laterale  $T_1$  (quando si verifica lo scorrimento la forza  $T_1$  è uguale alla forza di Coulomb). In pratica, il deragliamento per sormonto della ruota si verifica quando la risultante delle proiezioni di tutte queste forze sull'asse  $yy$  (asse della forza di deragliamento) è diretta verso l'alto e il tempo di applicazione di questa forza risultante è sufficientemente lungo da consentire alla ruota di sormontare il binario.

Il deragliamento per sormonto della ruota può verificarsi quando vi è uno scarico significativo della ruota deragliata con carico simultaneo della ruota non deragliata. Questo fenomeno si può osservare nel caso di movimento a basse velocità in curve con raggio di curvatura ridotto e valori alti di sopraelevazione e sghebo.

La maggior parte dei deragliamenti si verificano nelle aree degli scambi e degli incroci dovuti a diverse cause.

Da notare che il deragliamento per sormonto delle ruote può verificarsi negli scambi, nelle zone dei deviatoi, quando la forza centrifuga sviluppata è notevolmente ele-

- *Track with concrete sleepers*

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{\text{der.dis}}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{\text{der.dis}} - Q \cdot (U + 900) - 5,400 = 0 \quad (22)$$

- *Track with wooden sleepers:*

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{\text{der.dis}}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{\text{der.dis}} - Q \cdot (U + 750) - 3,000 = 0 \quad (23)$$

( $Q$  in t,  $R_c$  in m,  $U$  in mm,  $V_{\text{der.dis}}$  in km/h).

In straight track segments, due to the absence of cant, in Equation (12) the parameter  $I$  (cant deficiency) expresses the transversal track defect (or the track twist). In cases when the transversal track defect is null, theoretically there is no risk of derailment due to lateral displacement of the track. If in equation (12) we set  $I = 0$ , then Equations (22) and (23) are transformed as follows:

$$V_{\text{der.dis}} = 600 + \frac{3,600}{Q} \quad (24)$$

$$V_{\text{der.dis}} = 500 + \frac{2,000}{Q} \quad (25)$$

The application of these equations for  $Q = 22.5$  t requires  $V_{\text{der.dis}} \geq 760$  km/h for the case of concrete sleepers and  $V_{\text{der.dis}} \geq 588.99$  km/h for the case of wooden sleepers, for a derailment due to lateral displacement of the track to occur. Since these values of speed are not applied in practice, derailment due to lateral track displacement in case of a track without track defects cannot occur. This mechanism can be initiated only if the track panel is displaced laterally due to other causes (e.g earthquake).

As derived from the above, to reduce the risk of a lateral displacement of the track, we must reduce the horizontal force  $H$  that is transferred from the vehicle to the rail or increase the transversal resistance of the track  $H_R$  or both. Regarding  $H$ , the parameters that affect it are derived either directly or indirectly from Equation (12).

Regarding  $H_R$  the following choices/parameters increase its value:

Heavy concrete sleepers, heavy continuous welded rails, elastic fastenings, fully stabilized track, slab track, very good condition of the system track bed-substructure, and finally, in the case of ballasted track:

- a) large ballast occupancy width;
- b) high ballast super elevation;
- c) high degree of compacting and hardness of the ballast;
- d) rare tamping.

#### 4. Derailment due to wheel climb

For derailment due to wheel climb to occur, firstly flange contact with the inner side of the rail must occur

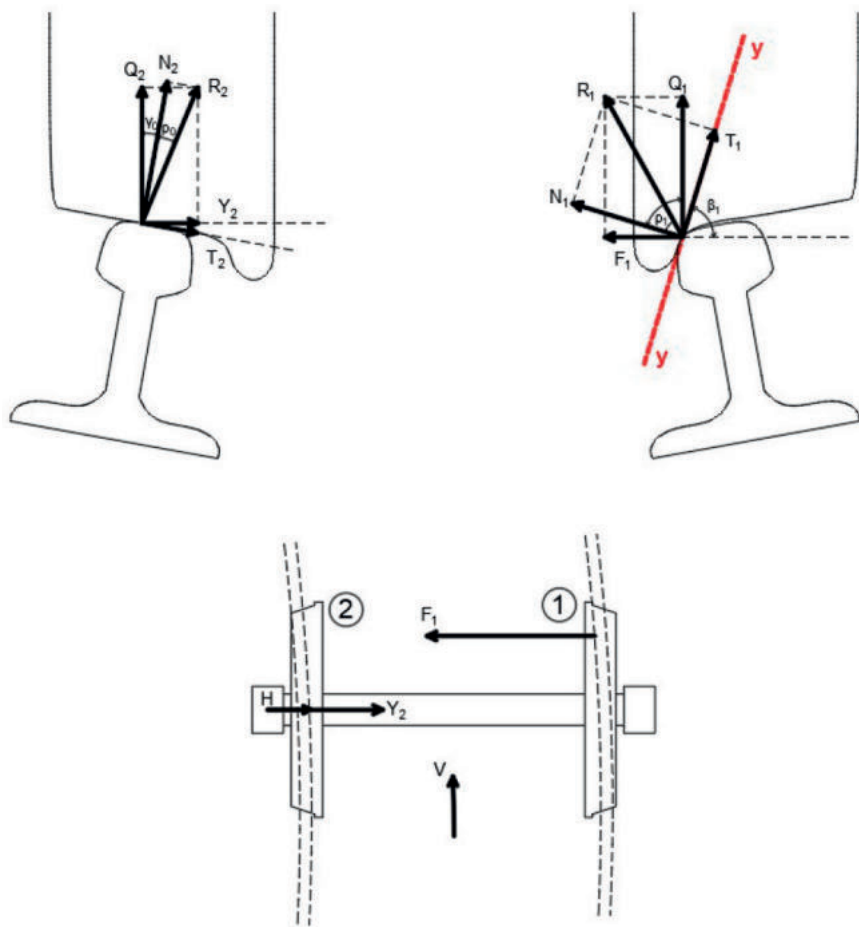


Figura 3 – Deragliamento per sormonto della ruota.  
Figure 3 – Derailment due to wheel climb.

vata (negli scambi rettilinei non viene data alcuna sopraelevazione al binario) e la resistenza laterale del binario è elevata (deragliamenti improvvisi) [17].

#### 4.1. Verifica deragliamento per sormonto della ruota

4.1.1. Criteri empirici/sperimentali che stimano la velocità alla quale un veicolo viene deragliato a causa del sormonto delle ruote

L'equazione (28) è derivata dalla formula empirica (26) [7] e dall'equazione analitica (27).

$$\left. \begin{aligned} F_{nc} &= \frac{Q}{4} & (26) \\ F_{nc} &= \frac{Q}{g} \cdot \left[ \frac{V^2}{R_c} - g \cdot \frac{u}{2e_o} \right] & (27) \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{der.wcl}^2 = R_c \cdot g \cdot \left( \frac{u}{2e_o} + \frac{1}{4} \right) \quad (28)$$

Le equazioni (26) e (28) sono suggerite in [7] e si basano su dati puramente sperimentali. Corrispondono alle condizioni meno favorevoli per quanto riguarda il deragliamento per sormonto delle ruote.

and, therefore, a guidance force be applied (Fig. 3). At the contact surface of the wheel flange with the inner side of the rail, the wheel imposes on the rail a guidance force  $F_1$  and the vertical load of the wheel  $Q_1$ . It receives the vertical reaction  $N_1$  and the lateral creep force  $T_1$  (when slide occurs the force  $T_1$  is equal to the Coulomb force). In practice, derailment through wheel climb occurs when the resultant of the projections of all these forces on the  $yy$  axis (derailment force axis) is directed upwards and the application time of this resultant force is long enough for the wheel to climb over the rail.

Derailment due to wheel climb can occur when there is significant unloading of the derailed wheel with simultaneous loading of the non-derailed wheel. This phenomenon can be observed in the case of movement at low speeds in curves with a small radius of curvature and high values of cant and twist.

Most derailments occur in areas of switches and crossings due to several causes.

It should be noted that derailment due to wheel climb can occur in turnouts, in areas of switches, when the developed centrifugal force is significantly large (in straight turnouts

no cant is given to the track) and the lateral track resistance is high (sudden derailments) [17].

#### 4.1. Check for derailment due to wheel climb

4.1.1. Empirical/experimental criteria that estimate the speed over which a vehicle is derailed due to wheel climb

Equation (28) is derived from the empirical Formula (26) [7] and the analytical Equation (27).

$$\left. \begin{aligned} F_{nc} &= \frac{Q}{4} & (26) \\ F_{nc} &= \frac{Q}{g} \cdot \left[ \frac{V^2}{R_c} - g \cdot \frac{u}{2e_o} \right] & (27) \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{der.wcl}^2 = R_c \cdot g \cdot \left( \frac{u}{2e_o} + \frac{1}{4} \right) \quad (28)$$

Equations (26) and (28) are suggested in reference [7] and are based on purely experimental data. They correspond to the least favorable conditions in regard to derailment due to wheel climb.



4.1.2. Criteri che valutano il rapporto  $F_1 / Q_1$

Il deragliamento è evitato quando  $\frac{F_1}{Q_1} < K_d$  (29)

Tali criteri si trovano nella letteratura pertinente [2][3][11][17][18][19][20][21][22] e includono indicativamente i seguenti:

- Il criterio di Nadal (l'angolo di deriva dovrebbe essere diverso da zero e considera un "contatto a punto singolo". Non può essere valido per tutti gli angoli di attacco [11] e perde la sua efficacia quando le aree di contatto ruota-rotaia sono multiple).
- Il criterio di Weinstock.
- Criterio di Chartet (Si applica per angoli di deriva di  $\alpha > 1^\circ$ ).
- Criterio di deragliamento per angoli di deriva di  $\alpha > 5$  mrad.
- Criterio Wagneriano.

Secondo la letteratura pertinente [20][23][24]:

- In Giappone e nell'Europa occidentale, si suppone che  $K_d = 0,8$ .
- In Sud America si suppone che  $K_d = 1.0$ .
- In Cina si suppone che il valore limite di  $K_d$  sia 1.0 mentre il limite di rischio è assunto pari a  $K_d = 1.2$ .

La difficoltà nell'utilizzo di questo particolare tipo di criteri durante l'esecuzione di una verifica di deragliamento è il calcolo della forza guida  $F$ .

La forza guida  $F$  è di natura stocastica [25]. Il suo valore dipende da diversi parametri. Nella quasi totalità dei casi il calcolo del suo valore avviene per approssimazione e tramite:

- (a) Misure in situ lungo la rotaia con dinamometri posti sulle ruote.
- (b) Modelli di simulazione [26].  
Esistono diversi modelli di questo tipo sul mercato e sono utilizzati sia dall'industria che dai ricercatori (SIMPACK, UMLAB, Vampire Pro, Adams / Rail, ecc.). Oltre a quelli già citati, diversi modelli non commerciali sono stati sviluppati da singoli ricercatori o gruppi di ricerca per uso proprio e non sono facilmente reperibili sul mercato [26][27][28][29]. Con questi modelli è possibile studiare in curva il comportamento semi-statico laterale del veicolo e l'effetto delle caratteristiche principali dei carrelli sul posizionamento 'geometrico' delle sale montate sul binario e sulle condizioni di rotolamento delle ruote (spostamenti e angoli di deriva di sale montate, calcolo delle forze di contatto ruota-rotaia, verifica dell'aspetto del contatto della flangia e dello slittamento delle ruote). Utilizzando questi modelli [27][28][29], le forze di guida  $F_j$  sono derivate come risultato dell'equazione (30) (tutte le singole forze in questa equazione sono derivate dal modello).

4.1.2. Criteria that evaluate the  $F_1 / Q_1$  ratio:

*Derailment is avoided when  $\frac{F_1}{Q_1} < K_d$  (29)*

*Such criteria are found in relevant literature [2][3][11][17][18][19][20][21][22] and indicatively include the following:*

- *Nadal's criterion (The yaw angle is supposed to not be zero and considers a 'single-point contact'. It cannot be valid for all attack angles [11] and loses its effectiveness when the wheel-rail contact areas are multiple).*
- *Weinstock's criterion.*
- *Chartet's criterion (Applies for yaw angles of  $\alpha > 1^\circ$ ).*
- *Derailment criterion for yaw angles of  $\alpha > 5$  mrad.*
- *Wagner criterion.*

*According to relevant literature [20][23][24]:*

- *In Japan and Western Europe, it is assumed that  $K_d = 0.8$ .*
- *In South America it is assumed that  $K_d = 1.0$ .*
- *In China it is assumed that the limit value of  $K_d$  is 1.0 while the risk limit is taken equal to  $K_d = 1.2$ .*

*The difficulty in using this particular type of criteria while performing a derailment verification is the calculation of the guidance force  $F$ .*

*The guidance force  $F$  is stochastic in nature [25]. Its value is dependent on several parameters. In almost all cases calculating its value is achieved through approximation and through:*

- (a) *In situ measurements along the rail with dynamometers placed on the wheels.*
- (b) *Simulation models [26].  
Several models of this kind exist in the market and are used by both the industry and researchers (SIMPACK, UMLAB, Vampire Pro, Adams / Rail, etc.). Aside from the ones already mentioned, several non-commercial models have been developed by individual researchers or research groups for their own use and are not readily available in the market [26][27][28][29]. With these models, it is possible to study in curves the semi-static lateral vehicle behaviour and the effect of the main features of the bogies on the 'geometric' positioning of wheelsets on track and on the wheel rolling conditions (displacements and yaw angles of wheelsets, calculation of the wheel-rail contact forces, verification of appearance of flange contact and of wheels slipping). Using these models [27][28][29], the guidance forces  $F_j$  are derived as a result of Equation (30) (all the individual forces in this equation are derived from the model).*

$$F_j = \pm (T_1 + T_2) \pm S_p \pm F_{nc} \pm F_{res} \quad (30)$$

- (c) *Empirically with the use of Equation (31) [2][3][10] (Fig. 4).*

*Equation (31) is applicable when the yaw angle of the under-derailment wheelset is large ( $\alpha \geq 5$  rad).*

$$F_j = \pm (T_1 + T_2) \pm S_p \pm F_{nc} \pm F_{res} \quad (30)$$

(c) Empiricamente con l'uso dell'equazione (31) [2][3][10] (Fig. 4).

L'equazione (31) è applicabile quando l'angolo di deriva della sala montata sotto il deragliamento è ampio ( $\alpha \geq 5$  rad).

$$F_1 = H + Y_2 \quad (31)$$

$$Y_2 = Q_2 \cdot \tan(\gamma_o + \rho_o) \quad (32)$$

$$\tan(\gamma_o + \rho_o) = \frac{135}{(150+R_c)} [10] [30] \quad (33)$$

Il valore di  $\tan \rho_o$  dipende dalle condizioni atmosferiche e varia tra 0,15 e 1,25 [10].

$\gamma_o = 0,02$  (per un'inclinazione del binario di 1:40).

$$\frac{135}{(150+R_c)} \approx \mu [30] \quad (34)$$

4.1.3. Criteri relativi ai limiti di tempo o di distanza, applicati per limitare la durata del superamento del limite di rapporto  $F_1/Q_1$  sia in scala di tempo che di distanza

Tra questi, a titolo indicativo, i seguenti [2]:

- Limite di distanza per passeggeri ad alta velocità (5 ft) - FRA, USA.
- CHXI 50 millisecondi limite di tempo - Association of American, US.
- Criterio di durata temporale  $F_1/Q_1$  - proposto dalle Ferrovie Nazionali Giapponesi.
- Criterio di durata temporale  $F_1/Q_1$  - proposto dalla Divisione Elettromotrici della General Motors.
- Criterio della distanza di sormento delle ruote - proposto da Transportation Technology Centre, Inc.

4.1.4. Criterio  $q_r$

Questo particolare controllo viene effettuato con l'utilizzo di uno speciale dispositivo di verifica della distanza  $q_r$  e può essere utilizzato nelle seguenti circostanze:

- Movimento del veicolo lungo curve a raggio ridotto con un ampio angolo di deriva dell'asse.
- Movimento del veicolo attraverso scambi e incroci.

Viene adottato il seguente valore limite comune (Fig. 4) [15].

$$q_r > 6,5 \text{ mm} \quad (35)$$

$$F_1 = H + Y_2 \quad (31)$$

$$Y_2 = Q_2 \cdot \tan(\gamma_o + \rho_o) \quad (32)$$

$$\tan(\gamma_o + \rho_o) = \frac{135}{(150+R_c)} [10] [30] \quad (33)$$

The value of  $\tan \rho_o$  depends on atmospheric conditions and ranges between 0.15 and 1.25 [10].

$\gamma_o = 0.02$  (for a rail incline of 1:40).

$$\frac{135}{(150+R_c)} \approx \mu [30] \quad (34)$$

4.1.3. Criteria related to the time or distance limits, which are applied to limit the exceeding duration of the  $F_1/Q_1$  ratio limit in either time or distance scale

These include, indicatively, the following [2]:

- High speed passenger distance limit (5 ft)-FRA, U.S.
- CHXI 50 millisecond time limit-Association of American, U.S.
- $F_1/Q_1$  time duration criterion - proposed by Japanese National Railways.
- $F_1/Q_1$  time duration criterion - proposed by Electromotive Division of General Motors.

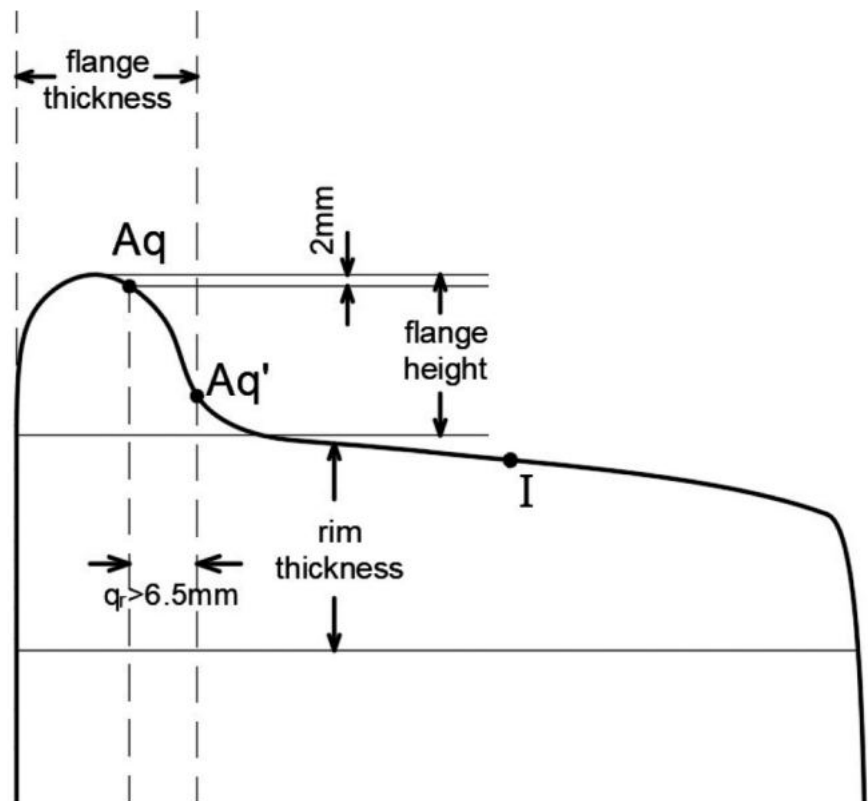


Figura 4 – Controllo del deragliamento per sormento della ruota con l'utilizzo del criterio  $q_r$ .

Figure 4 – Wheel climb derailment check with the use of the  $q_r$  criterion.

4.1.5. Criterio di riduzione del carico sulle ruote

Il criterio di riduzione del carico sulle ruote (WLR) determina il rischio di svio tenendo in considerazione il rapporto tra la differenza di carico verticale tra le due ruote dell'asse in deragliamento ( $|Q_2 - Q_1|$ ) e il carico totale gravante sull'asse stesso ( $Q$ ). Se il rapporto supera il valore di 0,6, il rischio di svio si incrementa [19].

5. Deragliamento negli scambi

Negli scambi rettilinei e nello specifico nella parte circolare dello scambio non sono previste sopraelevazioni ( $U = 0, R_g \neq 0$ ), nessun allargamento dello scartamento e nessuna curva di transizione (Fig. 5). Nel caso in cui un treno entri nell'area di scambio con una velocità di gran lunga superiore a quella consentita dal raggio di allineamento orizzontale dello scambio, a causa dell'aumento della forza centrifuga, può verificarsi un deragliamento per sormonto delle ruote (in questo caso, per deragliamento con sormonto della ruota per precedere il deragliamento per spostamento del binario, la resistenza laterale della carreggiata deve essere elevata).

Negli scambi rettilinei valgono le seguenti equazioni:

$$U = U_{thv} - I = 11.8 \cdot \frac{v^2}{R_g} - I = 0 \tag{36}$$

$$V = 0.29 \cdot \sqrt{R_g \cdot I} \tag{37}$$

In base a quanto sopra e supponendo  $U = 0$ , le equazioni (1), (7), (22), (23) e (28) che riflettono la velocità di deragliamento per varie cause di deragliamento, si trasformano come segue:

5.1. Deragliamento per ribaltamento

$$V_{der.ov} > \sqrt{R_c \cdot \frac{g}{3}} \tag{38}$$

$$V_{der.ov} > \sqrt{R_c \cdot g \cdot \frac{e_o}{q_o}} \tag{39}$$

5.2. Deragliamento dovuto allo spostamento del binario

Per un binario completamente stabilizzato con traverse in cemento:

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{der.dis}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{der.dis} - Q \cdot 900 - 5,400 = 0 \tag{40}$$

Per un binario completamente stabilizzato con traverse in legno:

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{der.dis}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{der.dis} - Q \cdot 750 - 3,000 = 0 \tag{41}$$

- Wheel climb distance criterion - proposed by Transportation Technology Centre, Inc.

4.1.4. Criterion  $q_r$

This particular check is conducted with the use of a special verification device for the  $q_r$  distance and may be used in the following circumstances:

- Vehicle movement along small radius curves with a large axle yaw angle.
- Vehicle movement through switches and crossings.

The following common limit value is adopted (Fig. 4) [15].

$$q_r > 6.5 \text{ mm} \tag{35}$$

4.1.5. Wheel load reduction criterion

The wheel load reduction criterion (WLR) determines the risk of a derailment taking into consideration the ratio of the vertical loading difference between the two wheels of the under derailment axle ( $|Q_2 - Q_1|$ ) and the axle load ( $Q$ ). If the ratio exceeds the value of 0.6, then the derailment risk is higher [19].

5. Derailment in turnouts

In straight turnouts and specifically in the circular part of the turnout, no track cant ( $U = 0, R_g \neq 0$ ), no track gauge widening, and no transition curve are foreseen (Fig. 5). In case when a train enters the switch area with a speed far greater than the one allowed by the radius of the horizontal alignment of the turnout, due to increased centrifugal force, derailment due to wheel climb may occur (in this case, for derailment with wheel climb to precede derailment through displacement of track, the lateral track resistance must be high).

In straight turnouts the following equations apply:

$$U = U_{thv} - I = 11.8 \cdot \frac{v^2}{R_g} - I = 0 \tag{36}$$

$$V = 0.29 \cdot \sqrt{R_g \cdot I} \tag{37}$$

Based on the above and by assuming  $U = 0$ , Equations (1), (7), (22), (23) and (28) that reflect the derailment speed for various causes of derailment, are transformed as follows:

5.1. Derailment due to overturning

$$V_{der.ov} > \sqrt{R_c \cdot \frac{g}{3}} \tag{38}$$

$$V_{der.ov} > \sqrt{R_c \cdot g \cdot \frac{e_o}{q_o}} \tag{39}$$





Figura 5 – Deviatoio.  
Figure 5 – Turnout.

### 5.3. Deragliamento dovuto al sormonto della ruota

$$V_{\text{der.wcl}} = \sqrt{R_c \cdot \frac{g}{4}} \quad (42)$$

In particolare, per gli scambi, il valore di  $K_d$  deve essere ridotto. Secondo la letteratura [3][10] va assunto pari a 0,4. In tal caso, tuttavia, il carico verticale  $Q_1$  dovrebbe corrispondere al carico dinamico piuttosto che statico.

Infine, secondo la letteratura [31], l'osservazione e l'esperimento indicano che, per motivi di sicurezza,  $F/Q$  negli scambi e negli incroci dovrebbe essere limitato nell'ordine di 0,8.

### 6. Caso di studio

Un treno entra con una velocità di marcia di  $V = 140$  km/h nel ramo divergente di uno scambio e precisamente nel tratto curvo dello scambio (zona scambio). La rotaia è dotata di traverse in cemento ed è completamente stabilizzata. Si forniscono i seguenti dati:

- Scartamento normale:  $2e_o = 1.500$  mm.
- Scambio rettilineo.
- Raggio di curvatura dello scambio:  $R_g = 500$  m.
- Carico sull'asse:  $Q = 17$  t.
- Distribuzione uniforme del carico sull'asse tra le ruote:  $Q_1 = Q_2 = Q/2 = 8,5$  t
- Accelerazione di gravità:  $g = 10$  m/sec<sup>2</sup>.
- Distanza del baricentro del veicolo dalla superficie di rotolamento delle rotaie:  $q_o = 1.600$  mm.
- Velocità del vento:  $u = 0$ .

Si richiede di:

1. Calcolare (in km/h) la velocità massima consentita di marcia lungo il tratto curvo dello scambio tenendo

### 5.2. Derailment due to track displacement

For a fully stabilized track with concrete sleepers:

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{\text{der.dis}}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{\text{der.dis}} - Q \cdot 900 - 5,400 = 0 \quad (40)$$

For a fully stabilized track with wooden sleepers:

$$\left(11.8 \cdot \frac{Q}{R_c}\right) \cdot V_{\text{der.dis}}^2 + 1.5 \cdot Q \cdot V_{\text{der.dis}} - Q \cdot 750 - 3,000 = 0 \quad (41)$$

### 5.3. Derailment due to wheel climb

$$V_{\text{der.wcl}} = \sqrt{R_c \cdot \frac{g}{4}} \quad (42)$$

Specifically for turnouts, the value of  $K_d$  must be reduced. According to literature [3][10] it should be taken equal to 0.4. In such a case however, the vertical load  $Q_1$  should correspond to the dynamic rather than the static load.

Finally, according to literature [31] observation and experiment indicate that for safety,  $F/Q$  in switches and crossings should be limited to be in order of 0.8.

### 6. Case study

A train enters with a running speed of  $V = 140$  km/h the diverging branch of a turnout and specifically the curved segment of the turnout (switch area). The track is equipped with concrete sleepers and is fully stabilized. The following data are given:

- Normal track gauge:  $2e_o = 1,500$  mm.
- Straight turnout.
- Radius of curvature of the turnout:  $R_g = 500$  m.
- Axle load:  $Q = 17$  t.
- Even distribution of the axle load among the wheels:  $Q_1 = Q_2 = Q/2 = 8.5$  t
- Gravity acceleration:  $g = 10$  m/sec<sup>2</sup>.
- Distance of the centre of gravity of the vehicle from the rolling surface of the rails:  $q_o = 1,600$  mm.
- Wind speed:  $u = 0$ .

You are asked to:

1. Calculate (in km/h) the maximum allowed running speed along the curved segment of the turnout taking into account that the current Track Regulation imposes a maximum allowed centrifugal residual acceleration of  $\gamma_{ncmax} = 0.7$  m/sec<sup>2</sup>.
2. Undertake, for a speed of 140 km/h, the appropriate derailment checks.
3. Calculate, for a speed of 140 km/h, the centrifugal force that is imposed on the vehicle.

conto che l'attuale Regolamento dei binari impone un'accelerazione centrifuga residua massima consentita di  $\gamma_{ncmax} = 0,7 \text{ m/sec}^2$ .

2. Effettuare, per una velocità di 140 km/h, gli opportuni controlli di deragliamento.
3. Calcolare, per una velocità di 140 km/h, la forza centrifuga che viene imposta al veicolo.

### Soluzione:

1. Sostituendo i valori dati nell'equazione (4) e nello specifico  $R_c = R_g = 500 \text{ m}$ ,  $U = 0$ ,  $\gamma_{ncmax} = 0,7 \text{ m/sec}^2$ , otteniamo che:

$$\gamma_{ncmax} = \frac{V_{max}^2}{R_c} - g \cdot \frac{U}{2e_o} \Rightarrow V_{max} = 67,34 \text{ km/h}$$

2. Controlli del deragliamento

#### Deragliamento per ribaltamento

##### a) Calcoli analitici

Dall'equazione (39) e per  $R_g = 500 \text{ m}$ ,  $g = 10 \text{ m/sec}^2$ ,  $e_o = 0,75 \text{ m}$ ,  $q_o = 1.600 \text{ mm}$ , abbiamo che:

$$V_{der.ov} = 174,28 \text{ km/h} > 140 \text{ km/h}$$

Pertanto, non si verifica il deragliamento per ribaltamento.

##### b) Calcolo con l'uso dell'Equazione empirica (38) (per $q_o > 2.25 \text{ m}$ )

Ponendo  $R_c = R_g = 500 \text{ m}$  e  $g = 10 \text{ m/sec}^2$  otteniamo che:

$$V_{der.ov} = 146,96 \text{ km/h}$$

Pertanto il deragliamento per ribaltamento non si verificherà poiché  $V = 140 \text{ km/h} < V_{der.ov} = 146,96 \text{ km/h}$ .

Il fatto che la distanza del baricentro di questo particolare veicolo dalla superficie di rotolamento sia notevolmente inferiore a 2,25 m (caso più favorevole per evitare il ribaltamento del veicolo) consente inoltre di concludere che non si verificherà il deragliamento per ribaltamento.

#### Deragliamento per spostamento laterale del binario

Dall'equazione (37) e per  $V = 140 \text{ km/h}$  e  $R_g = 500 \text{ m}$  si ricava che:

$$I = 466,111 \text{ mm}$$

Ponendo  $I = 466,11 \text{ mm}$ ,  $Q = 17 \text{ t}$  e  $V = 140 \text{ km/h}$  nell'equazione (12) si ricava che:

$$H = 7,76 \text{ t}$$

Applicando l'equazione (15):

$$H_R = 0,6 \cdot Q + 3,6 = 13,8 \text{ t}$$

$$H < H_R$$

Pertanto, non si verifica il deragliamento dovuto allo spostamento laterale del binario.

Usando un altro approccio, dall'equazione (40) e per  $R_g = 500 \text{ m}$  e  $Q = 17 \text{ t}$  si ricava che:

$$V_{der.dis} = 197,57 \text{ km/h}$$

$$V = 140 \text{ km/h} < V_{der.dis} = 197,57 \text{ km/h}$$

Pertanto, non si verifica il deragliamento dovuto allo spostamento laterale del binario.

### Solution:

1. By replacing the given values in Equation (4) and specifically  $R_c = R_g = 500 \text{ m}$ ,  $U = 0$ ,  $\gamma_{ncmax} = 0.7 \text{ m/sec}^2$ , we get that:

$$\gamma_{ncmax} = \frac{V_{max}^2}{R_c} - g \cdot \frac{U}{2e_o} \Rightarrow V_{max} = 67.34 \text{ km/h}$$

2. Derailment checks

#### Derailment due to overturning

##### a) Analytical calculations

From Equation (39) and for  $R_g = 500 \text{ m}$ ,  $g = 10 \text{ m/sec}^2$ ,  $e_o = 0.75 \text{ m}$ ,  $q_o = 1,600 \text{ mm}$ , we have that:

$$V_{der.ov} = 174.28 \text{ km/h} > 140 \text{ km/h}$$

Therefore, derailment due to overturning does not occur.

##### b) Calculation with the use of the empirical Equation (38) (for $q_o > 2.25 \text{ m}$ )

By setting  $R_c = R_g = 500 \text{ m}$  and  $g = 10 \text{ m/sec}^2$  we get that:

$$V_{der.ov} = 146.96 \text{ km/h}$$

Therefore derailment due to overturning will not occur since  $V = 140 \text{ km/h} < V_{der.ov} = 146.96 \text{ km/h}$ .

The fact that the distance of the centre of gravity of this particular vehicle from the rolling surface is significantly lower than 2.25m (most favorable case for avoiding vehicle overturning) also allows us to conclude that derailment due to overturning will not occur.

#### Derailment due to lateral track shift

From Equation (37) and for  $V = 140 \text{ km/h}$  and  $R_g = 500 \text{ m}$ , it is derived that:

$$I = 466.111 \text{ mm}$$

By setting  $I = 466.11 \text{ mm}$ ,  $Q = 17 \text{ t}$ , and  $V = 140 \text{ km/h}$  in Equation (12) it is derived that:

$$H = 7.76 \text{ t}$$

By applying the Equation (15):

$$H_R = 0.6 \cdot Q + 3.6 = 13.8 \text{ t}$$

$$H < H_R$$

Therefore, derailment due to lateral displacement of the track does not occur.

Using another approach, from Equation (40) and for  $R_g = 500 \text{ m}$  and  $Q = 17 \text{ t}$  it is derived that:

$$V_{der.dis} = 197.57 \text{ km/h}$$

$$V = 140 \text{ km/h} < V_{der.dis} = 197.57 \text{ km/h}$$

Therefore, derailment due to lateral displacement of the track does not occur.

#### Derailment due to wheel climb

a) Based on empirical/experimental criteria that calcu-

Deragliamento dovuto al sormonto della ruota

a) Basato su criteri empirici/sperimentali che calcolano la velocità alla quale si verifica il deragliamento dovuto al sormonto della ruota

Dall'equazione (42) e per  $R_g = 500$  m e  $g = 10$  m/sec<sup>2</sup> si ricava che:

$$V_{der.wcl} = 127,27 \text{ km/h}, V = 140 \text{ km/h} > V_{der.wcl} = 127,27 \text{ km/h}$$

Pertanto, si verificherà un deragliamento dovuto al sormonto della ruota.

b) Empiricamente, in base all'equazione (31)

Ponendo nell'equazione (31)  $Q_2 = Q/2 = 8,5$  t,  $R_g = 500$ m,  $\tan(\gamma_o + \rho_o) = \frac{135}{(150+R_c)}$  e  $H = 7,76$  t si ricava che:

$$F_1 = 9.519 \text{ t e } \frac{F_1}{Q_1} = \frac{9.519}{8.5} = 1.119 > 0.8 - 1.0$$

Pertanto, si verificherà un deragliamento dovuto al sormonto della ruota.

Nel caso in cui sia noto l'angolo della flangia di contatto ruota-rotai  $\beta$ , allora è applicabile il criterio di Nadal [18]. La Tab. 1 fornisce il risultato del controllo di deragliamento per diversi valori di  $\beta$  e per  $\mu = 0,207$  (come deriva dall'equazione (31)) e  $\mu = 0,3$ .

Come mostrato nella Tab. 1, il valore del coefficiente di attrito  $\mu$  è cruciale per il risultato della verifica del deragliamento.

3. Calcolo della forza centrifuga

L'equazione (27) si applica per la restante forza centrifuga  $F_{nc}$

$$F_{nc} = \frac{Q}{g} \cdot \gamma_{ncmax} = \frac{Q}{g} \cdot \left( \frac{V_{max}^2}{R_g} - g \cdot \frac{U}{2e_0} \right)$$

e ponendo  $R_g = 500$  m,  $g = 10$  m/sec<sup>2</sup>,  $Q = 17$  t,  $V_{max} = 38,88$  m/sec (140 km/h) e  $U = 0$ , si ricava che

$$F_{nc} = 5,14 \text{ t.}$$

Osservazioni importanti

La forza centrifuga  $F_{nc}$  che si è verificata è stata di

late the speed over which derailment due to wheel climb occurs

From Equation (42) and for  $R_g = 500$ m and  $g = 10$ m/sec<sup>2</sup> it is derived that:

$$V_{der.wcl} = 127.27 \text{ km/h}, V = 140 \text{ km/h} > V_{der.wcl} = 127.27 \text{ km/h}$$

Therefore derailment due to wheel climb will occur.

b) Empirically, based on Equation (31)

By setting in Equation (31)  $Q_2 = Q/2 = 8.5$  t,  $R_g = 500$ m,  $\tan(\gamma_o + \rho_o) = \frac{135}{(150+R_c)}$  and  $H = 7.76$  t it is derived that:

$$F_1 = 9.519 \text{ t and } \frac{F_1}{Q_1} = \frac{9.519}{8.5} = 1.119 > 0.8 - 1.0$$

Therefore derailment due to wheel climb will occur.

In case, wheel-rail contact flange angle  $\beta$  is known, then the Nadal's criterion is applicable [18]. Tab. 1 gives the result of derailment check for different values of  $\beta$  and for  $\mu = 0.207$  (as derives from Equation (31)) and  $\mu = 0.3$ .

As it is shown in the Table 1, the value of friction coefficient  $\mu$  is crucial for the result of derailment verification.

3. Calculating the centrifugal force

Equation (27) applies for the remaining centrifugal force  $F_{nc}$

$$F_{nc} = \frac{Q}{g} \cdot \gamma_{ncmax} = \frac{Q}{g} \cdot \left( \frac{V_{max}^2}{R_g} - g \cdot \frac{U}{2e_0} \right)$$

and by setting  $R_g = 500$  m,  $g = 10$  m/sec<sup>2</sup>,  $Q = 17$  t,  $V_{max} = 38.88$  m/sec (140 km/h) and  $U = 0$ , it is derived that

$$F_{nc} = 5.14 \text{ t}$$

Important remarks

The centrifugal force  $F_{nc}$  that occurred was  $5.14 \text{ t} > Q/4 = 4.25 \text{ t}$ . Based on the above it may be assumed that the

Tabella 1 – Table 1

Controllo del deragliamento utilizzando il criterio di Nadal - Valori differenti di  $\beta$  e  $\mu$   
Derailment check using the Nadal's criterion - Different values of  $\beta$  and  $\mu$

$\beta = 55^\circ, \mu = 0,207$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.119 > \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 0.942$	Si verifica il deragliamento Derailment occurs
$\beta = 55^\circ, \mu = 0,3$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.212 > \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 0.789$	Si verifica il deragliamento Derailment occurs
$\beta = 60^\circ, \mu = 0,207$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.119 < \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 1.123$	Il deragliamento non si verifica Derailment does not occur
$\beta = 60^\circ, \mu = 0,3$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.212 > \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 0.942$	Si verifica il deragliamento Derailment occurs
$\beta = 70^\circ, \mu = 0,207$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.119 < \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 1.619$	Il deragliamento non si verifica Derailment does not occur
$\beta = 70^\circ, \mu = 0,3$	$\frac{F_1}{Q_1} = 1.212 < \frac{\varepsilon\varphi\beta - \mu}{1 + \mu \cdot \varepsilon\varphi\beta} = 1.341$	Il deragliamento non si verifica Derailment does not occur



$5,14 t > Q / 4 = 4,25 t$ . Sulla base di quanto sopra si può ipotizzare che la velocità alla quale il treno deraglia potrebbe essere inferiore a quella di 127,27 km/h.

## 7. Conclusioni

I deragliamenti su una rete ferroviaria sono incidenti caratterizzati a livello internazionale dalla loro gravità in termini di conseguenze. Conseguenze così gravi e potenzialmente catastrofiche si traducono in procedure molto rigorose per l'indagine e l'attribuzione delle responsabilità con tutto ciò che ciò comporta. I meccanismi di deragliamento sono diversi e le sue cause possono essere varie.

Tutto quanto sopra necessita di un'indagine molto attenta e approfondita di un incidente, richiedendo anche strumenti come autopsie, test di laboratorio, decodifica di materiale rotabile e attrezzature di binario (tachigrafi, telecamere), interviste a tutte le parti coinvolte (es. personale dell'azienda ferroviaria, passeggeri, ecc.) Allo stesso tempo, sono coinvolte molte organizzazioni nell'intero processo.

Per quanto riguarda gli strumenti matematici:

- Non esistono standard adottati universalmente. Al contrario, molti metodi sono stati sviluppati e utilizzati in alternativa o in combinazione dalle varie organizzazioni ferroviarie ma anche da scienziati specializzati. Questo campo scientifico dell'ingegneria ferroviaria rimane 'aperto' e preoccupa molti ricercatori, mentre si pubblicano costantemente nuove relazioni e vengono proposti nuovi strumenti matematici per la verifica specifica.
- I parametri utilizzati nelle relative relazioni differiscono mentre non tutti sono applicabili alle stesse condizioni di traffico.
- Alcune delle relazioni richiedono che i dati sul materiale rotabile e sui binari vengano raccolti immediatamente dopo l'incidente. Altre relazioni, soprattutto quelle empiriche, possono invece essere utilizzate senza richiedere tali informazioni.
- Durante le verifiche del deragliamento, è importante che si documenti il tipo di deragliamento avvenuto (sormonto delle ruote, spostamento laterale del binario, ribaltamento del veicolo, allargamento dello scartamento o ribaltamento del binario).

Questo lavoro, oltre a raccogliere le relazioni analitiche ed empiriche che consentono la valutazione di incidenti reali, è ritenuto utile per i ricercatori di ingegneria ferroviaria poiché consente loro di confrontare i risultati delle relazioni matematiche ed empiriche con risultati simili dall'applicazione di vari modelli di simulazione e altri strumenti/apparecchiature matematiche che consentono una valutazione più affidabile dei parametri coinvolti nel fenomeno del deragliamento.

*speed for which the train would derail could be lower than that of 127.27 km/h.*

## 7. Conclusions

*Derailments on a railway network are incidents characterized internationally by their severity in terms of their consequences. Such severe and potentially catastrophic consequences result in very strict procedures for the investigation and assignment of responsibilities with everything that entails. The derailment mechanisms are different, and its causes can be various.*

*All of the above necessitate a very careful and in-depth investigation of an incident, demanding also tools such as autopsies, laboratory tests, decoding of rolling stock and track equipment (tachographs, cameras), interviews with all involved parties (e.g. railway organization personnel, passengers, etc.) At the same time, many organizations are being involved in the whole process.*

*As far as the mathematical tools are concerned:*

- *No universally adopted standards exist. On the contrary, many methods have been developed and used alternatively by the various railway organizations but also by specialized scientists. This scientific field of railway engineering remains 'open' and preoccupies many researchers, while new relations are constantly being published and new mathematical tools for the specific verification are proposed.*
- *The parameters used in the relevant relations differ while not all of them are applicable to the same traffic conditions.*
- *Some of the relevant relations require rolling stock and track data to be collected immediately after the incident. On the other hand, other relations, especially the empirical ones, can be used without requiring such information.*
- *During derailment checks, it is essential that the type of derailment that took place is documented (wheel climbing, track lateral shift, overturning of the vehicle, gauge widening, or rail rollover).*

*This paper, apart from gathering the analytical and empirical relations that enable the evaluation of real incidents, is believed that is useful for researchers of railway engineering as it allows them to compare the outcomes of the mathematical and empirical relations with similar results from the application of various simulation models and other mathematical tools / equipment that allow a more reliable evaluation of the parameters involved in the derailment phenomenon.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] PYRGIDIS C. (2016), *“Railway Transportation Systems: Design, Construction and Operation”*. Taylor and Francis, p. 475, March, ISBN 978-1-4822-6215-5.
- [2] IWNICKI S. (2006), *“Handbook of Railway Vehicle Dynamics”*. Taylor & Francis Group.
- [3] PROFILLIDIS V. (2014), *“Railway Management and Engineering”*. Routledge.
- [4] UIC (2018), *“Significant accidents”*, *UIC Safety Report 2019*, p. 64, 2019.
- [5] IOANNIDOU A.M., PYRGIDIS C., *The safety level of railway infrastructure and its correlation with the cost of preventive and mitigation measures. International Journal of Railway Research*. Vol 1, No 1, pp. 19-30, 2014.
- [6] ESVELD C. (2011), *“Modern railway track”*. 2<sup>nd</sup> edition, MRT-Productions, West Germany.
- [7] RIVIER R. (1984-1985), *“Railway Notes”*, EPFL.
- [8] MATSUMOTO A., MICHITSUJI Y., TANIFUJI K. (2015), *“Train-overtaken derailments due to excessive speed – Analysis and Countermeasures”*. *The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks*, p. 542.
- [9] YU H., MISU Y., KURIHARA T., *et al.* (2011), *“Study of New Methods of Train Operation Control in Strong Winds”*. *JR East Technical Review*, 19, pp. 31-36.
- [10] AMANS F., SAUVAGE R. (1969), *“La stabilité de la voie vis à vis des efforts transversaux exercés par les véhicules”*. *Annales des Ponts et Chaussées*, Vol. 1, 1969.
- [11] ALIAS J. (1977), *“La voie ferrée”*, Editions Eurolles, Paris.
- [12] MONTAGNÉ S. (1975), *“S. Permanent way for high speed”*. *Instn Mech Engrs*, pp. 35-37.
- [13] PROFILLIDIS V. (1995), *“Railway Engineering”*. Avebury.
- [14] PRUD'HOMME A. (1967), *“La résistance de la voie aux efforts transversaux exercés par le matériel roulant”*. *Revue Générale des Chemins de Fer*, January.
- [15] ORE, C138, RP8. (1984), *“Permissible maximum values for the Y and Q forces and derailment criteria”*. Utrecht.
- [16] SAMAVEDAM G., BLADER F., THOMSON D. (1996), *“Track lateral shift: Fundamentals and state-of-the-art review”*. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, February.
- [17] Centre for Advanced Maintenance Technology, (1998) *“A technical guide for derailments”*, CAMTECH/M/3, MAHARAJPUR, GWA LIOR-474020.
- [18] NADAL M.J. (1896), *“Théorie de la stabilité des locomotives”*. Part 2: Mouvement de lacet, *Annales des Mines* 10.
- [19] KUO C.M., LIN C.C. (2015), *“Analysis of derailment criteria”*. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*. pp. 1158-1163, 29 April.
- [20] FP7-TPT-2011-RTD-1P. *“Current status of studies on derailment (state of the art)”*.
- [21] ISHIDA H., MATSUO M. (1999), *“Safety criteria for evaluation of railway vehicle derailment”*. *QR of RTRI*, vol 40, No 1, pp. 18-25, March.
- [22] BRUNER M., CORAZZA G., COSCIOTTI E. (2010), *“Lo svio. Cento e più anni di ricerche di un problema complesso. La scuola tedesca”*. *Ingegneria Ferroviaria*, Dicembre, Vol. 12, pp. 1047.
- [23] *Umdrucke zur Grundvorlesung. Technische Universität München, Teil I 5. Semester WS., 2002/03.*
- [24] QINGYUAN Z., JUN X. (2005), *“A study on mechanical mechanism of train derailment and preventive measures for derailment”*. *Vehicle System Dynamics, International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility*, pp. 121-147, 2005.
- [25] PROFILLIDIS V.A. (2014), *“Railway Management and Engineering”*, Ashgate, England.
- [26] FIGINI A., PRONE L., (2012), *“La simulazione della dinamica dei veicoli ferroviari: confronto tra codici multibody commerciali”*, *Ingegneria Ferroviaria*, Novembre, Vol. 11, pp. 879-917
- [27] JOLY R., PYRGIDIS C. (1990), *“Circulation d'un véhicule ferroviaire en courbe - Efforts de guidage”*. *Rail International*, No 12, Décembre, Brussels, pp. 11-28.
- [28] PYRGIDIS C. (1990), *“Etude de la stabilité transversale d'un véhicule ferroviaire en alignement et en courbe – Nouvelles technologies des bogies – Etude comparative”*. Thèse de Doctorat de l'ENPC, Paris.
- [29] PYRGIDIS C. (2004), *“Il comportamento trasversale dei carrelli per veicoli tranviari”*. *Ingegneria Ferroviaria*, October, Rome, No 10, pp. 837-847.
- [30] JOLY R. (1983), *“Stabilité transversale et confort vibratoire en Dynamique Ferroviaire”*, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris, Paris.
- [31] FRANKLIN A. (2018), *“Wear and derailment risk at facing switches”*, *Network Rail*.

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

**Plasser Italiana**



## **Veicolo ibrido (elettrico-diesel) per la diagnostica**

Il veicolo di ultima generazione EM120 E<sup>3</sup> può essere equipaggiato con diversi sistemi diagnostici per il rilevamento dell'infrastruttura ferroviaria. Il mezzo è attrezzato con il sistema BL3 e può circolare in modalità elettrica o diesel su tutte le linee ferroviarie ad una velocità fino a 120 km/h.

[www.plasser.it](http://www.plasser.it)

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





## Il progetto della nuova stazione “Chiaia” della Linea 6 di Peter GREENAWAY ed impatti del “museo obbligatorio” della Metropolitana di Napoli

### *The project of the new “Chiaia” station of Line 6 by Peter GREENAWAY and the impact of the “mandatory museum” of the Naples underground network*

Ilaria HENKE<sup>(\*)</sup>  
Armando CARTENI<sup>(\*\*)</sup>  
Paola CASCETTA<sup>(\*\*\*)</sup>

**Sommario** - Le metropolitane, ed in generale le ferrovie urbane, sono diventate da tempo luoghi significativi dal punto di vista culturale, veri e propri segni distintivi delle città e del loro sviluppo. In questo contesto il capoluogo partenopeo è stato tra le prime città d'Europa ad intuire l'importanza di realizzare stazioni con elevati standard artistici e architettonici. La volontà di creare una imponente opera infrastrutturale ed architettonica, la forte spinta innovativa e la visione alla base del progetto metropolitano cittadino sono state adottate, nel corso degli anni, anche nella pianificazione delle nuove linee metropolitane come la Linea 6. Scopo del presente articolo è stato quello di continuare la narrazione di questa visionaria idea progettuale descrivendo una delle nuove stazioni più rappresentative della Linea 6 di Napoli, per la cui realizzazione è stato coinvolto l'artista britannico Peter GREENAWAY: la “Stazione Chiaia”. Inoltre, nell'ottica di quantificare l'impatto del metrò dell'arte sulla città e sui suoi cittadini, è stata eseguita un'indagine di mobilità finalizzata a quantificare il numero e la tipologia di visitatori e turisti delle opere d'arte diffusamente esposte nel sistema metropolitano napoletano complessivo.

#### 1. Introduzione

La relazione che l'arte intrattiene con i luoghi pubblici come le stazioni ferroviarie o i terminal bus rappresenta da anni uno dei numerosi spunti di riflessione intorno alla percezione artistica, e si inserisce in un ampio panorama di iniziative di cui si hanno esempi in diverse città del mondo.

**Summary** - Undergrounds and urban railways have become significant places from a cultural point of view, real distinctive signs of cities and their development. In this context, the Neapolitan capital (Italy) was among the first cities in Europe to understand the importance of building stations with high artistic and architectural standards. The desire to create an impressive infrastructural and architectural project, the strong innovative drive and the vision at the basis of the metro city project have been adopted, over the years, also in the planning of new underground lines such as Line 6. The purpose of this paper was to continue the narration of this visionary design idea by describing one of the most representative new station “Chiaia” of the Line 6, designed by the British artist Peter GREENAWAY. Furthermore, in order to quantify the impact of the Art Metro on the city and its citizens, a mobility survey was also carried out aimed at quantifying the number and type of visitors and tourists of the works of art widely exhibited in the overall Neapolitan metropolitan system.

#### 1. Introduction

The relationship that art has with public places such as railway stations or bus terminals has represented for years one of the many food for thought around artistic perception, and is part of a broad panorama of initiatives of which there are examples in various cities of the world.

Undergrounds and urban railways in general, have long since become significant places from a cultural point of view, real distinctive signs of cities and their development [1][2]. Alongside their primary function, which is that of

<sup>(\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, e-mail: [ilaria.henke@unina.it](mailto:ilaria.henke@unina.it).

<sup>(\*\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, <http://orcid.org/0000-0003-4181-6631>, e-mail: [armando.carteni@unicampania.it](mailto:armando.carteni@unicampania.it).

<sup>(\*\*\*)</sup> e-mail: [paolacascetta94@gmail.com](mailto:paolacascetta94@gmail.com).

<sup>(\*)</sup> Department of Civil, Constructional and Environmental Engineering (DICEA), Federico II University, Naples, e-mail: [ilaria.henke@unina.it](mailto:ilaria.henke@unina.it).

<sup>(\*\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria, University of Campania “Luigi Vanvitelli” <http://orcid.org/0000-0003-4181-6631> e-mail: [armando.carteni@unicampania.it](mailto:armando.carteni@unicampania.it).

<sup>(\*\*\*)</sup> e-mail: [paolacascetta94@gmail.com](mailto:paolacascetta94@gmail.com).

## OSSERVATORIO

Le metropolitane, ed in generale le ferrovie urbane, sono diventate da tempo luoghi significativi dal punto di vista culturale, veri e propri segni distintivi delle città e del loro sviluppo [1][2]. Accanto alla loro funzione primaria, che è quella del trasporto delle persone, si affianca infatti un obiettivo parallelo che mette in discussione la concezione di stazione metropolitana come anonimo spazio di transito per dare valore all'unicità di luoghi che, connotati da identità formale (es. elevati standard architettonici e artistici), diventano essi stessi motivo di attrazione. In molte città, come ad esempio Stoccolma, Monaco di Baviera, Taipei e New York, si è assistito ad un ampio processo di rivalutazione di questi luoghi che, oltre a rappresentare la realizzazione di imponenti opere architettoniche pubbliche, costituiscono degli spazi urbani innovativi che fondono in un insieme organico installazioni contemporanee ed architettura, dando vita a opere d'arte nel senso più ampio e comprensivo del termine.

In questo contesto il capoluogo partenopeo è stato tra le prime città d'Europa ad intuire l'importanza di realizzare stazioni con elevati standard artistici e architettonici [3][4].

La volontà di creare una imponente opera infrastrutturale ed architettonica, la forte spinta innovativa e la visione alla base del progetto della Linea 1 sono state adottate, nel corso degli anni, anche nella pianificazione delle altre linee metropolitane in fase di costruzione in città, come la Linea 6 e la Linea 7 (Fig. 1). Ad oggi il sistema

transporting people, there is in fact a parallel objective that challenges the concept of the underground station as an anonymous transit space to give value to the uniqueness of places which, characterised by formal identity (e.g. high architectural and artistic standards), themselves become a source of attraction. In many cities, such as Stockholm, Munich, Taipei and New York, there has been an extensive process of revaluation of these places which, in addition to representing the creation of impressive public architectural works, constitute innovative urban spaces that merge in an organic set of contemporary installations and architecture, giving life to works of art in the broadest and most comprehensive sense of the term.

In this context, the Neapolitan capital was among the first cities in Europe to understand the importance of creating stations with high artistic and architectural standards [3][4].

The desire to create an impressive infrastructural and architectural work, the strong innovative drive and the vision behind the Line 1 project have been adopted, over the years, also in the planning of the other underground lines under construction in the city, such as Line 6 and Line 7 (Fig. 1). To date, the urban underground system can in fact count on a highly articulated integrated rail network. Line 1, managed by the Azienda Napoletana Mobilità (ANM), together with Line 6 and the four funicular lines (Chiaia, Montesanto, Centrale and Mergellina), constitutes the backbone of city mobility together with Line 2, managed by



(Fonte - Source: Azienda Napoletana Mobilità - www.anm.it)

Figura 1 – La rete metropolitana di Napoli.  
Figure 1 – The Naples underground network.

metropolitano cittadino può infatti contare su di una rete integrata su ferro molto articolata. La Linea 1, gestita dall'Azienda Napoletana Mobilità (ANM), insieme con la Linea 6 e le quattro linee di funicolare (Chiaia, Montesanto, Centrale e Mergellina), costituisce l'asse portante della mobilità cittadina unitamente alla Linea 2, gestita da Trenitalia. Appartengono invece al gruppo EAV la Cumana, la Circumflegrea, la Circumvesuviana e la Linea Arcobaleno che rappresentano, assieme alla rete ferroviaria regionale gestita da RFI, le infrastrutture radiali di accesso/egresso dalla città utilizzate quotidianamente dai pendolari provenienti dall'area metropolitana e dal resto della Regione Campania.

Partendo da tali considerazioni, lo scopo del presente articolo è stato continuare la narrazione di questa visionaria idea progettuale descrivendo una delle nuove stazioni metropolitane più rappresentative della Linea 6 di Napoli, per la cui realizzazione è stato coinvolto l'artista britannico di fama internazionale Peter GREENAWAY: la "Stazione Chiaia". Inoltre, nell'ottica di quantificare l'impatto del metrò dell'arte sulla città e sui suoi cittadini, è stata eseguita un'indagine di mobilità finalizzata a quantificare il numero e la tipologia di visitatori e turisti delle opere d'arte diffusamente esposte nel sistema metropolitano napoletano complessivo.

## 2. La qualità architettonica dei terminali di trasporto: il caso del Sistema Metropolitano di Napoli e della Campania

A partire dagli anni '80 nasce in America un movimento architettonico detto *Station Renaissance* i cui principi di qualità del trasporto [5] (l'estetica, la qualità architettonica, l'accessibilità e l'interscambio tra i terminali di trasporto) si diffusero dopo qualche anno in Europa rendendo evidente quanto la bellezza fosse diventata un parametro cruciale nella progettazione delle nuove infrastrutture di trasporto, sia al fine di aumentarne la qualità dei servizi offerti che di migliorare la vivibilità delle aree circostanti.

Uno spazio confortevole, l'illuminazione il più possibile sostenibile/naturale e la scelta di colori attraenti per la segnaletica della stazione, sono solo alcuni degli elementi alla base degli standard progettuali che sono stati pienamente adottati per i nuovi piani del sistema metropolitano di Napoli [6].

In questo contesto nei primi anni '90 con il Piano Comunale dei Trasporti di Napoli, per il capoluogo campano e poi per l'intero Sistema Metropolitano regionale, si è deciso di investire sullo sviluppo di una rete ferroviaria integrata con le altre modalità di trasporto e con le altre linee ferroviarie, caratterizzata da stazioni con elevati standard artistici e architettonici che diventassero un simbolo ben distinguibile del territorio. Nello specifico, il progetto *Metro Art* punta non solo al potenziamento delle infrastrutture e dei servizi, ma anche all'introduzione di una maniera innovativa di concepire gli spazi urbani. Nella nuo-

*Trenitalia. The Cumana, the Circumflegrea, the Circumvesuviana and the Rainbow Line belong to the EAV group, which represent, together with the regional railway network managed by RFI, the radial access/egress infrastructures of the city used daily by commuters from the metropolitan area and the rest of the Campania Region.*

*Starting from these considerations, the purpose of this article was to continue the narration of this visionary design idea by describing one of the most representative new subway stations of the Naples Line 6, for the realisation of which the British artist Peter Greenaway was involved: the "Chiaia Station". Furthermore, a mobility survey was carried out in order to quantify the impact of the art subway on the city and its citizens, aimed at quantifying the number and type of visitors and tourists of the works of art widely exhibited in the overall Neapolitan subway system.*

## 2. Architectural quality of the transport terminals: the case of the Underground System of Naples and Campania

*From the 80s an architectural movement called Station Renaissance was born in America whose principles of transport quality [5] (aesthetics, architectural quality, accessibility and interchange between transport terminals) spread after a few years in Europe making it clear how beauty had become a crucial parameter in the design of new transport infrastructures, both in order to increase the quality of the services offered and to improve the liveability of the surrounding areas.*

*A comfortable space, lighting as sustainable/natural as possible and the choice of attractive colours for the station signage are just some of the elements underlying the design standards that have been fully adopted for the new plans of the Naples underground system [6].*

*In this context, in the early 90s with the Municipal Transport Plan of Naples, for the Campania capital and then for the entire regional Underground System, it was decided to invest in the development of a railway network integrated with other modes of transport and with the other railway lines, characterised by stations with high artistic and architectural standards that became a clearly distinguishable symbol of the territory. Specifically, the Metro Art project aims not only at strengthening infrastructures and services, but also at introducing an innovative way of conceiving urban spaces. In fact, in the new perspective, underground places, increasingly attractive and aesthetically pleasing, relate to the various points of the city in order to knit together the urban fabric through mobility [7][8][9][10]. In the general idea behind the project, the stations of the Naples and Campania underground system constitute the foundation of collective transport and have been enriched by contemporary works of art in order to make them the symbol of the Naples of the future [8][11]. The case of the Naples Metro Art, as mentioned, represents an unprecedented experiment in Italy as an artistic experience widespread in the urban space. This project constitutes*



va ottica, infatti, i luoghi della metropolitana, sempre più attrattivi ed esteticamente piacevoli, si relazionano ai vari punti della città in modo da ricucire il tessuto urbano attraverso la mobilità [7][8][9][10]. Nell'idea generale alla base del progetto, le stazioni del sistema metropolitano di Napoli e della Campania costituiscono il fondamento del trasporto collettivo e sono state arricchite da opere d'arte contemporanea al fine di renderle il simbolo della Napoli del futuro [8][11]. Il caso della *Metro Art* di Napoli, come detto, rappresenta un esperimento senza precedenti in Italia quale esperienza artistica diffusa nello spazio urbano. Tale progetto costituisce un'operazione di ampio respiro per la città sia dal punto di vista funzionale (rete infrastrutturale/riqualificazione urbana) che da quello culturale: l'aspetto totalmente innovativo è dato proprio, nell'ambito della pianificazione dei trasporti, dal combinare insieme urbanistica, architettura, ingegneria, arte e archeologia come elementi integrati di un unico ed organico progetto [12]. Ogni stazione della *Metro Art*, infatti, è affidata al lavoro congiunto di architetti e artisti contemporanei di fama internazionale che collaborano in sinergia per "ri-significare" questi spazi, emblematicamente designati come "non-luoghi" [13] dalla ormai celebre definizione di Marc AUGÉ, rivestendo di una facies carica di identità ciascuna stazione, non solo nel suo paesaggio ipogeo, ma anche nelle zone di superficie creando dei veri e propri "palcoscenici urbani" [14].

L'operazione di Napoli acquista dunque significato, perché contrasta in modo deciso la concezione omologante dello spazio: il progetto muove dall'idea che la *Metro Art* non contribuisca solo al miglioramento della mobilità, ma attivi anche un processo di riflessione intellettuale nel cittadino calando quest'ultimo in quello che lo storico dell'arte Achille BONITO OLIVA ha definito un "museo obbligatorio".

«L'intento è stato non solo quello di progettare la stazione, ma di ragionare complessivamente su più livelli, ridisegnando anche le aree circostanti e attribuendo alla linea metropolitana una riconoscibilità anche in superficie in quanto presenza qualificatrice del territorio. L'intento non è solo decorativo ma soprattutto sociale» [15].

La scommessa di questo progetto consiste infatti nella possibilità di favorire una relazione immediata tra il pubblico e l'arte, attraverso l'ingresso di quest'ultima nella quotidianità grazie alla realizzazione di un percorso espositivo aperto a una fruizione allargata e dinamica del prodotto artistico. Mentre quello dei musei è un pubblico intenzionale, spesso appartenente a un'élite colta, che si propone come spettatore interessato, ben diverso è quello che interagisce con l'arte pubblica [16][17][18][19][20] della *Metro Art* e che si presenta invece come un insieme indistinto di persone con i più diversi livelli culturali che si imbatte nella *Public art* non per propria scelta, ma come «fruitore inconsapevole» in quanto non è lo spettatore che cerca l'opera, bensì l'opera che si fa trovare. Esiste dunque nelle intenzioni del progetto la volontà di calare la dimensione artistica nella vita quotidiana. In questa

*a wide-ranging operation for the city both from a functional point of view (infrastructure network/urban redevelopment) and from a cultural one: the totally innovative aspect is given precisely, in the context of transport planning, by combining urban planning, architecture, engineering, art and archaeology as integrated elements of a single and organic project [12]. Each Metro Art station, in fact, is entrusted to the joint work of internationally renowned contemporary architects and artists who collaborate in synergy to "portray" these spaces again, emblematically designated as "non-places" [13] by the now famous definition of Marc Augé, covering each station with a facies full of identity, not only in its underground landscape, but also in the above ground areas, creating real "urban stages" [14].*

*The Naples operation therefore acquires significance, because it strongly contrasts the standardising concept of space: the project starts from the idea that Metro Art not only contributes to the improvement of mobility, but also activates a process of intellectual reflection in the citizen by lowering the latter in what the art historian ACHILLE BONITO OLIVA has defined as a "compulsory museum".*

*«The intent was not only to design the station, but to think overall on several levels, also redesigning the surrounding areas and giving the underground line an identity even above ground as a qualifying presence of the territory. The intent is not only decorative but above all social» [15].*

*The challenge of this project consists in fact in the possibility of fostering an immediate relationship between the public and art, through the latter's entry into everyday life thanks to the creation of an exhibition path open to an expanded and dynamic use of the artistic product. While that of museums is an intentional public, often belonging to a cultured elite, which proposes itself as an interested spectator, the one that interacts with public art of Metro Art is quite different [16][17][18][19][20] and which presents itself instead as an indistinct set of people with the most diverse cultural levels who come across Public art not by their own choice, but as an "unaware user" as it is not the spectator who looks for the work, but the work that is found. Therefore, bringing the artistic dimension into everyday life is the aim of the project. In this perspective, a new modality of relationship with the work of art is configured which is being defined starting from the real space of life [21]. This modus operandi has led to over 160 works of art distributed in the "underground museum", a greater quantity than those present today in the stable collection of the Madre Museum of Contemporary Art in Naples (which has about 150 works by 90 artists).*

*In this context, considering the uniqueness of the case of the Regional Underground System, in the last 10 years some interesting results have been reported, in various scientific researches [3][4][5][6][8][22] that have allowed to quantitatively measure the value of the stations built with high artistic and architectural standards and the effect they have had on the mobility choices of Neapolitans.*

*In particular, through the analysis of a behavioural*

prospettiva si configura una nuova modalità di relazione con l'opera d'arte che si va definendo a partire dallo spazio reale della vita [21]. Tale *modus operandi* ha portato ad oltre 160 opere d'arte diffuse nel "museo metropolitano", una quantità maggiore di quelle oggi presenti nella collezione fissa del Museo di arte contemporanea Madre di Napoli (che conta circa 150 opere di 90 artisti).

In questo contesto, considerando l'unicità del caso del Sistema Metropolitano Regionale, negli ultimi 10 anni, in diverse ricerche scientifiche [3][4][5][6][8][22] sono stati riportati alcuni interessanti risultati che hanno permesso di misurare quantitativamente il valore delle stazioni realizzate con elevati standard artistici e architettonici e l'effetto che queste hanno avuto sulle scelte di mobilità dei napoletani.

In particolare, attraverso l'analisi di un modello comportamentale di scelta del servizio ferroviario è stato quantificato il valore economico che l'estetica ha nelle scelte di mobilità degli utenti: è stato stimato che in media si è disposti a pagare fino a 0,43 € in più a viaggio per usufruire di un servizio metropolitano più piacevole ed esteticamente gradevole [6]. Tali risultati portano ad affermare che il bacino potenziale di una stazione con standard architettonici ed artistici elevati è, per estensione, quasi il doppio di quello di una stazione tradizionale [22]. Se Napoli, dunque, avesse realizzato le stazioni non seguendo questi alti standard estetici, il bacino di utenza sarebbe risultato di soli 160 mila cittadini, a fronte degli oltre 360 mila stimati attuali [22]. I risultati di queste considerazioni, unitamente alla tematica di ricerca scientifica generale legata alla qualità nel trasporto, stanno sempre più influenzando anche le analisi di valutazione degli investimenti nel settore dei trasporti (es. costi-benefici e multicriteriali) attraverso metodi e modelli che tengano esplicitamente conto degli impatti della qualità sulle scelte e percezioni degli utenti [23][24][25].

### 3. Il progetto della nuova stazione "Chiaia" della Linea 6 della Metropolitana di Napoli

Tenuto conto delle evidenze sperimentali del valore del Metrò dell'arte e degli effetti sulle scelte di mobilità dei napoletani, lo sviluppo della rete metropolitana della città negli ultimi ha seguito i principi dello *Station Renaissance*, proponendo il medesimo obiettivo che guida il progetto della *Metro Art* della Linea 1, ovvero quello di creare una rete di trasporto costituisca un'importante opera allo stesso tempo infrastrutturale, architettonica ed artistica. Un esempio è la Linea 6 in corso di realizzazione (Fig. 2), le cui stazioni sono state progettate da architetti di fama internazionale (es. Hans KOLLHOF, Boris PODRECCA, Uberto SIOLA) ed arricchite da opere d'arte di artisti contemporanei (es. Alhan FLETCHER, Rebecca HORN, Peter GREENAWAY, Gerhard MERZ).

La storia della Linea 6 di Napoli è lunga e tortuosa, infatti il progetto ha origini negli anni '90, quando in occasione dei Mondiali di Calcio si decise di realizzare la

*model for choosing the railway service, the economic value that aesthetics has in users' mobility choices was quantified: it was estimated that on average one is willing to pay up to 0.43 € more per trip to take advantage of a more pleasant and aesthetically pleasing underground service [6]. These results lead to affirm that the potential basin of a station with high architectural and artistic standards is, by extension, almost double that of a traditional station [22]. If Naples, therefore, had built the stations not following these high aesthetic standards, the catchment area would have been only 160,000 citizens, compared to the more than 360,000 estimated today [22]. The results of these considerations, together with the general scientific research topic linked to quality in transport, are also increasingly influencing the evaluation analyses of investments in the transport sector (e.g. cost-benefits and multi-criteria) through methods and models that explicitly take account of the impact of quality on the choices and perceptions of users [23][24][25].*

### 3. The project for the new "Chiaia" station of Line 6 of the Naples Underground

*Taking into account the experimental evidence of the value of the Art Metro and the effects on the mobility choices of Neapolitans, the development of the city's underground network in the last few years has followed the principles of Station Renaissance, proposing the same objective that guides the Metro Art project of Line 1, that is to create a transport network that constitutes an important infrastructural, architectural and artistic work at the same time. An example is Line 6 under construction (Fig. 2), whose stations were designed by internationally renowned architects (e.g. Hans KOLLHOF, Boris PODRECCA, Uberto SIOLA) and enriched by works of art by contemporary artists (e.g. Alhan FLETCHER, Rebecca HORN, Peter GREENAWAY, Gerhard MERZ).*

*The history of Line 6 of Naples is long and winding, in fact the project has its origins in the 90s, when on the occasion of the World Cup it was decided to build the "Fast Tram Line" (LTR) to connect the Fuorigrotta area (where the football stadium is located) with the city centre up to the outskirts of Ponticelli. On the occasion of the World Cup, however, the line was not finished and therefore opened for operation and the construction works stopped and then resumed only in 2002 following a substantial modification of the initial project. In fact, it was decided to create a light underground line connecting the Fuorigrotta area with the city centre up to Piazza Municipio, also creating a transfer station with Line 1. The first section of just over 2 km (Mostra-Mergellina) was inaugurated in 2007. The construction of the line encountered various technical obstacles given the geotechnical characteristics of the territory and those of the water table. The works were entrusted to Ansaldo STS by the Municipality of Naples, the civil design and the coordination and execution of the works takes place through the company Metropolitana di Napoli S.p.A.,*

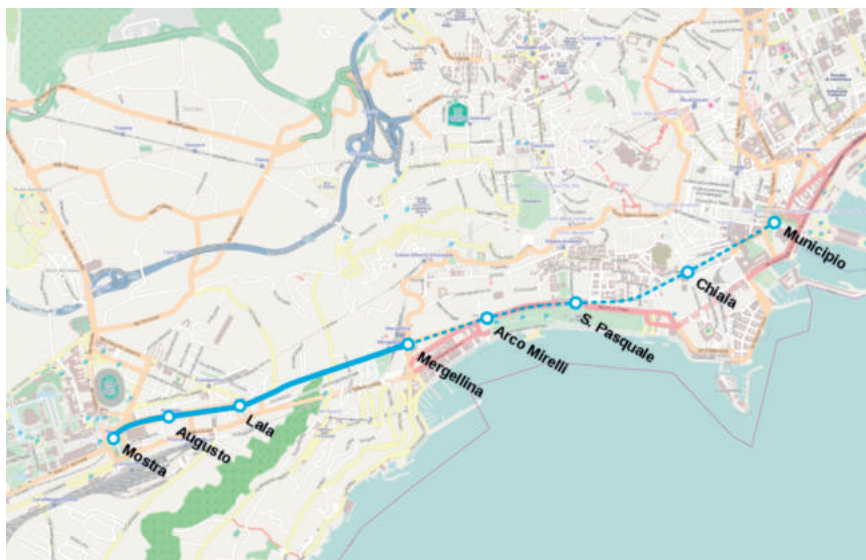


“Linea Tranviaria Rapida” (LTR) per collegare l’area di Fuorigrotta (dove è collocato lo stadio di calcio) con il centro della città sino alla periferia di Ponticelli. In occasione dei Mondiali, però la linea non fu terminata e quindi aperta all’esercizio ed i lavori di costruzione si arrestarono per poi riprendere solo nel 2002 a seguito di una modifica sostanziale del progetto iniziale. Si decise infatti di realizzare una linea metropolitana sotterranea leggera che collegasse l’area di Fuorigrotta con il centro città sino a Piazza Municipio, realizzando anche una stazione di scambio con la Linea 1. La prima tratta di lunghezza poco superiore ai 2 km (Mostra-Mergellina) fu inaugurata nel 2007. La realizzazione della linea ha trovato diversi ostacoli tecnici date le caratteristiche geotecniche del territorio e della falda acquifera. I lavori sono stati affidati dal Comune di Napoli ad Ansaldo STS, la progettazione civile ed il coordinamento e l’esecuzione delle opere avviene tramite la società Metropolitana di Napoli S.p.A., responsabile della progettazione anche della Linea 1, della progettazione architettonica è stata curata dal gruppo Siola & Partners srl. Ad oggi le tre stazioni intermedie Arco Mirelli, San Pasquale e Chiaia sono quasi del tutto completate, e si prevede l’entrata in esercizio entro la fine del 2021-inizio 2022.

Tra le stazioni di prossima apertura, c’è quindi la stazione di Chiaia, una delle stazioni più interessanti dal punto di vista estetico e funzionali, dal punto di vista delle variazioni di accessibilità dell’area, dell’intera rete metropolitana.

Per la progettazione della Linea 6, si è proposto ed applicato il medesimo obiettivo che ha guidato il progetto della *Metro Art* della Linea 1, ovvero quello di creare una rete di trasporto sotterraneo che costituisca un’importante opera allo stesso tempo infrastrutturale, architettonica ed artistica. All’ingegnere trasportista spetta il compito di individuare la migliore localizzazione per una stazione metropolitana, ad esempio, attraverso un’analisi della domanda di mobilità. All’architetto compete invece il ruolo di concepire la stazione come organizzazione di volumi/cubature sotterranee e superficiali curando l’integrazione nel tessuto urbano. All’artista infine è affidato il compito di curare gli aspetti estetici e di influenzare, con la cultura del bello, il cittadino-fruitori dell’infrastruttura di trasporto.

Tale progetto si sviluppa dunque a partire da questo triplice aspetto: il Piano Comunale dei Trasporti ha definito la localizzazione e il percorso della linea e il gruppo Siola & Partners srl si è occupato della progettazione architettonica, in collaborazione con l’artista britannico Pe-



(Fonte - Source: <https://it.wikipedia.org/>)

Figura 2 – La Linea 6 della Metropolitana di Napoli.

Figure 2 – Line 6 of the Naples Underground.

also responsible for the design of Line 1, the architectural design was handled by the group Siola & Partners srl. To date, the three intermediate stations Arco Mirelli, San Pasquale and Chiaia are almost fully completed, and are expected to start operating by the end of 2021-early 2022.

Among the stations soon to open, there is therefore the Chiaia station, one of the most beautiful stations, from an architectural and artistic point of view, and functional, from the point of view of the variations in accessibility of the area, of the entire underground network.

For the design of Line 6, the same objective that guided the public art project of Line 1 was proposed and applied, that is to create an underground transport network that constitutes an important infrastructural, architectural and artistic work at the same time. The transport engineer has the task of identifying the best location for a underground station, for example, through an analysis of the demand for mobility. The architect, on the other hand, has the role of conceiving the station as an organisation of underground and superficial volumes/cubage, taking care of its integration into the urban fabric. Finally, the artist is entrusted with the task of taking care of the aesthetic aspects and of influencing the citizen-user of the transport infrastructure, with the culture of beauty.

This project therefore develops from this triple aspect: the Municipal Transport Plan defined the location and route of the line and the Siola & Partners srl group took care of the architectural design, in collaboration with the British artist Peter GREENAWAY, who provided his personal contribution by taking care of the internal finishes of the facility, in full compliance with the concept underlying the architectural intervention.



ter GREENAWAY, che ha fornito il proprio contributo personale curando le finiture interne della struttura, nel pieno rispetto del *concept* alla base dell'intervento architettonico.

La Stazione Chiaia è posizionata tra il quartiere Monte di Dio e il Ponte di Chiaia, in un sito particolare che rappresenta proprio uno degli aspetti più interessanti del progetto. L'intelligenza della scelta di questa posizione risiede non soltanto nel collegare due punti della città situati a quote diverse, ma anche nell'offrire all'utenza due vie d'accesso a tale infrastruttura, rendendola fruibile a un maggior numero di persone.

Dal punto di vista architettonico la stazione si basa su un progetto molto ambizioso, articolato sulla sovrapposizione di tre strutture cave di forme differenti che costituiscono un edificio ipogeo che si sviluppa verticalmente per 43 metri circa: attraverso un apposito lucernaio posto alla quota superiore (Piazza Santa Maria degli Angeli) la luce solare attraversa verticalmente la configurazione volumetrica costituita da solidi vuoti, arrivando, nonostante la profondità, ad illuminare i binari (Fig. 3).

Interessante è il contributo di un artista poliedrico come Peter GREENAWAY da sempre interessato alla sperimentazione e alla fusione dei diversi linguaggi artistici. Questa contaminazione, prima teorizzata e poi messa in atto, è diventata sempre più evidente nella sua produzione più recente [26].

Greenaway ha dichiarato di essere un artista completo, in grado di saper dominare i più diversi mezzi d'espressione: già a partire dagli anni della sua formazione alla *Walthamstow School of Art* di Londra, ha ritenuto però la pittura la più importante forma d'arte tanto da volerla sempre integrare nei suoi numerosissimi lavori cinematografici, arrivando a definire se stesso un «pittore su celluloido» [27][28][29].

Nel caso della Stazione Chiaia l'artista britannico è riuscito a inserire le sue scelte artistiche in continuità dialettica con l'impianto architettonico non solo rispettando la sua suddivisione spaziale in edifici sovrapposti, ma addirittura enfatizzando la definizione delle varie zone alla base della struttura, pur conservando la sua autonomia espressiva.

Lo spazio è interpretato come una discesa agli inferi: ad ogni sezione è infatti associata una divinità mitologica, rappresentata nella forma di una produzione pittorica o di una installazione, e tali spazi sono diversificati e definiti ulteriormente grazie a un preciso schema-colori.

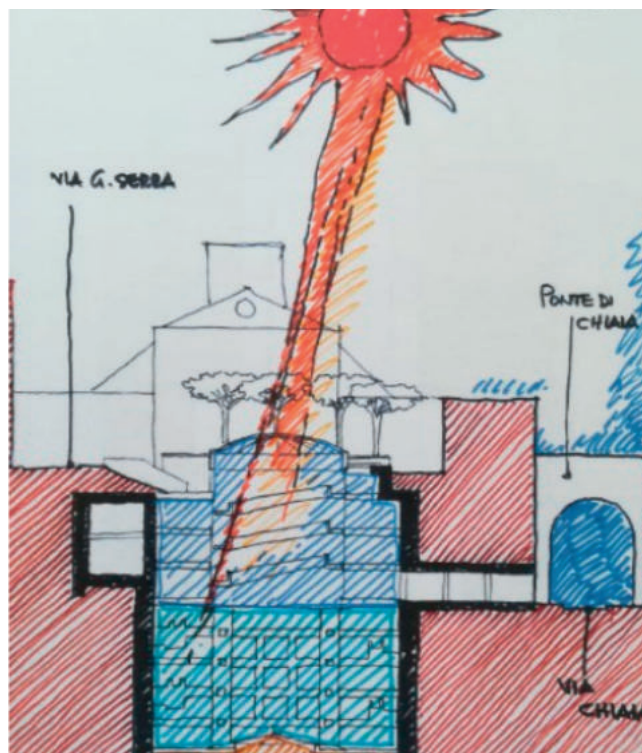
L'artista è da sempre affascinato dalla cultura romana antica e le città di Ercolano e Pompei, da lui visitate numerosissime volte, rappresentano un luogo di forti suggestioni e ispirazione artistica. La pittura parietale nello specifico è per GREENAWAY una forma d'arte eccezionale perché, al di là degli aspetti tecnici, riesce a trasmettere l'idea del tempo che passa, a comunicare la sensazione di antichità e di storia ed è considerata da lui la prima forma d'arte contemporanea [30].

*The Chiaia Station is located between the Monte di Dio district and the Chiaia Bridge, in a particular place that represents one of the most interesting aspects of the project. The intelligence of choosing this location lies not only in connecting two points of the city located at different altitudes, but also in offering users two access routes to this infrastructure, making it accessible to a greater number of people.*

*From an architectural point of view, the station is based on a very ambitious project, articulated on the superimposition of three hollow structures of different shapes that constitute an underground building that develops vertically for about 43 metres: through a special skylight placed at the upper level (Piazza Santa Maria degli Angeli) the sunlight vertically crosses the volumetric configuration made of empty solids, succeeding, despite the depth, in illuminating the tracks (Fig. 3).*

*The contribution of a multifaceted artist like Peter GREENAWAY who has always been interested in experimentation and the fusion of different artistic languages is interesting. This contamination, first theorised and then implemented, has become increasingly evident in his most recent production [26].*

*Greenaway declared that he was a complete artist, capable of mastering the most diverse means of expression:*



(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 3 – L'architettura ed il percorso mitologico della stazione Chiaia.

Figure 3 – The architecture and the mythological path of the Chiaia station.

Il ricorso al linguaggio mitologico previsto dall'artista si concretizza nel progetto attraverso una suddivisione in cinque sezioni (Fig. 4), che guidano il fruitore in questo percorso di *kathabasis*: Cielo-Giove; Mare-Nettuno; Terra-Cerere; Stige-Caronte; Inferi-Plutone.

La sezione relativa alla Piazza di Santa Maria degli Angeli è rappresentata dunque dal padre degli Dei, Giove, e prevede lo spazio esterno della platea dominato, nei toni del bianco e dell'azzurro chiaro, dalla figura di questa divinità, realizzata con 24 ali/braccia che rappresentano le ore del giorno (Fig. 5).

La sezione della rampa elicoidale, compresa nella struttura cilindrica che conduce verso lo spazio sottostante, prevede come colore dominante l'azzurro nelle sue tonalità più intense. Questa è la zona dedicata al mare e la figura centrale è quella di Nettuno che emerge dalle onde (Fig. 6).

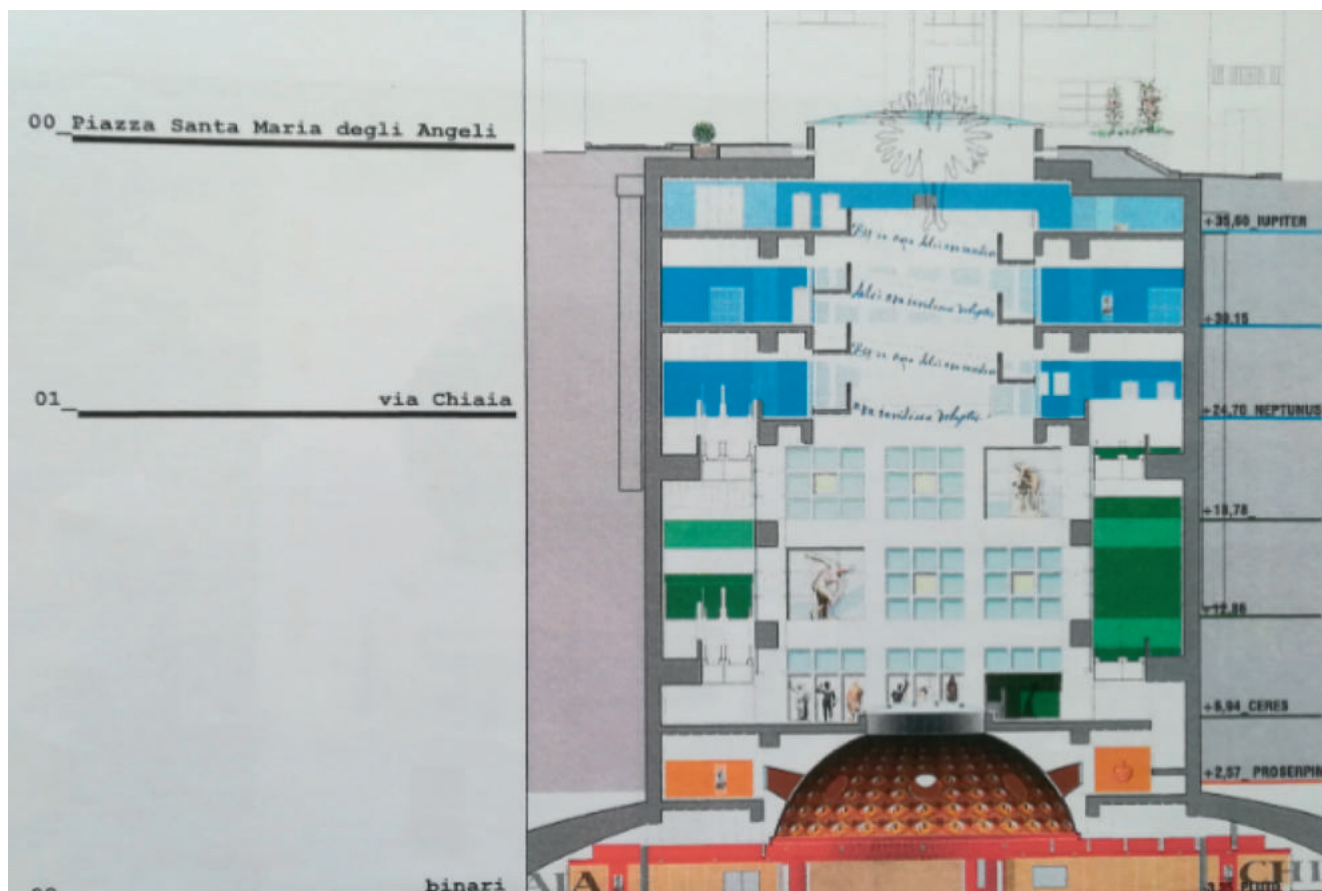
La sezione centrale (Fig. 7), caratterizzata dai colori della terra e quindi dalle varie tonalità di verde, sviluppa invece il tema della galleria d'arte in forma cubica, essendo prevista in questa zona la disposizione di calchi di gruppi scultorei celebri. Questa parte dell'edificio, vuota

*starting from the years of his training at the Walthamstow School of Art in London, however, he considered painting the most important form of art so much so that he always wanted to integrate it into his numerous cinematographic works, achieving the definition of himself as a «painter on celluloid» [27][28][29].*

*In the case of the Chiaia Station, the British artist managed to insert his artistic choices in dialectical continuity with the architectural system not only respecting its spatial division into overlapping buildings, but even emphasising the definition of the various areas at the base of the structure, while retaining its expressive autonomy.*

*The space is interpreted as a descent into hell: each section is in fact associated with a mythological divinity, represented in the form of a pictorial production or an installation, and these spaces are diversified and further defined thanks to a precise colour-scheme.*

*The artist has always been fascinated by ancient Roman culture and the cities of Herculaneum and Pompeii, which he visited numerous times, represent a place of strong suggestions and artistic inspiration. Wall painting in particular is for GREENAWAY an exceptional art form because, beyond*



(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 4 – Il percorso mitologico della stazione Chiaia.  
Figure 4 – Architecture and the mythological path of the Chiaia station.





(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 5 – L'architettura del progetto urbano: la piazza.  
 Figure 5 – Architecture of the urban project: the square.

al centro per permettere il passaggio della luce, è infatti dedicata a Cerere, dea dell'agricoltura e del raccolto, la quale sarà accompagnata da altre figure femminili ad essa associate e a diverse divinità.

Il piano dell'ottagono, tappa intermedia per raggiungere il livello della banchina, è stato interpretato dall'artista come il fiume Stige, anello di congiunzione tra il mondo dei vivi e gli Inferi. Qui la figura centrale è quella di Caronte, trasportatore di anime, e prevalgono le tonalità dell'arancio, dal giallo al marrone (Fig. 8).

Sulle pareti vi sono dipinti i volti di eroi romani e dei minori e figure che rappresentano sei melograni stilizzati. La scelta di questo frutto deriva ovviamente dal racconto mitologico del rapimento da parte di Plutone di Proserpina, simbolo della primavera e figlia di Cerere.

Arrivati ai binari, infine, si trova il trionfo del rosso, di chiara ispirazione pompeiana, nelle sue varie gradazioni come il colore che meglio rappresenta il mondo degli Inferi di Plutone, figura principale di questa sezione.

L'intradosso della grande cupola (Fig. 9), che unisce lo spazio tra i due binari, sarà coperto dall'immagine ripetuta di occhi che rappresentano la moltitudine di persone che popolano il mondo degli inferi.

Qui, come in tutte le altre zone dell'edificio (Fig. 10), il carattere utilizzato per la segnaletica sarà probabilmente realizzato da lettere eseguite con la tecnica dello stencil, caratteristico dello stile pittorico di GREENAWAY.

**4. L'impatto del «museo obbligatorio» del sistema metropolitano di Napoli: un'indagine di mobilità per la stima dei visitatori e turisti**

Come detto, una delle finalità del presente articolo è stata quella di quantificare l'impatto del metrò dell'arte sulla città di Napoli e sui suoi cittadini; al tal fine, è stata

the technical aspects, it manages to convey the idea of time passing, to communicate the feeling of antiquity and history and is considered by him the first contemporary art form [30].

Recourse to the mythological language envisaged by the artist is achieved in the project through a subdivision into five sections (Fig. 4), which guide the user in this path of katabasis: Heaven-Jupiter; Sea-Nep-tune; Earth-Ceres; Styx-Charon; Underworld-Pluto.

The section relating to Piazza di Santa Maria degli Angeli is therefore represented by the father of the Gods, Jupiter, and provides for the external space of the stalls dominated by the figure of this divinity, in shades of white and light blue, made with 24 wings/arms representing the hours of the day (Fig. 5).

The section of the spiral ramp, included in the cylindrical structure that leads to the space below, has blue in its most intense shades as the dominant colour. This is the area dedicated to the sea and the central figure is that of Neptune emerging from the waves (Fig. 6).

The central section (Fig. 7), characterised by the colours



(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 6 – La rampa urbana da Santa Maria degli Angeli a Chiaia.

Figure 6 – Urban ramp from Santa Maria degli Angeli to Chiaia.





(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 7 – La sezione della “lanterna urbana” come galleria d’arte.  
Figure 7 – Section of the “urban lantern” as an art gallery.



(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 8 – Piano dell’ottagono, tappa intermedia per il raggiungimento delle banchine.  
Figure 8 – Plan of the octagon, intermediate stage for reaching the platforms.

eseguita un’indagine di mobilità progettata *ad hoc* finalizzata a quantificare il numero e la tipologia di visitatori e turisti delle opere d’arte diffusamente esposte lungo tutto il sistema della rete metropolitana della città utile anche per valutare *ex-ante* le potenzialità attrattive della nuova stazione della Linea 6 discussa in questo articolo. Nello specifico, le interviste sono condotte presso le stazioni già in esercizio del Metrò dell’arte per un duplice motivo: *i*) valutare le attuali (reali) preferenze degli utenti napoletani con riferimento alla percezione delle opere d’arte attualmente presenti nelle stazioni della metropolitana; *ii*) intervistare un campione di utenze che, fruendo già di un

of the earth and therefore by the various shades of green, instead develops the theme of the art gallery in a cubic form, since the arrangement of casts of famous sculptural groups is foreseen in this area. This part of the building, empty in the centre to allow the passage of light, is in fact dedicated to Ceres, goddess of agriculture and harvest, who will be accompanied by other female figures associated with it and with various divinities.

The plan of the octagon, an intermediate step to reach the level of the platform, was interpreted by the artist as the river Styx, a link between the world of the living and the Underworld. Here the central figure is that of Charon, carrier of souls, and shades of orange prevail, from yellow to brown (Fig. 8).

The walls are painted with the faces of Roman heroes and minor gods and figures representing six stylised pomegranates. The choice of this fruit obviously derives from the mythological tale of the abduction by Pluto of Proserpina, symbol of spring and daughter of Ceres.

Finally, arriving at the tracks, there is the triumph of red, clearly inspired by Pompeii, in its various shades as the colour that best represents the world of the Underworld of Pluto, the main figure of this section.

The intrados of the great dome (Fig. 9), which joins the space between the two tracks, will be covered by the repeated image of eyes representing the multitude of people who populate the underworld.

Here, as in all other areas of the building (Fig. 10), the font used for the signage will probably be made from letters made with the stencil technique, characteristic of GREENAWAY’S pictorial style.

#### 4. Impact of the “mandatory museum” of the Naples underground system: a mobility survey for the estimation of visitors and tourists

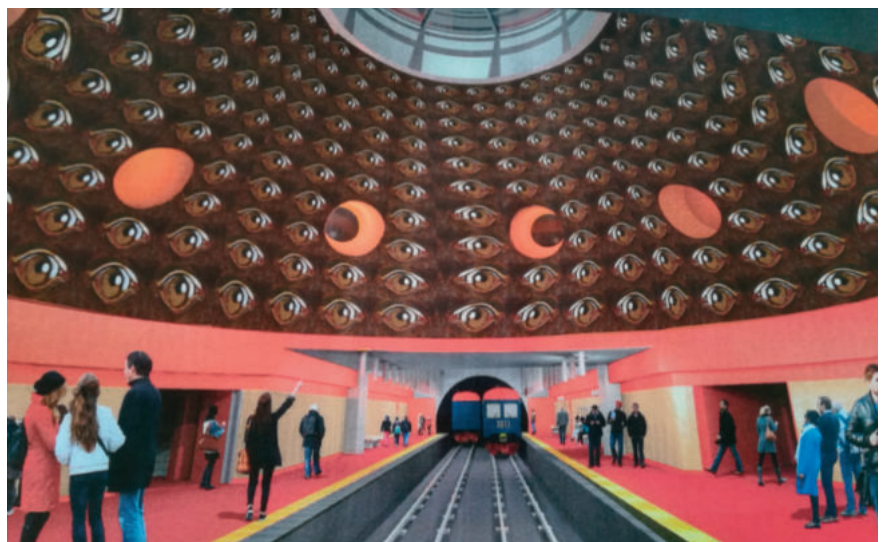
As mentioned, one of the purposes of this article was to quantify the impact of the art metro on the city of Naples and its citizens; to this end, an ad hoc mobility survey was carried out aimed at quantifying the number and type of visitors and tourists of the works of art widely exhibited

servizio metropolitano ad alta qualità, possa meglio immedesimarsi (evitando *bias* nelle risposte) in valutazioni realistiche ed il più possibile oggettive sulle preferenze attese per gli standard architettonici ed artistici delle stazioni della Linea 6 (oggetto del presente articolo) e sul loro effetto sulle preferenze modali. Nello specifico, le interviste ai viaggiatori sono state condotte tra novembre 2018 e febbraio 2019 presso quattro tra le più rappresentative stazioni dell'arte attualmente in esercizio. I viaggiatori sono stati intervistati mentre erano in attesa del treno, in giorni feriali e festivi rappresentativi del periodo. Complessivamente sono stati intervistati oltre 4 mila viaggiatori (Tab. 1), con un tasso di campionamento medio del 4-5%, ai quali è stato sottoposto un questionario di indagine strutturato in quattro sezioni:

1. individuazione della tipologia di utente: utente abituale/occasionale, al fine di rilevare: indirizzo di residenza degli utenti; frequenza di utilizzo del servizio; motivo dello spostamento;
2. caratteristiche socio-economiche dell'utente intervistato, per poter conoscere le principali caratteristiche socio-economiche dei viaggiatori, tra cui: genere; età; professione; numero di componenti in famiglia;
3. qualità percepita attuale del servizio metropolitano utilizzato, allo scopo di poter valutare la qualità del viaggio (*travel experience*) in termini di standard architettonici ed artistici ed opere d'arte delle stazioni frequentate, nonché il comfort e la sicurezza percepita;
4. qualità attesa per le nuove stazioni in corso di realizzazione della Linea 6, al fine di valutare qualitativamente l'importanza degli alti standard architettonici ed artistici impiegati anche per queste stazioni, nonché la propensione ad utilizzare maggiormente il TPL in presenza di terminali ad alta qualità.

Analizzando i risultati ottenuti è stato possibile profilare l'identikit dell'utente medio della Metropolitana dell'arte in un giorno feriale medio ed in uno festivo. Dalle analisi condotte (Tab. 2), è emerso che la percentuale di donne che utilizzano la metropoli-

along the entire system of the city's underground network, also useful for evaluating ex-ante the attractive potential of the new Line 6 station discussed in this article. Specifically, the interviews are conducted at the stations already in operation of the Art Metro for two reasons: i) to evaluate the current (real) preferences of Neapolitan users with reference to the perception of the works of art currently present in the underground stations; ii) interview a sample of users who, already using a high quality underground service, can



(Fonte - Source: Studio Siola & Partners srl)

Figura 9 – La cupola, le banchine e i binari.

Figure 9 – Dome, platforms and tracks.



Figura 10 – Esempio di foto dal cantiere della lanterna interna.

Figure 10 – Example of a photo from the construction site of the internal lantern.



Tabella 1 – Table 1

Numero interviste effettuate per singola stazione e giorno della settimana  
*Number of interviews carried out for each station and day of the week*

Stazione <i>Station</i>	Numero interviste (giorno feriale medio) <i>Number of interviews (average weekday)</i>	Passeggeri conteggiati in ingresso stazione (giorno feriale medio) <i>Passengers counted at the station entrance (average weekday)</i>	Numero interviste (giorno festivo medio) <i>Number of interviews (average public holiday)</i>	Passeggeri conteggiati in ingresso stazione (giorno festivo medio) <i>Passengers counted at the station entrance (average public holiday)</i>	Totale interviste <i>Total interviews</i>	% Interviste <i>% of Interviews</i>
Toledo	710	12.681	327	10.238	1.037	25%
Municipio <i>Town Hall</i>	368	7.551	169	4.516	537	13%
Università <i>University</i>	393	7.224	181	1.954	574	14%
Garibaldi	1.345	24.945	618	13.643	1.963	48%
<b>Totale <i>Total</i></b>	<b>2.816</b>	<b>52.401</b>	<b>1.295</b>	<b>30.351</b>	<b>4.111</b>	<b>100%</b>

tana di Napoli è pari circa al 50% sia per il giorno feriale che per quello festivo. Per contro, la ripartizione per fascia di età è molto differente tra le due utenze feriale e festiva; nello specifico, nei giorni feriali il 62% dei viaggiatori ha un'età compresa tra i 18 ed il 45 anni, a fronte del 53% nei giorni festivi. La ripartizione per professione è confrontabile tra le due tipologie di utenze se non per le categorie degli impiegati e degli studenti più frequenti nei viaggi dei giorni feriali rispetto a quelli dei giorni festivi (62% contro 41% rispettivamente). Con riferimento alla frequenza dello spostamento si osserva, invece, una strutturale differenza tra le due tipologie di domanda; in particolare la domanda di mobilità dei giorni festivi è prevalentemente occasionale (83% del totale) a fronte di quella dei giorni feriali che è prevalentemente sistematica (72% degli utenti compie 2 o più spostamenti metropolitani a settimana).

Con riferimento alla provenienza (residenza) geografica dell'utenza della Metropolitana di Napoli (Tab. 3), si osserva che la percentuale maggiore di utenti è residente nel Comune di Napoli (44% per il giorno feriale e 17% per quello festivo) o nella sua Provincia (35% per il giorno feriale e 23% per quello festivo). Rilevante è anche l'utenza extra campana sia per gli spostamenti del giorno feriale (24% dell'utenza occasionale e 7% complessiva) che per quelli del giorno festivo (38% del totale, prevalentemente occasionale).

Con riferimento al "motivo prevalente" dello spostamento, le indagini condotte mostrano che quasi l'80% degli utenti abituali e più del 50% degli utenti occasionali del giorno medio feriale si sposta per motivi sistematici lavoro e studio (Fig. 11). Per contro, questo motivo dello

*better identify themselves (avoiding bias in the answers) in realistic and as objective as possible assessments on the expected preferences for the architectural and artistic standards of the stations of Line 6 (subject of this article) and their effect on modal preferences. Specifically, interviews with travellers were conducted between November 2018 and February 2019 at four of the most representative art stations currently in operation. Travellers were interviewed while they were waiting for the train, on weekdays and holidays representative of the period. Overall, over 4,000 travellers (Tab. 1) were interviewed, with an average sampling rate of 4-5%, who were subjected to a survey questionnaire structured in four sections:*

- 1. identification of the type of user: regular/occasional user, in order to detect: users' residence address; frequency of use of the service; reason for travelling;*
- 2. socio-economic characteristics of the interviewed user, in order to know the main socio-economic characteristics of travellers, including: gender; age; profession; number of family members;*
- 3. current perceived quality of the underground service used, in order to be able to evaluate the quality of the trip (travel experience) in terms of architectural and artistic standards and works of art of the visited stations, as well as the perceived comfort and safety;*
- 4. expected quality for the new stations under construction on Line 6, in order to qualitatively assess the importance of the high architectural and artistic standards also used for these stations, as well as the propensity to use LPT more in the presence of high-quality terminals.*



spostamento è pressoché trascurabile nel giorno festivo medio, dove l'88% degli utenti abituali e il 96% degli utenti occasionali si sposta per motivi non sistematici tra cui visitare la città (63%), lo shopping (18%), la visita a parenti e amici (11%), la visita alle stazioni dell'arte come motivo principale (3%).

Nella terza sezione del questionario di indagine sottoposto ai viaggiatori è stato chiesto di valutare la Linea

*By analysing the results obtained, the identikit of the average user of the Art Metro on an average weekday and a holiday was profiled. From the analyses conducted (Tab. 2), it emerged that the percentage of women using the Naples underground is approximately 50% for both weekdays and holidays. On the other hand, the breakdown by age group is very different between the two weekdays and holidays users; specifically, on weekdays 62% of travellers are aged between 18 and 45, compared with 53% on holidays. The breakdown by profession is comparable between the two types of users except for the categories of employees and students who are more frequent on weekdays than on holidays trips (62% versus 41% respectively). With reference to the frequency of the trip, however, a structural difference is observed between the two types of demand; in particular, the demand for mobility on holidays is mainly occasional (83% of the total) compared to that on weekdays which is mainly systematic (72% of users make 2 or more underground trips a week).*

Tabella 2 – Table 2

Le caratteristiche socio-economiche del viaggiatore della Metropolitana di Napoli  
*Traveller socio-economic characteristics on the Naples Underground*

Spostamento in un giorno ferial medio <i>Displacement on an average weekday</i>		Spostamento in un giorno festivo medio <i>Displacement on an average public holiday</i>	
<b>Genere</b> <i>Genre</i>		<b>Genere</b> <i>Genre</i>	
Uomo	49%	Uomo	50%
Man	49%	Man	50%
Donna	51%	Donna	50%
Woman	51%	Woman	50%
<b>Età</b> <i>Age</i>		<b>Età</b> <i>Age</i>	
18-30	35%	18-30	20%
31-45	27%	31-45	32%
46-60	23%	46-60	27%
>60	15%	>60	22%
<b>Professione</b> <i>Profession</i>		<b>Professione</b> <i>Profession</i>	
Operaio/ Artigiano	4%	Operaio/ Artigiano	5%
Worker/ Craftsman	4%	Worker/ Craftsman	5%
Dirigente/imprenditore	2%	Dirigente/imprenditore	3%
Executive/entrepreneur	2%	Executive/entrepreneur	3%
Commerciante	1%	Commerciante	8%
Trader	1%	Trader	8%
Libero professionista	23%	Libero professionista	22%
Freelance Professional	23%	Freelance Professional	22%
Studente	25%	Studente	13%
Student	25%	Student	13%
Impiegato	37%	Impiegato	28%
Employee	37%	Employee	28%
Non occupato/altro	10%	Non occupato/altro	20%
Unemployed/other	10%	Unemployed/other	20%
<b>Frequenza dello spostamento</b> <i>Frequency of displacement</i>		<b>Frequenza dello spostamento</b> <i>Frequency of displacement</i>	
1 volta a settimana	1%	1 volta a settimana	5%
Once a week	1%	Once a week	5%
2/3 volte a settimana	18%	2/3 volte a settimana	8%
2/3 times a week	18%	2/3 times a week	8%
Occasionalmente	27%	Occasionalmente	83%
Occasionally	27%	Occasionally	83%
Abitualmente/tutti i giorni	47%	Abitualmente/tutti i giorni	3%
Regularly/every day	47%	Regularly/every day	3%

*With reference to the geographical origin (residence) of the users of the Naples Underground (Tab. 3), it is noted that the largest percentage of users is resident in the Municipality of Naples (44% for the weekday and 17% for the holiday) or in its Province (35% for the weekday and 23% for the holiday). The use outside Campania is also relevant for both weekday trips (24% of occasional users and 7% overall) and for holidays (38% of the total, mainly occasional).*

*With reference to the "main reason" for traveling, the surveys conducted show that almost 80% of regular users and more than 50% of occasional users of the average weekday travel for systematic work and study reasons (Fig. 11). On the other hand, this reason for travelling is almost negligible on the average public holiday, where 88% of regular users and 96% of occasional users move for unsystematic reasons including visiting the city (63%), shopping (18%), visiting relatives and friends (11%), visiting art stations as the main reason (3%).*

*In the third section of the survey questionnaire submitted to travellers, they were asked to evaluate Underground Line 1 in terms of artistic and architectural quality of the stations, comfort and safety, both inside and*

Tabella 3 – Table 3

La residenza degli utenti della Metropolitana di Napoli  
Residence of the users of the Naples Underground

Regione/Provincia di residenza Region/Province of residence	Giorno feriale medio Average working day			Giorno festivo medio Average public holiday
	% spostamenti abituali % regular trips	% spostamenti occasionali % occasional trips	% totale % total	% totale % total
Comune di Napoli Municipality of Naples	47,9%	31,5%	43,5%	17,3%
Provincia di Napoli Province of Naples	37,0%	29,6%	35,0%	22,5%
Avellino	1,4%	3,7%	2,0%	5,0%
Benevento	0,7%	1,9%	1,0%	0,7%
Caserta	10,3%	5,6%	9,0%	12,5%
Salerno	2,1%	3,7%	2,5%	4,5%
Extra Campania Outside Campania	0,7%	24,1%	7,0%	37,5%
<b>Totale Total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Metropolitana 1 in termini di qualità artistica ed architettonica delle stazioni, comfort e sicurezza, sia all'interno che all'esterno delle stazioni monitorate (Fig. 12). I risultati ottenuti per i viaggiatori del giorno feriale medio mostrano che per oltre l'80% degli intervistati le stazioni presentano una indiscussa qualità estetica, per il 66% anche un elevato comfort (es. panchine, illuminazione, scale mobili), per il 53% un'alta sicurezza interna e per il 44% una percezione elevata di sicurezza anche all'esterno. Con riferimento al giorno festivo medio, si osservano valori di qualità percepita leggermente inferiori (da molto alta/alta a media), probabilmente in ragione delle aspettative che di solito sono inferiori nei pendolari rispetto ai turisti e/o viaggiatori del tempo libero che si attendono standard qualitativi medi più elevati.

A partire dalle indagini condotte è stato anche possibile stimare il numero medio di viaggiatori che visitano le stazioni dell'arte. Per semplicità ci si è riferiti solo a quelle della tratta Materdei (compresa) – Garibaldi (esclusa) della Linea 1 in ragione del fatto che le principali opere d'arte sono lì concentrate e che i flussi turistici in visita della città sono in transito prevalentemente tra queste stazioni.

Inoltre, il terminal Garibaldi è stato escluso dall'analisi perché preva-

outside the monitored stations (Fig. 12). The results obtained for travellers on the average weekday show that for over 80% of the interviewees the stations have an undisputed aesthetic quality, for 66% also a high level of comfort (e.g. benches, lighting, escalators), for 53 % high internal security and 44% a high perception of security also outside. With reference to the average public holiday, slightly lower values of perceived quality are observed (from very high/high to medium), probably due to expectations that are usually lower in commuters compared to tourists

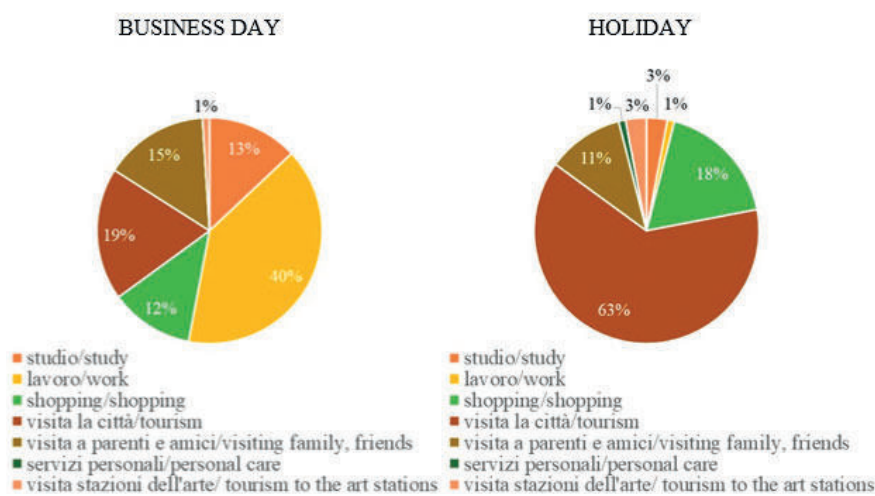


Figura 11 – La ripartizione percentuale per motivo dello spostamento degli utenti della metropolitana di Napoli in un giorno feriale medio.  
Figure 11 – Percentage breakdown by reason for travelling of users of the Naples underground on an average working day.

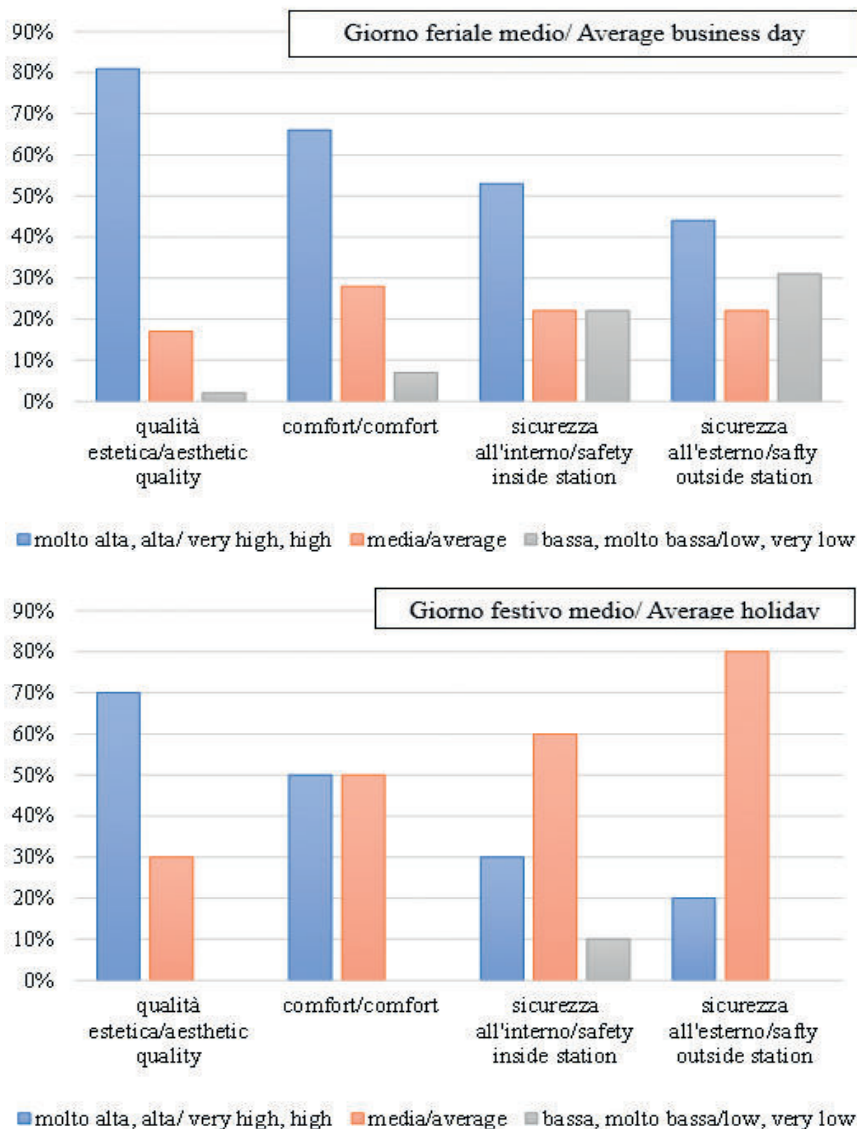


Figura 12 – La qualità percepita dagli utenti della Metropolitana di Napoli che si spostano in un giorno feriale medio.  
 Figure 12 – Quality perceived by users of the Naples underground who travel on an average weekday.

lentemente utilizzato come nodo intermodale di accesso alla città, più che di transito/visita della città stessa.

Per tale stima ci si è riferiti preliminarmente al “mercato contendibile”, ovvero al bacino di viaggiatori potenzialmente interessati a visitare le stazioni dell’arte. Tramite i dati forniti dall’operatore ANM che gestisce la linea è stato possibile stimare che oltre il 36% dei viaggiatori totali della Linea 1 (pari a circa 16,5 milioni spostamenti di andate e ritorno annui), utilizza quotidianamente le stazioni dell’arte oggetto di analisi.

A partire da questi, tramite l’indagine condotta, è stato possibile stimare che mediamente il 42% di questa utenza si sposta per motivi occasionali (il 27% nei giorni

and/or leisure travellers who expect higher average quality standards.

Starting from the surveys it was also possible to estimate the average number of travellers who visit the art stations. For simplicity we have only referred to those of the Materdei (included) – Garibaldi (excluded) section of Line 1 due to the fact that the main works of art are concentrated there and that the tourist flows visiting the city are mainly in transit between these stations.

Furthermore, the Garibaldi terminal was excluded from the analysis because it was mainly used as an inter-modal hub for accessing the city, rather than for transit/visiting the city itself.

For this estimate, a preliminary reference was made to the “competitive market”, that is to the basin of travellers potentially interested in visiting the art stations. Using the data provided by the ANM operator that manages the line, it was possible to estimate that over 36% of total passengers on Line 1 (equal to approximately 16.5 million round trips per year) use the art stations under study on a daily basis. Starting from these, through the survey conducted, it was possible to estimate that on average 42% of these users travel for occasional reasons (27% on weekdays and 83% on holidays). The analysis by reason of the displacement (Fig. 11) shows how:

- 40% (1%) of underground travel goes to work on the average weekday (public holiday);
- 13% (3%) of underground trips are for study purposes on the average weekday (public holiday);
- 12% (18%) of underground trips are to go shopping on the average weekday (public holiday);
- 19% (63%) of underground trips are to go visiting the city of Naples on the average weekday (public holiday);
- 15% (11%) of underground trips are to go visiting relatives or friends on the average weekday (holiday);
- 1% (3%) of underground trips are to go visiting art stations on the average weekday (public holiday);
- 0% (1%) of underground trips are for performing personal services on the average weekday (public holiday).

Based on these data, it has been estimated that, on average, visitors to the art stations (the “mandatory museum”) are about 176 thousand tourists year (0.8% of the total number of travellers/year of the line) of which:



feriali e l'83% in quelli festivi). L'analisi per motivo dello spostamento (Fig. 11) mostra come:

- il 40% (1%) degli spostamenti in metropolitana si reca a lavoro nel giorno feriale (festivo) medio;
- il 13% (3%) degli spostamenti in metropolitana si sposta per motivo studio nel giorno feriale (festivo) medio;
- il 12% (18%) degli spostamenti in metropolitana si reca a fare shopping nel giorno feriale (festivo) medio;
- il 19% (63%) degli spostamenti in metropolitana si reca a visitare la città di Napoli nel giorno feriale (festivo) medio;
- il 15% (11%) degli spostamenti in metropolitana si reca a visitare parenti o amici nel giorno feriale (festivo) medio;
- l'1% (3%) degli spostamenti in metropolitana si reca a visitare le stazioni dell'arte nel giorno feriale (festivo) medio;
- lo 0% (1%) degli spostamenti in metropolitana si reca a svolgere servizi personali nel giorno feriale (festivo) medio.

A partire da questi dati, è stato valutato che, in media, i visitatori delle stazioni dell'arte (il "museo obbligatorio") sono circa 176 mila turisti/anno (0,8% dei viaggiatori/anno totali della linea) di cui:

- 126 mila (il 72%) la visitano all'interno di un tour turistico cittadino;
- 50 mila (il 28%) la visitano come fine esclusivo/preferenziale dello spostamento.

Tale risultato è al contempo originale e significativo, soprattutto se confrontato con i visitatori dei principali musei napoletani e pone importanti basi circa le aspettative sui viaggiatori e visitatori delle nuove stazioni della Linea 6 in corso di completamento.

Tale domanda di visitatori rappresenta infatti:

- 4,4 volte i visitatori della Villa Pignatelli (40 mila/anno);
- 2,7 volte i visitatori del Museo Madre (65 mila/anno);
- 1,9 volte i visitatori del Museo del Tesoro di San Gennaro (94 mila/anno);
- 1,8 volte i visitatori delle Catacombe di San Gennaro (100 mila/anno);
- 0,91 volte i visitatori del museo di Capodimonte (193 mila/anno);

- 126 thousand (72%) visit it within a city tourist tour;
- 50 thousand (28%) visit it as an exclusive/preferential purpose of the displacement.

*This result is both original and significant, especially when compared with visitors to the main Neapolitan museums and lays important foundations on the expectations of travellers and visitors of the new stations of Line 6 that are being completed. This visitor demand represents in fact:*

- 4.4 times the visitors of Villa Pignatelli (40 thousand/year);
- 2.7 times the visitors of the Madre Museum (65 thousand/year);
- 1.9 times the visitors of the Museum of the Treasure of San Gennaro (94 thousand/year);
- 1.8 times the visitors of the Catacombs of San Gennaro (100 thousand/year);
- 0.91 times the visitors of the Capodimonte museum (193 thousand/year);
- 0.95 times the visitors of the Royal Palace (185 thousand/year);
- 0.39 times the number of visitors to the Archaeological Museum (452 thousand/year);
- 0.38 times the number of visitors to the S. Severo Chapel (460 thousand/year);
- 0.15 times the annual tourist arrivals in Naples (1.2106/year);
- 0.05 times the total annual tourist presences in Naples (3.3106/year).

Tabella 4 – Table 4

Stima della provenienza dei turisti che utilizzano la metropolitana per visitare la città di Napoli

*Estimation of the origin of tourists who use the underground to visit the city of Naples*

Zona di residenza <i>Area of residence</i>	Turisti/anno che utilizzano la Linea 1 <i>Tourists/year that use Line 1</i>	Distribuzione % <i>Distribution %</i>
Comune di Napoli <i>Municipality of Naples</i>	114.839	8,6%
Provincia di Napoli <i>Province of Naples</i>	167.406	12,5%
Avellino	87.747	6,6%
Benevento	5.257	0,4%
Caserta	174.836	13,1%
Salerno	61.463	4,6%
Extra Campania <i>Outside Campania</i>	722.848	54,2%
<b>Totale <i>Total</i></b>	<b>1.334.395</b>	<b>100,0%</b>

- 0,95 volte i visitatori del Palazzo Reale (185 mila/anno);
- 0,39 volte i visitatori del Museo Archeologico (452 mila/anno);
- 0,38 volte i visitatori della Cappella S. Severo (460 mila/anno);
- 0,15 volte gli arrivi turistici annuali a Napoli (1,2 10%/anno);
- 0,05 volte le presenze turistiche annuali complessive a Napoli (3,3 10%/anno).

Infine, sempre dalle indagini di mobilità descritte in precedenza è stato anche possibile stimare il numero di turisti che utilizzano la Linea 1 per visitare la città quantificati in oltre 1,33 milioni/anno (che producono 2,66 milioni di spostamenti in metro di andata e ritorno), di cui più della metà provengono da fuori regione Campania e gli altri prevalentemente dalla provincia di Napoli e quella di Caserta (Tab. 4).

Nell'ultima parte del questionario sono state, come detto, investigate le preferenze attese dai napoletani sugli standard architettonici ed artistici delle stazioni della Linea 6, nonché sulla propensione ad utilizzare maggiormente il TPL in presenza di terminali ad alta qualità. Nello specifico agli utenti intervistati veniva chiesto in una prima domanda di esprimere un giudizio qualitativo secondo una scala Likert a 5 livelli (da molto basso a molto alto) sulla preferenza che la nuova stazione "Chiaia" della Linea 6 fosse realizzata con gli stessi elevati standard artistici ed architettoniche delle stazioni della Linea 1 già in esercizio (anche tramite un supporto fotografico mostrato ai passeggeri). In una seconda domanda veniva invece investigata la propensione a compiere più spostamenti con il trasporto collettivo (ed in particolare con la nuova Linea 6) nel caso in cui i terminali di trasporto fossero realizzati con elevati standard architettonici ed artistici. Se da un lato i risultati di questa sezione del questionario (riassunti in Fig. 13) mostrano una prevedibile alta (29% degli intervistati) e molto alta (59%) preferenza degli utenti per gli elevati standard qualitativi dei terminali della Linea 6, dall'altro si osserva una confrontabile (29% alta e 51% molto alta percentuale degli intervistati) e non scontata disponibilità a compiere più spostamenti con il TPL (a discapito, ad esempio, dell'auto privata) in presenza di tali elevati standard qualitativi. Tale evidenza si traduce in una non trascurabile "disponibilità a pagare" degli utenti napoletani per un TPL di qualità (coerente con le evidenze di letteratura descrit-

Finally, again from the mobility surveys described above, it was also possible to estimate the number of tourists that use Line 1 to visit the city, quantified at over 1.33 million/year (which produce 2.66 million underground round trips), of which more than half come from outside the Campania region and the others mainly from the province of Naples and Caserta (Tab. 4).

In the last part of the questionnaire, the preferences expected by the Neapolitans on the architectural and artistic standards of the Line 6 stations, as well as on the propensity to use LPT more in the presence of high-quality terminals, were investigated. Specifically, the users interviewed were asked in a first question to express a qualitative judgement according to a 5-level Likert scale (from very low to very high) on the preference that the new "Chiaia" station of Line 6 was built with the same high artistic and architectural standards of the stations of Line 1 already in operation (also through a photographic support shown to passengers). In a second question, the propensity to make more trips with collective transport (and in particular with the new Line 6) was investigated in the event that the transport terminals were built with high architectural and artistic standards. While the results of this section of the questionnaire (summarised in Fig. 13) show a predictable high (29% of respondents) and very high (59%) preference of users for the high-quality standards of Line 6 terminals, from another comparable (29% high and 51% very high percentage of the interviewees) and not obvious willingness to make more trips with the LPT (to the detriment, for example, of private transport) in the presence of such high-quality standards. This evidence translates into a non-negligible "willingness to pay" of Neapolitan users for a quality

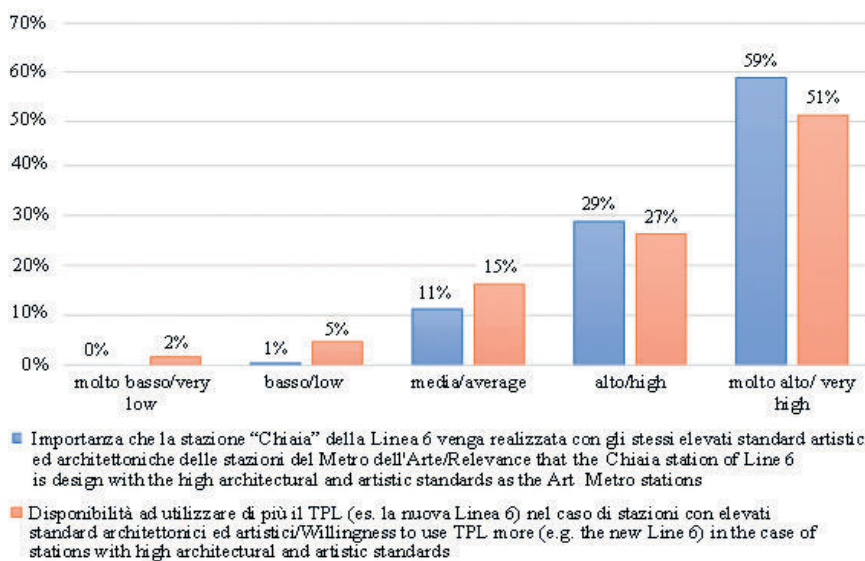


Figura 13 – La qualità artistica ed architettonica delle stazioni della Linea 6 percepite dagli utenti del Metro dell'arte.

Figure 13 – Artistic and architectural quality of the Line 6 stations perceived by the users of the Art Metro.

te nel Capitolo 2), oltre a una maggiore propensione ad utilizzare il trasporto collettivo a discapito di altre modalità di trasporto meno sostenibili.

## 5. Conclusioni

Come evidenziato in questo studio il modello standardizzato delle stazioni, caratterizzate da qualità formali indifferenti alla città esterna, si ritiene che vada oggi sempre meno impiegato in favore di una valorizzazione del territorio pubblico che restituisca identità e riconoscibilità allo spazio cittadino. La nuova stazione Chiaia descritta nel presente articolo permette infatti al visitatore di godere, nella propria quotidianità, di un luogo realizzato con alti standard architettonici ed estetici e di conoscere l'espressività di un artista conosciuto ai più per i suoi lavori cinematografici. Nell'ambito di tale progetto, Peter GREENAWAY riveste di significato l'intero spazio percorso dal passeggero dando vita a uno scenario mitologico che nasce dal suo amore per l'antichità. Da ciò, dunque, la scelta totalmente spontanea e naturale dell'artista di intendere questo spazio come un microcosmo scandito in fasce ed in colori diversi, popolato da volti ed immagini mitiche che fanno riferimento alla storia e al luogo in cui tale progetto prende vita.

Inoltre, dall'analisi dei dati raccolti finalizzati a misurare la qualità percepita del viaggio, nonché profilare il viaggiatore della Metropolitana di Napoli, è emerso in modo chiaro quanto sia importante continuare ad investire in questo progetto caratterizzato da un duplice valore: la metropolitana costituisce infatti sia un fondamentale mezzo di trasporto funzionale al raggiungimento delle attrattive della città, ma è diventata essa stessa un elemento identificativo di Napoli, simbolo del turismo cittadino tanto da porsi al confronto con l'interesse suscitato dai numerosi musei del capoluogo.

*TPL (consistent with the evidence in the literature described in Chapter 2), as well as a greater propensity to use collective transport at the expense of other methods of less sustainable transport.*

## 5. Conclusions

*As highlighted in this study, the standardised model of stations, characterised by formal qualities indifferent to the external city, is believed to be less and less used today in favour of an enhancement of the public territory that restores identity and recognisability to the city space. The new Chiaia station described in this article allows the visitor, in its daily life, to enjoy a place built with high architectural and aesthetic standards and to know the expressiveness of an artist best known for his cinematographic works. As part of this project, Peter Greenaway gives meaning to the entire space travelled by the passenger, giving life to a mythological scenario that arises from his love for antiquity. Hence, therefore, the totally spontaneous and natural choice of the artist to understand this space as a microcosm articulated in different bands and colours, populated by mythical faces and images that refer to the history and the place where this project comes to life.*

*Furthermore, from the analysis of the data collected aimed at measuring the perceived quality of the journey, as well as profiling the traveller of the Naples Underground, it clearly emerged how important it is to continue investing in this project characterised by a double value: the underground is in fact both a fundamental means of transport functional to reaching the attractions of the city, but has itself become an identifying element of Naples, a symbol of city tourism, so much so that it compares itself with the interest aroused by the numerous museums of the capital.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] VERCELLONI V. (1989), "Atlante storico delle metropolitane nel mondo", Officina d'arte grafica Lucini, Milano.
- [2] ZERDOUN C. (2016), "Under Ground: Subways & Metros of the World", Firefly Books, Buffalo/Richmond Hill.
- [3] CASCETTA E., CARTENI' A., HENKE I. (2014), "Stations quality, aesthetics and attractiveness of rail transport: empirical evidence and mathematical models" [Qualità delle stazioni, estetica e attrattività del trasporto ferroviario: evidenze empiriche e modelli matematici], *Ingegneria Ferroviaria* n°4/2014, pp. 1-18.
- [4] CASCETTA E., CARTENI' A., CARBONE A. (2013), "The quality in public transportation. The Campania regional metro system" [La progettazione quality-based nel trasporto pubblico locale. Il sistema di metropolitana regionale della Campania]. *Ingegneria Ferroviaria*, 68 (3), pp. 241-261.
- [5] CASCETTA E., CARTENI' A. (2014), "A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study". *International Journal of Sustainable Transportation*, Taylor & Francis, Vol. 8, Issue 1. pp. 84-106.
- [6] CASCETTA E., CARTENI' A. (2014), "The hedonic value of railways terminals. A quantitative analysis of the impact of stations quality on travellers behaviour". *Transportation Research Part A* vol. 61, pp. 41-52.
- [7] DE RISI A. (2009), "La metropolitana disegna la città del futuro in Undergrounds in Naples", a cura di Roberta VARRIALE, CNR, istituto sulle Società del Mediterraneo, Napoli.



- [8] CASCETTA E., GRAVAGNUOLO B. (2013), “Le metropolitane e il futuro della città”: atti del Convegno “Le metropolitane e il futuro delle città: Napoli, 19 febbraio 2013”, Facoltà di ingegneria, Clean edizioni, Napoli.
- [9] CASTAGNARO A. (2003), “Napoli: le metropolitane d’arte”, in Rassegna Aniai, Napoli.
- [10] DE RISI A. (2007), “Un gioiello che corre nel cuore di Napoli” (estratto dalla rivista Quarry and Construction), Edizione PEI.
- [11] CARTENI’ A., CALISE R. (2019), “*The political-administrative genesis of metro Line 1 in Naples*” [La genesi politico-amministrativa della Linea 1 della metropolitana di Napoli], Ingegneria Ferroviaria vol. 74, issue 5, pp. 367-397.
- [12] TORCIA G. (2000), “La metropolitana di Napoli, nuovi spazi per la mobilità e la cultura”, Electa Napoli, Napoli.
- [13] AUGÉ M. (1996), “Non luoghi: introduzione a una antropologia della surmodernità”, Elèuthera, Milano.
- [14] MENDINI A. (2007), “La filosofia della Metropolitana di Napoli in Metropolis, la sfida del trasporto su ferro a Napoli e in Campania”/ “*The rail transport challenge in Naples and Campania*”, Abitare Segesta, Milano.
- [15] OLIVA A.B. (2000), “*Arte pubblica in TORCIA G., La metropolitana di Napoli, nuovi spazi per la mobilità e la cultura*”, Electa Napoli, Napoli, p. 46.
- [16] BIROZZI, C., PUGLIESE, M. (2007), “L’arte pubblica nello spazio urbano: committenti, artisti, fruitori”, Mondadori, Milano.
- [17] DE LUCA M., GENNARI SANTORI, F., PIETROMARCHI B., TRIMARCHI M. (2004), “Creazione contemporanea: arte società e territorio tra pubblico e privato”, Luca Sossella editore, Roma.
- [18] CASSESE, G. (2011), “La conservazione dell’arte pubblica in Italia, il caso del metrò a Napoli”, Arte’m, Napoli.
- [19] CASSESE G. (2016), “Il futuro del contemporaneo: conservazione e restauro del design: convegno internazionale 15-16 maggio”, Gangemi editore, Roma.
- [20] CORBI M. (2016), “Le Stazioni dell’Arte della metropolitana di Napoli. Tutela e conservazione di un grande patrimonio pubblico di arte e design in Il futuro del contemporaneo: conservazione e restauro del design”, atti del convegno internazionale: 15-16 maggio a cura di G. Cassese, Gangemi editore, Roma.
- [21] OLIVA A.B. (2000), “Arte pubblica in La metropolitana di Napoli, nuovi spazi per la mobilità e la cultura” a cura di G. TORCIA, Electa Napoli, Napoli.
- [22] HENKE I. (2015), “La variazione di accessibilità a seguito della realizzazione di una linea metropolitana ad elevati standard architettonici”, INU, Napoli.
- [23] CARTENI’ A., HENKE I., MOLITIERNO C. (2018), “*A cost-benefit analysis of the metro line 1 in Naples, Italy*”; WSEAS Transactions on Business and Economics, 15, pp. 529-538. Print ISSN: 1109-9526.
- [24] CARTENI’ A. (2018), “*A cost-benefit analysis based on the carbon footprint derived from plug-in hybrid electric buses for urban public transport services*”. WSEAS Transactions on Environment and Development, 14, pp. 125-135. ISSN / E-ISSN: 1790-5079 / 2224-3496.
- [25] CARTENI’ A., HENKE I. (2017), “*External costs estimation in a cost-benefit analysis: The new Formia-Gaeta tourist railway line in Italy*”. Conference Proceedings - 2017 17th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 1st IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC / I and CPS Europe 2017, art. no. 7977614. DOI: 10.1109/IEEEIC.2017.7977614.
- [26] BOGANI G. (2009), “Peter GREENAWAY”, Il castoro, Milano; MELIA P. (2000), Artworks: Peter Greenaway: Voltoni del Guazzatoio, Palazzo della Pilotta, Parma, 21 ottobre-10 dicembre 2000, Lindau, Torino.
- [27] PASCOE D. (1997), “*Peter GREENAWAY: Museums and Moving Images*”, London 1997.
- [28] WILLOQUET-MARICONDI P. et al. (2008), “*Peter GREENAWAY’S Postmodern / Poststructuralist Cinema*” Lahnam 2008
- [29] FIORINI E. (1991), “Il maschile, il femminile e la morte nell’opera di GREENAWAY”, in «Cinema nuovo: rassegna quindicinale» A.40 (maggio-giugno 1991), n° 331 pp. 30-32.
- [30] CASCETTA P. (2018-2020), “L’opera di Peter Greenaway nella Stazione Chiaia della Metropolitana di Napoli”, Tesi di Laurea Magistrale in Archeologia e Storia dell’Arte.





## IDEE, PROGETTI E SOLUZIONI GLOBALI PER INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI NEL MONDO.

**Italferr**, società di ingegneria del **Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane**, è leader sul mercato italiano e internazionale in progettazione, direzione lavori e project management di opere infrastrutturali.

Dall'ideazione fino alla messa in esercizio, offre al cliente il proprio know-how, frutto di un'esperienza di oltre 30 anni, finalizzato a realizzare infrastrutture moderne, efficienti e sostenibili.



## Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### Marche: sui treni oltre 25 mila i posti offerti per gli studenti

Sono oltre 25 mila i posti a disposizione degli studenti delle Marche sui treni regionali, in orario utile agli spostamenti scolastici, che consentono di accogliere adeguatamente i flussi di passeggeri, nel rispetto del vincolo dell'80% di occupazione dei posti totali omologati (seduti e in piedi), fissato dalle normative vigenti.

Trenitalia per fare fronte all'incremento di studenti ha aumentato l'offerta dei posti disponibili nella nostra regione, adeguando dove necessario la composizione dei treni: nelle Marche sono quasi 1000 i posti offerti in più.

Nelle settimane precedenti il riavvio scolastico 2021, le vendite di abbonamenti regionali mostrano in Marche un trend di crescita del 9% rispetto all'analogo periodo del 2020.

L'aumento dell'offerta si è rivelato adeguato, visto che non si sono registrati casi di sovraffollamento. Con i quasi 4 mila passeggeri registrati sui treni del mattino, l'apertura delle scuole nelle Marche fa registrare un aumento dei trasportati del 23% rispetto a mercoledì scorso.

Rafforzato il presidio di assistenza alla clientela nelle fasce orarie di entrata/uscita da scuola, in particolare nelle linee Ancona-Ascoli Piceno e Civitanova-Albacina.

I flussi di mobilità vengono monitorati in tempo reale, in modo da poter intervenire tempestivamente su eventuali picchi di affluenza tramite servizi aggiuntivi (treno o bus sostitutivo), predisposti nelle principali località (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 15 settembre 2021).

tativo), predisposti nelle principali località (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 15 settembre 2021).

#### Toscana: un nuovo Treno Rock per la riapertura delle scuole

In occasione della riapertura delle scuole (15 settembre), entra in servizio sui binari della Toscana un nuovo treno Rock. Si tratta del decimo treno dei 29 Rock destinati alla Regione. Il nuovo treno domani effettuerà anche due servizi scolastici sulla linea Firenze-Pisa. Al mattino in partenza da Empoli alle 7:16 diretto a Firenze SMN e successivamente da Firenze SMN alle 13:16 per Pisa Centrale. Trenitalia oltre al nuovo treno Rock in accordo con le Prefetture e l'assessorato ai trasporti della Regione Toscana ha programmato una serie di attività straordinarie per la ripresa dell'anno scolastico.

Oltre a variare la composizione di alcuni treni in funzione della domanda stimata ha predisposto, a supporto dell'offerta ordinaria: treni pronti a partire nelle stazioni di Monteverchi, Empoli, Pistoia e Prato in caso di affollamento non previsto. 18 autobus straordinari a sussidio dei treni scolastici sulle linee Empoli-Siena, Firenze Borgo San Lorenzo, Firenze-Faenza, Lucca-Aulla e Siena-Chiusi.

Ulteriori autobus, da attivare sempre in caso di affollamento oltre le previsioni, pronti nelle stazioni di Siena, Castelfiorentino, Grosseto, Pontassieve, Borgo San Lorenzo, San Piero a Sieve, Firenze, Empoli, Cecina, Prato, Lucca, Piazza al Serchio, Castelnuovo Garfagnana e Faenza.

Personale di assistenza sarà presente nelle stazioni di: Pistoia, Ascian

no Monte Oliveto, Rufina, Fornaci di Barga, Borgo a Mozzano, Montecatini Terme, Prato Centrale, Pescia, Empoli, Castelfiorentino, Poggibonzi, Firenze San Marco Vecchio e Monteverchi. Si ricorda che su tutte le corse l'occupazione prevista dalle norme è dell'80% dei posti totali (seduti e in piedi) (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 14 settembre 2021).

#### Umbria: riparte il trasporto scolastico

Anche in Umbria, i treni regionali di Trenitalia accompagnano la ripresa delle attività scolastiche in piena sicurezza. I circa 21 mila posti offerti, sui treni circolanti in regione nella fascia oraria di picco mattutina, utile agli spostamenti scolastici, consentono di accogliere adeguatamente i flussi di passeggeri, nel rispetto del vincolo dell'80% di occupazione dei posti totali omologati (seduti e in piedi), fissato dalle normative vigenti.

Nelle settimane precedenti il riavvio scolastico 2021, le vendite di abbonamenti regionali mostrano in Umbria un trend di crescita di +7% rispetto all'analogo periodo del 2020. Inoltre, i flussi di mobilità vengono monitorati in tempo reale, in modo da poter intervenire tempestivamente su eventuali picchi di affluenza tramite il supporto di bus sostitutivi. Rafforzato il presidio di assistenza alla clientela nelle fasce orarie di entrata/uscita da scuola, in particolare nelle stazioni di Perugia e Perugia Ponte San Giovanni (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 13 settembre 2021).

#### Abruzzo: sui treni oltre 22 mila i posti per gli studenti

Sono oltre 22 mila i posti a disposizione degli studenti dell'Abruzzo sui treni regionali, in orario utile agli spostamenti scolastici, che consentono di accogliere adeguatamente i flussi di passeggeri, nel rispetto del vincolo dell'80% di occupazione dei posti totali omologati (seduti e in piedi), fissato dalle normative vigenti.

Trenitalia per fare fronte all'incres



mento di studenti ha aumentato l'offerta dei posti disponibili nella nostra regione, adeguando dove necessario la composizione dei treni. In particolare, sulla Sulmona-Pescara i posti totali sui treni del mattino sono stati incrementati di circa il 20%. L'aumento dell'offerta si è rivelato adeguato, visto che non si sono registrati casi di sovraffollamento. Con gli oltre 3 mila passeggeri registrati sui treni del mattino, l'apertura delle scuole in Abruzzo fa registrare un aumento dei trasportati del 23 % rispetto a lunedì scorso.

Rafforzato il presidio di assistenza alla clientela nelle fasce orarie di entrata/uscita da scuola, in particolare nelle stazioni di Pescara C.le, Pescara PN, Carsoli e Avezzano. I flussi di mobilità vengono monitorati in tempo reale, in modo da poter intervenire tempestivamente su eventuali picchi di affluenza tramite servizi aggiuntivi (treno o bus sostitutivo), predisposti nelle principali località (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 13 settembre 2021).

## **Lombardia: verificate le procedure di Sicurezza nella Galleria Ferroviaria del Sempione**

Verificare in un caso di emergenza l'efficacia delle procedure previste dal Piano di Emergenza binazionale Italo-Svizzero della Galleria del Sempione, dei tempi di risposta, e del coordinamento delle strutture sul territorio, mettendo in pratica l'addestramento periodico del personale ferroviario, degli Enti e delle istituzioni coinvolti nelle operazioni di soccorso. Con questi obiettivi, si è svolta l'esercitazione di protezione civile nella galleria del Sempione, organizzata dalla prefettura di Verbano Cusio Ossola e dagli enti cantonali elvetici in collaborazione con il Gruppo FS Italiane, SBB, la Protezione Civile della Regione Piemonte, gli organi di soccorso italiani e svizzeri.

- Scenario dell'esercitazione

È stato simulato il deragliamento di un treno viaggiatori all'interno della galleria del Sempione con lo

scopo di testare il Sistema di soccorso congiunto Italo-Svizzero.

L'esercitazione si è svolta dalle 9.30 alle 15.00 con l'interruzione della circolazione ferroviaria, nella tratta Briga-Domodossola.

Sono stati prontamente attivati i protocolli di comunicazione previsti per la gestione dell'emergenza con il coinvolgimento dei soggetti interessati: Protezione Civile del Comune di Varzo, Protezione Civile della Regione Piemonte, Volontariato della Protezione Civile, Vigili del Fuoco, Forze dell'ordine, (Questura, Polfer, Carabinieri) AREU 118, SBB e Rete Ferroviaria Italiana. I soccorsi, giunti sul posto, hanno favorito l'uscita dalla galleria dei passeggeri (figuranti) e prestato assistenza. Contestualmente, i tecnici hanno provveduto a mettere in sicurezza il treno e l'infrastruttura per consentire una rapida ripresa della circolazione (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 12 settembre 2021).

## **Campania: salgono a 5 i treni Rock**

Due nuovi treni Rock sui binari della Campania. Si tratta del quarto e quinto convoglio destinati alla Regione, ulteriori tranche della fornitura di complessivi 37 nuovi treni previsti dal Contratto di Servizio che, con i 24 Jazz già in circolazione, garantiranno il rinnovo della flotta entro il 2025.

I nuovi Rock sono stati presentati nell'Impianto di Manutenzione Trenitalia a Napoli Centrale, dal Presidente della Regione Campania, V. DE LUCA, e dall'Amministratore Delegato e Direttore Generale di Trenitalia, L. CORRADI.

Alla cerimonia hanno partecipato, per la Regione, L. CASONE, Presidente Commissione Trasporti e, per Trenitalia, S. DE FILIPPIS, Direttore Business Regionale, e S. DAMAGINI, Direttore Passeggeri Regionale Campania e Molise. Per l'occasione è stato presentato anche un treno a doppio piano TAF (Treno Alta Frequenziazione) completamente rinnovato negli arredi e nella livrea.

L'offerta di Trenitalia in Campania è sempre più apprezzata dai viaggiatori, come dimostrano i numeri dei servizi estivi. Sono oltre 100mila le persone che questa estate hanno scelto di spostarsi con i treni e i collegamenti intermodali di Trenitalia per raggiungere le più ambite mete turistiche della regione. In particolare, rispetto alla scorsa estate, si è registrato un incremento di presenze del 35% sull'intera offerta regionale e di ben 126% sui servizi verso Pompei, Costiera Amalfitana e Cilento. In crescita anche la soddisfazione espressa sulla qualità del viaggio nel suo complesso, con un aumento della percentuale di gradimento dei servizi (comfort, pulizia, puntualità, security e informazioni) che, rispetto al 2019, è salita mediamente del 6%, con una punta massima del 12,5 % per le pulizie a bordo.

- Nota per il lettore: il Rock in sintesi

Con una velocità massima di 160 km/h, il treno Rock, nella versione a 5 vetture, può accogliere fino a 1467 passeggeri che, in base alla normativa in corso (riempimento dei mezzi dell'80%) diventano 1173 di cui 600 seduti, con 2 postazioni dedicate a persone diversamente abili o in carrozzina che possono accedere alle vetture attraverso pedane mobili. Inoltre, è possibile trasportare biciclette per le quali sono disponibili 9 posti e, fra le dotazioni di bordo, telecamere per la video sorveglianza e prese elettriche per ricarica dispositivi portatili. Costruiti negli stabilimenti Hitachi Rail i Rock sono riciclabili fino al 97% e consentono una riduzione del 30% dei consumi energetici per una mobilità sempre più integrata e sostenibile (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 9 settembre 2021).

## **TRASPORTI URBANI**

### **Lazio: Atac +18,5% di passeggeri in metro dal 13 settembre, ricerche anti-Covid sui bus**

- Domanda di trasporto in aumento, ma ancora sotto il livello pre-

pandemia. Servizi regolari su tutta la rete.

Non si sono osservate particolari criticità sulla rete di trasporto gestita da Atac nella prima settimana di ripresa della scuola. La domanda di trasporto è aumentata, ma rimane ampiamente al di sotto del livello pre-Covid. I limiti di riempimento, secondo i dati raccolti, risultano sostanzialmente rispettati. Questa settimana ha preso il via anche un servizio di indagine anti-Covid a campione sui mezzi gestiti da Atac.

- Il servizio in metro.

Nelle tre linee della metropolitana, per le prime settimane di settembre, si è registrato un aumento medio di domanda pari al 18.5% delle validazioni rispetto alla settimana precedente all'apertura della scuola. I valori registrati nella fascia oraria mattutina sono aumentati del 5% rispetto al picco del 2020, con un carico massimo medio stimato pari a circa 500 utenti per treno, a fronte di una capienza consentita di 960, pari all'80% dei 1.200 posti disponibili. Rispetto ai valori dello stesso periodo del 2019, quindi prima della pandemia, le validazioni risultano ancora inferiori di circa il 40%.

- Il servizio di superficie.

Non si sono osservate particolari criticità, né in termini di regolarità né di affollamento sulla rete di superficie. Effettuati regolarmente, nel rispetto della nuova modalità di doppio ingresso alle ore 8.00 e alle ore 9.40, anche i servizi dedicati scolastici, erogati da Atac insieme con i privati ai quali sono stati affidati alcuni servizi aggiuntivi. Nell'ambito dell'attività quotidiana di monitoraggio, sono state raccolte segnalazioni relative a corse di alcune linee (98-44-23-64) che saranno oggetto di ulteriori approfondimenti. Il monitoraggio del servizio ordinario è costante ed Atac è pronta a mettere in campo eventuali correttivi come stabilito nell'ambito del tavolo prefettizio. Svolti regolarmente anche i servizi sostitutivi bus sulla Roma Lido, nel tratto Colombo-Lido Centro.

- Il servizio sulle ferrovie concesse.

Dal 13 settembre sulla Roma-Lido il servizio è concentrato nella tratta Lido Centro-Roma Porta S. Paolo, a causa dell'attività di revisione su alcuni treni, al fine di migliorare i tempi di percorrenza. Il nuovo orario sviluppa 122 corse al giorno con una frequenza di 18 minuti contro i 25 mediamente registrati in precedenza. Sulla Ferrovia Roma Viterbo e sulla Termini-Centocelle, il servizio ha ripreso l'orario scolastico senza evidenziare particolari criticità. Sulla Roma Viterbo la frequenza nelle ore di punta è a 10 minuti e la produzione giornaliera è di 170 corse urbane e 42 treni extraurbani contro le 154 urbane e i 38 treni extraurbani dell'orario estivo. Sulla Ferrovia Termini-Centocelle la frequenza dei passaggi nelle ore di punta è di otto minuti e la produzione giornaliera è di 320 corse. Nelle tre ferrovie non sono stati segnalati casi di superamento dei limiti di riempimento.

- Ricerca virus sui mezzi Atac.

In occasione della ripresa dell'anno scolastico Atac ha avviato un'attività di indagini tesa alla ricerca della presenza del virus Covid all'interno di tutti i mezzi Atac per garantire maggiore sicurezza ai viaggiatori. I controlli vengono fatti a campione da personale specializzato sui mezzi in uscita per il servizio. Questa attività si aggiunge a quelle previste dai protocolli sanitari e svolte da Atac sin dall'inizio della pandemia (*Comunicato Stampa ATAC*, 20 settembre 2021).

### **TRASPORTI INTERMODALI**

#### **Nazionale: logistica intelligente a supporto delle Factory intelligenti**

Un altro dei pilastri su cui si baserà lo sviluppo della Logistica come servizio è l'Internet of Things, non solo dal lato supply chain, ma anche a monte, a partire dalla produzione dei beni che verranno poi trasportati, immagazzinati e consegnati.

Secondo lo studio "Industrial IoT: A Reality Check" di Reply le due aree chiave che stanno spingendo la crescita dell'IoT all'interno del mercato industriale sono la *smart factory* e la *smart transport & logistics*. Nei prossimi cinque anni è previsto uno sviluppo esponenziale delle *Factory* intelligenti, una sfida per la Logistica che dovrà dialogare e tenere il passo dello sviluppo tecnologico.

- Un ecosistema intelligente

In pratica, con la connessione di macchinari e strumenti (Industrial IoT) le aziende manifatturiere potranno ottimizzare la loro produzione in tempo reale. "L'enorme quantità di dati in uscita dai dispositivi Industrial IoT rappresenterà sempre più il carburante per rendere più efficiente la produzione, migliorare la qualità della delivery, introdurre la manutenzione predittiva, automatizzare la supply chain, e molto altro. Senza l'Industrial IoT, l'Industria 4.0 non può esistere. I dati sono fondamentali per una evoluzione smart del mondo industriale e l'Industrial IoT è ciò che permette a una infrastruttura di raccogliarli, trasmetterli al cloud e gestire le successive analisi, all'interno di un circolo virtuoso di vantaggi per il business" ha spiegato F. RIZZANTE, CTO Reply.

"Questa digitalizzazione implica nell'immediato una sempre maggiore attenzione verso due aspetti cruciali per il successo di Industria 4.0: la privacy legata alla gestione del dato prodotto con gli strumenti che ci mette a disposizione la blockchain e, allo stesso tempo, la sua custodia secondo quanto previsto dalle procedure di cybersecurity" commenta M. MARCIANI, presidente Freight Leaders Council.

- Mercati in crescita

Il lavoro pubblicato da Reply mette in luce prospettive temporali brevi e descrive uno scenario che potrebbe realizzarsi già entro i prossimi 5 anni. L'analisi è basata sui dati raccolti con la piattaforma proprietaria Trend SONAR e con il supporto di Teknowlogy Group. I principali

mercati per *smart factory* e *smart transport & logistics* sono stati raggruppati in due cluster: Europe-5 (Germania, Italia, Francia, Belgio e Paesi Bassi) e Big-5 (USA, Cina, India, Brasile e Gran Bretagna).

Nel cluster Europe-5, il mercato della *smart factory* crescerà di quasi tre volte in tutte le nazioni, con la Germania in testa, raggiungendo un totale di oltre 23 miliardi di Euro. Le piattaforme subiranno, quindi, una crescita esponenziale e le aziende investiranno per gestire meglio la qualità e ridurre i costi. Si prevede, quindi, che l'area *smart transport & logistics*, nel 2025, potrebbe raggiungere i 3,6 miliardi di Euro complessivi. Nel cluster Big-5, invece, il mercato *smart factory*, guidato dagli USA, tra 5 anni supererà gli 86 miliardi di euro, con forti investimenti in piattaforme, soluzioni predittive e di monitoraggio remoto. Qui il mercato degli *smart transport & logistics* potrebbe superare i 15 miliardi.

- Reti 5g e cybersecurity

I carburanti di questo sviluppo saranno anche la diffusione delle reti 5G e l'adozione di sensori a basso costo. Inoltre, la possibilità di creare reti private ad alta densità permetterà la connessione di un numero significativo di sensori, macchinari, veicoli, robot e dispositivi. Qui la cybersecurity sarà un fattore cruciale. La crescita costante dei dispositivi connessi e la loro eterogeneità richiederanno una robusta gestione della sicurezza e delle policy di installazione e manutenzione delle reti. Ma non sarà solo una questione tecnologica, anche il fattore umano sarà fondamentale e richiederà una formazione specifica per i dipendenti, lo studio e il test continuo di qualsiasi dispositivo utilizzato.

- Dalla fabbrica al consumatore

Secondo Reply, il trend di lungo periodo coinvolgerà direttamente anche i consumatori finali: "il successo dei cosiddetti prodotti connessi sta accelerando gli investimenti verso soluzioni in cui la raccolta e l'elaborazione dei dati di utilizzo non ri-

guarda solamente i macchinari di produzione, ma anche l'uso dei prodotti finiti. Il ridisegno dei processi di design, produzione e distribuzione di prodotti dotati di connettività IoT sta permettendo la costruzione di servizi a valore aggiunto e la possibilità di aggiornare e mantenere a distanza elettrodomestici, automobili, robot, device elettronici e di intrattenimento."

"Tra i servizi a valore aggiunto, soprattutto nell'ultimo miglio e nell'eCommerce, ma non solo – conclude MARCIANI – ci potrebbe essere anche la possibilità di scegliere operatore logistico e modalità di trasporto in un'ottica sempre più green e sostenibile attraverso un'app dedicata e così, magari, anche la fiscalità sarà inversamente proporzionale alle emissioni complessive. I concetti di *Logistics as a service* e *Physical Internet* inseriti appunto in uno scenario di economia circolare saranno presto la realtà di ogni giorno per chi saprà cogliere le opportunità di sviluppo" (*News FLC*, 16 settembre 2021).

## INDUSTRIA

### Nazionale: mercato auto in pesante ribasso ad agosto -27,3%

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili, ad agosto 2021 il mercato italiano dell'auto totalizza 64.689 immatricolazioni (-27,3%) contro le 88.973 unità registrate ad agosto 2020. I volumi immatricolati nei primi otto mesi del 2021 ammontano, così, a 1.060.182 unità, il 30,9% in più rispetto ai volumi del periodo gennaio-agosto 2020. "Ad agosto, oltre al fattore stagionale caratteristico dei mesi estivi, dai volumi tradizionalmente bassi, hanno inciso sul pesante ribasso delle immatricolazioni di nuove auto le persistenti problematiche legate alla produzione e fornitura di semiconduttori, che stanno rallentando o addirittura bloccando la produzione di vari car maker in Europa e non solo e che determinano conseguenti ritardi nelle consegne

dei nuovi veicoli venduti – dichiara P. SCUDIARI, Presidente di ANFIA. Diventa quindi fondamentale accogliere in tempi rapidi la richiesta, avanzata da tempo da ANFIA, di estendere le tempistiche entro le quali i venditori sono tenuti a confermare l'operazione di vendita dei veicoli incentivati, così come quella di rifinanziare al più presto il fondo Ecobonus per l'acquisto di autovetture con emissioni da 0 a 60 g/km di CO<sub>2</sub>, il cui esaurimento, lo scorso 26 agosto, rende impossibile fruire di incentivi per l'acquisto di auto elettriche pure e ibride plug-in, essendo gli stanziamenti del DL Sostegni bis per il fondo complementare Extrabonus inutilizzabili.

L'esaurirsi delle risorse, insieme alla fisiologica decelerazione estiva, ha rallentato i ritmi di crescita delle vendite di auto ricaricabili, che da febbraio a luglio 2021 hanno riportato incrementi mensili a tre o quattro cifre, anche per via del confronto con i mesi particolarmente critici del 2020, mentre, ad agosto, segnano un rialzo 'solo' a doppia cifra. Essendo estremamente urgente risolvere questi problemi, l'auspicio è che si trovino delle soluzioni già nell'ambito del DL Trasporti in discussione domani al Consiglio dei Ministri. Necessario, poi, riprendere il dialogo con il Governo per definire, nei prossimi mesi, un piano strategico per la riconversione industriale del settore automotive, che sia in grado di accompagnare la filiera verso gli sfidanti obiettivi europei di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle nuove vetture e la transizione tecnologica all'elettrificazione". Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, prosegue ancora il declino delle autovetture diesel e benzina, la cui fetta di mercato si riduce progressivamente a favore delle ibride ed elettriche. Ad agosto, la quota delle auto ibride non ricaricabili supera, per il secondo mese consecutivo, quella delle autovetture a benzina, ed è la più alta del mercato, dopo che da febbraio era già risultata superiore alla quota delle diesel. Le autovetture diesel, in calo ad agosto del 55,9%, rappresentano il 21,3% del



mercato del mese e il 23,5% del mercato nei primi otto mesi del 2021 (era il 35,1% nello stesso periodo del 2020). Da inizio anno, le auto diesel sono quelle che hanno visto maggiormente calare il proprio mercato, con una riduzione delle immatricolazioni del 12,3%. In ribasso anche il mercato delle auto a benzina, -49,7% e 25,1% di quota ad agosto e -1,6% nei primi otto mesi, con il 31,3% di quota (10 punti percentuali in meno rispetto a gennaio-agosto 2020).

Le immatricolazioni delle autovetture ad alimentazione alternativa, di contro, superano la metà del mercato ad agosto 2021 e rappresentano il 45,1% nei primi otto mesi, in crescita del 36,2% nel mese e del 155% da inizio anno. Le auto elettrificate rappresentano più del 40% del mercato (41,6% nel mese e 36% nel cumulato). Tra queste, le ibride non ricaricabili aumentano del 53% ad agosto e superano la quota del 30% per la prima volta, rappresentando il 31,7% del mercato del mese (per il settimo mese consecutivo una quota più alta rispetto al diesel e per la seconda volta anche rispetto alle vetture a benzina), mentre crescono del 218% nel cumulato, con una quota del 27,9%. Le ricaricabili, in crescita dell'81,5% nell'ottavo mese dell'anno, raggiungono il 9,9% di quota ad agosto e l'8,1% nei primi otto mesi (le ibride plug-in il 4,9% nel mese e il 4,5% nel cumulato, e le elettriche il 5% nel mese e il 3,6% nel cumulato). Infine, le autovetture a gas rappresentano il 12% del mercato dell'ottavo mese del 2021 e il 9,1% del mercato dei primi otto mesi e, tra queste, le vetture GPL hanno una quota di mercato del 9,7% nel mese e del 6,8% nel cumulato e quelle a metano del 2,3%, sia nel mese che nei primi otto mesi. Le vendite di vetture GPL crescono sia nel mese (+4,2%) che da inizio anno (+39%), mentre quelle a metano si riducono del 40,2% ad agosto e aumentano del 22,9% nel cumulato.

Continuano le ottime prestazioni di Fiat Panda, Fiat 500 ibrida e Lancia Ypsilon, che occupano, rispettivamente, primo, secondo e terzo posto nel segmento mild/full hybrid nel

mese. Tra le PHEV, Jeep Compass e Jeep Renegade conquistano, rispettivamente, le prime due posizioni nella classifica di vendite, sia ad agosto che nei primi otto mesi, mentre Fiat 500 è di gran lunga il modello più venduto tra quelli elettrici, sia ad agosto, che da inizio 2021.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di agosto, le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 37% del mercato, in calo del 25,7%, mentre nei primi otto mesi di quest'anno la loro quota è del 39,3% (+38,6%). Il modello più venduto è sempre Fiat Panda, con Fiat 500 e Lancia Ypsilon che occupano seconda e terza posizione. Le auto dei segmenti medi hanno una quota di mercato del 10,9% ad agosto (-37%) e dell'11,4% nei primi otto mesi del 2021 (+10,2%), con Fiat Tipo al primo posto ad agosto e da inizio anno. I SUV hanno una quota di mercato pari al 46,9% nel mese di agosto, in calo del 27,9%, e rappresentano il 46,1% del mercato nel cumulato, che cresce del 33,9%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 23,7% del mercato del mese e si riducono del 27,5% rispetto ad agosto 2020, mentre crescono del 36,6% nel cumulato. I SUV compatti rappresentano il 17,7% (al primo posto Jeep Compass e al terzo posto Peugeot 3008), in calo del 29,4% nel mese ed in crescita del 34,2% nei primi otto mesi del 2021. I SUV medi, con una quota del 4,4%, si riducono del 20,8% nel mese e aumentano del 24,7% nel cumulato, mentre le vendite di SUV grandi sono l'1% del totale (-37,3% nel mese e +20,6% nei primi otto mesi del 2021). Il 27,9% delle vendite di SUV riguardano autovetture del Gruppo Stellantis.

I monovolumi rappresentano il 2% del mercato di agosto e l'1,7% nei primi otto mesi e risultano in calo sia nel mese (-41,5%), che nel cumulato (-12,4%). Secondo l'indagine ISTAT, ad agosto si stima una diminuzione sia dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 116,6 a 116,2, sia dell'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi), da 115,9 a 114,2. In riferimento al

clima di fiducia dei consumatori, inoltre, per quanto riguarda i beni durevoli, tra cui l'automobile, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto risulta in calo rispetto a luglio 2021 (da -3,7 a -16,3). Secondo le stime preliminari ISTAT, ad agosto l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,5% su base mensile e del 2,1% su base annua (da +1,9% del mese precedente). L'accelerazione tendenziale dell'inflazione si deve prevalentemente a quella dei prezzi dei Beni energetici (da +18,6% di luglio a +19,8%) e, in particolare, a quelli della componente non regolamentata (da +11,2% a +12,8%), mentre i prezzi della (a partire dal mese di gennaio 2021, Istat modifica la metodologia di stima delle variabili relative all'indagine sui consumatori; le serie storiche delle frequenze percentuali di risposta, dei saldi e dei climi sono state calcolate con il nuovo stimatore per calibrazione e vengono rese disponibili a partire dal gennaio 1998), componente regolamentata continuano a registrare una crescita molto ampia (in lieve accelerazione da +34,2% a +34,4%).

Nel comparto dei beni energetici non regolamentati, guardando all'andamento dei prezzi dei carburanti, accelerano i prezzi del Gasolio (da +16,2% a +17%; +0,5% il congiunturale), quelli della Benzina (da +16,5% a +17,6%; +0,7% rispetto al mese precedente), e i prezzi degli Altri carburanti (da +12,3% a +15,3%; +2,3% rispetto a luglio). Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 21.698 immatricolazioni (-36,2%), con una quota di mercato del 33,5%. Nel cumulato da inizio 2021, le immatricolazioni complessive del Gruppo ammontano a 413.697 unità (+31,3%), con una quota di mercato del 39% (era 38,9% nei primi otto mesi del 2020). Sono sei i modelli del Gruppo Stellantis nella top ten di agosto, con Fiat Panda sempre in testa alla classifica (3.009 unità), seguita, al secondo posto, da Fiat 500 (2.444), che recupera due posizioni rispetto alla classifica di luglio, e, al terzo, da Lancia Ypsilon (2.056). Al quinto posto troviamo

Jeep Renegade (1.723), che sale di ben tre posizioni, seguita, al settimo, da Jeep Compass (1.619) e, al nono, da Fiat 500X (1.386). Il mercato dell'usato, infine, totalizza 203.844 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari ad agosto 2021, il 30,9% in più rispetto ad agosto 2020. Nei primi otto mesi del 2021, i trasferimenti di proprietà sono 2.288.829, con una crescita del 32,6% rispetto allo stesso periodo del 2020 (*Comunicato Stampa ANFIA*, 1 settembre 2021).

## PERSONALIA

### “L’industrializzazione Del Mezzo Ferroviario”: una riflessione dell’Ing. Panagin

#### • Introduzione

Il trasporto di un numero plurimo di persone e merci viene fatto con mezzi terrestri, nautici ed aerei iniziamo un confronto tra alcuni mezzi terrestri. Lo scenario di aziende produttrici di rotabili e degli utilizzatori, oggi è cambiato, prima esistevano molte aziende che si distribuivano al meglio le commesse per fornire un unico cliente, le F.S., ora, poche aziende devono fornire più clienti, innestando il problema della concorrenza, prima mai esistito. Innescata la concorrenza, le aziende produttrici di rotabili dovranno attivare la ricerca e produrre veicoli in sintonia con i tempi, efficienti al massimo per una vita operativa ridotta. Ma quali sono le motivazioni

al sostegno dell’industrializzazione dei veicoli ferroviari:

1. Contenere il costo del prodotto veicolo.
2. Uniformare il prodotto.
3. Ridurre il peso del veicolo a pari resistenza.
4. Semplificare la manutenzione del veicolo.
5. Aumentare la produzione dei veicoli passeggeri con una riduzione della vita operativa.
6. Aumentare il personale addetto alla costruzione, riducendo il personale alla manutenzione.
7. Permettere delle economie di esercizio con una adeguata formazione dei convogli in funzione dei flussi di traffico, riducendo i consumi energetici e la manutenzione dei rotabili e delle linee.

#### • Contenere il costo del prodotto veicolo

Uscendo dalla realtà ferroviaria, volendo fare una valutazione comparativa con altri mezzi di trasporto industrializzati che svolgono un identico servizio e trasportano un simile numero di persone per veicolo. Confrontiamo (Fig. 1) l’autobus interregionale che trasporta 57 passeggeri, dove si ha in più un motore termico di trazione con la relativa trasmissione del moto fino alle ruote, ed una carrozza ferroviaria che trasporta 66 passeggeri, dove si nota che il costo per tonnellata, per il ferroviario è circa tre volte e mezzo del veicolo stradale.

Ma quali sono le motivazioni ad

una tale sostanziale differenza di costo e di peso? La prima motivazione sul costo è data dall’industrializzazione del mezzo stradale che produce veicoli identici con serie produttive medio alte, pur con l’aggravio di una maggiore ricerca. La seconda motivazione è data dal peso elevato del mezzo ferroviario, dovuto ad una minore ricerca, da sicurezze ridondanti e da una vita operativa più lunga. Il confronto è stato fatto tra un mezzo per il trasporto di persone come la carrozza che deve essere trainata da un locomotore ad una definita velocità massima ed il Pullman con il motore di trazione che trasporta le persone ad una velocità massima di 120 km/h. Vediamo di ampliare il campo del confronto con la carrozza ferroviaria che viene trainata da dei locomotori ad una velocità massima di 160 o 300 km/h a cui corrisponde una velocità media di 100 km/h o 200 km/h ed un aereo con la velocità massima di 515 km/h e limitata percorrenza e numero di passeggeri e un altro aereo con una velocità massima di circa 985 km/h e una elevata percorrenza e numero di passeggeri. Troviamo il rapporto tra il peso di ciascun veicolo vuoto diviso per le persone trasportate, con i veicoli che fanno percorsi annuali in km e ammortamenti nella vita dei mezzi di trasporto con 330 giorni lavorativi in un anno. I veicoli con una vita e ammortamento di dieci anni, vengono venduti a prezzi ridotti a compagnie secondarie, che si attivano protetti con adeguate assicurazioni, per i costi operativi maggiori e le probabili rotture per fatica del veicolo. Riportiamo un primo esempio il



Carrozza di seconda classe UIC Z - peso in ordine, di marcia 43 t, passeggeri seduti 66



Pullman da turismo Bova Futura con motore Man (400 CV), peso in ordine di marcia 12 t, passeggeri seduti 57

Figura 1 – Carrozza ferroviaria per trasporto di 66 passeggeri ed autobus interregionale per 57 passeggeri con motore termico di trazione e relativa trasmissione del moto fino alle ruote.

convoglio con velocità massima di 300 km/h e dell'aereo con velocità massima di 985 km/h. I nuovi treni ad alta velocità con una velocità massima di 300 km/h, sono formati da due locomotori del peso di 136 t e otto carrozze per un peso in ordine di marcia di ciascuna carrozza di 42 t, si ottiene un peso totale di  $136 + 336 = 471$  t. Nel caso del treno ad alta velocità si ha un peso veicolo per persona di:

$$471000 \text{ kg} \div 60 \text{ persone} \times 8 \text{ carrozze} = 981 \text{ kg/persona}$$

I veicoli aerei nel caso degli aeromobili ad elevata percorrenza e numero di passeggeri, come: AIRBUS

A.310-304 utilizzato in Francia, Germania e Italia che pesa al decollo 80,814 t e trasporta 228 passeggeri e 8 personali di bordo per un totale di 236 persone.

$$80814 \text{ kg} \div 236 \text{ persone} = 342 \text{ kg/persona}$$

Dal primo confronto (Tab. 1) si nota che il mezzo ferroviario pesa circa tre volte i mezzi stradali ed aerei. Dalla Tab. 2 risulta che i veicoli che sviluppano una maggiore ricerca e una buona industrializzazione sono i più leggeri, come l'auto di media cilindrata (1 t), l'Autobus interregionale (13 t) e l'Aereo (34 t).

Naturalmente in questa valutazione giocano anche altri fattori come ad esempio il comfort, per cui la nave da crociera è fuori da una ragionevole valutazione strutturale definita dal "fattore di accrescimento" perché offre al passeggero, saloni di ritrovo, cinema, teatri e cabine atte al sonno delle persone trasportate. Il peso elevato dei rotabili rispetto ad altri mezzi di trasporto è leggibile pure nella tabella del "fattore di accrescimento" (Tab. 3), rapporto tra il peso veicolo a vuoto e il carico utile dei passeggeri, che tra le altre cose dice di quanto aumenta il peso strutturale del veicolo all'aumentare del carico utile trasportato.

Tabella 1

Confronto per cinque mezzi di trasporto

Mezzi per il trasporto passeggeri	Giorni lavorati in un anno	Vita e ammortamento in anni	Percorrenza annuale in km	Percorrenza e ammortamento nella vita	Peso del veicolo vuoto diviso il numero di persone trasportate in Kg/persona
Autobus	330	10	15.000	150.000	321
Treno con velocità media di 100 km/h	330	30	200.000	6.000.000	981
Treno con velocità media di 200 km/h	330	20	300.000	6.000.000	981
Aereo di limitata percorrenza e numero di passeggeri	330	10	600.000	6.000.000	319
Aereo ad elevata percorrenza e numero di passeggeri	330	10	2.000.000	20.000.000	342

Tabella 2

Confronto con tutti i mezzi di trasporto non solo stradali ed aerei ma anche navali (x) senza carburante

Mezzo utilizzato per il trasporto dei passeggeri	Peso del mezzo per il trasporto senza passeggeri in t	Costo del mezzo di trasporto in euro	Costo del mezzo di trasporto in euro/tonnellate
Nave da crociera	110.000	500.000.000 euro	4545 euro/t
Auto di media cilindrata	1	10.000 euro	10000 euro/t
Autobus interregionale	13	50.000 euro	3846 euro/t
Convoglio ETR 500 (2 motrici + 11 carrozze)	598	21.250.000 euro	35535 euro/t
Locomotore ETR 500	68	3.750.000 euro	55147 euro/t
Carrozza ETR 500	42	1.250.000 euro	29762 euro/t
Aereo MD 80	34 (x)	40.000.000 euro	1176470 euro/t



Tabella 3

Dati ottenuti considerando il peso medio di un passeggero più i bagagli uguale a 100 kg (x) senza carburante

Mezzo utilizzato per il trasporto dei passeggeri	Peso del mezzo per il trasporto senza passeggeri in t	Numero passeggeri trasportati	Carico utile dovuto ai passeggeri in kg	Fattore di accrescimento
Auto di media cilindrata	1	5	2	2.5
Autobus interregionale	13	56	2,32	3
ETR 500 (2 mot. + 11 car.)	598	590	10,13	12.7
Carrozza ETR 500 1 classe	42	52	8,07	10
Carrozza ETR 500 2 classe	42	68	6,18	7.7
Aereo MD 80	34 (x)	150	2,26	2.8

Una futura valutazione per l'industrializzazione del mezzo ferroviario si può all'incirca pensare ad una tecnologia costruttiva che si collochi sui costi per tonnellata dei veicoli stradali interregionali, che hanno una vita operativa di circa dieci anni. Nella sostanza, industrializzando il prodotto ferroviario, si triplicherebbe il numero di veicoli da costruire, si disporrebbe di veicoli di basso peso e costo, in sintonia con lo sviluppo scientifico e tecnologico, con costi manutentivi e energetici ridotti per il diminuito tempo operativo.

**• Confronto tra vecchi e nuovi veicoli ferroviari**

Il costo medio annuo in euro dell'investimento dei veicoli ferroviari passerebbe dai 1442 milioni di Euro per i veicoli attuali con una vita operativa di 30 anni, ai 2625 milioni di Euro per i futuri veicoli con una vita

operativa di 10 anni, con un incremento del fatturato per le società costruttrici di circa 80 %. (Tab. 4).

Si avrebbe un maggiore introito annuo di 1183 milioni di euro per le aziende che producono i veicoli ferroviari fermo restando il numero di veicoli. Le F.S. o le future società private, possono guadagnarlo e superarlo, per i minori costi di manutenzione dei veicoli, delle linee e per un minor consumo energetico, disponendo, nel contempo, di veicoli in sintonia con il progresso.

**• Uniformare il prodotto**

Uniformando il prodotto non si aggrava la commessa dei costi di progettazione, acquisti, attrezzature di costruzione, produzione, sperimentazione, che devono dividersi su un numero limitato di componenti per la formazione dei veicoli, mentre su numeri più consistenti l'aggravio

risulta minore. Per poter avere numeri consistenti tali da ridurre i costi, bisogna, ad esempio, avere elettromotrici con azionamenti e motori di bassa potenza tali da poter equipaggiare i veicoli per le minori velocità di esercizio e moltiplicare sempre il modulo di base per un numero di volte sufficiente a soddisfare veicoli con esercizi a velocità superiori. Spiegandoci meglio, attualmente si hanno equipaggiamenti studiati per potenze di 200-400-600-800 kW, domani si dovrà avere un solo equipaggiamento con un motore di 200 kW utilizzabile (N) volte. L'osservazione immediata e logica che nasce è: "Ma un equipaggiamento con motore da 800 kW, costa e pesa meno di due da 400 kW o di quattro di 200 kW". Il costo maggiore è vero, se si fanno valutazioni su un numero limitato di esemplari, mentre non risulta più vero se il numero di esemplari è consistente, tale da soddisfare i vari eser-

Tabella 4

Confronto tra vecchi e nuovi veicoli ferroviari

Veicolo	Costo medio attuale in milioni di euro	Numero di veicoli del parco	Vita operativa attuale in anni	Costo annuo dei veicoli in milioni di euro	Costo medio futuro in milioni di euro	Numero di veicoli del parco	Vita operativa futura in anni	Costo annuo dei veicoli in milioni di euro
Carrozze	1	12000	30	400	0.6	12000	10	720
Elettromotrici	3,5	2500	30	292	2,1	2500	10	525
Locomotori	7,5	3000	30	750	4,6	3000	10	1380
Totale	12	17500	-	1442	7,3	17500	-	2625

# NOTIZIARI

cizi per un periodo di dieci anni. Si può passare dalle attuali commesse annuali, da dividersi sulle varie potenze in funzione del tipo di esercizio, per cui si possono avere per gli azionamenti e i motori, produzioni sull'ordine degli 80-100 esemplari per ogni valore di potenza, alle future 1000 unità annuali, tutte eguali e di minima potenza, che diventano 1000 moltiplicati per il numero di anni di vita previsti per i rotabili industrializzati. Con questa motorizzazione di base è possibile avere elettromotrici ed eventuali carrozze che coprono tutti gli esercizi dai 160 ai 300 km/h. A tal fine definiamo (Fig. 2) le potenze necessarie al moto da installare sui singoli convogli di base, considerando i pesi medi, le caratteristiche geometriche del convoglio di elettromotrici, i coefficienti di resistenza aerodinamica, le resistenze di rotolamento, l'accelerazione residua alla massima velocità.

Dal diagramma delle potenze necessarie in funzione della velocità, risulta che la trasmissione modularizzata di 200 kW, può coprire tutte le soluzioni di base, per le medie e alte velocità, con convogli base di 2-4 elettromotrici, da aumentare (N) volte, con carrelli a parziale aderenza (Fig. 3(a)). Volendo raggiungere velocità di 250-300 km/h, il modulo di base è formato da 4 o 8 veicoli per convoglio, moltiplicabili per (N) volte, con carrelli a totale aderenza (2 x 200 = 400 kW) e quindi una potenza

totale per elettromotrici di 800 kW (Fig. 3(b)).

Dalle illustrazioni si vede che i vari mezzi per il trasporto ferroviario passeggeri sono fatti con elettromotrici ed eventuali carrozze, poiché la resistenza aerodinamica all'avanzamento è funzione delle testate e della lunghezza delle pareti del convoglio. A pari persone trasportate, i convogli con locomotori e carrozze hanno una lunghezza e resistenze aerodinamiche maggiori all'avanzamento per le più lunghe pareti e quindi costi energetici maggiori (cfr. Ed. CIFI "Costruzione del veicolo ferroviario", 2006, Fig. 4).

I giapponesi, iniziatori dell'alta velocità ferroviaria, hanno avuto e tuttora hanno convogli con solo elettromotrice ed eventuali carrozze, il primo convoglio è stato sostituito dopo undici anni di esercizio. Seguendo tale procedura la domanda conseguente risulta, quando il prodotto deve essere cambiato aggiornandolo al progresso tecnologico e scientifico? Per avere delle convenienze economiche, il periodo deve essere di circa 10 anni, nel quale la progettazione e la sperimentazione, prepara,

con razionalità e certezze, i veicoli per il prossimo decennio. Oggi spesso le prove di fatica dei vari componenti terminano quando il veicolo è già in esercizio, con tutti i rischi che ne conseguono o nella migliore delle ipotesi con degli aggravii di peso per i componenti non razionalizzati, in funzione dei risultati delle prove di fatica. In questa ottica razionalizzata, è pensabile di produrre 18.000 veicoli passeggeri e 120.000 carri merci, nel periodo di 10 anni, per il solo mercato nazionale. Le varie in-

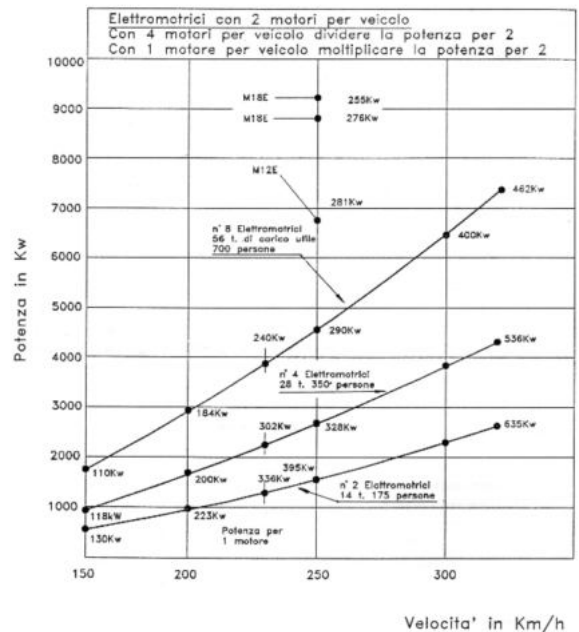


Figura 2 – Potenze necessarie al moto da installare sui singoli convogli di base.

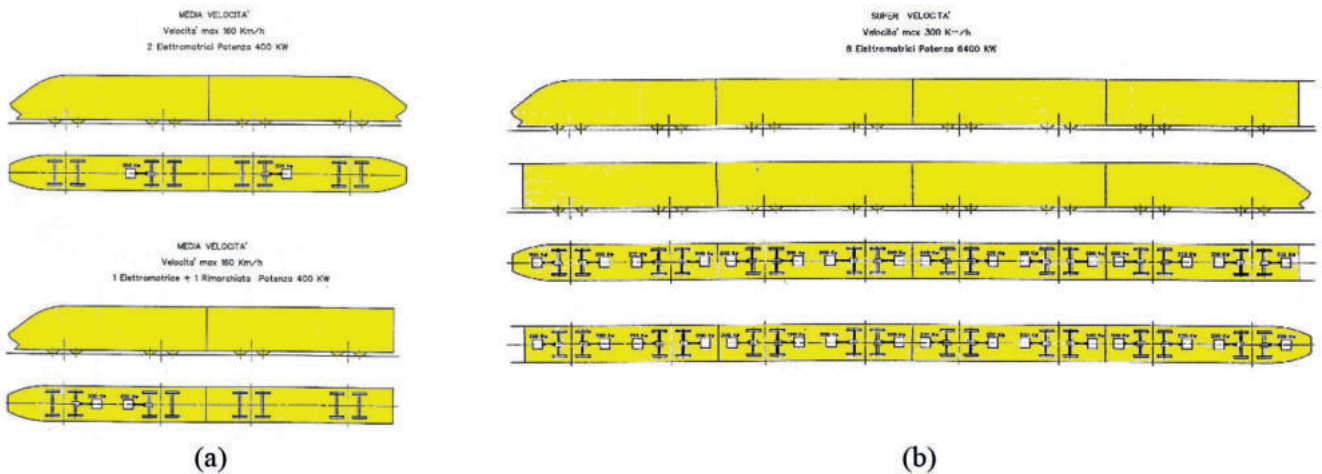


Figura 3 – Modularità della trazione.

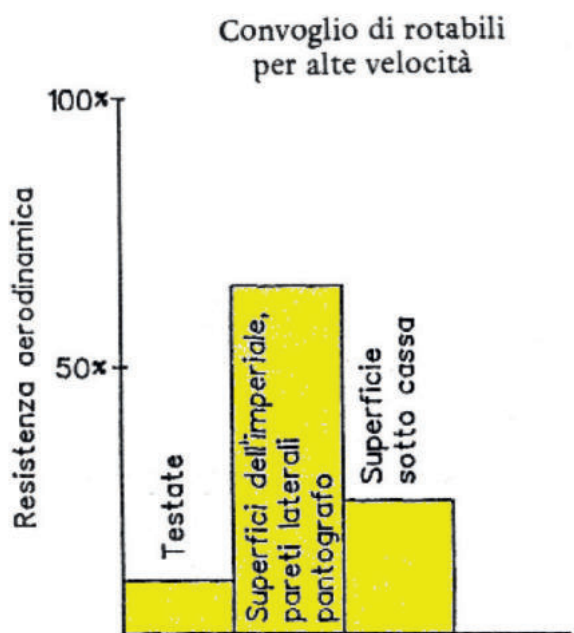


Figura 4 – Resistenza aerodinamica per tipologia di convoglio.

dustrie si attrezzarono per costruire in serie un solo componente, da trasferire a limitati stabilimenti per il montaggio e per le successive manutenzioni. Una tale procedura industrializzata permette la creazione di posti di lavoro nelle aziende costruttrici e non la chiusura di aziende che rappresentano il patrimonio storico industriale del paese Italia. A sostegno di quanto penso, ricordo che il più grande aereo ora utilizzato Airbus A 380 ha seguito le metodiche costruttive che propongo, i vari componenti sono stati costruiti in tutta l'Europa e l'aereo completo è stato montato nel solo stabilimento di Tolone in Francia.

• **Ridurre il peso del veicolo a pari resistenza**

Il rotabile pur rispondendo a rigorosi limiti di sicurezza, deve avere una vita limitata nel tempo, è inutile e antieconomico portarsi del peso aggiuntivo per tutto il lungo periodo operativo, con il risultato che si ha un costo iniziale e di esercizio maggiore ed un veicolo obsoleto per le variare esigenze del trasporto. Riducendo il peso del rotabile in una data percentuale, si ha una riduzione di

costo, considerando il costo iniziale ed il costo energetico speso per il maggior peso trasportato durante la vita trentennale del rotabile. Nella sostanza variando il peso di una carrozza tradizionale dalle attuali circa 40 tonnellate a una industrializzata di 25 tonnellate, si avrebbe una riduzione di costo uguale a circa 1 milione di euro, considerando una vita operativa tradizionale (con tale risparmio è possibile acquistare 2.5 carrozze industrializzate). Le norme ferroviarie internazionali e nazionali richiedono una vita dei componenti e del veicolo tale da rendere il veicolo operativo per un periodo

di circa 30 anni, inoltre si aggrava il veicolo di sicurezze ridondanti, alcune necessarie alla sicurezza del veicolo. Le sicurezze ridondanti sono date dagli eccessivi pesi delle casse che devono resistere in caso d'urto a valori elevati di tamponamento, prima di deformarsi elasticamente, agli impianti per i quali si richiedono prestazioni eccessive, aumentando il costo ed il peso, alla vita trentennale dei veicoli, dove le strutture, gli impianti e le motorizzazioni sono sovradimensionate. Se inoltre si tiene conto che una vita operativa lunga, spesso, rende il veicolo funzionante ma obsoleto, mancante del progresso che in tale periodo si è verificato sia in campo ferroviario che nel campo generale dei trasporti, si constata la sostanziale differenza progettuale tra un veicolo tradizionale e futuribi-

le industrializzato. La vita elevata dei veicoli e la sicurezza in caso di impatto sul veicolo, definisce una struttura di peso maggiore con costi iniziali e di esercizio più elevati e tra le altre cose poco convincenti. Ammesso e non concesso che in caso di impatto si generino solo forze di 200 t (come sono dimensionate attualmente a tamponamento le casse ferroviarie) e non superiori come in caso di incidente può verificarsi, a tali forze la struttura non si deforma elasticamente e le persone in esse contenute sarebbero soggette a decelerazioni fino a 5 g, con tutte le relative traumatiche conseguenze. Con respingenti innovativi che hanno la possibilità d'assorbire una energia d'esercizio uguale a 2 tm ed una energia eccezionale di 20 tm in caso d'urto, preservando la struttura del veicolo a scapito del collasso del respingente (Fig. 5).

Il tubo esterno di custodia della molla (2) è collegato alla trave di testa della cassa, con bulloni. Il piatto di accoppiamento della parte mobile del nuovo respingente è collegato al respingente della cassa del veicolo anteriore o posteriore. Dal piatto di collegamento tramite il distanziale mobile 1 si trasmette lo sforzo assiale alla molla interna chiusa sul tubo esterno (2). Il distanziale mobile (1) ha la funzione d'assorbire le azioni trasmesse dal piatto di accoppiamento, che incontra il respingente del veicolo accoppiato. Il distanziale mobile (1) presenta delle sezioni circolari alterne di diametro minimo e massimo, che favoriscono il collasso della struttura, allo sforzo assiale ma pure flettente. Dopo un cedimento di 110 mm collassa il distanziale mobile (1), che aumenta la corsa del tubo interno mobile (3) fino ad un massi-



Figura 5 – Respingente ad alto assorbimento di energia.



mo di 260 mm. Questa maggiore corsa fino alla zona tronco conica del tubo esterno (2) determina oltre allo sforzo assiale, la rottura a flessione del tubo interno mobile (3) per le maggiori tensioni radiali. Il respingente dopo le successive rotture assorbe una energia di circa 20 tm, fermo restando il carico massimo di circa 1000 x 2 kN della traversa di testa. Il vestibolo anteriore e posteriore della cassa si deformano elasticamente per un carico superiore a 2000 kN, con le metodiche in precedenza illustrate per il respingente, a tutela maggiore della vita dei passeggeri che si trovano nella parte abitabile della carrozza o della elettromotrice. Nella eventualità di probabili urti tra veicoli ferroviari, al posto delle attuali strutture sul veicolo che aumentano il peso ed il costo iniziale, unito al costo di esercizio per il trasporto è bene avere strutture collassabili della cassa fuori dalla zona passeggeri, che assorbono energia di deformazione preservando la zona passeggeri, alleggerendo e non irrigidendo la

zona di testata e alleggerire i respingenti che assorbono maggiore energia, riducendo il peso complessivo del veicolo. Tale metodologia è utilizzata nel campo automobilistico, dove si accettano deformazioni oltre il limite elastico della parte anteriore della scocca, per preservare l'abitacolo dei passeggeri. Nel campo ferroviario tale metodologia di assorbimento di energia, deve essere riservata ai respingenti e alla cassa in corrispondenza dei vestiboli. Un'altra metodica attuale dei rotabili per il trasporto delle persone è quella di richiedere tempistiche ridotte all'iniziale funzionamento degli impianti di condizionamento e ricambi d'aria elevati da ricondizionare alle temperature di esercizio, per cui si determinano costi degli impianti di condizionamento che risultano otto volte gli analoghi impianti sui veicoli stradali interregionali, (vedi ad esempio i Pullman da turismo) a pari cubatura condizionata e persone trasportate. Se poi si tiene conto delle maggiori dispersioni termiche dei veicoli stra-

dali interregionali rispetto ai rotabili, per le pareti di dimensioni minori, sembra importante fare delle ragionate valutazioni comparative al fine di ridurre i pesi ed i costi. La sola riduzione del numero dei cambi d'aria per l'impianto di condizionamento, utilizzando adeguati filtri deodoranti, permette di contenere la potenzialità ed il peso dell'impianto. La carrozza modularizzata Fiat di 25 t (Fig. 6) è stata dimensionata con le procedure attuali (carico assiale di 200 t) e non con le variazioni indicate per i respingenti ed i vestiboli anteriori e posteriori dei futuri veicoli. I pesi dei futuri veicoli sono già stati verificati, realizzando carrozze del peso minimo di 25 t e, elettromotrici di 40 t, che utilizzano carrelli portanti a ruote indipendenti di circa 3 t e carrelli motorizzati di circa 4 t (Tab. 5).

Con una tale variazione di peso (635000 - 400.000 = 235000 t) considerando i percorsi medi per ciascun tipo di veicolo, permetterà un risparmio energetico e manutentivo dei rotabili, con un aumento della vita del-

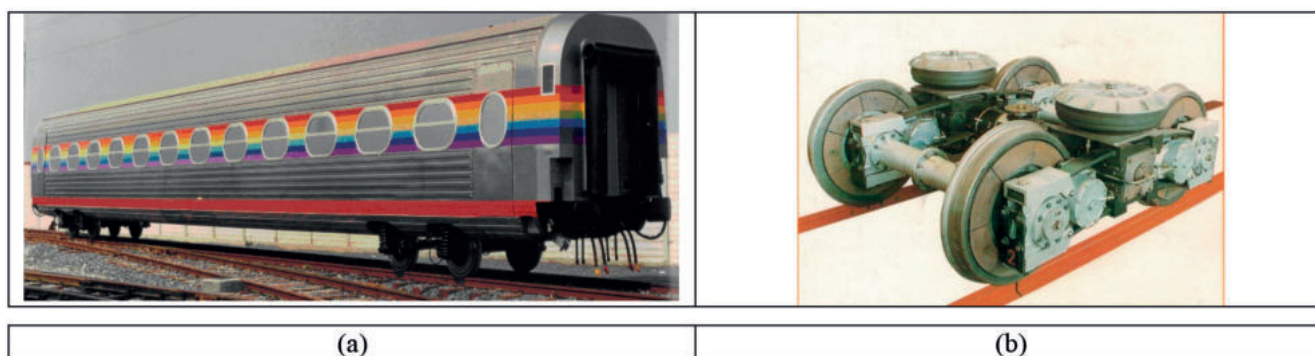


Figura 6 – (a) Carrozza modularizzata sperimentale Fiat- peso in ordine di marcia 25 t e passeggeri massimi seduti 78; (b) Carrello portante plurifunzionale sperimentale Firema - peso 3 t.

Tabella 5

Industrializzando il prodotto ferroviario, si avrebbe un parco veicoli passeggeri del peso ridotto da 635000 t a 400000 t

Veicolo	Peso medio in o.d.m. attuale in tonnellate	Numero di veicoli del parco	Percorso medio annuale in Km	Peso medio del parco in tonnellate	Peso medio in o.d.m. futuro in tonnellate	Numero di veicoli del parco	Percorso medio annuale in Km	Peso medio del parco in tonnellate
Carrozze	40	12000	200.000	480.000	25	12000	200.000	300.000
Elettromotrici	62	2500	300.000	155.000	40	2500	300.000	100.000
Totale	102	14500	500.000	635.000	65	14500	500.000	400.000

le linee, a cui corrisponde un risparmio di gestione che in seguito sarà documentato.

- **Semplificare la manutenzione del veicolo**

Un veicolo industrializzato e uniformato permette di ridurre le scorte di magazzino e le spese di stoccaggio delle parti di ricambio per il periodo di 30 anni, di ridurre i tempi operativi di manutenzione, con revisioni mirate per la sostituzione delle sole parti affaticate o usurate fermo restando il componente revisionato. La revisione dei veicoli deve essere fatta dalle aziende costruttrici dei veicoli in modo da disporre di una banca dati sull'usura o affaticamento dei componenti, per la futura progettazione e produzione dei veicoli per il prossimo decennio. Queste due metodologie sono tipiche delle industrie aeronautiche e giustificabili in considerazione delle crescenti velocità ferroviarie, dove circa ogni settimana i veicoli ferroviari ad alta velocità, devono sostituire la parte strisciante dei pantografi. Il costo manutentivo attuale risulta medio alto, poiché con l'aumentare degli anni di vita del veicolo, maggiori risultano gli interventi manutentivi e tanto maggiori diventeranno per l'aumento delle velocità dei treni. Si è constatato che alcuni veicoli obsoleti al termine della loro vita operativa, come le Aln 668, hanno costi manutentivi così elevati, che con il costo per la manutenzione di quattro-cinque anni, si ha la possibilità d'acquistare, un nuovo veicolo. Rimanendo nell'ambito del servizio e della vita attuale i costi medi manutentivi dei rotabili risultano in una media (Tab. 6).

Tabella 6

Costi di manutenzione medi

Locomotive elettriche	0,42 euro/km
Elettromotrici	0,36 euro/km
Carrozze	0,24 euro/km

I costi manutentivi tendono ad aumentare da 7-10 volte l'attuale, con convogli automotori ad alta velocità, che sempre più sono presenti nel parco veicoli italiano, ma che per

ora non consideriamo nelle nostre prudenti valutazioni. Considerando gli attuali percorsi e una riduzione di costo manutentivo di circa il 50%, dovuti solamente alla riduzione della vita operativa dagli attuali 30 anni ai futuri 10 anni (previsione pessimistica in considerazione del fatto che i massimi costi manutentivi si verificano dopo i venti anni di funzionamento), si avrebbe un risparmio decennale per veicolo di circa 240.000 euro. Il risparmio rappresenta il 60% del costo iniziale delle nuove carrozze, che di conseguenza possono essere ammortizzate in tempi più contenuti. Ma il risultato più eclatante risulta dal fatto che se si considera l'intero parco formato da 14.500 veicoli con percorrenze medie annue di 250.000 km, si otterrebbe un risparmio annuo superiore ai 3,48 miliardi di euro.

- **Aumentare la produzione dei veicoli passeggeri con una riduzione della vita operativa**

Volendo mantenere gli attuali flussi di traffico, con una sostanziale riduzione della vita operativa dei rotabili, bisogna costruire più veicoli, migliorando il percorso del personale viaggiante. La maggiore produzione dei rotabili richiede una nuova metodologia costruttiva, svincolata dalle procedure artigianali e orientata al prodotto industrializzato. In questa ottica, la direzione progettuale e produttiva deve essere centralizzata, al fine di attuare tecnologie semplificate per la costruzione dei singoli macro componenti nei vari stabilimenti, come i carrelli, le casse, i motori, gli azionamenti, le apparecchiature ausiliarie ecc., in seguito si dovrà convogliare il tutto in un singolo stabilimento per il montaggio della carrozza e della elettromotrice. L'Airbus A380 ha seguito le metodiche costruttive che sono in questa sede state proposte. I vari componenti dell'aereo sono stati costruiti in tutta l'Europa e montati nello stabilimento di Tolone in Francia. L'industrializzazione del prodotto, con il conseguente aumento produttivo dei veicoli, richiede un numero maggiore di addetti, sia per la costruzione della

componentistica modularizzata dei veicoli sia per la progettazione e costruzione delle attrezzature automatizzate, sia per il montaggio e collaudo dei componenti e degli interi veicoli.

Il collaudo di accettazione del rotabile vaglierà il prodotto standardizzato con norme di collaudo precise e rapide. In questo caso la ditta costruttrice si farà garante delle norme di collaudo evitando il doppio controllo, sia da parte del produttore che del gestore, che non serve che raddoppiare il personale e dividere le responsabilità. Riducendo la vita dei veicoli a 10 anni per tutte le motivazioni prima considerate, per svolgere un analogo servizio sembra utile costruire annualmente dagli attuali 600 veicoli a più di 1800 veicoli per il trasporto dei passeggeri. Gli stabilimenti adibiti alla costruzione dei rotabili, devono pure attrezzarsi per la manutenzione definendo tempistiche validate al tipo di veicolo ed all'esercizio svolto.

- **Aumentare il personale addetto alla costruzione riducendo il personale addetto alla manutenzione**

Aumentando e industrializzando la produzione a più di 1800 veicoli anno è necessario aumentare il personale addetto alla progettazione e sperimentazione, costruzione non tanto per le attività manuali che ora possono essere meccanizzate, quanto per il personale che progetta (il tempo medio per progettare un veicolo, sfiora i sei anni). Aumenta il personale per la sperimentazione dei veicoli, di acquisto e di stoccaggio, progettuale e manutentivo per le attrezzature, di collaudo e verifica nei vari stadi realizzativi in modo da rapidamente variare le situazioni anomale con percorsi produttivi alternativi. Dato che la produzione globale risulterebbe di circa 10 veicoli al giorno e pertanto si devono fare previsioni variare rispetto alla norma, in caso di anomalie produttive come il ritardare la consegna di materiali, ecc. Se così si altera il processo produttivo, analogamente varierà il processo manutentivo, trasferito per compe-

tenza alle industrie produttrici, dove in unione ad una visione prospettica del prodotto, sarà utile ridurre i tempi manutentivi del prodotto per avere minori costi e maggiori utili aziendali. L'attuale numero di addetti tra industrie meccaniche ed elettriche risulta di circa 5.000 unità, considerando un indotto di circa 1000 unità si ha un totale di circa 6000 unità, in futuro si può ipotizzare un aumento di circa 3000 unità, con personale mediamente più qualificato che si attiva nel progettare, produrre e mantenere efficiente il parco veicoli.

- **Permettere delle economie di esercizio con una adeguata formazione dei convogli in funzione dei flussi di traffico, riducendo i consumi energetici e la manutenzione dei rotabili e delle linee**

Noi tutti abbiamo viaggiato su treni semi vuoti e su treni sovraffollati, dimostrando da un lato il disinteresse della azienda statale a fare profitti e dall'altro la mancanza di una programmazione centralizzata che studia i flussi di traffico ed in funzione di questi, attiva dei treni con una occupazione dei veicoli, adeguate ai passeggeri. Treni semi vuoti vuol dire trasportare per il paese, convogli di circa 800 tonnellate a costi proibitivi, dato che i ricavi so-

no bassi o nulli. Treni sovraffollati vuol dire non avere rispetto del cliente e mostrare l'inefficienza congenita del trasporto ferroviario. Adeguate previsioni informatizzate permettono di definire i veicoli per ciascun convoglio, nelle varie ore del giorno. Una adeguata programmazione sui lunghi percorsi dal nord al sud del paese permette d'avere convogli formati da un numero di veicoli adeguati ai passeggeri, in funzione della tratta. I consumi energetici possono essere valutati considerando i vari costi che incidono sul costo del kWh, non alterato da convenzioni riduttive, come attualmente spesso avviene. Il costo attuale del kWh è legato all'accordo tra F.S. e aziende elettriche, per il trasferimento delle aziende elettriche alle F.S. Iniziamo con il definire i costi energetici partendo dalle centrali termiche che rappresentano ai nostri giorni, la percentuale maggiore delle fonti di energia elettrica. In un secondo tempo valuteremo i risparmi energetici annui che il paese Italia può avere dal diminuito peso del parco veicolare ferroviario.

- **Costo Reale del kWh da Centrale Termica**

Il costo del kWh viene fatto partendo da una centrale termica e non da una centrale idrica dove il costo

del kWh è uguale a circa un terzo, o da future centrali che dovranno essere costruite come centrali solari in particolare o eoliche per ridurre l'inquinamento termico del mondo, causato dalle centrali termiche, come per alimentare i veicoli terrestri, nautici ed aerei con combustibili liquidi. La nafta, che alimenta i bruciatori della centrale termica, ha una densità di 0,9-0,96 a 15°C, con potere calorifico di 10200 kcal/kg. Ipotizzando un costo della nafta di 0,2 euro/kg (dati anno 2010) all'inizio del ciclo, l'energia costa 0,0125 euro/kWh (Tab. 7). In aggiunta bisogna computare i costi di ammortamento e manutenzione della linea alta tensione (AT), della sottostazione di conversione ca-cc con relativa officina e della linea di alimentazione a 3000 Vcc.

Se ne potrebbe dedurre che:

- 1 - Il costo della linea AT è pari a 625000 euro/km; poiché il percorso medio da centrale a sottostazione è di 40 km, il costo risulta di 15625 euro. Con un ammortamento e manutenzione di 40 anni al 5% della linea AT, si determina un costo totale di 0,002 euro/kWh. Tuttavia il costo dovrebbe essere aumentato per il maggior consumo annuo di kWh fatto dalle F.S., ma anche in que-

Tabella 7

Incidenza della centrale sul costo in Euro\kWh

Potenza Massima In Sito: (Temperatura Ambiente 27 °C)	400MW
Costo della centrale	672*10 <sup>6</sup> euro
Costo della centrale	1680 euro /kW
Produzione annua per funzionamento di 7000 ore/anno con carico medio pari al 80% della potenza massima continuativa	1,12 milioni kWh
Euro per kWh prodotto	Euro /kWh
Combustibile - nafta BTZ densità 0.9-0.96 a 15 °C (10.200 kcal /kg prezzo 0,2 euro/kg)	0,0125
Ammortamento del costo iniziale in 25 anni al 5%	0,06
Manutenzione	
Olio lubrificante macchine	
<b>TOTALE</b>	<b>0,0725</b>



sto caso per motivi valutativi precauzionali, manteniamo tale valore costante.

- 2 - La sottostazione c.a.-c.c, con relativa officina di riparazione, alla palificazione e linea aerea 3000 Vcc, determina i costi relativi. Poiché con l'elettificazione a 3000 V c.c. occorre installare una sottostazione ogni 20 Km e la spesa viene ammortizzata in 40 anni con l'interesse 5%, si ha un costo da considerare nei costi capitale (considerando che da ogni sottostazione di trasformazione, vengano assorbiti mediamente  $22,5 \times 10^6$  kWh/anno) e un costo manutentivo, che determina un totale di circa 0,048 euro /kWh.
- 3 - La linea di captazione con relativa palificazione può essere ammortizzata in 40 anni al 5% per cui si ha una incidenza sui costi di ammortamento e un costo di manutenzione, per un totale di circa 0,15 euro/kWh. Questo ultimo dato può far pensare ad un eccessivo costo della linea od a un basso utilizzo della stessa linea, con assorbimenti di energia limitati da parte dei treni (bassa velocità o numero limitato di convogli).

In definitiva, il costo energetico è dovuto ai costi d'ammortamento e di manutenzione della centrale termoelettrica, della linea AT, unita alla sottostazione di conversione ca- cc a 3000 V e per la linea aerea di alimentazione. Il costo totale per le F.S. da considerare è di circa:

$$0,0725 + 0,002 + 0,048 + 0,15 = 0,27 \text{ euro/kwh.}$$

### • Risparmi della azienda utilizzatrice dei nuovi rotabili e del paese

Nota il costo del kWh, tenendo conto di una diminuzione del peso per il parco rotabili industrializzato di 117.500 t e percorrenze medie annue per i veicoli passeggeri di 200.000 km, è possibile valutare il risparmio energetico annuo per le F.S. (Tab. 8).

Il costo di manutenzione delle linee si riduce per la minor usura dovuta al minor peso dei rotabili, mediamente si può considerare un aumento della vita della linea da 20 a 28 anni, a pari intensità di traffico. Poiché le linee ferroviarie sono pari a 16.000 km, con gli attuali costi di rifacimento manutentivo della sola linea di carico veicoli, pari a 300.000 euro/km e manutentivo pari a 600 euro/km, è possibile valutare il risparmio annuo di 4,8 miliardi di euro. Il paese Italia può avere un risparmio energetico annuo di 135.000 TEP.

### • Conclusioni

Solo disponendo di una visione generale sui trasporti e mirando su un trasporto particolare è possibile fare variazioni importanti tali da rendere un fenomeno negativo a positivo, ma per attuare tale positività è necessario avere una capacità imprenditoriale innovativa e non manageriale di solo verifica delle entrate e delle uscite sul tradizionale. I modelli di previsione possono essere di tipo conservativo o sostitutivo (Tab. 9). Nel primo caso conservativo, non variando la gestione della Azienda produttrice dei rotabili, della Azienda utilizzatrice (F.S. o privati) e della

Azienda paese in cui si opera, la previsione futura non altera la situazione socio-economica.

Nel secondo e terzo caso con un modello sostitutivo, ogni decisione presa da una delle tre Aziende varia lo scenario futuro con risvolti socio-economici di vario tipo. Nella generalità dei casi il modello che si attua è quello conservativo o sostitutivo di interessi parziali, estrapolando le leggi ormai affermate a un futuro più o meno lontano. A sostegno della scelta esiste la maggior affidabilità della estrapolazione del modello conosciuto, la semplicità della decisione non avendo una visione complessiva dei trasporti, l'esistenza di strutture non ancora obsolete o obsolete in tempi differenti, per cui nuovi investimenti annullerebbero il valore residuo delle strutture, la difficoltà psicologica e finanziaria a modificare la componente umana riqualificandola nel modello sostitutivo. In una visione sostitutiva, la semplice riduzione del personale nell'ente utilizzatore dei rotabili, riduce le spese nell'azienda, ma può alterare in negativo lo scenario socio-economico del paese in cui opera, per tutelare le persone disoccupate. In futuro il responsabile operativo di una azienda dovrà primariamente valutare i vantaggi che nascono da una data operazione utile alla propria azienda e successivamente valutare i vantaggi o svantaggi che il paese in cui opera può avere. Il fatto di creare un vantaggio alla propria azienda trasferendo l'onere al paese, lo dovrà far rinunciare alla operazione. I modelli conservativi o sostitutivi di interessi parziali, possono risultare perdenti solo se nella vita le vengono a man-

Tabella 8

Veicolo	Peso medio in o.d.m. attuale in tonnellate	Numero di veicoli del parco	Percorso medio annuale in km	Peso medio del parco in tonnellate	Peso medio in o.d.m. futuro in tonnellate	Numero di veicoli del parco	Percorso medio annuale in km	Peso medio del parco in tonnellate
Carrozze	40	12000	200.000	480.000	25	12000	200.000	300.000
ETR	62	2500	300.000	155.000	40	2500	300.000	100.000
Totale	51	14500	250.000	317.500	32,5	14500	250.000	200.000

Scenari nel modello previsionale

MODELLO DI PREVISIONE		
CONSERVATIVO	SOSTITUTIVO	SOSTITUTIVO
SCENARIO COSTANTE	SCENARIO VARIATO	SCENARIO VARIATO
Gestione invariata per 1. Azienda produttrice 2. Azienda Utilizzatrice 3. Azienda Paese	Gestione variata per una Azienda 1. Azienda produttrice 2. Azienda Utilizzatrice 3. Azienda Paese	Gestione variata per tutte le Aziende 1. Azienda produttrice 2. Azienda Utilizzatrice 3. Azienda Paese
Situazione Socio Economica Invariata	Situazione Socio Economica Variata	Situazione Socio Economica Variata
PREVISIONE A	PREVISIONE B	PREVISIONE C

care i supporti necessari alla sopravvivenza e allo sviluppo. Il modello sostitutivo del processo produttivo dei rotabili si colloca nel modello sostitutivo con gestione variata nelle tre aziende, avvantaggiando le industrie produttrici, l'utilizzatore (F.S. o privati) ed il paese in cui si producono i rotabili e quindi in definitiva migliorando la situazione socio-economica. Pertanto, si verifica quanto segue:

1. Gli imprenditori possono avere fatturati superiori, per la costruzione di un maggior numero di rotabili industrializzati e considerando i maggiori introiti deri-

vanti dalla manutenzione dei veicoli.

2. I margini retributivi più ampi permettono una adeguata remunerazione del maggior numero dei lavoratori impiegati.
3. Una tale attività aumenta i posti di lavoro, favorendo una riduzione della disoccupazione con la contemporanea eliminazione della chiusura degli stabilimenti ferroviari, che rappresentano in alcuni casi un patrimonio storico industriale del paese.
4. Le Aziende utilizzatrici dei rotabili riducono le spese di esercizio,

manutentive dei veicoli e delle linee e i costi energetici.

5. Il paese Italia riduce i consumi energetici e quindi le uscite finanziarie per l'acquisto degli idrocarburi. In questa nuova visione operativa, gli utili aumenterebbero sia per le aziende costruttrici che per le aziende operative e in definitiva per il paese, migliorando la situazione socio-economica dell'Italia.

*(Contributo Personale dell'Ing. R. PANAGIN, inviato alla Redazione di Ingegneria Ferroviaria in data 1 settembre 2021).*

## Il CIFI sezione Milano e Area Nord si ritrova sulla Transiberiana d'Italia

*Ing. Dante SEGRINI  
(Cifi, Sezione Milano e Area Nord)*

La sezione del CIFI di Milano, in collaborazione con l'area Nord, ha organizzato nei giorni 11-13 settembre un viaggio di tre giorni, con arrivo a e partenza da Sulmona, che ha consentito ai soci di riabbracciarsi davvero, finalmente. Particolarmente toccante è stata la prima serata di sabato: i viaggi precedenti, le tante iniziative organizzate e molto partecipate nel corso degli anni, i rapporti con colleghi che sono ormai amici, le molte

esperienze in comune hanno velocemente riassembleato un gruppo che si è ritrovato con affetto vero e sincero. Gruppo prontissimo a condividere una nuova esperienza di viaggio: percorrere la storica Ferrovia dei Parchi, rinominata di recente la "Transiberiana d'Italia" (Fig. 1).

Il giorno successivo tutti i soci hanno percorso insieme il tratto di tragitto compreso tra Sulmona e Castel di Sangro, aperto al traffico esclusi-

sivamente turistico, a bordo di carrozze Centoporte e Corbellini, trainate da un locomotore diesel D 345.

Il tracciato si inerpica tra le montagne ai piedi del gruppo della Maiella, partendo dai 328 metri s.l.m. di Sulmona e raggiungendo gli oltre 1268 metri s.l.m. della stazione di Rivisondoli-Pescocostanzo, seconda per altitudine in Italia solo a quella del Brennero.

Il treno percorre viadotti e gallerie, con interessanti inquadrature fotografiche, e durante il viaggio di andata effettua fermate in alcuni dei borghi attraversati, dove i viaggiatori sono calorosamente accolti dagli abitanti, orgogliosi di condividere con loro le proprie tradizioni e mostrare loro gli angoli caratteristici.

La sosta a Campo di Giove ha permesso di passeggiare per il caratteristico borgo mentre la successiva so-



Figura 1 – Foto ricordo dei partecipanti al viaggio presso la Stazione Castel di Sangro accanto alla Locomotiva Diesel 345 - 1142.



sta di Palena è stata l'occasione per gustare qualche prodotto tipico. Giunti a Castel di Sangro, si è potuto scegliere fra una visita guidata alla cittadina e una passeggiata nel verde lungo percorsi attrezzati.

È una nuova vita per una ferrovia costruita alla fine dell'800, distrutta durante la seconda guerra mondiale, ricostruita, e che nell'ultimo decennio del 900 era parte di un sistema che collegava direttamente Pescara a Napoli, e l'Adriatico al Tirreno. Nella prima decade del 2000 la ferrovia è andata incontro ad un progressivo ridimensionamento, fino alla sospensione delle corse.

La svolta è avvenuta dopo il varo della legge 128/2017, che ha istituito la nascita e la tutela delle ferrovie turistiche in tutta Italia. La collaborazione tra fondazione FS e gli enti interessati (i parchi regionali della Majella e del Gran Sasso, le associazioni e gli operatori locali) ha consentito di riattivare il percorso da Sulmona a Carpinone, con treni turistici che in alcune occasioni si spingono

fino ad Isernia, gestiti dalla associazione "le Rotaie" in collaborazione con la Fondazione FS Italiane.

Il successo è evidente: nel 2019 sono stati trasportati sulla linea oltre 31.000 viaggiatori con un programma di treni storici che oramai si svolge sull'intero anno e non solo nel periodo estivo.

La riflessione che abbiamo fatto durante l'affascinante viaggio è che una ferrovia di queste caratteristiche potrebbe essere valorizzata nel segmento turistico, non solo con la circolazione di treni storici, ma anche di regolari servizi con moderni treni a trazione diesel che potrebbero abbinare valide performances operative e valorizzare le bellezze paesaggistiche, grazie alle ampie superfici vetrate.

Inoltre l'elettrificazione in corso della tratta Isernia-Venafro, e la riqualificazione e velocizzazione della linea Roma-Pescara prevista nel PNRR, ne garantirebbe un rapido ed efficace accesso anche da Napoli, oltre che da Roma e dalla costa Adriatica.

Il viaggio in treno ha interamente occupato la giornata di domenica 12 settembre. Una parte del gruppo, tuttavia, ha integrato questa bella esperienza giungendo a Sulmona via Pescara, e proseguendo da Sulmona per Roma, sempre viaggiando in treno. Entrambi i tratti offrono scorci pittoreschi di paesaggi fluviali, di zone verdeggianti, di borghi sparsi ed arroccati intorno ad una fortificazione.

A conclusione della giornata sulla Ferrovia dei Parchi, una cena sociale durante la quale il Preside della Sezione, Ing. SPADI, ha delineato le future attività del gruppo CIFI di Milano.

Da rimarcare l'ottima accoglienza che il gruppo ha avuto presso l'hotel Ovidius di Sulmona, scelto come base per questa impegnativa visita, che ha allietato gli ospiti con il comfort delle sue stanze e la qualità della sua cucina.

I saluti il lunedì mattina per le strade di Sulmona sono stati dei calorosi "Arrivederci, a presto".

## Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

#### **Internazionale: Connecting Europe Express, il treno europeo fa tappa a Roma**

Un treno per connettere l'Europa e collegare persone, Paesi e imprese con il mezzo di trasporto sostenibile, sicuro ed economico per eccellenza. È arrivato dunque a Roma il Connecting Europe Express, il convoglio europeo partito da Lisbona lo scorso 2 settembre nell'ambito dell'Anno Europeo delle ferrovie 2021 che concluderà il suo viaggio a Parigi il 7 ottobre dopo aver attraversato 26 Paesi e oltre 100 città.

Ad accoglierlo, nella stazione di Roma Ostiense, E. GIOVANNINI, Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, F. M. CASTALDO, Vice Presidente Parlamento Europeo, Pat Cox, EU-Coordinator Scandinavian-Mediterranean Corridor, Commissione Europea, A. TAJANI, Presidente Conferenza dei Presidenti di Commissione Parlamento Europeo, N. ZINGARETTI, Presidente Regione Lazio, L. FERRARIS, Amministratore Delegato Ferrovie dello Stato Italiane.

Oltre 20 mila i chilometri che percorrerà Connecting Europe Express in cinque settimane di spostamenti attraverso 33 valichi di frontiera. Un viaggio che testimonia l'importanza di un mercato unico ferroviario senza più barriere, sostenibile e in grado di ridurre le distanze. L'iniziativa ha l'obiettivo di unire simbolicamente tutti i Paesi toccati dal Connecting Europe Express per sensibilizzare i cittadini sulle politiche infrastrutturali e della mobilità dell'UE, attraver-

so incontri ed eventi a bordo treno e nelle stazioni.

Tante le tappe italiane: da Torino Porta Nuova, da dove il treno è ripartito lunedì 6 settembre, a Milano Centrale, Genova Piazza Principe fino a Roma Ostiense. Il treno risalirà poi verso le Alpi fermandosi a Vaiano, vicino Prato, Nogara, nel veronese, Verona Porta Nuova e Bolzano. Giovedì 9 la tappa al Brennero, la stazione più settentrionale d'Italia.

L'iniziativa è nata dalla collaborazione fra la Commissione europea, la Comunità delle ferrovie europee (CER), operatori ferroviari europei, gestori dell'infrastruttura e numerosi altri partner a livello locale e dell'UE. Connecting Europe Express utilizza tre convogli diversi. Le carrozze del treno arrivato a Roma Ostiense, trainato da Trenitalia (società del Gruppo FS Italiane), sono state fornite da sei compagnie ferroviarie europee: Trenitalia, MAV (Ungheria), SNCF (Francia), DB (Germania), SBB (Svizzera) e ÖBB (Austria) (Comunicato Stampa Gruppo FSI, 8 settembre 2021).

#### **International: Connecting Europe Express, The European Train Stops In Rome**

*A train to connect Europe and connect people, countries and businesses with the medium of sustainable, safe and economical transport par excellence. The Connecting Europe Express has therefore arrived in Rome, the European convoy that departed from Lisbon on 2 September as part of the European Year of Railways 2021 which will conclude its journey to Paris on 7 October after passing through 26 countries and over 100 cities.*

*To welcome him, at the Roma Ostiense station, E. GIOVANNINI, Minister of Sustainable Infrastructures and Mobility, F. M. CASTALDO, Vice President of the European Parliament, Pat Cox, EU-Coordinator Scandinavian-Mediterranean Corridor, European Commission, A. TAJANI, President of the Conference of Presidents of the European Parliament Commission, N. ZINGARETTI, President of the Lazio Region, L. FERRARIS, Chief Executive Officer of the Italian State Railways.*

*Over 20 thousand kilometers that Connecting Europe Express will cover in five weeks of travel through 33 border crossings. A journey that testifies to the importance of a single rail market with no more barriers, sustainable and capable of reducing distances. The initiative aims to symbolically unite all the countries touched by the Connecting Europe Express to raise awareness of EU infrastructure and mobility policies, through meetings and events on board trains and in stations.*

*There are many Italian stops: from Turin Porta Nuova, from where the train left on Monday 6 September, to Milano Centrale, Genoa Piazza Principe to Roma Ostiense. The train will then go up towards the Alps stopping in Vaiano, near Prato, Nogara, in the Verona area, Verona Porta Nuova and Bolzano. Thursday 9 the stage at Brenner, the northernmost station in Italy.*

*The initiative was born from the collaboration between the European Commission, the European Railways Community (CER), European railway operators, infrastructure managers and numerous other partners at local and EU level. Connecting Europe Express uses three different trains. The carriages of the train arrived in Rome Ostiense, pulled by Trenitalia (a company of the FS Italiane Group), were supplied by six European railway companies: Trenitalia, MAV (Hungary), SNCF (France), DB (Germany), SBB (Switzerland) and ÖBB (Austria) (FSI Group Press Release, September 8<sup>th</sup>, 2021).*

### Germania: presentato il treno a trazione distribuita alimentato a batteria

Il treno a batteria di Alstom ha condotto un viaggio dimostrativo tecnico partendo da Chemnitz, in Germania (Fig. 1). Sviluppato come prototipo presso la sede di Hennigsdorf di Alstom, in Germania, il treno elettrico a più unità a batteria ha viaggiato fino a Flöha e Zschopau e poi di nuovo a Chemnitz. Durante il viaggio, la trazione del treno è passata dal funzionamento a catenaria all'alimentazione a batteria, sottolineando la leadership tecnologica di Alstom nei sistemi di azionamento alternativi ecocompatibili per l'industria ferroviaria.

L'innovativo progetto è iniziato nel 2016 come una partnership di ricerca con l'Università tecnica di Berlino e copre lo sviluppo, l'approvazione e il funzionamento dei treni passeggeri alimentati a batteria, oltre a dimostrare la fattibilità economica complessiva del funzionamento a batteria per le ferrovie principali. Comprende anche la redazione di raccomandazioni per politici, operatori e autorità pubbliche per l'utilizzo di treni a batteria su linee non elettrificate o parzialmente elettrificate. L'aspetto chiave della tecnologia di propulsione è un sistema di azionamento che include un'innovativa batteria di trazione che è stata sviluppata e testata a Mannheim, sede della batteria specializzata di Alstom e del laboratorio ad alta tensione. Il treno a batteria è stato sviluppato in collaborazione con vari partner del progetto. Questi includono DB Regio, la rete di trasporto regionale per il Baden-Württemberg, il programma nazionale tedesco di innovazione per la tecnologia dell'idrogeno e delle celle a combustibile e l'Università tecnica di Berlino. Il Ministero Federale Tedesco dei Trasporti e delle Infrastrutture Digitali (BMVI) finanzia il progetto con un contributo di circa quattro milioni di euro.

Dall'inizio del progetto, la ricerca scientifica di accompagnamento

presso l'Università tecnica di Berlino è stata svolta dal Dipartimento delle operazioni e delle infrastrutture ferroviarie insieme al Dipartimento dei metodi di sviluppo del prodotto e della meccatronica. Gli studi hanno rivelato, ad esempio, che gran parte delle linee attualmente gestite con veicoli diesel includono sezioni non elettrificate di ben meno di 60 miglia. L'uso dell'infrastruttura della catenaria esistente consente ai veicoli elettrici alimentati a batteria di essere utilizzati su queste linee senza importanti aggiornamenti all'infrastruttura esistente. Nell'ambito del progetto sono state effettuate anche ampie dinamiche di viaggio e simulazioni energetiche.

La professoressa B. MILIUS, dottoressa in ingegneria del Dipartimento delle operazioni e delle infrastrutture ferroviarie, ha spiegato: "I nostri studi hanno dimostrato chiaramente che nel trasporto ferroviario locale di passeggeri, i veicoli elettrici a batteria hanno il potenziale per sostituire con successo i veicoli diesel. Le nostre considerazioni hanno sempre tenuto conto dell'intero sistema. Gli aspetti che riguardano il veicolo, il funzionamento e l'infrastruttura sono stati analizzati in varie condizioni

operative al fine di ottenere risultati affidabili".

Il Dr. H. NEUHAUS, amministratore delegato di Verkehrsverbund Mittelsachsen GmbH ha sottolineato che, "Nella seconda metà del 2019, Verkehrsverbund Mittelsachsen GmbH, l'associazione dei trasporti per la Sassonia centrale (VMS GmbH) è stata nominata dall'associazione delle autorità Zweckverband Verkehrsverbund Mittelsachsen (VMS GmbH) per fornire un concetto di veicolo per la RE6 sulla linea Chemnitz - Lipsia. Alstom si era già affermata dopo l'acquisto di 29 treni elettrici Coradia Continental per la rete elettrica nella Sassonia centrale. Il successo della consegna e della manutenzione di questi treni ha portato a un nuovo ordine all'inizio del 2020 per veicoli dotati del più recente concetto di azionamento a batteria, grazie a un addendum al contratto di consegna esistente. L'ordine sarà consegnato nel 2023. I nostri passeggeri saranno trasportati comodamente ea zero emissioni su una linea precedentemente non elettrificata fino al completamento dell'elettrificazione. Siamo orgogliosi di poter contribuire all'implementazione di concetti di azionamento inno-



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – Il treno a batteria di Alstom entrerà in servizio nel Baden-Württemberg e in Baviera nel dicembre 2021.

Figure 1 – Alstom's battery-powered train will go into service in Baden-Württemberg and Bavaria in December 2021.



vativi in Sassonia insieme a tutti i nostri partner”.

“Questa tecnologia di azionamento alternativa può dare un contributo significativo alla gestione delle linee secondarie senza catenaria in modo ecologico ed è una soluzione particolarmente buona per la riattivazione delle linee. Siamo lieti di annunciare che questo veicolo sarà presentato agli esperti e al pubblico in generale alla Digital Rail Convention di Annaberg-Buchholz il 9 e 10 settembre”, ha affermato S. CLAUS, amministratore delegato di SRCC GmbH.

Il treno entrerà in servizio nel Baden-Württemberg e in Baviera quando il nuovo orario entrerà in vigore nel dicembre 2021. Sarà il primo treno alimentato a batteria ad essere approvato per il servizio passeggeri regolare in Germania dagli anni '60. Sarà brevemente operativo il 9 settembre 2021 nell'ambito della Digital Rail Convention ad Annaberg-Buchholz. Ospiti in quell'occasione saranno il ministro federale dei trasporti A. SCHEUER e M. KRETSCHMER, primo ministro del Libero Stato di Sassonia (*Comunicato Stampa Alstom*, 7 settembre 2021).

### **Germany: battery-powered multiple unit train presented**

*Alstom's battery-powered train conducted a technical demonstration journey starting in Chemnitz, Germany (Fig. 1). Developed as a prototype at Alstom's Hennigsdorf, site in Germany, the battery-powered electric multiple unit train travelled to Flöha and Zschopau and then back to Chemnitz. During the journey, the train's drive was switched from catenary operation to battery power, underlining Alstom's technological leadership in ecofriendly alternative drive systems for the rail industry.*

*The innovative project began in 2016 as a research partnership with the Technical University of Berlin and covers the development, approval and operation of the battery-powered passenger trains, as well as proving the overall economic viability of battery operation for mainline railways. It al-*

*so includes the preparation of recommendations for politicians, operators and public authorities for the use of battery-powered trains on non-electrified or partially-electrified lines. The key aspect of the propulsion technology is a drive system that includes an innovative traction battery which was developed and tested in Mannheim – home of Alstom's specialist battery and high-voltage laboratory. The battery-powered train was developed in cooperation with various project partners. These include DB Regio, the regional transport network for Baden-Württemberg, the German National Innovation Programme for Hydrogen and Fuel Cell Technology and the Technical University of Berlin. The German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) is funding the project with a contribution of around four million euro.*

*Since the start of the project, the accompanying scientific research at the Technical University of Berlin has been carried out by the Department of Railway Operations and Infrastructure together with the Department of Product Development Methods and Mechatronics. The studies have revealed, for example, that a large proportion of the lines currently operated with diesel vehicles include non-electrified sections of well under 60 miles. The use of the existing catenary infrastructure allows battery-powered electric vehicles to be operated on these lines without major upgrades to the existing infrastructure. Extensive travel dynamics and energy simulations were also carried out as part of the project.*

*Professor B. MILIUS, Doctor of Engineering from the Department of Railway Operations and Infrastructure, explained, “Our studies have clearly shown that in local rail passenger transport, battery-powered electric vehicles have the potential to successfully replace diesel vehicles. Our considerations have always taken the overall system into account. Aspects covering the vehicle, operation and infrastructure were analysed under various operating conditions in order to obtain reliable results.”*

*Dr. H. NEUHAUS, Managing Director of Verkehrsverbund Mittelsachsen GmbH pointed out that, “During the second half of 2019, Verkehrsverbund Mittelsachsen GmbH, the transport association for central Saxony (VMS GmbH) was appointed by the association of authorities Zweckverband Verkehrsverbund Mittelsachsen (VMS GmbH) to deliver a vehicle concept for the RE6 on the Chemnitz - Leipzig line. Alstom had already proved itself following the purchase of 29 Coradia Continental electric trains for the electric network in Central Saxony. The successful delivery and maintenance of these trains resulted in a new order at the beginning of 2020 for vehicles featuring the latest battery-powered drive concept, thanks to an addendum to the existing delivery contract. The order will be delivered in 2023. Our passengers will be transported comfortably and with zero emissions on a previously non-electrified line until electrification is completed. We are proud to be able to contribute to the implementation of innovative drive concepts in Saxony together with all our partners.”*

*“This alternative drive technology can make a significant contribution to operating branch lines without catenaries in a climate-friendly way and is a particularly good solution for the re-activation of lines. We are pleased to announce that this vehicle will be presented to experts and the general public at the Digital Rail Convention in Annaberg-Buchholz on 9 and 10 September,” said S. CLAUS, Managing Director of SRCC GmbH.*

*The train will go into service in Baden-Württemberg and Bavaria when the new timetable comes into effect in December 2021. It will be the first battery-powered train to be approved for regular passenger service in Germany since the 1960s. It will briefly be in operation on 9 September 2021 as part of the Digital Rail Convention in Annaberg-Buchholz. Guests on that occasion will include Federal Transport Minister A. SCHEUER and M. KRETSCHMER, Prime Minister of the Free State of Saxony (*Alstom Press Release, September 7<sup>th</sup>, 2021*).*

## TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

### India: consegnato il primo convoglio per la metropolitana di Kanpur

Alstom completa la consegna del primo convoglio per la metropolitana di Kanpur alla Uttar Pradesh Metro Rail Corporation (UPMRC). La presentazione è stata effettuata presso lo stabilimento di produzione di materiale rotabile di Alstom a Savli, nel Gujarat, dal Primo Ministro dell'Uttar Pradesh, S. Y. ADITYANATH, alla presenza di S. K. KESHAV - MD, UPMRC, e A. SPOHR - Amministratore delegato, Alstom India. Questi treni della metropolitana sono fabbricati al 100% presso lo stabilimento di Savli, nel Gujarat.

Alstom ha completato l'acquisizione di Bombardier Transportation (BT) il 29 gennaio 2021 e, in futuro, Alstom sarà responsabile della consegna del materiale rotabile e del segnalamento della metropolitana di Kanpur e Agra, compreso l'ambito di tutte le tecnologie BT.

Valutato a circa INR 2051 core (245 milioni di euro), l'ambito di Alstom sul progetto della metropolitana di Agra-Kanpur include: progettazione, costruzione e consegna di 201 vagoni della metropolitana (67 unità di treni a tre vagoni della metropolitana MOVIA) e soluzioni di segnalamento avanzate (CITYFLO 650). Il cliente ha inoltre la facoltà di esercitare un'opzione per ulteriori 51 vetture della metropolitana.

I nuovi treni della metropolitana andranno a beneficio di circa 5 milioni di cittadini a Kanpur. Inoltre, il progetto complessivo contribuirà in modo significativo allo sviluppo socio-economico della regione. "Siamo orgogliosi di consegnare i primi treni della metropolitana, per la metropolitana di Kanpur, in tempi record. Dopo aver fornito con successo la soluzione di materiale rotabile e segnalamento per la capitale dello stato Lucknow, siamo lieti di rafforzare questa partnership con UPMRC e ridefinire le esigenze di mobilità di

Kanpur & Agra", ha affermato A. SPOHR, amministratore delegato di Alstom India. "Le nostre metropolitane MOVIA sono famose in tutto il mondo per la loro affidabilità operativa, il design accattivante e le caratteristiche di sicurezza avanzate, tutto ciò che rende la metropolitana un mezzo di trasporto attraente", ha aggiunto.

L'ispirazione dal ricco patrimonio culturale dell'Uttar Pradesh, combinata con il design migliore della categoria, ha portato a un aspetto attraente per l'ultima flotta metropolitana indiana. Il design modulare aerodinamico delle nuove metropolitane MOVIA offrirà una serie di vantaggi in termini di sicurezza, protezione e ambiente insieme a una grande esperienza per i passeggeri. Costruite con carrozzerie leggere ma resistenti in acciaio inossidabile, le auto con aria condizionata avranno porte scorrevoli automatizzate, comodi posti a sedere e posti in piedi, aree dedicate per l'ingresso di persone particolarmente abili, che utilizzano sedie a rotelle e moderni sistemi di informazione per i passeggeri, che si uniscono per fornire un accesso accessibile e ambiente accogliente per i passeggeri.

I treni saranno dotati di carrelli della metropolitana FLEXX e del sistema di propulsione MITRAC per aumentare l'efficienza energetica, ridurre i costi operativi e garantire che i nuovi treni soddisfino i più elevati standard ambientali. Ogni treno ospiterà circa 960 passeggeri nella configurazione a tre carrozze (*Comunicato Stampa Alstom*, 18 settembre 2021).

### India: the first trainset for Kanpur Metro delivered

*Alstom completes handover of the first trainset for the Kanpur metro, to Uttar Pradesh Metro Rail Corporation (UPMRC). The unveiling was done at Alstom's rolling stock manufacturing facility in Savli, Gujarat by the Chief Minister of Uttar Pradesh, S. Y. ADITYANATH in the presence of S. K. KESHAV - MD, UPMRC, and A. SPOHR*

*- Managing Director, Alstom India. These metro trains are 100% indigenously manufactured at the facility in Savli, Gujarat.*

*Alstom completed the acquisition of Bombardier Transportation (BT) on 29 January 2021 and going forward, Alstom will be responsible for the delivery of Kanpur & Agra metro rolling stocks and signalling, including scope of all BT technologies.*

*Valued at approximately INR 2051 core (245 Mn EUR), Alstom's scope on the Agra-Kanpur metro project includes - design, build and delivery of 201 metro cars (67 units of MOVIA metro three-car trainsets) and advanced signalling solution (CITYFLO 650). The customer also has a provision to exercise an option for an additional 51 metro cars.*

*The new metro trains will benefit around 5 million citizens in Kanpur. Additionally, the overall project will significantly contribute towards the socio-economic development of the region. "We are proud to deliver the first metro trains, for Kanpur Metro in record time. After successfully delivering Rolling Stock & Signalling solution for the state's capital Lucknow, we are happy to strengthen this partnership with UPMRC and redefine the mobility needs of Kanpur & Agra" said A. SPOHR, Managing Director, Alstom India. "Our MOVIA metros are world renowned for their operational reliability, appealing design and enhanced safety features - everything that makes metro an attractive mode of transport" he added.*

*Inspiration from Uttar Pradesh's rich cultural heritage combined with best-in-class design has resulted in an attractive look for India's latest metro fleet. Aerodynamic modular design of the new MOVIA metros will offer a host of safety, security and environmental benefits along with great passenger experience. Built with light but strong stainless-steel car bodies, the air-conditioned cars will have automated sliding doors, comfortable seating & standing spaces, dedicated areas for entry of especially abled, who use wheelchairs and modern passenger information systems, combining to pro-*



*vide an accessible and welcoming environment for passengers.*

*The trains will be equipped with FLEXX metro bogies and the MITRAC propulsion system to increase energy efficiency, reduce operating costs, and ensure the new trains meet the highest environmental standards. Each train will accommodate approximately 960 passengers in the three-car configuration (Alstom Press Release, September 18<sup>th</sup>, 2021)*

### **Egitto: consegnati puntualmente i primi due treni monorotaia Innovia 300 per Cairo Monorail**

I primi due treni monorotaia Innovia 300 di Alstom per il progetto Cairo Monorail sono arrivati al Cairo dopo essere stati completati nello stabilimento Alstom di Derby nel Regno Unito, con l'applicazione dei sistemi di propulsione guidata dal sito di Alstom a Trapaga, in Spagna. L'invio delle prime 8 carrozze completamente automatizzate e senza conducente su 70 treni (per un totale di 280 auto) è una pietra miliare nel progetto Cairo Monorail, le prime due linee di monorotaia egiziane, che collegano la Nuova Capitale e la Città del 6 ottobre al Grande Cairo (Fig. 2).

Nell'agosto 2019, un consorzio guidato da Alstom composto da Orascom Construction e Arab Contractors ha firmato un contratto da 2,7 miliardi di euro per progettare, implementare, gestire e mantenere le due linee. Il progetto comprende una linea di 54 km che collega la Nuova Città Amministrativa con il Cairo Est e una seconda linea di 42 km che collega la città del 6 ottobre con Giza. Entrambe le linee dovrebbero aprire nel 2023. Al termine della fase di costruzione, il consorzio guidato da Alstom fornirà 30 anni di servizi di esercizio e manutenzione (O&M) per entrambe le linee.

“Sono orgoglioso del team di progetto per la consegna dei primi due treni all'Autorità nazionale delle gallerie. La monorotaia cambierà le regole del gioco per i residenti, ridu-

cendo i tempi di percorrenza, la congestione, l'inquinamento e le emissioni di carbonio. È una parte importante degli sforzi in corso del governo per ridefinire il futuro urbano dell'Egitto. Un futuro, ci impegniamo ad aiutare a realizzare attraverso soluzioni sicure, intelligenti e verdi “, ha affermato A. DE LEONE, Presidente Alstom Africa, Medio Oriente e Asia centrale. L'Egitto è impegnato nello sviluppo e nel miglioramento dei servizi di mobilità per i suoi cittadini, riducendo al contempo la congestione del traffico e l'impatto ambientale. Il sistema monorotaia Innovia 300 consente la realizzazione rapida di linee ad alta capacità a costi inferiori. Una volta raggiunta la capacità massima, ciascuna delle due linee del Cairo sarà in grado di trasportare 45.000 passeggeri all'ora in ciascuna direzione. Il sistema monorotaia Innovia 300 è dotato della collaudata soluzione di controllo dei treni basata sulle comunicazioni Cityflo 650 di Alstom. I vantaggi di questa tecnologia di punta includono elevata affidabilità, funzionamento flessibile, passaggi più brevi tra i treni, maggiore sicurezza e costi di manutenzione ridotti. Il sistema di trazione Alstom Mitrac offre una forte affidabilità e manutenibilità e, grazie al suo motore a magneti permanenti, migliori dati sul consumo di energia.

Alstom è partner delle ferrovie egiziane dal 1971, supportando continuamente lo sviluppo dell'infrastruttura ferroviaria nel paese. In questi anni, Alstom Egypt ha creato un pool di talenti locali e un Centro di eccellenza (COE) relativo a sistemi di segnalamento, alimentazione e officine di manutenzione per supportare progetti nella sua regione Africa-Medio Oriente-Asia centrale (AMECA). È questo ricco patrimonio che ha consentito ad Alstom di dare un contributo significativo allo sviluppo dell'industria ferroviaria egiziana. Oggi Alstom impiega circa 500 persone in Egitto con progetti in corso che includono la modernizzazione del sistema di segnalamento sulla linea Beni Sueif – Assyut (*Comunicato Stampa Alstom*, 8 settembre 2021).

### ***Egypt: the first two Innovia 300 monorail trains for Cairo Monorail delivered on time***

*Alstom's first two Innovia 300 monorail trains for the Cairo Monorail project have arrived in Cairo after being completed at Alstom's Derby UK factory, with propulsion systems application led by Alstom's site in Trapaga, Spain. The dispatch of the first 8 fully automated, driverless cars out of 70 trains (a total of 280 cars) is a major milestone in the Cairo Monorail pro-*



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 – Arrivo del primo veicolo modulare monorotaia nel Porto di Alessandria.

*Figure 2 – Arrival of the first monorail train in Alexandria port.*



ject, Egypt's first two monorail lines, linking the New Capital City and 6th October City to Greater Cairo (Fig. 2).

In August 2019, an Alstom-led consortium composed of Orascom Construction and Arab Contractors signed a €2.7bn contract to design, implement, operate, and maintain the two lines. The project includes a 54 km line connecting the New Administrative City with East Cairo and a second 42 km line connecting 6th of October City with Giza. Both lines are expected to open in 2023. After the construction phase is completed, the Alstom-led consortium will provide 30 years of operation and maintenance (O&M) services for both lines.

"I am proud of the project team for the successful delivery of the first two trains to the National Authority of Tunnels. The monorail will be a game changer for residents, decreasing commute times, congestion, pollution, and carbon emissions. It is an important part of the government's ongoing efforts to redefine Egypt's urban future. A future, we are committed to help actualize through safe, smart and green solutions," said A. DE LEONE, President Alstom Africa, Middle East & Central Asia. Egypt is committed to developing and improving mobility services for its citizens, while reducing traffic congestion and environmental impact. The Innovia 300 monorail system allows fast construction of high-capacity lines at lower costs. Once maximum capacity is achieved, each of the two Cairo lines will be able to transport 45,000 passengers per hour in each direction. The Innovia 300 monorail system is equipped with Alstom's proven Cityflo 650 communications-based train control solution. Benefits of this flagship technology include high reliability, flexible operation, shorter headways between trains, improved safety and reduced maintenance costs. The Alstom Mitrac propulsion system provides strong reliability and maintainability, and thanks to its permanent magnet motor, better energy consumption figures.

Alstom has been a partner to Egypt's railways since 1971, continuously supporting the railway infras-

tructure development in the country. Over these years, Alstom Egypt has established a local talent pool and Center of Excellence (COE) related to signalling systems, power supply and maintenance workshops to support projects across its Africa-Middle East-Central Asia (AMECA) region. It is this rich heritage that has enabled Alstom to make a significant contribution to Egypt's rail industry development. Today, Alstom employs approximately 500 people in Egypt with ongoing projects which includes the modernization of signalling system on the Beni Sueif – Assyut line (Alstom Press Release, September 8<sup>th</sup>, 2021).

### **TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION**

#### **Cina: CR Zhengzhou ottimizza continuamente i piani di trasporto e garantisce la sicurezza del trasporto merci**

Dalla ripresa del traffico ferroviario Taiyuan-Jiaozuo, China Railway Zhengzhou Group Co. Ltd. ha organizzato attivamente il trasporto merci e ha studiato la domanda di merci lungo la ferrovia. Per garantire la sicurezza dei trasporti, inoltre, ottimizza continuamente i piani di trasporto e rafforza ulteriormente il monitoraggio e il controllo della qualità e dell'efficienza del carico delle auto. Il 16 agosto, un treno merci ha operato tra la stazione di Dongpo e la stazione di Kongzhuang della ferrovia Taiyuan-Jiaozuo (*Comunicato stampa CR*, 6 settembre 2021).

#### **China: CR Zhengzhou Continuously Optimizes Transport Plans and Guarantees Freight Transport Safety**

Since the resumption of Taiyuan-Jiaozuo rail traffic, China Railway Zhengzhou Group Co., Ltd. has actively organized freight transport and investigated freight demands along the railway. In order to guarantee transport safety, it also continuously optimizes transport plans and further

strengthens monitoring and control of car loading quality and efficiency. On August 16, a freight train operated between Dongpo Station and Kongzhuang Station of Taiyuan-Jiaozuo Railway (*CR Press Release*, September 6<sup>th</sup>, 2021).

### **INDUSTRIA MANUFACTURES**

#### **Nuova Zelanda: Airbus e Air New Zealand studiano il potenziale per gli aerei a idrogeno**

In base all'accordo, Air New Zealand analizzerà l'impatto che i velivoli alimentati a idrogeno (Fig. 3) potrebbero avere sulla propria rete, operazioni e infrastrutture. Nel frattempo, Airbus condividerà le prestazioni previste degli aeromobili e le caratteristiche delle operazioni di terra per supportare Air New Zealand nella sua roadmap di decarbonizzazione. L'amministratore delegato di Air New Zealand, G. FORAN, ha affermato che l'accordo è un passo entusiasmante verso la comprensione di come gli aerei a idrogeno potrebbero diventare una realtà in Nuova Zelanda.

"Questo accordo ci avvicina di un passo al nostro impegno a zero emissioni nette entro il 2050 e alla realizzazione della nostra aspirazione a mettere in atto soluzioni a basse emissioni di carbonio per i nostri voli nazionali e regionali più brevi. La Nuova Zelanda ha un'opportunità unica di essere leader mondiale nell'adozione di velivoli a emissioni zero, dato l'impegno del Paese per l'energia rinnovabile che può essere utilizzata per generare idrogeno verde e la nostra rete aerea regionale altamente connessa".

Il capitano D. MORGAN, Chief Operational Integrity and Safety Officer di Air New Zealand, ha affermato che il protocollo d'intesa è un'opportunità per la compagnia aerea di far parte della progettazione e della definizione di come un aereo alimentato a idrogeno potrebbe adattarsi alle proprie operazioni.

“Lavoreremo a stretto contatto con Airbus per comprendere le opportunità e le sfide, compreso il raggio di volo raggiungibile e quali modifiche all’infrastruttura di terra o alla logistica potrebbero essere necessarie per implementare questa tecnologia in Nuova Zelanda”.

Il presidente di Airbus Asia-Pacific, A. STANLEY, ha aggiunto che l’accordo riflette l’impegno condiviso delle due società per garantire un futuro sostenibile per il settore.

“Questo accordo con Air New Zealand ci fornirà importanti spunti su come mettere in servizio un aeromobile a emissioni zero. Lo studio congiunto ci consentirà di ottenere un prezioso feedback su ciò che le compagnie aeree si aspettano e sulle loro preferenze in termini di configurazione e prestazioni”.

Airbus sta attualmente studiando tre concetti per velivoli alimentati a idrogeno, tra cui un’opzione turboprop, turbofan e ala mista. La società prevede di immettere sul mercato un aereo alimentato a idrogeno entro il 2035 (*Comunicato stampa Airbus*, 16 settembre 2021).

### **New Zealand: Airbus and Air New Zealand to study potential for hydrogen-powered aircraft**

*Under the agreement, Air New Zealand will analyse the impact hydrogen-powered aircraft (Fig. 3) may have on its network, operations and infrastructure. Meanwhile, Airbus will share expected aircraft performance and ground operations characteristics to support Air New Zealand in its decarbonisation roadmap. Air New Zealand Chief Executive Officer G. FORAN said the agreement is an exciting step towards understanding how hydrogen-powered aircraft could become a reality in New Zealand.*

*“This agreement brings us a step closer to our net zero emissions by 2050 commitment and to realising our aspiration to put low carbon solutions in place for our shorter domestic and regional flights. New Zealand has a unique opportunity to be a world*



(Fonte - Source: Airbus)

Figura 3 – Air New Zealand e Airbus hanno firmato un Memorandum of Understanding (MoU) per collaborare a uno studio congiunto per esplorare il potenziale delle operazioni di aeromobili alimentati a idrogeno.

*Figure 3 – Air New Zealand and Airbus have signed a Memorandum of Understanding (MoU) to cooperate on a joint study to explore the potential for hydrogen-powered aircraft operations.*

*leader in the adoption of zero emissions aircraft, given the country’s commitment to renewable energy which can be used to generate green hydrogen and our highly connected regional air network.”*

*Air New Zealand Chief Operational Integrity and Safety Officer Captain D. MORGAN said the MoU is an opportunity for the airline to be part of the design and definition of how a hydrogen-powered aircraft might fit into its own operations.*

*“We’ll be working closely with Airbus to understand opportunities and challenges, including achievable flying range and what ground infrastructure or logistics changes may be required to implement this technology in New Zealand.”*

*Airbus Asia-Pacific President A. STANLEY added that the agreement reflects the shared commitment of the two companies to ensure a sustainable future for the industry.*

*“This agreement with Air New Zealand will provide us with important insights about how we could put a zero-emission aircraft into service. The joint study will enable us to gain invaluable feedback on what airlines will expect and their preferences in*

*terms of configuration and performance.”*

*Airbus is currently studying three concepts for hydrogen-powered aircraft, including a turboprop, turboprop and blended wing option. The company plans to bring a hydrogen-powered aircraft to the market by 2035 (Airbus Press Release, September 16<sup>th</sup>, 2021).*

### **VARIE OTHERS**

#### **Emirati Arabi Uniti: FS, Expo 2020 Dubai, viaggio nella bellezza della mobilità sostenibile e integrata**

Ferrovie dello Stato Italiane racconterà a Expo 2020 Dubai la nuova visione del Gruppo FS di mobilità sostenibile e integrata a supporto dell’economia e del turismo del Paese, della valorizzazione dei suoi territori e delle sue bellezze.

FS sarà infatti presente in qualità di Gold Sponsor del Padiglione Italia all’Esposizione Universale che prenderà il via il 1 ottobre 2021.

Ad illustrare la partnership, nella Sala Presidenziale della stazione di Roma Ostiense, L. DI MAIO, Ministro degli Affari Esteri e della Coopera-

zione Internazionale, P. GLISENTI, Commissario Generale di Sezione per l'Italia per Expo 2020 Dubai, N. GIADROSSI, Presidente del Gruppo FS Italiane e L. FERRARIS, Amministratore Delegato del Gruppo FS Italiane.

Per i visitatori del Padiglione Italia dell'Esposizione Universale il Gruppo FS ha allestito un'installazione di tipo immersivo nella sezione finale del percorso espositivo: un'ambientazione di suoni e immagini su uno schermo lungo 27 metri ispirato al tema della bellezza dove il meglio della tecnologia infrastrutturale del Gruppo FS, coniugata con sostenibilità e innovazione, si fonde con i paesaggi italiani. Un viaggio metaforico a bordo dei treni del Gruppo FS e lungo le opere infrastrutturali che Ferrovie ha realizzato e sta realizzando per contribuire allo sviluppo del Paese.

Per celebrare la propria presenza a Expo Dubai, per tutta la durata dell'Esposizione Universale che si concluderà il 31 marzo 2022, sui binari italiani correrà anche un Frecciarossa 1000 con una livrea che richiama il simbolo e i colori del Padiglione Italia (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 15 settembre 2021).

***United Arab Emirates:  
FSI, Expo 2020 Dubai,  
a journey into the beauty  
of sustainable mobility  
and integrated***

*Ferrovie dello Stato Italiane will present at Expo 2020 Dubai the new vision of the FS Group of sustainable and integrated mobility to support the economy and tourism of the country, the enhancement of its territories and its beauties.*

*FS will in fact be present as Gold Sponsor of the Italian Pavilion at the Universal Exposition which will start on October 1<sup>st</sup>, 2021.*

*To illustrate the partnership, today, in the Presidential Hall of the Roma Ostiense station, L. DI MAIO, Minister of Foreign Affairs and International Cooperation, P. GLISENTI, Section Commissioner General for Italy for Expo 2020 Dubai, N. GIADROSSI, Pres-*

*ident of the FS Italiane Group and L. FERRARIS, CEO of the FS Italiane Group.*

*For the visitors of the Italian Pavilion of the Universal Exposition, the FS Group has set up an immersive installation in the final section of the exhibition: a setting of sounds and images on a 27-meter long screen inspired by the theme of beauty where the best of infrastructural technology of the FS Group, combined with sustainability and innovation, blends with the Italian landscapes. A metaphorical journey on board the trains of the FS Group and along the infrastructural works that Ferrovie has built and is carrying out to contribute to the development of the country.*

*To celebrate its presence at Expo Dubai, for the entire duration of the Universal Exposition which will end on March 31<sup>st</sup>, 2022, a Frecciarossa 1000 will also race on the Italian tracks with a livery that recalls the symbol and colors of the Italian Pavilion (FSI Group Press Release, September 15<sup>th</sup>, 2021).*

**Russia: lo sviluppo  
del trasporto ferroviario  
transcontinentale riduce  
l'impronta di carbonio**

O. BELOZEROV, amministratore delegato e presidente del consiglio di amministrazione delle ferrovie russe, e M. ANTONOVICH, presidente del comitato dell'Organizzazione per la cooperazione tra le ferrovie (OSJD), hanno discusso dello sviluppo del trasporto ferroviario transcontinentale in una riunione tenutasi a Mosca il 14 settembre 2021.

Come hanno notato gli uomini, sono attualmente in corso lavori attraverso la piattaforma OSJD per sviluppare 13 corridoi di trasporto. Parte di questo sistema sono i collegamenti Russia – Transiberiana e Nord – Sud, i principali corridoi di trasporto eurasiatici.

“Lo sviluppo di corridoi di trasporto internazionali è una priorità assoluta per la Società. Garantiscono la massima efficienza del trasporto

di container, riducendo al minimo l'impronta di carbonio derivante da altri tipi di trasporto”, ha affermato l'amministratore delegato di Russian Railways.

BELOZEROV ha anche osservato che l'ulteriore sviluppo dei corridoi di trasporto internazionali richiede che i regolatori del mercato, i vettori, i proprietari di merci e gli spedizionieri coordinino le loro azioni nel campo delle tariffe, della semplificazione delle procedure di attraversamento delle frontiere e dell'introduzione di strumenti digitali.

O. BELOZEROV e M. ANTONOVICH hanno affermato che allo stesso tempo era al di fuori delle competenze e dei poteri delle singole società risolvere tutte le questioni relative all'organizzazione del traffico merci internazionale e che era quindi importante creare organismi di coordinamento per la gestione di OSJD corridoi di trasporto ferroviario.

Durante l'incontro, BELOZEROV e M. ANTONOVICH hanno anche sottolineato l'importanza del lavoro svolto dall'OSJD per aggiornare l'esistente e creare un nuovo quadro normativo e giuridico che regoli l'organizzazione e l'attuazione del traffico ferroviario internazionale di merci e passeggeri.

Nell'ambito dell'OSJD, è stata preparata e concordata una bozza di accordo e regole sul trasporto di container nell'ambito di treni container internazionali. Il progetto stabilisce una procedura unificata per la cooperazione tra vettori ferroviari e operatori di treni container. La firma di questo accordo costituirà la base per ulteriori miglioramenti del quadro normativo nel campo del trasporto di container.

Un altro tema discusso durante l'incontro è stato la digitalizzazione del processo di trasporto. O. BELOZEROV e M. ANTONOVICH hanno concordato di continuare le attività congiunte in questa direzione nell'ambito dell'OSJD al fine di condurre il trasporto tra Cina – Europa – Cina in un formato completamente senza carta (*Comunicato stampa RZD*, 14 settembre 2021).



## **Russia: development of transcontinental rail transport reduces carbon footprint**

O. BELOZEROV, the Chief Executive Officer and Chairman of the Management Board of Russian Railways, and M. ANTONOVICH, Chairman of the Committee of the Organisation for Co-operation between Railways (OSJD), discussed the development of transcontinental rail transport at a meeting held in Moscow on 14 September 2021.

As the men noted, work is currently underway through the OSJD platform to develop 13 transport corridors. Part of this system is the Russia – Trans-Siberian and North – South links, the main Eurasian transport corridors.

“The development of international transport corridors is an absolute priority for the Company. They ensure the maximum efficiency of container transportation, while minimising the carbon footprint arising from other types of transport,” said the CEO of Russian Railways.

BELOZEROV also noted that the further development of international transport corridors requires market regulators, carriers, cargo owners and forwarders to coordinate their actions in the field of tariffs, the simplification of border crossing procedures, and the introduction of digital tools.

O. BELOZEROV and M. ANTONOVICH also said that at the same time it was beyond the competence and powers of individual companies to resolve all the issues relating to the organisation of international freight traffic and that it was therefore important to create coordinating bodies for the management of OSJD railway transport corridors.

During the meeting, BELOZEROV and M. ANTONOVICH also stressed the importance of the work carried out by the OSJD to update the existing and create a new regulatory and legal framework governing the organisation and implementation of international freight and passenger rail traffic.

Within the framework of OSJD, a draft agreement and rules on the car-

riage of containers as part of international container trains has been prepared and agreed upon. The draft establishes a unified procedure for cooperation between railway carriers and container train operators. The signing of this agreement will become the basis for further improvements in the regulatory legal framework in the field of container transportation.

Another issue discussed during the meeting was the digitalization of the transportation process. O. BELOZEROV and M. ANTONOVICH agreed to continue joint activities in this direction within the framework of the OSJD in order to conduct transportation between China – Europe – China in a completely paperless format (RZD Press Release, September 14<sup>th</sup>, 2021).

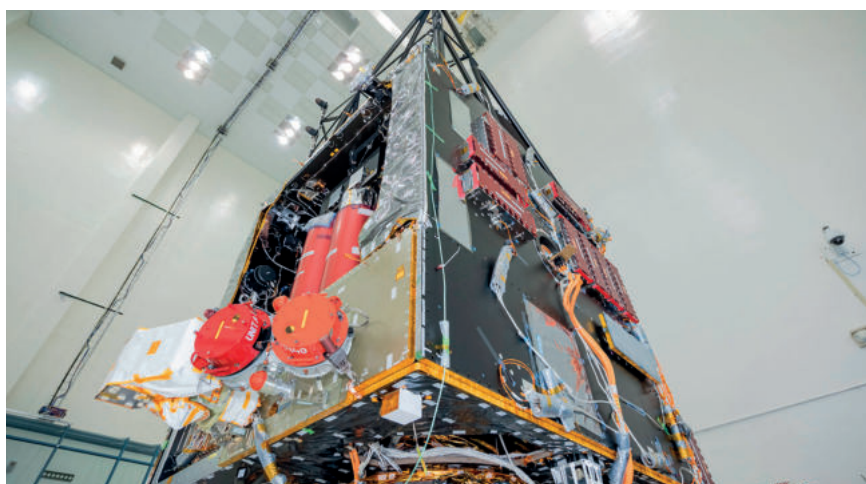
## **USA: la propulsione elettrica solare fa funzionare la navicella spaziale Psyche della NASA**

Quando arriverà il momento per la navicella spaziale Psyche della NASA (Fig. 4) di alimentarsi nello spazio profondo, sarà più “il cervello”

che “i muscoli” a fare il lavoro. Una volta “roba da fantascienza”, il potere efficiente e silenzioso della propulsione elettrica fornirà la forza che spingerà la navicella spaziale Psyche fino alla fascia principale degli asteroidi tra Marte e Giove. L’obiettivo dell’orbiter: un asteroide ricco di metalli chiamato anche Psyche.

La navicella spaziale verrà lanciata nell’agosto 2022 e percorrerà circa 1,5 miliardi di miglia (2,4 miliardi di chilometri) in tre anni e mezzo per raggiungere l’asteroide, che gli scienziati ritengono possa essere parte del nucleo di un planetesimo, l’elemento costitutivo di un primo pianeta a materiale roccioso. Una volta in orbita, il gruppo della missione utilizzerà il carico utile di strumenti scientifici per indagare su ciò che questo obiettivo unico può rivelare sulla formazione di pianeti rocciosi come la Terra.

La navicella farà affidamento sui grandi motori a razzo chimico del veicolo di lancio Falcon Heavy per far saltare la piattaforma di lancio e sfuggire alla gravità terrestre. Ma il resto del viaggio, una volta che Psi-



(Fonte - Source: NASA/JPL-Caltech)

Figura 4 – La navicella spaziale Psyche della NASA è stata fotografata nel luglio 2021 durante la fase di assemblaggio, test e lancio della missione al JPL. I propulsori Hall – due dei quali sono visibili sotto le coperture protettive rotonde rosse – spingeranno la navicella verso il suo obiettivo nella fascia principale degli asteroidi.

Figure 4 – NASA’s Psyche spacecraft is photographed in July 2021 during the mission’s assembly, test, and launch operations phase at JPL. Hall thrusters – two of which are visible beneath red round protective covers – will propel the spacecraft to its target in the main asteroid belt.

che si separerà dal veicolo di lancio, si baserà sulla propulsione elettrica solare. Questa forma di propulsione inizia con grandi pannelli solari che convertono la luce solare in elettricità, fornendo la fonte di energia per i propulsori del veicolo spaziale. Sono conosciuti come propulsori Hall e la navicella spaziale Psyche sarà la prima a usarli oltre l'orbita della nostra Luna.

Per il propellente, Psiche trasporterà serbatoi pieni di xeno, lo stesso gas neutro utilizzato nei fari delle auto e nei televisori al plasma. I quattro propulsori della navicella utilizzeranno campi elettromagnetici per accelerare ed espellere atomi carichi, o ioni, di quello xeno. Quando questi ioni vengono espulsi, creano una spinta che muove delicatamente Psiche attraverso lo spazio, emettendo raggi blu di xeno ionizzato.

In effetti, la spinta è così delicata che esercita circa la stessa quantità di pressione che sentiresti tenendo tre quarti di libra in mano. Ma è abbastanza per accelerare Psiche attraverso lo spazio profondo. Senza resistenza atmosferica a trattenerlo, la navicella spaziale alla fine accelererà fino a 200.000 miglia all'ora (320.000 chilometri all'ora).

Poiché sono così efficienti, i propulsori di Psyche's Hall potrebbero funzionare quasi ininterrottamente per anni senza rimanere senza carburante. Psiche trasporterà 2.030 libbre (922 chilogrammi) di xeno nei suoi serbatoi; gli ingegneri stimano che la missione brucerebbe circa cinque volte quella quantità di propellente se dovesse utilizzare i tradizionali propulsori chimici. "Anche all'inizio, quando stavamo progettando la missione per la prima volta nel 2012, parlavamo di propulsione elettrica solare come parte del piano. Senza di essa, non avremmo la missione Psiche", ha detto L. ELKINS-TANTON dell'Arizona State University che, come investigatore principale, guida la missione. "Ed è diventato parte del carattere della missione. Ci vuole un team specializzato per calcolare traiettorie e orbite usando la propulsione elettrica solare".

- Una manovra fluida

Psyche partirà dallo storico Pad 39A del Kennedy Space Center della NASA. Il Falcon Heavy posizionerà la navicella su una traiettoria per volare vicino a Marte per un'assistenza gravitazionale sette mesi dopo, nel maggio 2023. All'inizio del 2026, i propulsori faranno il delicato lavoro di portare la navicella in orbita attorno all'asteroide Psiche, usando un po' di balletto per tornare in orbita attorno al suo bersaglio.

Questo compito sarà particolarmente complicato a causa di quanto poco gli scienziati sappiano dell'asteroide, che appare solo come un minuscolo puntino di luce nei telescopi. Il radar terrestre suggerisce che è largo circa 140 miglia (226 chilometri) e a forma di patata, il che significa che gli scienziati non sapranno fino a quando non arriveranno lì come funziona esattamente il suo campo gravitazionale. Mentre la missione conduce la sua indagine scientifica nell'arco di 21 mesi, gli ingegneri di navigazione utilizzeranno i propulsori a propulsione elettrica per far volare il veicolo spaziale attraverso una progressione di orbite che avvicina gradualmente il veicolo spaziale a Psiche. Il Jet Propulsion Laboratory della NASA nel sud della California, che gestisce la missione, ha utilizzato un sistema di propulsione simile con il Deep Space 1 dell'agenzia, lanciato nel 1998 e sorvolato da un asteroide e una cometa prima della fine della missione nel 2001. Poi è arrivata Dawn, che ha utilizzato propulsione elettrica solare per viaggiare e orbitare intorno all'asteroide Vesta e poi al protopianeta Cerere. La prima navicella spaziale in assoluto a orbitare attorno a due obiettivi extraterrestri, la missione Dawn è durata 11 anni, terminando nel 2018 quando ha esaurito l'ultimo propellente idrazina utilizzato per mantenere il suo orientamento.

- Partner nella propulsione

Maxar Technologies utilizza da decenni la propulsione elettrica solare per alimentare i satelliti per le comunicazioni commerciali. Ma per

Psyche, avevano bisogno di adattare i propulsori Hall superefficienti per volare nello spazio profondo, ed è qui che sono entrati in gioco gli ingegneri del JPL. Entrambi i gruppi sperano che Psyche, usando i propulsori Hall per la prima volta oltre l'orbita lunare, aiuti a spingere i limiti di propulsione elettrica solare.

"La tecnologia di propulsione elettrica solare offre il giusto mix di risparmio sui costi, efficienza ed energia e potrebbe svolgere un ruolo importante nel supportare future missioni scientifiche su Marte e oltre", ha affermato S. SCOTT, responsabile del programma Psyche di Maxar.

Oltre a fornire i propulsori, il team di Maxar a Palo Alto, in California, è stato responsabile della costruzione del telaio delle dimensioni di un furgone del veicolo spaziale, che ospita l'impianto elettrico, i sistemi di propulsione, il sistema termico e il sistema di guida e navigazione. Quando sarà completamente assemblato, Psyche si sposterà nell'enorme camera a vuoto termico del JPL per i test che simulano l'ambiente dello spazio profondo. Entro la prossima primavera, la navicella spaziale verrà spedita dal JPL a Cape Canaveral per il lancio (*Comunicato Stampa NASA*, 20 settembre 2021).

### **USA: Solar Electric Propulsion Makes NASA's Psyche Spacecraft Go**

*When it comes time for NASA's Psyche spacecraft (Fig. 4) to power itself through deep space, it'll be more brain than brawn that does the work. Once the stuff of science fiction, the efficient and quiet power of electric propulsion will provide the force that propels the Psyche spacecraft all the way to the main asteroid belt between Mars and Jupiter. The orbiter's target: a metal-rich asteroid also called Psyche.*

*The spacecraft will launch in August 2022 and travel about 1.5 billion miles (2.4 billion kilometers) over three and a half years to get to the asteroid, which scientists believe may be*

part of the core of a planetesimal, the building block of an early rocky planet. Once in orbit, the mission team will use the payload of science instruments to investigate what this unique target can reveal about the formation of rocky planets like Earth.

The spacecraft will rely on the large chemical rocket engines of the Falcon Heavy launch vehicle to blast off the launchpad and to escape Earth's gravity. But the rest of the journey, once Psyche separates from the launch vehicle, will rely on solar electric propulsion. This form of propulsion starts with large solar arrays that convert sunlight into electricity, providing the power source for the spacecraft's thrusters. They're known as Hall thrusters, and the Psyche spacecraft will be the first to use them beyond the orbit of our Moon.

For propellant, Psyche will carry tanks full of xenon, the same neutral gas used in car headlights and plasma TVs. The spacecraft's four thrusters will use electromagnetic fields to accelerate and expel charged atoms, or ions, of that xenon. As those ions are expelled, they create thrust that gently propels Psyche through space, emitting blue beams of ionized xenon.

In fact, the thrust is so gentle, it exerts about the same amount of pressure you'd feel holding three quarters in your hand. But it's enough to accelerate Psyche through deep space. With no atmospheric drag to hold it back, the spacecraft eventually will accelerate to speeds of up to 200,000 miles per hour (320,000 kilometers per hour).

Because they're so efficient, Psyche's Hall thrusters could operate nearly nonstop for years without running out of fuel. Psyche will carry 2,030 pounds (922 kilograms) of xenon in its tanks; engineers estimate

that the mission would burn through about five times that amount of propellant if it had to use traditional chemical thrusters. "Even in the beginning, when we were first designing the mission in 2012, we were talking about solar electric propulsion as part of the plan. Without it, we wouldn't have the Psyche mission," said Arizona State University's L. ELKINS-TANTON, who as principal investigator leads the mission. "And it's become part of the character of the mission. It takes a specialized team to calculate trajectories and orbits using solar electric propulsion."

- **A Gentle Maneuver**

Psyche will launch from the historic Pad 39A at NASA's Kennedy Space Center. The Falcon Heavy will place the spacecraft on a trajectory to fly by Mars for a gravity assist seven months later, in May 2023. In early 2026, the thrusters will do the delicate work of getting the spacecraft into orbit around asteroid Psyche, using a bit of ballet to back into orbit around its target.

That task will be especially tricky because of how little scientists know about the asteroid, which appears as only a tiny dot of light in telescopes. Ground-based radar suggests it's about 140 miles (226 km) wide and potato-shaped, which means that scientists won't know until they get there how exactly its gravity field works. As the mission conducts its science investigation over 21 months, navigation engineers will use the electric propulsion thrusters to fly the spacecraft through a progression of orbits that gradually bring the spacecraft closer and closer to Psyche.

NASA's Jet Propulsion Laboratory in Southern California, which manages the mission, used a similar

propulsion system with the agency's Deep Space 1, which launched in 1998 and flew by an asteroid and a comet before the mission ended in 2001. Next came Dawn, which used solar electric propulsion to travel to and orbit the asteroid Vesta and then the protoplanet Ceres. The first spacecraft ever to orbit two extraterrestrial targets, the Dawn mission lasted 11 years, ending in 2018 when it used up the last of the hydrazine propellant used to maintain its orientation.

- **Partners in Propulsion**

Maxar Technologies has been using solar electric propulsion to power commercial communications satellites for decades. But for Psyche, they needed to adapt the superefficient Hall thrusters to fly in deep space, and that's where JPL engineers came in. Both teams hope that Psyche, by using Hall thrusters for the first time beyond lunar orbit, will help push the limits of solar electric propulsion.

"Solar electric propulsion technology delivers the right mix of cost savings, efficiency, and power and could play an important role in supporting future science missions to Mars and beyond," said S. SCOTT, Maxar's Psyche program manager.

Along with supplying the thrusters, Maxar's team in Palo Alto, California, was responsible for building the spacecraft's van-size chassis, which houses the electrical system, the propulsion systems, the thermal system, and the guidance and navigation system. When fully assembled, Psyche will move into JPL's huge thermal vacuum chamber for testing that simulates the environment of deep space. By next spring, the spacecraft will ship from JPL to Cape Canaveral for launch (NASA Press Release, September 20<sup>th</sup>, 2021).

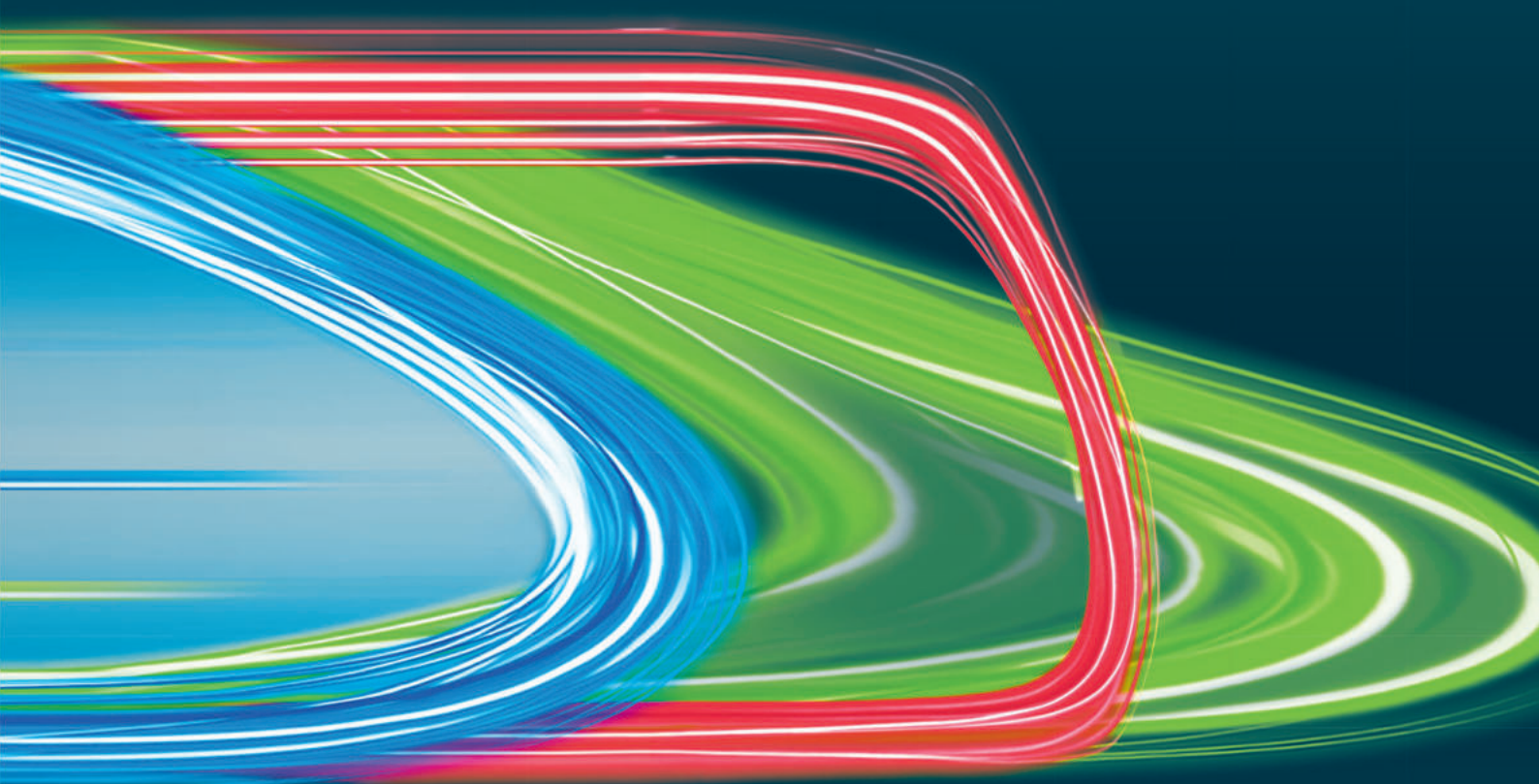




# *InnoTrans 2022*

*20 – 23 SEPTEMBER · BERLIN*

*International Trade Fair for Transport Technology*



## *THE FUTURE OF MOBILITY*

**CONTACT**

P&G EXHIBITIONS MARKETING MEDIA

Via A. Costa, 2 · 20131 Milano

T +39.02 33402131

messeberlin@pg-mktg.it

 Messe Berlin

## NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

### Francesca CIUFFINI **ORARIO FERROVIARIO** **Integrazione e connettività**

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

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

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

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

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

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

#### Parte I

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

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

#### Parte II

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

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



#### Parte III

##### **Sistemi di orario cadenzato: approfondimenti**

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

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

**Prezzo di copertina € 30,00.**

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

## INDICE PER ARGOMENTO

- 1 – CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 – ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 – MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
  
- 4 – VETTURE
- 5 – CARRI
- 6 – VEICOLI SPECIALI
- 7 – COMPONENTI DEI ROTABILI
  
- 8 – LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 – ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 – ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 – AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 – CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 – TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 – TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 – DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
  
- 16 – MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 – OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
  
- 18 – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 – SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 – CIRCOLAZIONE DEI TRENI
  
- 21 – IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 – FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 – IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
  
- 24 – IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
  
- 25 – METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 – TRAM E TRAMVIE
  
- 27 – POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 – FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 – TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 – TRASPORTI MERCI
- 31 – TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 – TRASPORTO LOCALE
- 33 – PERSONALE
  
- 34 – FRENI E FRENATURA
- 35 – TELECOMUNICAZIONI
- 36 – PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 – CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 – CIFI
- 39 – INCIDENTI FERROVIARI
- 40 – STORIA DELLE FERROVIE
- 41 – VARIE

**I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.**

**Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.**



## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2021

**(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)**

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- <b>Ordinari</b>	60,00	50,00
- Per il personale <b>non ingegnere</b> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- <b>Studenti</b> (allegare certificato di frequenza Università) <sup>(*)</sup> – (copia rivista online)		25,00
- <b>Estero</b>	180,00	50,00

*(\*) Gli studenti, dopo i 3 anni di iscrizione gratuita come nuovi associati, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 25,00 che include l'invio online delle Riviste "IF - Ingegneria Ferroviaria" e "la Tecnica Professionale".*

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 - Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito [www.cifi.it](http://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. 06.4742986 - E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

#### Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50**.

*I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

## TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2021

**(The subscriber can decide to receive IF - Ingegneria Ferroviaria online)**

Price including VAT	Paper	Online
- <b>Normal (Italy)</b>	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- <b>Students</b> (University attesting documentation required) <sup>(*)</sup> – (online version of IF journal)		25.00
- <b>Foreign countries</b>	180.00	50.00

*(\*) After 3 years of free association, students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 25.00, which includes the online "IF - Ingegneria Ferroviaria" and "la Tecnica Professionale" subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 - UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- Cash or by Debit Card.

**The renewal of the subscription must be performed within March 31<sup>st</sup> 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: +39.06.4742986 - E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

#### Price including VAT

Single Issue € **8,00**; Double or Special Issue € **16,00**; Old Issue: *Italy* € **16,00**; *Foreign Countries* € **20,00**.

Single article € **9,50**.

*The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.*

	IF Biblio	<b>Storia delle ferrovie</b>	<b>40</b>
	<p>111 Storia recente del “mestiere” del capotreno – Evoluzioni normative e di ruolo (TOSSANI - DE SANDOLI) <i>La Tecnica Professionale</i>, marzo 2020, pagg. 22-30, figg. 9, tabb. 7. Biblio 1 titolo.</p> <p>In parallelo ai cambiamenti politici, sociali e tecnologici avvenuti negli ultimi vent’anni, anche il mestiere del Capotreno, figura altamente rappresentativa del mondo ferroviario, ha subito notevoli mutamenti, introdotti <i>in primis</i> da un quadro regolamentare in continua evoluzione.</p>	<p>113 La linea ferroviaria Bribano-Agordo: Analisi del progetto del collegamento ferroviario a 95 anni dall’apertura della linea (DI NARDO - PASQUALINI) <i>The Bribano-Agordo: Analysis of the rail link project 95 year after the opening of the railway line</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, gennaio 2021, pagg. 29-54, figg. 43, tabb. 2. Biblio 16 titoli.</p>	<p>114 La Herzoglich Braunschweigische Staatseisenbahn alla luce delle attuali ricerche alla DLR (WINTER) <i>Die Herzoglich Braunschweigische Staatseisenbahn im Lichte der aktuellen Forschung am DLR.</i> <i>ZEVRAil</i>, marzo 2021, pagg. 80-89, figg. 15, biblio. 23 titoli.</p> <p>La ferrovia inaugurata nel Braunschweig nel 1838 mostra come la allora lezione della migrazione dalla trazione animale al ferro sia tutt’oggi valida nella pianificazione della mobilità e recepita dal DLR, il centro tedesco di ricerca per il trasporto aereo e di superficie.</p>
	<p>112 1863 – Locomotive, macchinisti e turni fra Como, Milano e Magenta (GALLIO) <i>La Tecnica Professionale</i>, maggio 2020, pagg. 50-58, figg. 11. Biblio 13 titoli.</p> <p>Le pagine che seguono opereranno una breve analisi dei movimenti di locomotive – e con esse dei macchinisti cui erano affidate – nelle altre due linee principali, quelle che da Milano univano Magenta e Como-Camerlata.</p>		



**ORIGINAL THERMIT® –  
LA MIGLIOR SCELTA  
PER LE VOSTRE ROTAIE**

Con il suo portfolio Original Thermit®, Goldschmidt permette di collegare in modo eccellente quasi ogni tipo di rotaia.

**THERMIT ITALIANA S.R.L.**  
A **GOLDSCHMIDT COMPANY**  
Via Sirtori, 11 · 20017 Rho (MI) · Italia  
Phone: +39 02 931 80 932  
E-Mail: ti@goldschmidt.com

[www.goldschmidt.com](http://www.goldschmidt.com)      [www.thermit.it](http://www.thermit.it)



1966 | 2021

**PLASTIROMA SRL**

*La nostra priorità; è quella di seguire le necessità dei nostri clienti e cercare di soddisfare le loro richieste.*

*Ultimamente abbiamo ricevuto richieste per aumentare la volumetria delle cassette (da deviatoio e circuito di binario CDB a categorico FS), FS 831/123 e FS 831/121.*

*Siamo subito allertati! ed ora abbiamo in produzione le nuove cassette di volume maggiorato rispetto a quelle tradizionali.*

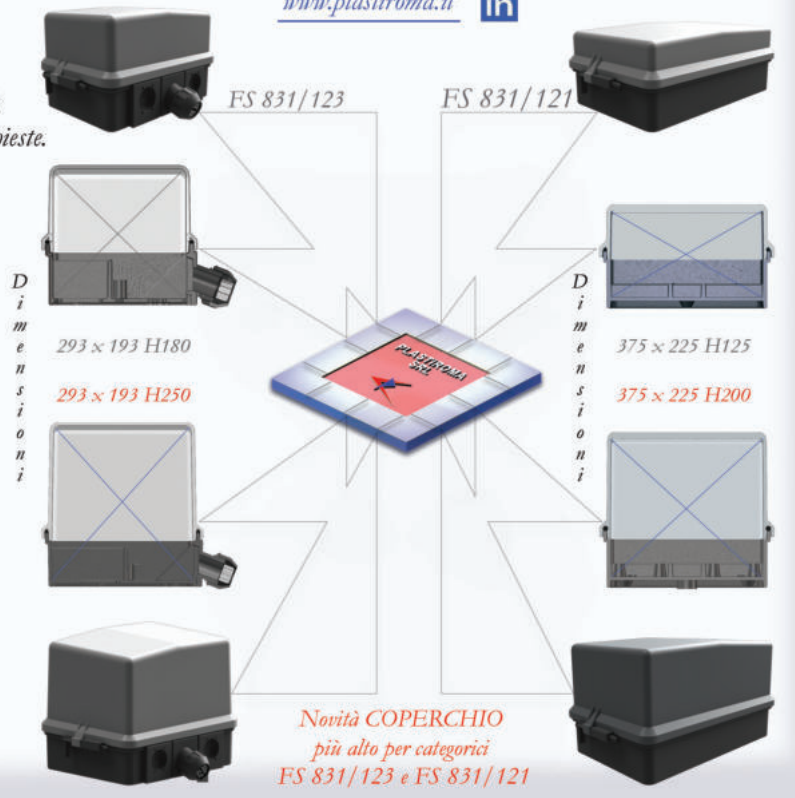
*Per maggior indicazione visita il nostro sito [www.plastiroma.it](http://www.plastiroma.it)*

*Prodotti FS > Cassette*




*Garanzia di Qualità secondo la norma ISO 9001*

[www.plastiroma.it](http://www.plastiroma.it)



*Novità COPERCHIO più alto per categorici FS 831/123 e FS 831/121*



	IF Biblio	<i>Trasporti viaggiatori</i>	31
	<p>136 Puntualità legata al cliente e sicurezza dei collegamenti nel trasporto pubblico (FINK - MARTIN - HANTSCH - PRADE) <i>Kundenbezogene Pünktlichkeit unter Berücksichtigung der Anschlusssicherung im ÖPNV</i> <i>ETR</i>, ottobre 2019, pagg. 31-36, figg. 7. Biblio 9 titoli.</p> <p>In molti casi, i passeggeri dei trasporti pubblici non possono raggiungere la loro destinazione senza uno o più cambi. Oltre alla puntualità dei singoli mezzi di trasporto, è quindi rilevante la qualità delle interconnessioni fra origine e destinazione. L'articolo presenta un modello per descrivere e ottimizzare la puntualità di connessione correlata al cliente in un punto di collegamento.</p> <hr/> <p>137 Le competenze del personale di accompagnamento conseguenti all'introduzione del Reg. UE 2015/995 (TOSSANI - LOMBARDO - ROSSI) <i>La Tecnica Professionale</i>, aprile 2020, pagg. 34-41, figg. 6, tabb. 4.</p> <p>In questo secondo articolo dedicato al settore Accompagnamento dei Treni analizzeremo il set di competenze definito da Trenitalia per la qualificazione professionale alla mansione di Capotreno.</p>	<p>138 La linea ferroviaria Siracusa-Ragusa-Vizzini (AMOROSO) <i>La Tecnica Professionale</i>, aprile 2020, pagg. 54-58, figg. 7.</p> <p>Nel 1869 venne costituito un consorzio fra la provincia di Siracusa e vari comuni dell'interno (Florida, Chiaramonte Gulfi, Solarino) con lo scopo di dare vita ad una linea ferroviaria che servisse la zona, in contrapposizione all'altro progetto che prevedeva un collegamento fra Siracusa e Licata per la via litoranea, lasciando quindi emarginati i paesi interni.</p>	

## RECENSIONE

Oltre alle pubblicazioni editte dal CIFI, che rappresentano ovviamente i nostri volumi più cari, riteniamo opportuno, nei limiti del possibile, presentare anche i volumi di altre case editrici con le quali è stato instaurato un reciproco rapporto di informazione e collaborazione.

Augusto Carpignano

### MECCANICA DEI TRASPORTI FERROVIARI E TECNICA DELLE LOCOMOTIVE

Presentazione di Tommaso Paoletti  
Editrice LEVROTTO & BELLA di Torino  
3<sup>a</sup> Edizione anno 2003

Il Testo è da considerarsi un “unicum” nel settore dell’editoria della meccanica dei trasporti ferroviari e delle locomotive in genere, in quanto l’Autore tratta con magistrale semplicità espositiva gli argomenti ricompresi negli otto Capitoli dell’opera, grazie alla sua ultratrentennale esperienza professionale sia nella tecnica che nel settore dell’insegnamento agli Allievi Macchinisti nel suo ruolo di Capo Deposito Istruttore presso il Deposito Locomotive di Torino Smistamento.

“*Meccanica della Locomozione*” e la “*Frenatura dei Treni*” rappresentano le tematiche descritte nei primi due Capitoli del Volume in esame, argomenti la cui comprensione è facilitata, anche per i neofiti, dall’utilizzo di figure auto-prodotte dall’Autore stesso e di tabelle riassuntive delle varie grandezze della cinematica applicata al movimento dei treni. Nel Capitolo successivo intitolato “*La trazione elettrica a 3.000 Volt*” l’Autore introduce il Lettore nel campo della trazione elettrica per scendere alla descrizione delle varie applicazioni della trazione ferroviaria, utilizzando le spiegazioni teoriche affiancate da figure illustrative dei relativi concetti, adeguatamente corredate da esaustive didascalie. “*La Corrente alternata trifase nella trazione ferroviaria*” e “*L’elettronica nella trazione ferroviaria*” sono i due Capitoli centrali dell’opera, i contenuti dei quali si richiamano alla spiegazione degli elementi di base, surrogata dall’ausilio di ottime figure illustrative delle diverse applicazioni, che l’introduzione dell’elettronica in campo ferroviario ha da sempre comportato. Un esempio, che piace appunto sottolineare, è la descrizione dell’inverter trifase a frequenza e tensione variabili per i più potenti motori di trazione delle locomotive.

“*La trazione diesel*” è il Capitolo, la cui trattazione è particolarmente dettagliata con i suoi vari tipi di trasmissione del moto: meccanico, idraulico ed elettrico.

Esemplare è la precisione nelle illustrazioni grafi-



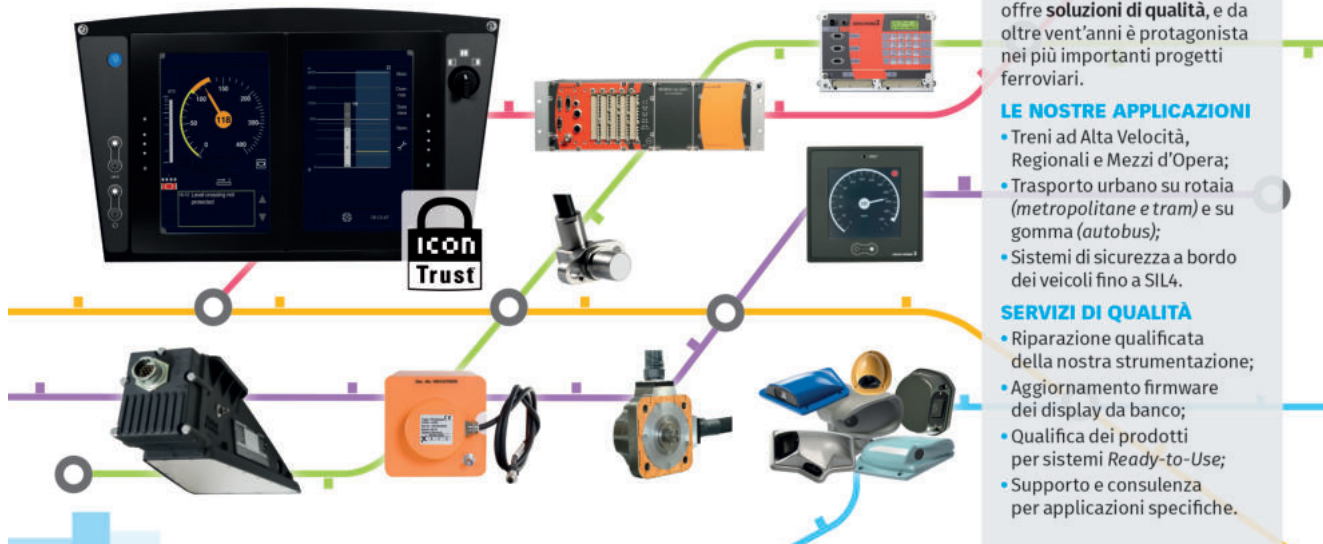
che così come nella fig. 108.4 a pag. 208 del Testo, in cui risalta la vista in assonometria esplosa del sistema di trasmissione del moto detto “a doppio asse cavo”, così come è in dotazione alla Locomotiva E.404 motrice per l’ETR 500.

Il Volume recensito ha ottenuto un interesse in campo accademico, essendo stato adottato con la collana dei Testi consigliati agli Studenti del V Anno della Facoltà di Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Torino.

Formato 24x17 cm, 785 pagine, 400 figure, 7 tabelle

Prezzo di copertina € 60,00 (sconto del 20% ai Soci Cifi e del 10% agli abbonati alla rivista “La Tecnica Professionale”)

# La qualità è il nostro viaggio quotidiano.



## ISOTRACK

la divisione trasporti di ISOIL Industria Spa, con la sua gamma di Prodotti e Servizi offre **soluzioni di qualità**, e da oltre vent'anni è protagonista nei più importanti progetti ferroviari.

### LE NOSTRE APPLICAZIONI

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

### SERVIZI DI QUALITÀ

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



[www.isoil.it](http://www.isoil.it)

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

**ISOIL**  
INDUSTRIA  
*Le soluzioni che cantano*



50  
1968 - 2018

**Pantecnica**<sup>®</sup>  
ENGINEERED SOLUTIONS

DIVISIONE  
**GMT**<sup>®</sup>  
**IRIS**  
Certification

rules: 2017 and based on  
ISO/TS 22163:2017

**MOLLE AD ARIA per  
SOSPENSIONI SECONDARIE  
COMFORT IN SICUREZZA  
e ALTA AFFIDABILITA'**



Via Magenta, 77/14A - 20017 Rho (Mi) Tel. 02.93261020 - Email: [info@pantecnica.it](mailto:info@pantecnica.it) - [www.pantecnica.it](http://www.pantecnica.it)



## Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

### 1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

#### 1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) ..... € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA – “Il materiale rotabile motore” ..... € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” ..... € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” ..... € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” ..... € 15,00

#### 1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) ..... € 15,00

#### 1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari” ..... € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” ..... € 30,00

### 2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.1 G. VICUNA – “Organizzazione e tecnica ferroviaria” (in attesa di nuova edizione) ..... € 25,00
- 2.3 P. DE PALATIS – “Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria” ..... € 25,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” (in attesa di nuova edizione) ..... € 40,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2° Edizione ..... € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” ..... € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive” ..... € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” ..... € 25,00

- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” ..... € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” ..... € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato” ..... € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” ..... € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” ..... € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” ..... € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” ..... € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” ..... € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” ..... €150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” ..... € 25,00
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” ..... € 30,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria – Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” ..... € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie – volume 1 – Le regole generali” ..... € 38,00

### 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
- 3.6 Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 ..... €100,00

### 4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4 ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) ..... € 40,00
- 4.9 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

## 6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani” .....	€ 28,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “L’Italia in treno” .....	€ 29,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia” .....	€ 35,00	6.65	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione – L’Artistica Editrice Savigliano (CN) .....	€ 70,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia” .....	€ 20,00	6.66	A. CARPIGNANO – “Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive” 3° Edizione .....	€ 60,00
6.62.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) – “In treno sui luoghi della grande guerra” .....	€ 14,00	6.67	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) – “In treno sui luoghi della Seconda Guerra Mondiale” .....	€ 15,00
6.63.	PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) – “Il Project Management - la Norma UNI ISO 21500” .....	€ 45,00			

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell’I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottostante. Per spedizioni l’importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

**Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)**

**Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%**

**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste *La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria***

### Modulo per la richiesta dei volumi

(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](http://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, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: [info@cifi.it](mailto:info@cifi.it) - [biblioteca@cifi.it](mailto:biblioteca@cifi.it)



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

## SCHEDA ANAGRAFICA

Cognome - Nome

Luogo - Data di Nascita

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

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

Laurea Triennale - Università - Anno Accademico

Laurea Specialistica - Università - Anno Accademico

Ente/Società di appartenenza - Qualifica professionale

Iscrizione Ordine degli Ingegneri - Numero - Provincia

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

● Data .....

● Firma .....





## DOMANDA D'ASSOCIAZIONE PER SOCI COLLETTIVI

AL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Via Giovanni Giolitti, 46 – Tel. 06-4882129 – fax 06-4742987

00185 ROMA - E-MAIL: [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it) - Sito Internet: [www.cifi.it](http://www.cifi.it)

Il/La sottoscritto/a \_\_\_\_\_

rappresentante della Società \_\_\_\_\_

Presa visione dello Statuto del Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.), Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta alla fine di ogni anno comporta il tacito rinnovo, chiede di entrare a far parte dell'Associazione in qualità di Socio Collettivo.

Fa presente che sarà rappresentato/a da \_\_\_\_\_ e che le riviste "Ingegneria Ferroviaria", "La Tecnica Professionale" ed eventuali comunicazioni scritte dovranno essere inviate al seguente indirizzo:

Via \_\_\_\_\_ C.A.P. \_\_\_\_\_

Città (PR.) \_\_\_\_\_

**Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo**

Le comunicazioni del CIFI e una delle due copie della rivista IF devono essere inviate al seguente indirizzo di posta elettronica:

\_\_\_\_\_

Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di \_\_\_\_\_

La quota associativa di € 600.00 annuali deve essere versata con una delle seguenti modalità di pagamento:

Conto corrente postale n. 31569007 intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti Giovanni, 46 – 00185 Roma  
Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN:** IT 29 U 02008 05203 000101180047 - **Codice BIC/SWIFT:** UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA – Ag. 704 - ROMA ORLANDO  
Carta di credito/prepagata sul sito [www.shop.cifi.it](http://www.shop.cifi.it)

### SCHEDE ANAGRAFICA

Ragione Sociale Ditta/Ente presso \_\_\_\_\_

Sede Centrale presso \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

C.A.P. \_\_\_\_\_ - Tel. Ab.: \_\_\_\_\_ Tel. Uff.: \_\_\_\_\_ Cellulare: \_\_\_\_\_

C.F. \_\_\_\_\_ P.I. \_\_\_\_\_

Ramo di Attività \_\_\_\_\_

Dati Rappresentante Società o Ente:

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

Luogo \_\_\_\_\_ data di nascita \_\_\_\_\_

Titolo di Studio: \_\_\_\_\_

Conseguito presso \_\_\_\_\_ nell'anno \_\_\_\_\_

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

DATA \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

# FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

**Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.**

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

**A** **Lavori ferroviari, edili e stradali  
Impianti di riscaldamento e sanitari  
Lavori vari:**

**B** **Studi e indagini  
geologiche-palificazioni**

**C** **Attrezzature e materiali  
da costruzione:**

**MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica, 109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG) – Tel. 075/597211 – Fax 075.395348 – Sito internet: www.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti**

per armamento ferroviario, tramviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato precompresso, legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

**D** **Meccanica, metallurgica,  
macchinari, materiali,  
impianti elettrici ed elettronici:**

**ARTHUR FLURY ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBiateGRASSO (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.**

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030.9650304 – Fax 030.962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).**

**CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO) – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-mail: canavera@canavera.com – Sito internet: www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.**

**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 tranciafuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

**CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV)** – Tel. 0423/490471 – fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 - 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Mercati, 21 - 31030 Castello di Godego (TV) - Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chavarde, 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.

**COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO** – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e 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.

**CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV)** – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

**DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC)** – Tel. +39 039.92259202 – Fax +39 039.92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di comunicazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet,

MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

**EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS)** – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e 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).

**ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI** - Tel. 080.5328425 – Fax +39.080.5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

**E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO)** – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO)** – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – Sito internet: www.faiveley.com *Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO*: Impianti di frenata pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

*Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY*: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

**FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI)** – Tel. 02/9986557-02/9980622



– Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – 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.

**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.

**H.T.C. S.r.l. – Via Osella 7-9 – 10040 LEINÌ (TO)** – Tel. 011/9986811 – Fax 011/9988152 – e-mail: ferroviario@htcsrl.com – www.htcsrl.com – Sistemi precablati di connessione per casse di manovra da deviatoio P80 – Kit connessione per sistemi oleodinamici – Kit connessione per DCF – Cablaggi per RCE, ACEI, ACC – Connessioni per BOE SCMT – Telai per interruttori (IRC-IRA) per alimentazione impianti con connettorizzazione AMP completi di piastre d'adattamento e cavi – Filatura e spunta secondo IS 717.

**ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)** – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – Web: www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale - Generatori di velocità - Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza - Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) - Juridical Recorder - MMI: Multifunctional Display per ERTMS - Videocamere - Passenger Information - Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte - Livelli carburante - Pressostati e Termostati - Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

**KNORR-BREMSE Rail Systems Italia S.r.l. – Via San Quirico, 199/I – 50013 CAMPI BISENZIO (FI)** – Tel. 055/3020.1 – Fax 055/3020333 – E-mail: kbrsitalia@knorr-bremse.it – 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.

**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 elet-

trici 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.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA** – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: info@mariniimpianti.it – Sito web: www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

**MATISA S.p.A. – Via Ardeatina km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA)** – Tel. 06.918291 – Telefax 06.91984574 – e-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

**MERSEN ITALIA S.p.A. - Via dei Missaglia, 97/B2 - 20142 MILANO (ITALIA)** – Tel. 02/826813.1 - E-mail: ep.italia@mersen.com – Web: 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 – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack – Ritorni di corrente per Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3ª rotaia – Laminated Busbar – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.).

**MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI)** – Tel. +39.02.575731 – e-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di

protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

**MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI)** – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – e-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

**ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico - Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 - 20135 Milano - Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 Cornaredo (MI)** – Tel. +39 02.93563308 – Fax +39 02.93560033 – e-mail: info@ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com - Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

**PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB)** – Tel. +39.039.9080007/ +39.039.9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – Web: www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

**PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV)** – Tel. +39.347.4318990 – e-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

**PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA)** – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – e-mail info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario - Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

**POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA** – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemi 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 assiemi di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

**POWER MISURE S.r.l. – Via Balossa, 25 – 20032 CORMANO (MI)** – Tel. 02.25060990 - Fax 02.2506091 – E-mail: romano@powermeasure.it – Sito internet: www.powermeasure.it – Produzione e vendita di strumenti di verifica impianti elettrici e macchine elettriche in bassa-media e alta tensione – Misuratori di resistenza isolamento – Misuratori di terra – Misuratori passo e contatto – Misuratori di Tan Delta – Rigidimetri in c.c./c.a. fino a 300 kV – Alimentatori c.c./c.a. – Analizzatori di gas – Multimetri digitali e pinze amperometriche.

**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@qsd sistemi.it – www.qsd sistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme EN50155 – Passenger Information System – Interfoni – Cruscotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

**RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO** – Tel. 02.26144204 – Fax 02.26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

**SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO)** – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – Sito internet: www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

**SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI)** – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – e-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi ungiobordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

**S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-SOLNOVO (PV)** – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

**SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA)** – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtel-srl.it – Sito web: www.sirtel-srl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

**SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA)** – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it - info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Termostati – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

**SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE** – Tel. 055.717457 – Fax 055.7130576 – Forniture 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 Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO)** – Tel. 011.0712426 – Fax 011.0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – Sito internet: www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) –

Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

**THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

**TESMEC RAIL - C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA)** – Tel. 080.9374002 - Fax 080.4176639 - E-mail: info@tesmec.com - www.tesmec.com - Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

**T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto - Complesso Polifunzionale Inail - Torre 1 – 80143 NAPOLI** – Tel./Fax 081.19804850/3 - E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica - Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

**VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS)** – Tel. 0309686261 - Fax 0309686700 - e-mail 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 RAILWAY SYSTEMS GMBH** – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 Roma – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railwaysystems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, pia-



stre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco.

## **E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

## **F** Prodotti chimici ed affini:

## **G** Articoli di gomma, plastica e vari:

**FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG)** – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – e-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

**KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania)** – Tel. +49(8683)701-151 - Fax +49(8683)701-45151 - Sito web: www.strail.com - STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie - Goellstrasse, 8 - D 84529 TITTMONING - Tel. +39 392.9503894 - Fax +39 02.87151370 - E-mail: tommaso.sa.vi@strail.it - www.strail.it - Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL - Moduli esterni per i carichi più pesanti - veloSTRAIL - Moduli interni che eliminano la gola - Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) - Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario - STRAILastic\_P, STRAILastic\_S, STRAILastic\_R, STRAILastic\_K, STRAILastic\_DUO, STRAILastic\_USM ed infine STRAILastic\_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

**IVG COLBACHINI S.p.A. – Via Fossona, 132 – 35030 CERVARESE S. CROCE (PD)** – Tel. 049/9997311 – Fax 049/9915088 – e-mail: market.italy@ivgspa.it - ivg.colbac-

chini@ivgspa.it - www.ivgspa.it – Capitale Sociale L. 10.575.000 – Tubi di gomma a basse e medie pressioni e flessibili con raccordi per ogni uso ed applicazione, studiati su specifiche richieste, in modo particolare per il settore rotabile (tubi per impianti frenanti tipo RAILWS e guaine gomma-tela a Dis. FS 304188).

**PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02.93261020 – Fax 02.93261090 – e-mail: info@pantecnica.it - www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e prEN 9120:2016 – Fornitore Trenitalia.

**PLASTIROMA S.r.l. – Via Palombarese km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (RM)** – Tel. 0774.367431-32 – Fax 0774.367433 – E-mail: info@plastiroma.it – Sito web: www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

## **H** Rilievi e progettazione opere pubbliche:

**ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO** – Tel./ Fax 011.755161 – Cell. 335.6270915 – e-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

**ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI** – Tel. 3476766033 - E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici 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. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA) – Tel. 081.5741055 - Fax 081.5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.**

**PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERENESI (GE) – Tel./Fax 010.7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.**

**I Trattamenti e depurazione delle acque:**

**L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro:**

**SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39 0289426332 – Fax +39 0283242507 – E-mail: franco.pedrinnazzi@schweizer-electronic.com – Sito: www.schweizer-electronic.com – Sede Legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 MILANO – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC “Sistema Minimel 95”, comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell’ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.**

**M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari:**

**N Vetrofanie, targhette e decalcomanie:**

**O Formazione**

**P Enti di certificazione**

**ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055.2988811 - Fax 055.264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.**

**Q Società di progettazione e consulting:**

**INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: info@interlanguage.it – Sito internet: www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.**

**R Trasporto materiale ferroviario:**

**FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulting.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.**

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*  
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

*Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma*  
*Finito di stampare nel mese di Ottobre 2021*







**PALO ESTERNO  
BINARIO - 2L**



**PALO PIAZZA  
ORMEGGIO FISSO - 2IPE**



**PALO  
INTERBINARIO - 2IPE**



**PALO DI  
ILLUMINAZIONE**



**PALO PER TENSIONAMENTO  
A CONTRAPPESI**

## **BONOMI RAILWAY PRESENTA LEONARDO**

**Leonardo** è il **nuovo Sistema Tranviario Bonomi**, che coniuga necessità di inserimento architettonico dell'infrastruttura tranviaria nelle città, **innovazione tecnica e abbattimento dell'impatto ambientale** dei componenti dei precedenti sistemi in uso. Il sistema Leonardo può includere e integrare:

- I pali per la LdC
- Le sospensioni per la LdC;
- L'illuminazione;
- I dispositivi di tensionamento per la LdC;
- Sezionatori di alimentazione elettrica;
- L'arredo urbano.

Tutto ciò fa di **Leonardo** il **primo esempio di sistema integrato a basso impatto ambientale per le infrastrutture a trazione elettrica urbana.**