



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIREZIONE GENERALE PER LE INVESTIGAZIONI FERROVIARIE E MARITTIME

RELAZIONE DI INDAGINE

**SULLO SVIO DEL TRENO REGIONALE 3416 DI EAV DEL
06/04/2019 IN INGRESSO NELLA STAZIONE DI BENEVENTO,
LINEA BENEVENTO – CANCELLO
(Identificativo ERAIL IT-6040)**

30 aprile 2020



Premessa

La presente relazione di indagine ha come obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri, individuando le cause tecniche che hanno generato l'evento e formulando raccomandazioni agli operatori del settore. Essa non attribuisce colpe o responsabilità per quanto accaduto ed è condotta in modo indipendente dall'inchiesta dell'Autorità Giudiziaria e non può essere utilizzata per attribuire colpe o responsabilità.

Indice

1. Sintesi	6
1.1. Breve descrizione dell'evento	6
1.2. Sintesi delle Raccomandazioni principali	6
2. Fatti in immediata relazione all'evento	7
2.1. Evento	7
2.1.1. Descrizione dell'evento e del sito dell'incidente	7
2.1.2. Decisione di aprire l'indagine, composizione della squadra investigativa e svolgimento della stessa	7
2.2. Circostanze dell'evento.....	8
2.2.1. Personale coinvolto.....	8
2.2.2. Treno e relativa composizione	8
2.2.3. Infrastruttura e sistema di segnalamento	9
2.2.4. Lavori svolti presso il sito dell'evento.....	10
2.2.5. Attivazione del piano di emergenza ferroviaria e dei servizi pubblici di soccorso, della polizia, dei servizi sanitari e relativa catena di eventi	10
2.3. Decessi, lesioni, danni materiali.....	11
2.3.1. Passeggeri e terzi, personale.....	11
2.3.2. Materiale rotabile e infrastruttura	11
2.4. Circostanze esterne	12
3. Resoconto dell'indagine.....	13
3.1. Sintesi delle testimonianze (nel rispetto della tutela dell'identità dei soggetti interessati).....	13
3.2. Sistema di gestione della sicurezza	13
3.2.1. Quadro organizzativo e modalità di assegnazione ed esecuzione degli incarichi	13
3.2.2. Requisiti relativi al personale e garanzia della loro applicazione	14
3.2.3. Modalità dei controlli e delle verifiche interni e loro risultati	14
3.2.4. Interfaccia fra i diversi soggetti operanti sull'infrastruttura.....	15
3.3. Norme e regolamenti	16
3.3.1. Norme pertinenti e regolamenti comunitari e nazionali.....	16
3.3.2. Altre norme (norme di esercizio, istruzioni locali, requisiti per il personale, prescrizioni in materia di manutenzione e standard applicabili)	17
3.4. Funzionamento del materiale rotabile e degli impianti tecnici.....	30
3.4.1. Sistema di segnalamento e comando-controllo, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione	30
3.4.2. Infrastruttura.....	30
3.4.3. Apparecchiature di comunicazione	31
3.4.4. Materiale rotabile, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione.....	31
3.5. Documentazione del sistema di esercizio	31
3.5.1. Provvedimenti adottati dal personale per il controllo del traffico ed il segnalamento.....	31
3.5.2. Scambio di messaggi verbali in relazione all'evento	31
3.5.3. Provvedimenti adottati a tutela e salvaguardia del sito dell'evento.....	31
3.6. Interfaccia uomo-macchina-organizzazione.....	31
3.6.1. Tempo lavorativo del personale coinvolto.....	32

3.6.2. Circostanze personali e mediche che possono aver influenzato l'evento.....	32
3.6.3. Architettura degli impianti aventi un'incidenza sull'interfaccia uomo-macchina .	32
3.7. Eventi precedenti dello stesso tipo	33
4. Analisi e conclusioni	34
4.1. Resoconto finale della catena di eventi	34
4.2. Discussione	35
4.2.1. Analisi riguardanti le cause dirette dell'evento	37
4.2.2. Analisi riguardanti le cause indirette dell'evento	37
4.2.3. Analisi riguardanti le cause a monte dell'evento	38
4.3. Conclusioni	38
4.4. Osservazioni aggiuntive	39
5. Provvedimenti adottati.....	41
6. Raccomandazioni di sicurezza	42



Sigle e Acronimi

ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
CND	Controlli Non Distruttivi
DIGIFEMA	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
EAV	Ente Autonomo Volturno
ET	Elettrotreno
GI	Gestore dell'Infrastruttura
IF	Impresa Ferroviaria
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SCMT	Sistema di Controllo Marcia Treno
SGS	Sistema di Gestione della Sicurezza
SIL	Livello di Integrità della Sicurezza
SSB	Sotto Sistema di Bordo
SST	Sotto Sistema di Terra
USTIF	Ufficio Speciale per i Trasporti ad Impianti Fissi, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ZTE	Zona Tachigrafica Elettronica

1. Sintesi

1.1. Breve descrizione dell'evento

In data 06/04/2019, alle ore 20:15 circa, il treno regionale n. 3416 dell'impresa ferroviaria Ente Autonomo Volturno, proveniente da Napoli Centrale e diretto a Benevento, mentre percorreva la linea ferroviaria Cancellone – Benevento, gestita dal Gestore dell'Infrastruttura Ente Autonomo Volturno e si accingeva a fare ingresso nella stazione di Benevento, gestita dal Gestore dell'Infrastruttura Nazionale RFI, subiva lo svio del secondo carrello della motrice posta testa treno (ALE 126 510 AL). Il Regionale 3416 era costituito da un elettrotreno composto da 3 veicoli, la motrice predetta, una rimorchiata ed una rimorchiata pilota.

Nell'incidente non hanno riportato danni le 10 persone presenti a bordo, essendo compreso in tale numero il personale di bordo dipendente da EAV.

La causa diretta dell'evento è sinteticamente riconducibile alla rottura del primo assile, di tipo pieno, del secondo carrello, senso marcia treno, della motrice su indicata.

Le cause indirette dell'evento sono sinteticamente riconducibili alla:

- mancata preventiva rilevazione dell'innescò di un processo di degrado dell'integrità dell'assile poi fratturatosi,
- esecuzione di prova ultrasonica sul predetto assile in maniera non del tutto conforme al relativo capitolato tecnico,
- mancanza di una adeguata procedura di controllo dell'esecuzione delle prove ultrasoniche affidate a ditta esterna,
- mancata definizione di alcuni parametri esecutivi relativi alle prove ultrasoniche.

È stata anche individuata una causa a monte dell'evento relativa all'inadeguatezza del sistema di manutenzione riguardo l'affidamento ad operatori qualificati esterni all'impresa ferroviaria dell'esecuzione delle prove US.

1.2. Sintesi delle Raccomandazioni principali

Sono state formulate Raccomandazioni di Sicurezza, indirizzate all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie, riguardanti:

- 1) l'introduzione, nei piani manutentivi dei veicoli, di modalità di verifica e controllo dei componenti aventi diretta influenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario orientate all'utilizzo integrato di più tipologie di controlli non distruttivi;
- 2) la definizione di specifiche tecniche nelle quali siano fissate preventivamente tutte le modalità di gestione dei processi riguardanti i controlli non distruttivi;
- 3) l'attuazione di adeguate attività formative rivolte al personale di manutenzione dei veicoli impegnato nei controlli di tipo visivo;
- 4) l'individuazione, nei piani manutentivi dei veicoli, di incongruenze relative alle scadenze (temporali/chilometriche) delle manutenzioni programmate di

componenti aventi diretta influenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario, con conseguente risoluzione delle stesse incongruenze;

- 5) l'implementazione di sistemi di tracciabilità delle risultanze dei controlli non distruttivi effettuati in ambito manutentivo.

2. Fatti in immediata relazione all'evento

2.1. Evento

2.1.1. Descrizione dell'evento e del sito dell'incidente

L'evento si è verificato in data 06/04/2019, alle ore 20:15 circa, in corrispondenza del deviatoio 01b che immette i treni provenienti dalla linea Cancellone – Benevento sul primo binario della stazione di Benevento, gestita, come già detto, da RFI.

Nell'evento è stato coinvolto il treno Regionale 3416, proveniente da Napoli C.le e diretto a Benevento, dell'azienda ferroviaria Ente Autonomo Volturno Srl, società di proprietà della Regione Campania.

Come rilevato dall'esame delle ZTE del treno, al momento dello svio il treno 3416 viaggiava ad una velocità leggermente inferiore al limite massimo previsto, pari a 30 km/h, per il transito sul deviatoio 01b suddetto.

Una volta accortosi dello svio, l'agente di condotta del treno ha azionato la frenatura, provocando l'arresto del treno nello spazio di 50 m circa.

Comprendendo anche il personale di bordo dipendente dell'EAV (un agente di condotta ed un capotreno), sul treno coinvolto nello svio erano presenti complessivamente 10 persone.

2.1.2. Decisione di aprire l'indagine, composizione della squadra investigativa e svolgimento della stessa

La Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime ha incaricato dello svolgimento delle attività investigative, tese all'accertamento delle cause dell'incidente, l'Ing. Vito PASCALE, il quale ha assolto al mandato ricevuto mediante:

- analisi documentale,
- sopralluogo sul sito dell'evento,
- ispezione dei veicoli ferroviari in composizione al treno coinvolto nell'evento,
- interviste al personale di Ente Autonomo Volturno Srl,
- colloqui con operatori specializzati nel settore dei controlli non distruttivi.

Ai sensi dell'art. 21, comma 2, del decreto legislativo 10 agosto 2007, n. 162, ora sostituito dall'art. 23 comma 4 del D. Lgs. n. 50 del 14 maggio 2019, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 134 del 10 giugno 2019 ed entrato in vigore in data 16 giugno 2019, l'Investigatore, al fine di acquisire informazioni tecniche, pareri,

opinioni ed osservazioni sull'indagine, si è altresì confrontato con tecnici dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e dell'Ente Autonomo Volturno Srl.

Sempre al fine di acquisire informazioni tecniche, pareri, opinioni ed osservazioni sull'indagine, in data 07/04/2020 il progetto di relazione è stato sottoposto per commenti all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie ed a Ente Autonomo Volturno Srl.

2.2. Circostanze dell'evento

2.2.1. Personale coinvolto

Nell'evento sono stati direttamente coinvolti a vario titolo, senza entrare nel merito delle loro eventuali responsabilità:

- Agente di condotta del treno Regionale 3416,
- Capotreno del treno Regionale 3416,
- Personale impegnato, con funzioni direttive e di coordinamento, nelle attività manutentive dei veicoli della flotta aziendale di EAV.

2.2.2. Treno e relativa composizione

L'elettrotreno tipo E 126, coinvolto nell'evento, era composto dai seguenti veicoli, tutti di fabbricazione meccanica/elettrica "FIREMA" e di carrozzeria "Officina di Cittadella":

- Elettromotrice semipilota E 126 510 AL, registrata presso il RIN con n. 948341265106;
- Rimorchiata R 520, registrata presso il RIN con NEV 94 83 0126420-6 I.
- Rimorchiata semipilota Rp 520 A, registrata presso il RIN con NEV 94 83 8126520-6 I.

Per i predetti veicoli le funzioni di Soggetto Responsabile della Manutenzione sono svolte dalla stessa impresa ferroviaria EAV.

Il complesso costituente il treno regionale n. 3416 era ammesso a circolare sulla tratta Napoli – Cancello dell'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale gestita da RFI, in virtù:

- del Certificato di Sicurezza, parte B, n. IT1220170002, rilasciato da ANSF in data 26/01/2017 e valido fino al 13/01/2021,
- del provvedimento del Gestore dell'Infrastruttura RFI prot. n. RFI-DTC-NCR\A0011\P\2016\0002799 del 14/12/2016, che ne consentiva la circolabilità sulle linee indicate nel suddetto certificato.

Il complesso costituente il treno regionale n. 3416 era altresì ammesso a circolare sulla linea Cancello - Benevento gestita da EAV, in virtù del verbale di immissione in servizio datato 02/11/1989, redatto a seguito delle prove eseguite alla presenza di funzionari del Ministero dei Trasporti.

2.2.3. Infrastruttura e sistema di segnalamento

Lo svio del treno è avvenuto in prossimità del deviatoio di ingresso 01b della stazione di Benevento, deviatoio che consente l'interconnessione, nella predetta stazione, fra l'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale, gestita da RFI, e la linea ferroviaria a semplice binario Benevento - Cancellò, gestita da Ente Autonomo Volturno, sulla quale la circolazione bidirezionale è esercita in regime di consenso telefonico con Dirigenza Unica ubicata nella stazione di Benevento Appia.

La predetta linea, a scartamento ordinario, è elettrificata con alimentazione a 3 kV c.c..

Nel seguito si riporta la fiancata di linea per la tratta terminale della linea ferroviaria interessata, comprendente la tratta Benevento Appia – Benevento (senso pari), dalle quali è possibile notare come la velocità massima consentita nella tratta ove è avvenuto lo svio è pari a 30 km/h.

Grado di prest.	Asc. %	Velocità max km/h		Prog. Km.che	Distanze parziali	Località di Servizio	Indicazioni di servizio e protezione PP.L	Num. e capacità binari
		A	B					
1	10	50	50	20.413	1.120	PLA		
				20.577	0.164	Arpaia Airola Sant'Agata dei Goti	↑	2 (307)(236)
				22.613	1.474	PLA	■	Seg. Km 22.363
				22.293	0.680	PLA	■	2 Seg. Km 23.233
				23.570	0.277	PLA	■	
				23.875	0.305	Rotondi Paolisi	↑	
				24.048	0.173	PLA		
				24.396	0.348	PLA	■	2 Seg. Km 23.793
				25.606	1.210	PLA	←	Seg. Prot. Cervinara
				26.023	0.417	Cervinara	↑	1 (293)
1	9	50	50	26.204	0.181	PLA	←	Seg. It. usc. Cervinara
				26.546	0.342	PLp		
				27.662	1.116	PLA	■	Seg. Km 27.232
				29.015	1.353	PLA	←	Seg. Prot. S. Martino V. C.
				29.399	0.384	San Martino Valle Caudina	↑	1 (308)
				29.523	0.124	PLA	←	Seg. It. usc. S.Martino V.C.
				31.000	1.477	Cippo		
				33.395	2.395	PLA	■	Seg. Km 33.047
				33.558	0.163	PLp		
				33.893	0.335	PLp		
1	9	50	50	34.090	0.197	PLp		
				34.850	0.760	PLA	←	Seg. Prot. Tufara
				35.055	0.205	Tufara Valle Ceppaloni Arpaize	↑	1 (216)
				37.613	2.558	PLA	■	Seg. Km 37.253
				39.000	1.387			
				40.028	1.028	PLA	■	2 Seg. Km 39.596
				40.352	0.297	PLA	■	
				41.753	1.428	PL		
				42.297	0.554	Benevento P. C.	↑	
				42.341	0.044	PLA	■	2 Seg. Km 41.994
1	4	50	50	44.778	1.964	Benevento R. L.	↑	
				45.733	0.955	BENEVENTO APPIA	↑	VARI (340)(168)
				46.942	1.209	PLA	■	Seg. Km 46.640
		30	30	48.464	1.526	BENEVENTO	↑ □ ⊗ ⊕ ↑ ⊗ ⊕	VARI (440)(127)

Figura 1 – Fiancata di linea Benevento Cancellò – Treni pari (fonte EAV)

L'intera linea è priva di sistemi di blocco, di ripetizione dei segnali in macchina e di sistemi di controllo della marcia dei treni, ad esclusione della tratta Benevento Appia – Benevento, lungo la quale sono installati Punti Informativi SCMT che consentono l'accesso in sicurezza nella stazione di Benevento dei treni circolanti sulla linea EAV.

La stazione di Benevento, ubicata al km 48+464 della linea Canello - Benevento, è quindi una stazione:

- passante per la linea ferroviaria Foggia – Caserta dell'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale gestita da RFI,
- di testa per le linee Benevento – Campobasso e Benevento – Avellino dell'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale gestita da RFI,
- di testa per la linea ferroviaria Canello – Benevento gestita da EAV.

Nella Figura 2 è riportata una planimetria stralcio della stazione di Benevento comprendente il luogo ove è avvenuto lo svio.

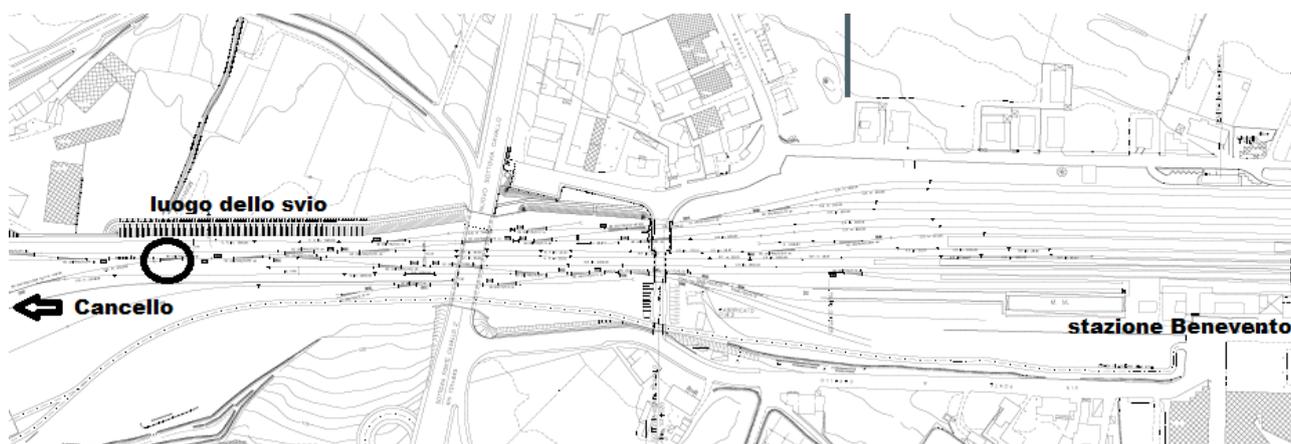


Figura 2 – Planimetria (fonte RFI)

2.2.4. Lavori svolti presso il sito dell'evento

Alla data dell'evento, per quanto riferito dai gestori delle infrastrutture interessate, non erano in corso lavori presso le tratte ferroviarie interessate dall'evento.

2.2.5. Attivazione del piano di emergenza ferroviaria e dei servizi pubblici di soccorso, della polizia, dei servizi sanitari e relativa catena di eventi

Per quanto comunicato dal gestore dell'infrastruttura RFI, a seguito dell'evento sono intervenuti sul luogo dell'incidente la Polizia Ferroviaria e personale sia dell'azienda ferroviaria EAV che di RFI.

2.3. Decessi, lesioni, danni materiali

2.3.1. Passeggeri e terzi, personale

A causa dello svio non si sono verificati decessi o feriti.

2.3.2. Materiale rotabile e infrastruttura

Il treno Regionale 3416 ha riportato, oltre che la rottura dell'assile, anche alcuni danni al relativo carrello ed alla parte di carrozzeria immediatamente adiacente allo stesso.

Nelle figure 3 e 4 sono riportati i rilievi fotografici eseguiti in data 24/05/2019, quando, presso l'impianto manutentivo di EAV sito in Benevento Appia, è stato effettuato, alla presenza del consulente tecnico della Procura della Repubblica di Benevento, il rialzo della cassa della motrice dell'elettrotreno coinvolto nello svio e lo smontaggio del relativo carrello, con successivo esame dell'assile fratturato.



Figura 3 – Assile fratturato - moncone con cassa del riduttore (fonte: Digifema)



Figura 4 – Assile fratturato - moncone lato ruota (fonte: Digifema)

La quantificazione economica dei suddetti danni non è stata comunicata all'investigatore incaricato.

L'infrastruttura ha subito danni limitati all'armamento, consistenti nella deformazione longitudinale della rotaia esterna della curva nella quale è ubicato il deviatoio, nella rottura della testa di alcune caviglie e nel danneggiamento superficiale di alcune traverse in cap, danni questi ultimi causati dal transito fuori binario delle ruote delle sale sviate.

La quantificazione economica dei danni all'infrastruttura non è stata comunicata all'investigatore incaricato, ma si può ritenere che gli stessi siano inferiori a € 2.000.000.

2.4. Circostanze esterne

Al momento dell'evento le condizioni meteorologiche e di visibilità erano buone.

3. Resoconto dell'indagine

3.1. Sintesi delle testimonianze (nel rispetto della tutela dell'identità dei soggetti interessati)

Attesa l'individuazione inequivocabile della causa primaria che ha determinato lo svio e, quindi, accertata con sufficiente dettaglio la dinamica dello stesso, l'Investigatore incaricato ha inteso approfondire le problematiche relative ai processi manutentivi e di controllo della tipologia di veicoli della flotta aziendale di EAV fra i quali è compreso quello interessato dallo svio, raccogliendo quindi, in data 12/02/2020, presso la sede di EAV ubicata in Napoli, le considerazioni dei dipendenti della stessa società impegnati, sia a livello direttivo che operativo, nei predetti processi.

Le considerazioni raccolte hanno consentito all'Investigatore di ricostruire alcune fasi delle attività manutentive poste in atto sui veicoli con riferimento ai piani di manutenzione adottati, tanto al fine di individuare le metodologie attuative degli stessi, anche in relazione alle prassi effettivamente in uso, processo che ha consentito di accertare alcune criticità, oggetto di trattazione nel Capitolo 4.

L'Investigatore ha altresì acquisito, in altre sedi, informazioni da personale operativo di ditte, ovviamente non direttamente coinvolte nella investigazione in argomento, specializzate, fra l'altro, nell'effettuazione di controlli non distruttivi sugli assili ferroviari e, in generale, su componenti dei veicoli ferroviari, tanto al fine di individuare ulteriori utili elementi di giudizio, rivenienti dalle esperienze acquisite da detto personale nel corso delle attività pluriennali svolte nel settore specifico.

3.2. Sistema di gestione della sicurezza

3.2.1. Quadro organizzativo e modalità di assegnazione ed esecuzione degli incarichi

L'organigramma aziendale dell'Impresa Ferroviaria Ente Autonomo Volturno è di seguito riprodotto.

Controlli non Distruttivi (CND) nella manutenzione ferroviaria " - Revisione 01 del 12 settembre 2018, emanate dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie,

- in data 29/03/2018, da altra ditta esterna specializzate in CND, anch'essa con personale in possesso della qualificazione di cui al punto precedente, presso un'officina nella quale sono state svolte attività manutentive complesse riguardanti sale montate e carrelli.

Sempre sulla base della documentazione ricevuta da EAV, si evince che al termine di una sessione di prove ultrasoniche eseguite presso impianti manutentivi EAV viene solitamente redatto un verbale che dovrebbe essere controfirmato da:

- **un rappresentante di EAV srl**, per ricevuta,
- **l'operatore che ha effettuato la chiusura delle boccole**, per certificazione,
- **l'operatore che ha effettuato le prove US**, per certificazione.

A seguito delle prove effettuate in data 31/01/2019 presso l'officina EAV di Benevento da ditta esterna specializzata, è stato redatto il verbale citato all'alinea precedente, la cui copia prodotta all'Investigatore risulta sottoscritta solo dall'esecutore delle prove ultrasoniche eseguite su n. 4 assili, fra cui è compreso quello poi interessato dalla frattura, quest'ultimo contrassegnato con il numero 333.

Nel medesimo verbale non risulta precisato se durante l'esecuzione delle prove ultrasoniche siano stati effettuati controlli, da parte di personale EAV, sulle modalità esecutive poste in atto dall'operatore della ditta esterna, onde verificare la conformità delle stesse attività a quanto prescritto nel Capitolato d'appalto e nelle specifiche tecniche di riferimento.

3.2.4. Interfaccia fra i diversi soggetti operanti sull'infrastruttura

Come già specificato in precedenza, EAV opera sulla linea ferrovia Benevento – Cancello in qualità di Gestore dell'Infrastruttura, provvedendo quindi alla manutenzione delle varie componenti dell'infrastruttura oltre che alla gestione della circolazione dei treni sulla stessa, nonché in qualità di Impresa Ferroviaria, esercitando in tale ruolo il servizio di trasporto con i veicoli della flotta aziendale e mediante l'impiego di personale all'uopo abilitato.

Viceversa RFI espleta, con riferimento al caso specifico, il ruolo di Gestore dell'Infrastruttura limitatamente alla stazione di Benevento, per cui si concretizza, nella fattispecie, una condizione in cui si interfacciano gestori diversi, condizione quest'ultima regolata dall'Allegato Tecnico alla stipulanda Convenzione, datato 28/09/2018, nel quale sono definiti tutti i rapporti di interfaccia fra i due gestori confinanti, ciò anche in relazione a quanto prescritto dall'ANSF, con nota prot. n. 9956 del 26/09/2016, alle aziende che gestiscono linee ferroviarie interconnesse all'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale riguardo le modalità di esercizio della circolazione ferroviaria nelle more del completamento dell'attrezzaggio delle medesime linee con sistemi automatici di sicurezza.

Sulla base dell'Allegato Tecnico di cui sopra, sussiste, fra gli altri, un Punto di Confine Tecnologico – Armamento e Sede ubicato alla progressiva km 45+587 della linea EAV

Benevento – Cannello, progressiva corrispondente alla punta del deviatoio 1b ambito Stazione di Benevento, indicato nella seguente figura.

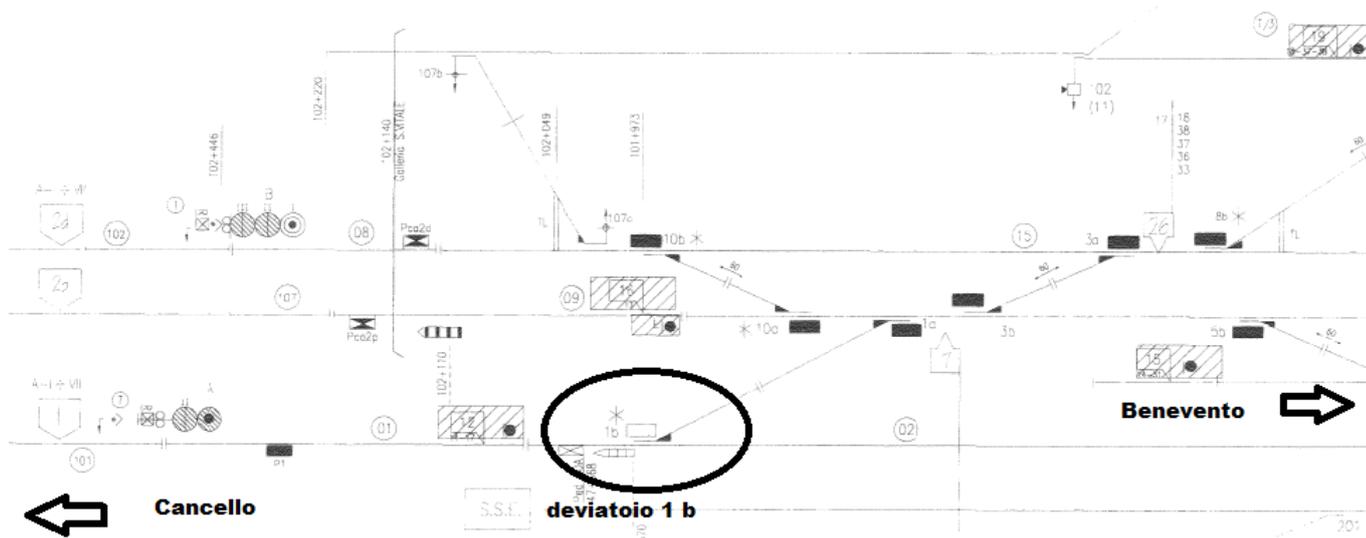


Figura 6 – Stralcio piano schematico IS stazione Benevento (fonte RFI)

3.3. Norme e regolamenti

3.3.1. Norme pertinenti e regolamenti comunitari e nazionali

L'inconveniente oggetto della presente relazione è avvenuto nel periodo di entrata in vigore in Italia delle disposizioni comunitarie di cui al cosiddetto "IV pacchetto ferroviario".

Ai fini di una migliore comprensione della corrispondente transizione normativa, si è predisposto un prospetto riepilogativo sintetico delle disposizioni inerenti agli aspetti della sicurezza ferroviaria, qui di seguito riportato.

ATTO PRECEDENTE	CORRISPONDENTE NORMA NAZIONALE	ATTO IV PACCHETTO FERROVIARIO	CORRISPONDENTE NORMA NAZIONALE
DIRETTIVA 2004/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 aprile 2004 relativa alla sicurezza delle ferrovie comunitarie e recante modifica della direttiva 95/18/CE del Consiglio relativa alle licenze delle imprese ferroviarie e della direttiva 2001/14/CE relativa alla ripartizione della capacità di infrastruttura ferroviaria, all'imposizione dei diritti per l'utilizzo dell'infrastruttura	Decreto Legislativo 10 agosto 2007, n. 162 "Attuazione delle direttive 2004/49/CE e 2004/51/CE relative alla sicurezza e allo sviluppo delle ferrovie comunitarie "	DIRETTIVA (UE) 2016/798 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie	DECRETO LEGISLATIVO 14 maggio 2019, n. 50 Attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie.

ferroviaria e alla certificazione di sicurezza (direttiva sulla sicurezza delle ferrovie)			
DIRETTIVA 2008/57/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 17 giugno 2008 relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario	DECRETO LEGISLATIVO 8 ottobre 2010, n. 191 Attuazione della direttiva 2008/57/CE e 2009/131/CE relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario.	DIRETTIVA (UE) 2016/797 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'11 maggio 2016 relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario dell'Unione europea	DECRETO LEGISLATIVO 14 maggio 2019, n. 57 Attuazione della direttiva 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario dell'Unione europea
REGOLAMENTO (UE) N. 445/2011 DELLA COMMISSIONE del 10 maggio 2011 relativo ad un sistema di certificazione dei soggetti responsabili della manutenzione di carri merci e che modifica il regolamento (CE) n. 653/2007	Linee guida ANSF per l'attestazione dei Soggetti Responsabili della Manutenzione dei veicoli ferroviari (ad esclusione dei carri merci)	REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/779 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che stabilisce disposizioni dettagliate su un sistema di certificazione dei soggetti responsabili della manutenzione dei veicoli a norma della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga il regolamento (UE) n. 445/2011 della Commissione (dal 16/06/2020)	

Riguardo le normative specifiche nel settore dei controlli non distruttivi, nel 2001 è stata pubblicata la norma EN 13104 riguardante la produzione di assili motori per carrelli ferroviari, mentre nel 2003 sono state emanate le nuove normative per gli assili (EN 13261), le ruote (EN 13262) e le sale montate (EN 13260), nelle quali sono altresì definite le dimensioni ammissibili dei difetti superficiali e di quelli volumetrici.

3.3.2. Altre norme (norme di esercizio, istruzioni locali, requisiti per il personale, prescrizioni in materia di manutenzione e standard applicabili)

L'Impresa Ferroviaria Ente Autonomo Volturno ha prodotto la documentazione del proprio sistema manutentivo riguardante gli assili e le sale montate della tipologia di veicoli in cui rientra quello interessato dallo svio, dal cui esame sono scaturite le considerazioni esplicitate nel seguito del presente paragrafo.

Particolare attenzione è stata rivolta agli aspetti riguardanti i controlli non distruttivi di componenti strutturali, quali gli assili, la cui integrità risulta determinante ai fini della sicurezza dell'esercizio ferroviario, ciò al fine di individuare eventuali criticità, condizionanti l'esito di dette prove, che possano inficiarne la relativa attendibilità.

Le parti evidenziate in giallo sono quelle di particolare interesse per il caso in esame.

DOCUMENTO N. 1

“Carrelli motori tipo M 031 per elettrotreni E 126 -IT-MTZ-ALe-104 I parte”

Riguardo i contenuti del documento fornito da EAV si evidenziano, con riferimento all'argomento della presente relazione, le seguenti parti.

Scadenze manutentive riguardanti il carrello:

In occasione di visita ordinaria mensile (Ogni 8.000 - 10.000 km)

Controllare ed eventualmente rabboccare al limite massimo il livello olio nel riduttore.

Controllare ed eventualmente sostituire i ceppi freno. In caso di sostituzione ripristinare a ~ 7 mm la luce fra ceppo e ruota agendo sul manicotto del recuperatore.

Accertarsi dell'integrità del soffietto in gomma riparo manicotto del recuperatore giochi freno.

Controllare il funzionamento delle sabbiere e la quantità di sabbia dei contenitori.

Controllare il funzionamento del dispositivo ungiabordo ruote e ungiarchetto pantografo premendo l'apposito pulsante di prova. Verificare il livello del contenitore del grasso aggiungendo se necessita fino al livello max.

Lubrificare, attraverso gli appositi ingrassatori a pressione, scanalati e crociere trasmissione fra motore di trazione e riduttore.

In occasione di visita bimestrale (Ogni 15.000 - 20.000 km)

Eseguire un controllo visivo del carrello (sospensioni primaria e secondaria, collegamento cassa-carrello).

Controllare il funzionamento del sistema frenante pneumatico e a mano e lubrificare le articolazioni dei leveraggi e dei recuperatori automatici giochi freno.

Controllare l'integrità delle crociere dei giunti cardanici, la trasmissione fra motore elettrico, riduttore e sicurezze.

Controllare la spazzola del dispositivo di messa a terra delle sale.

Controllare le eventuali perdite olio dagli ammortizzatori verticali e trasversali.

Controllare lo stato di conservazione del gruppo di trascinamento, il piano di rotolamento e il bordino delle ruote.

Controllare lo stato di conservazione del collettore e delle spazzole del motore elettrico di trazione.

In occasione di visita semestrale (Ogni 50.000 - 60.000 km)

Oltre alle sopra citate operazioni procedere ad un più accurato controllo del carrello ed in

particolare di tutte le viti di fissaggio, che devono essere provviste delle sicurezze allo svitamento (copiglie, piastrine, ecc.).

Dopo i primi 60.000 km:

Verificare il gioco dei cuscinetti conici del riduttore (Ved. pag. 49).

Controllare il consumo dei perni della timoneria freno.

Controllare visivamente le molle ad elica della sospensione primaria e secondaria.

Assicurarsi che non vi siano perdite di grasso dalle boccole, e se necessario aggiungere grasso in modo da garantire che sia riempita la luce esistente fra le due corone di rulli.

Rilevare il consumo dei cerchioni e dei bordini.

Controllare ed eventualmente sostituire le spazzole del dispositivo di messa a terra delle sale.

Lubrificare i cilindri freno iniettando ~ 50 grammi cl di grasso all'interno del cilindro.

Sostituire l'olio nella coppa dei riduttori (meglio a caldo)

In occasione di una visita ordinaria al limite di percorrenza di 200.000 - 250.000 km:

Oltre le sopraccitate operazioni:

Eseguire la prova ad ultrasuoni sulla sala completa.

Verificare lo stato del grasso contenuto nelle boccole e ripristinare quello che viene asportato per effettuare la prova ad ultrasuoni sulla sala con altro fresco ricoprendo la superficie in vista dei cuscinetti.

Controllare il gioco dei cuscinetti conici e quelli della coppia pignone-corona dentata del riduttore (Ved. pag. 49 - 50).

Controllo, ed eventuale riparazione del collettore del motore di trazione (Ved. pag. 46).

In occasione di Revisione Generale (Ogni 500 .000 - 600 .000 km)

Procedere allo scollegamento cassa-carrello ed alla scomposizione, pulizia e controllo dei principali componenti.

Verificare l'allineamento, scartamento e diagonale dei sopporti attacco boccole (Ved. Fig. 1 - pag. 23).

Controllare attentamente la struttura e le saldature del telaio per la ricerca di eventuali incrinature: impiegare gli appositi liquidi penetranti e lampada a luce di Wood da 1000 W.

Controllare attentamente i componenti elastici in gomma ed assicurarsi che non presentino deformazioni o distacchi gomma metallo, deformazioni permanenti eccessive. Verificare inoltre la spugnosità dei componenti in gomma, Sostituire eventualmente i componenti che non presentano

le caratteristiche di idoneità.

Controllare la taratura degli ammortizzatori valendosi dell'apparecchiatura che determina il diagramma di compressione e distensione. Se risultano fuori tolleranza sostituirli o rigenerarli (Ved. Figg. 4 – 5 - 5/1, pagg, 25 - 26).

Controllare il cedimento sotto carico delle molle ad elica sospensione primaria e secondaria (Ved. Figg. 3 - 3/1, pagg. 24 - 25).

Procedere alla revisione delle boccole (Ved. Pag. 59).

Controllare l'efficienza del sistema frenante e dei flexball freno a mano.

In sintesi, si rileva, dall'esame delle prescrizioni estratte dal documento di manutenzione dei carrelli, che:

- a scadenza di 200.000 – 250.000 km di percorrenza, si prescrive di “**Eseguire la prova ad ultrasuoni sulla sala completa**”, senza che venga specificato se tale prova debba essere eseguita esclusivamente sull'assile o anche sulle ruote, atteso che per “sala completa” si intende il complesso costituito da assile + ruote;
- la scadenza indicata al punto precedente è legata ad una percorrenza chilometrica, mentre, come esplicitato nel seguito, in altri documenti forniti da EAV è prescritta l'esecuzione di dette prove ultrasoniche a intervalli non superiori all'anno;
- non sono prescritte ulteriori verifiche e prove sugli assili, tipo, ad esempio, controlli visivi, verifiche magnetoscopiche o controlli con altre metodologie CND.

DOCUMENTO N. 2

“Piano Generale per la Manutenzione programmata ALE 126 FIREMA/TIBB – 1° Livello – Piano Manutentivo Ale 126/125 LB – L1”

Le attività manutentive del veicolo in argomento, relative ai Livelli Base e 1, sono descritte nel documento fornito da EAV, nel quale si precisa che:

Ogni livello di revisione, può prevedere operazioni sia di controllo che di verifica da eseguire a cura del personale di Officina in sede di scadenze chilometriche o temporali:

- *LB revisione di Livello Base: prevede il controllo sommario del rotabile (15.000 Km);*
- *L1 revisione di Livello 1: prevede controlli ed alcune verifiche in più rispetto alla LB con interventi su particolari del motore, della cassa (30.000 Km, vedi Grafico pag. 9).*

Oltre alla periodicità dettata dalle scadenze Km delle revisioni LB ed L1 si riporta nella tabella seguente anche un riepilogo delle manutenzioni con scadenze a tempo differenti dalle LB ed L1.

Per operazioni di controllo si intendono tutte le lavorazioni visive legate al controllo dei livelli, delle regolazioni e del regolare funzionamento del mezzo, mentre per quelle di verifica si intendono tutte le lavorazioni di misurazioni delle tolleranze e relative tarature, all'efficienza della funzionalità dei singoli componenti e al loro stato di conservazione.

Per quanto attiene agli assili è prescritta la seguente verifica:

PROVE ULTRASUONI			
12 mesi	a) Verifica della presenza di eventuali cricche interne agli assili delle sale montate mediante strumentazione ad ultrasuoni.	S	IT/MTZ/Aln/Ale-09

(La "S" riportata nella terza colonna sta ad indicare che la verifica ha rilevanza ai fini del mantenimento del veicolo in condizioni di sicurezza)

Pertanto l'assile deve essere sottoposto, ogni 12 mesi, a prova ultrasonica, al fine di verificare se sono presenti cricche interne, ciò con riferimento alla Istruzione Tecnica IT/MTZ/Aln/Ale-09. La precisazione ".....presenza di eventuali cricche interne...." appare limitativa riguardo il complesso di informazioni sullo stato dell'intero assile pieno (volume e superfici laterali) che è possibile acquisire con l'effettuazione, ovviamente in maniera rigorosa ed adeguata, di detta prova, in particolare con l'utilizzo anche di sonde inclinate.

Sempre nello stesso documento sono indicate le verifiche da effettuare sui telai dei carrelli e sulle sale montate, qui di seguito riprodotte, essendo confermata la prescrizione di cui al punto precedente, relativa agli assili.

N DESCRIZIONE DEI LAVORI					
2.1	TELAIO ED ORGANI APPLICATI	L.B	L.1	Scadenza	Cat
2.1.1 Telaio ed organi applicati					
a	Ispezione visiva per eliminare anomalie, cretti, usure, deformazione ecc. che possono compromettere il regolare funzionamento del complesso. Verifica accoppiamenti elettrici e pneumatici cassa carrelli.	x	x		S
2.1.2 Cacciapietre e sostegni captatori R.S.					
a	Controllare visivamente integrità e fissaggio dei cacciapietre e dei sostegni captatori. Controllare altezza captatori e cacciapietre dal piano del ferro (anche dopo tornitura/sostituzione cerchioni).	x	x		S
2.2	SALE MONTATE	L.B	L.1	Scadenza	Cat
2.2.1 Controllo US degli assili					
a	Predisporre gli assili delle sale alla prova US, con le modalità previste provvedendo a smontare e montare: i coperchi frontali delle boccole, le flange pressacuscine, pulire la zona di sondaggio. Controllare le teste dei chiodi dei cuscinetti e l'eventuale evidente allentamento della rosetta del cuscinetto anteriore, lo stato generale del grasso (compreso togliere con straccio il grasso di testa delle boccole per verificare la parte anteriore del cuscinetto e rifornire di grasso a lavoro ultimato). I.T. sale montate I.T./MTZ/Aln/Ale-01			12 mesi	S

2.2.2 Centri ruote					
a	Verificare in occasione del rilevamento del profilo dei cerchioni, con spostamento del rotabile, che non esistano cretti in prossimità dei centri ruota. I.T. sale montate I.T./MTZ/Aln/Ale-01	x	x	max 6 mesi	S
2.2.3 Cerchioni ruote					
a	Eseguire un controllo visivo dell'allineamento delle strisce bianche di riferimento e in caso di dubbio effettuare un controllo accurato secondo le norme vigenti; ripassare le strisce bianche, se necessario.	x	x	6 mesi	S
b	Eseguire controllo strumentale delle quote dei bordini e dello spessore dei cerchioni. Eseguire controllo visivo della larghezza dei cerchioni e, se vengono riscontrate difettosità (deformazioni, distacchi di materiale, ecc.) che possano averla modificata, procedere a controllo strumentale. Eseguire controllo dello scartamento e del parallelismo delle facce interne (n° 3 misurazioni a 120°).			6 mesi	S
c	Controllo del consolidamento cerchioni come previsto dalle norme. Eseguire controllo visivo della presenza di rifollamento, sfaccettature o altri difetti sui piani di rotolamento, procedendo a controllo strumentale se vengono accertate difettosità prossime al limite d'esercizio. In caso di rilievi strumentali fuori tolleranza eseguire la riprofilatura delle ruote e la relativa regolazione dei captatori. I.T. sale montate I.T./MTZ/Aln/Ale-01				S

DOCUMENTO N. 3

“Piano Generale per la Manutenzione programmata ALE 126 FIREMA/TIBB 2° Livello – Piani Manutentivi Ale 126/125 L2 – L3 – RG”

Le attività manutentive del veicolo in argomento, relative ai Livelli 2, 3 ed alla Revisione Generale, sono descritte nel documento su indicato, nel quale si precisano le verifiche da effettuare sui telai dei carrelli e sulle sale montate, qui di seguito riprodotte.

2.2	TELAI DEI CARRELLI	L2	L3	RG	Cat.
2.2.1	Telai ed organi applicati				
a	Controllare con esame visivo che non vi siano anomalie (cretti, lesioni, usure, piegature ed altre avarie che possano compromettere la funzionalità del complesso). In particolare controllare i tiranti di registrazione lubrificando dove previsto.	x			S
b	Ispezione visiva delle saldature e, se ritenuto necessario, eseguire il controllo con l'ausilio di liquidi penetranti. Effettuare controlli dimensionali del telaio (passo, diagonali, scartamento). Ripristinare fori, eliminare deformazioni alle appendici per l'attacco degli ammortizzatori. Controllare l'allineamento dei sostegni per guide dei portazoccoli, eliminare eventuali		x	x	S

	deformazioni e cretti, verificare ed eventualmente sostituire gli spessori antiusura. Verificare integrità e ripristinare i fori filettati delle piastre per l'attacco dei captatori. Eliminare deformazioni e cretti, ripristinare i fori ai sostegni dei traversoni e dei cilindri a freno. Eliminare cretti e deformazioni ai supporti di appoggio motori, sostituire le ghiera usurate. Eliminare eventuali deformazioni e sostituire ghiera elastiche usurate ai sostegni dei portazoccoli e delle bielletto del freno. Sostituire ghiera e spessori usurati ai tiranti delle boccole. Sostituire targhette scarsamente leggibili. Revisionare e sostituire i particolari usurati degli attacchi per le treccie di massa. Vedi IT/MTZ/Ale-104				
2.2.2	Cacciapietre e sostegni captatori RS				
a	Controllare visivamente i supporti dei cacciapietre e le staffe dei captatori ripetizione segnali. Verificare l'altezza dal piano del ferro dei captatori, anche dopo la riprofilatura e/o sostituzione ruote.	x			S
b	Smontare le staffe dei captatori e i supporti dei cacciapietre, riordinare, eliminare eventuali cretti e/o deformazioni, montare assicurando il corretto fissaggio. Verificare l'altezza dal piano del ferro dei captatori. Vedi IT/MTZ/Ale-104		x	x	S
2.3	SALE MONTATE	L2	L3	RG	Cat.
2.3.1	Sale montate				
a	Eseguire controlli strumentali sulle sale montate.	x			S S
b	Smontare, revisionare fuori opera, rimontare le sale revisionate (da ditte esterne). Vedi IT/MTZ/Aln/Ale-01		x	x	
2.3.2	Controllo US assili				
a	Verificare la regolare effettuazione delle prove U.S. assili (12 mesi). Eseguire controlli non distruttivi US come prevede I.T., se scaduti.	x			S S
b	In caso di scalettamento dei centri ruota eseguire controlli dimensionali, riordinare le portate di calettamento e, se necessario, rettificare per eliminare eventuali difetti. Eseguire controlli non distruttivi US come prevede I.T. Vedi IT/MTZ/Aln/Ale-09		x	x	
2.3.3	Centri ruote				
a	Effettuare le verifiche dimensionali e che non esistano cretti in prossimità dei centri ruota mediante prove magnetoscopiche. Procedere alla sostituzione in presenza di dimensioni non conformi con quanto indicato nella I.T.. Vedi IT/MTZ/Aln/Ale-01	x	x	x	S
2.3.4	Cerchioni ruote				
a	Effettuare le verifiche dimensionali e procedere alla riprofilatura/sostituzione in presenza di dimensioni non conformi con quanto indicato nella I.T. Eseguire misurazione per aggiornamento diametro Teloc. Vedi IT/MTZ/Aln/Ale-01	x	x	x	S
2.3.5	Trasmissione del moto (albero di trasmissione e giunto elastico)				
a	Smontare verificare integrità albero, giunto e crociera, sostituire anello elastico se usurato. Controllare il corretto allineamento dei giunti all'atto del montaggio come da istruzioni del costruttore, eseguire ingrassaggio dove previsto. Vedi IT/MTZ/Ale-104	x	x	x	S

Nel documento si stabilisce di effettuare, in occasione della revisione di “**Livello Due**” (L2), con scadenze a 270.000 - 810.000 Km di percorrenza, il rialzo della cassa per l’effettuazione di verifiche e controlli sui componenti indicati.

Nello stesso documento non si prevede alcuna verifica visiva degli assili, ma viene previsto di:

- **Eseguire controlli strumentali sulle sale montate,**
- **Verificare la regolare effettuazione delle prove U.S. assili (12 mesi),**
- **Eseguire, in caso di scalettamento, controlli non distruttivi US come prevede I.T., se scaduti.**

Sia in occasione della revisione di “**Livello Tre**” (L3), con scadenza a 540.000 Km di percorrenza, che in occasione della “**Revisione Generale**” (RG), con scadenza a 1.080.000 Km di percorrenza è previsto di:

- **Smontare, revisionare fuori opera, rimontare le sale revisionate (da ditte esterne).**
- **In caso di scalettamento dei centri ruota eseguire controlli dimensionali, riordinare le portate di calettamento e, se necessario, rettificare per eliminare eventuali difetti. Eseguire controlli non distruttivi US come prevede I.T.**

Dall’esame dei corrispondenti documenti relativi ai veicoli di tipo rimorchiato in composizione al treno oggetto della presente relazione sono emerse prescrizioni identiche a quelle su esposte.

DOCUMENTO N. 4

Istruzione Tecnica Sale Montate Rotabili Metrocampania Nord Est - IT-MTZ-ALn-Ale-01

Dal documento fornito da EAV, il quale riporta in testata il riferimento alla società Metrocampania Nord Est, già Ferrovia Alifana e Benevento-Napoli (FABN), confluita da tempo nella società Ente Autonomo Volturno, esaminato nella Revisione 0 del gennaio 2008, sono nel seguito riportate le seguenti parti.

2. 3 ASSILI

2. 3. 1 DIFETTI SUPERFICIALI

Gli assili possono presentare i seguenti difetti:

b) solcature sul corpo centrale;

c) inflessione.

In esercizio sono tollerate sale montate i cui assili presentano:

- ▶ solcature (dovute a sfregamenti) nella loro parte centrale di profondità inferiore ad 1mm, purché non a spigolo vivo;
- ▶ inflessione inferiori ad 1 mm.

Gli impianti riparatori devono provvedere ad eliminare le solcature del corpo centrale dell'assile asportando il minor materiale possibile e rispettando la quota minima ammessa per tale zona e per il tipo di assile in questione come indicato nelle tab. n. 16 e 17.

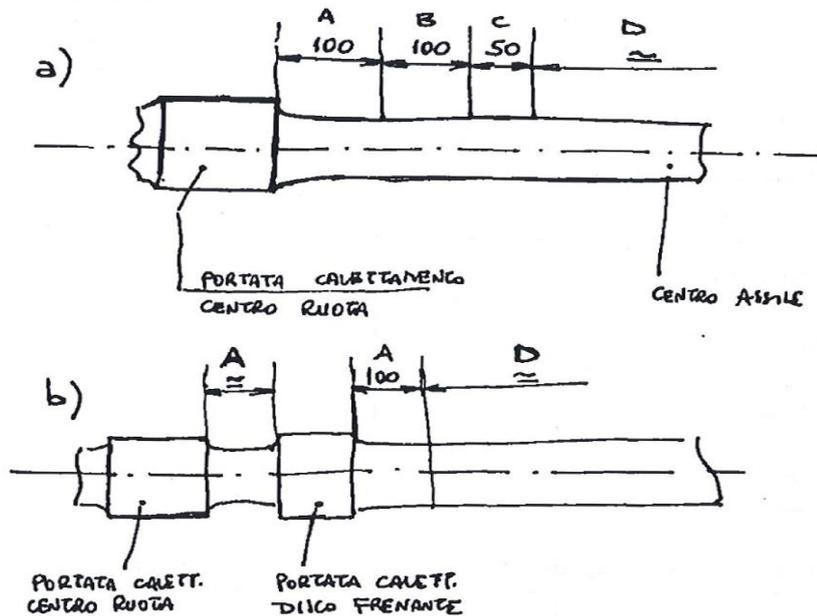
TABELLA N°16 DIAMETRO MINIMO CORPO CENTRALE DELL'ASSILE.

TIPO SALA MONTATA	DIAMETRO MINIMO AMMESSO
SD94=SD94/m=43/mp	165
NNRb46	154
UR=3OUR=46UR=46UR/m=38UR/m 33R/m=33UR/m=33UR	161
920/m=43/m	158
42/m	155
B46UR/m	160
NRb46	NESSUNA MINORAZIONE

TABELLA N°17 MINORAZIONI LOCALIZZATE SUL CORPO DELL'ASSILE

TIPO RIPARAZIONE	PROFONDITA' MASSIMA AMMESSA (zone dell'assile come da fig.n°21)			
	A	B	C	D
GOLA RACCORDO	0	1	1	1
RIPIANO	0.5	1.5	2	2.5

FIG. 21 ZONE DEL CORPO CENTRALE DELL'ASSILE
OGGETTO DI MINORAZIONI LOCALIZZATE.



- a) sala montata per veicoli con freni a ceppi
- b) sala montata per veicoli con freni a disco

2. 3. 2 CRETTI

Allo scopo di individuare l'insorgenza di cretti od inizi di rottura, assolutamente non tollerati, l'assile deve essere sottoposto alle prove U.S. secondo le norme vigenti a cui deve essere sempre fatto riferimento.

Gli impianti di esercizio devono provvedere a sostituire la sala montata risultata scarto U.S. o che presenti inizi di rotture di qualsiasi genere (cricche, cretti ecc.) non tollerati dalla presente normativa.

Gli impianti riparatori devono provvedere a sostituire l' assile scartata U.S. o che presenti, come detto sopra, altri motivi causa di radiazione rispettando le norme contenute al par. 3.6 della presente I.T.

DOCUMENTO N. 5

**Istruzione Tecnica Scadenze e Prove Ultrasuoni Assili Sale Montate Rotabili
Metrocampania Nord Est - IT-MTZ-ALn-Ale-09**

È stato esaminato anche il suddetto documento nella Revisione 0 del marzo 2008.

Detta Istruzione fissa le modalità esecutive delle prove ultrasoniche, eseguite sugli assili delle sale montate dei rotabili facenti parte della flotta aziendale sia da parte di personale aziendale che da parte di ditte esterne, facendo esplicito riferimento ad un particolare modello di apparecchiatura ad ultrasuoni e ad una sonda rotante a tre trasduttori, entrambe di uno specifico produttore ma non utilizzate per le prove ultrasoniche effettuate, in data 31/01/2019 e 29/03/2018, sull'assile oggetto di rottura di cui alla presente relazione.

Dall'esame della documentazione riprodotta emergono, in generale, le seguenti osservazioni:

- la maggior parte dei controlli sono di tipo visivo, senza però che siano date indicazioni di dettaglio riguardo le modalità di esecuzione (distanza dal punto da osservare, prospettiva, ecc...) e le relative condizioni ambientali (luminosità, ecc...), né sui criteri di valutazione di eventuali condizioni particolari che *".....possono compromettere il regolare funzionamento del complesso....."*;
- il riferimento per le sale montate è sempre la Istruzione Tecnica *"I.T. sale montate I.T./MTZ/Aln/Ale-01"* (Documento N. 4);
- il riferimento per le prove ultrasoniche degli assili è sempre la Istruzione Tecnica *"I.T. I.T./MTZ/Aln/Ale-09"* (Documento N. 5).

DOCUMENTO N. 6

PROCEDURA DI CONTROLLO CON ULTRASUONI ASSILI FERROVIARI (UT - ***002/18) – Anno 2018 SETTORE MF (MANUTENZIONE FERROVIARIA)**

Il documento è stato prodotto dalla ditta che ha effettuato, in data 31/01/2019, l'ultimo controllo ultrasonico sull'assile poi interessato dalla frattura in data 06/04/2019, ditta che operava in quanto aggiudicataria di una gara di appalto bandita da EAV.

Nel documento è precisato che *".....il controllo richiesto esplicitamente dal cliente è limitato dalle possibilità di accesso alle sole facce terminali degli assili e per tale motivo il metodo di controllo adoperato è quello di riflessione diretta ed indiretta di impulsi ultrasonori alla frequenza di 2 e 4 Mhz"*, ciò in quanto l'assile in argomento è di tipo pieno.

Inoltre, nello stesso documento è precisato che:

"Prima di eseguire un controllo devono essere concordati con il committente i seguenti elementi:

- *metodo di fissaggio del livello di accettabilità*
- *metodo e tecnica da usare per la valutazione delle indicazioni*
- *verifica delle zone dell'assile ispezionabili*
- *esecuzione di un blocco di calibrazione costituito da un assile avente le stesse caratteristiche di quelli da controllare su cui eseguire intagli trasversali*
- *fase di servizio in cui deve essere eseguito il controllo*

- *esigenza o no di una procedura di controllo scritta*
- *requisiti delle procedure di controllo scritte”.*

Dall'esame della documentazione prodotta da EAV non è emersa traccia dell'effettivo concordamento delle suddette condizioni. I tecnici di EAV, incontrati in data 12/02/2020 hanno evidenziato che è stato attivato al riguardo un percorso di revisione dei processi di gestione dei controlli non distruttivi effettuati sui veicoli, attesa la constatata sussistenza di alcune criticità.

Inoltre, al paragrafo 8.0 - **TARATURA D'ESAME** del documento è precisato che *“Le operazioni di seguito descritte saranno eseguite: prima di iniziare l'esame dell'assile, periodicamente in caso di cambio di operatore, di sostituzione anche di un solo elemento dell'apparecchiatura, quale cavo sonde: e ogni qualvolta si abbiano dubbi sulla funzionalità della strumentazione”.*

Proseguendo nell'esame, nel documento è specificato che:

9.0 - TARATURA DELLA SENSIBILITÀ

9.1 - TARATURA PER IL CONTROLLO CON SONDE LONGITUDINALI

L'operatore sarà edotto sui tipi di assili da controllare e sarà fornito dei disegni relativi. Per ogni tipo di assile si procederà ad evidenziare il rispettivo oscillogramma di riferimento o base facendo stazione su assili nuovi di fabbrica ed esenti da difetti affioranti. Si avranno così oscillogrammi di base regolando l'amplificatore in modo da portare la prima eco all'80% dell'altezza utile dello schermo. Il grado di sensibilità sarà determinato, per il trasduttore impiegato con l'ausilio di un apposito blocco di taratura contenendo discontinuità artificiale di dimensioni note. Parimenti sarà preso a riferimento, per evidenziare il grado di sensibilità, un'assile sul quale sarà stato realizzato un difetto, mediante fresatura, realizzato con profondità di circa 20 mm in corrispondenza delle zone di raccordo delle ricariche di calettatura ove gli inviti a rottura per fatica sono maggiori. Tale difetto fornirà un eco intermedio posizionato nell'oscillogramma base in posizione che dovrà essere proporzionale (in scala) alla reale posizione (misurata) sull'assile. Sarà da considerare che, dovuto alla forma allungata del pezzo nonché alle variazioni di diametro, gli oscillogrammi presenteranno, oltre agli echi diretti del fondo, anche degli echi indiretti dovuti ad angolazioni secondarie legate all'allargamento del fascio ultrasonico.

9.2 - PERDITA DI TRASFERIMENTO

Prima dell'esecuzione del controllo è necessario verificare la differenza in attenuazione tra blocco campione e pezzo in esame.

Sempre nel corso del predetto incontro con tecnici di EAV si è effettivamente constatato che anche per gli aspetti ora evidenziati sussistevano alcune criticità, per le quali, come già detto, è stato attivato un percorso di revisione dei processi di gestione dei CND effettuati sui veicoli.

DOCUMENTO N. 7

Capitolato Tecnico TRAC62V0532Tind.D CONTROLLI NON DISTRUTTIVI ASSILI E BARRE DI TRAZIONE

Il documento disciplina le modalità di effettuazione, da parte della ditta aggiudicataria dell'appalto, delle attività relative ai controlli non distruttivi.

Fra le obbligazioni contrattuali a carico della ditta appaltatrice delle prove ultrasoniche è previsto che:

*“I controlli dovranno essere effettuati mediante l'uso combinato di sonde rotanti ed **angolate** e di sonde piane da 2-4 MHz, **interessando tutto il volume degli assili**”.*

Dall'esame del certificato rilasciato dalla ditta esecutrice del controllo ultrasonico, datato 31/01/2019, emerge che è stata usata solo una sonda piana, essendo stato quindi omesso il controllo con sonde angolate.

DOCUMENTO N. 8

Procedura UT per il controllo con sonda piana della testata degli assili dei rotabili ferroviari – Specifica Tecnica n. 370757 – esp. 03

Il documento è richiamato nel certificato di prova, emesso dalla ditta di cui al Documento n. 6, relativo ai controlli ultrasonici effettuati in data 31/01/2019.

DOCUMENTO N. 9

Prescrizioni scadenze UT degli assi e delle corone – cerchioni per sale montate dei veicoli – Istruzione Tecnica n. 309450 esp. 01

Il documento è richiamato nel certificato di prova, emesso dalla ditta di cui al Documento n. 6, relativo ai controlli ultrasonici effettuati in data 31/01/2019.

3.4. Funzionamento del materiale rotabile e degli impianti tecnici

3.4.1. Sistema di segnalamento e comando-controllo, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione

La circolazione sulla linea ferroviaria Benevento – Canello è gestita, come già detto, con il regime del consenso telefonico. L'accesso alla stazione di Benevento, gestita da RFI, per i treni provenienti da Canello, è regolato dal DM della stessa stazione ed è protetto da un segnale di protezione ubicato alla progressiva km 47+318, mentre dal km 46+068 in direzione della stazione di Benevento è attivo il Sotto Sistema di Terra del Sistema Controllo Marcia Treni.

3.4.2. Infrastruttura

Il tratto di linea ferroviaria ove è accaduto l'evento è compreso fra le stazioni di Benevento Appia e Benevento, a semplice binario con elettrificazione a 3 kV cc.

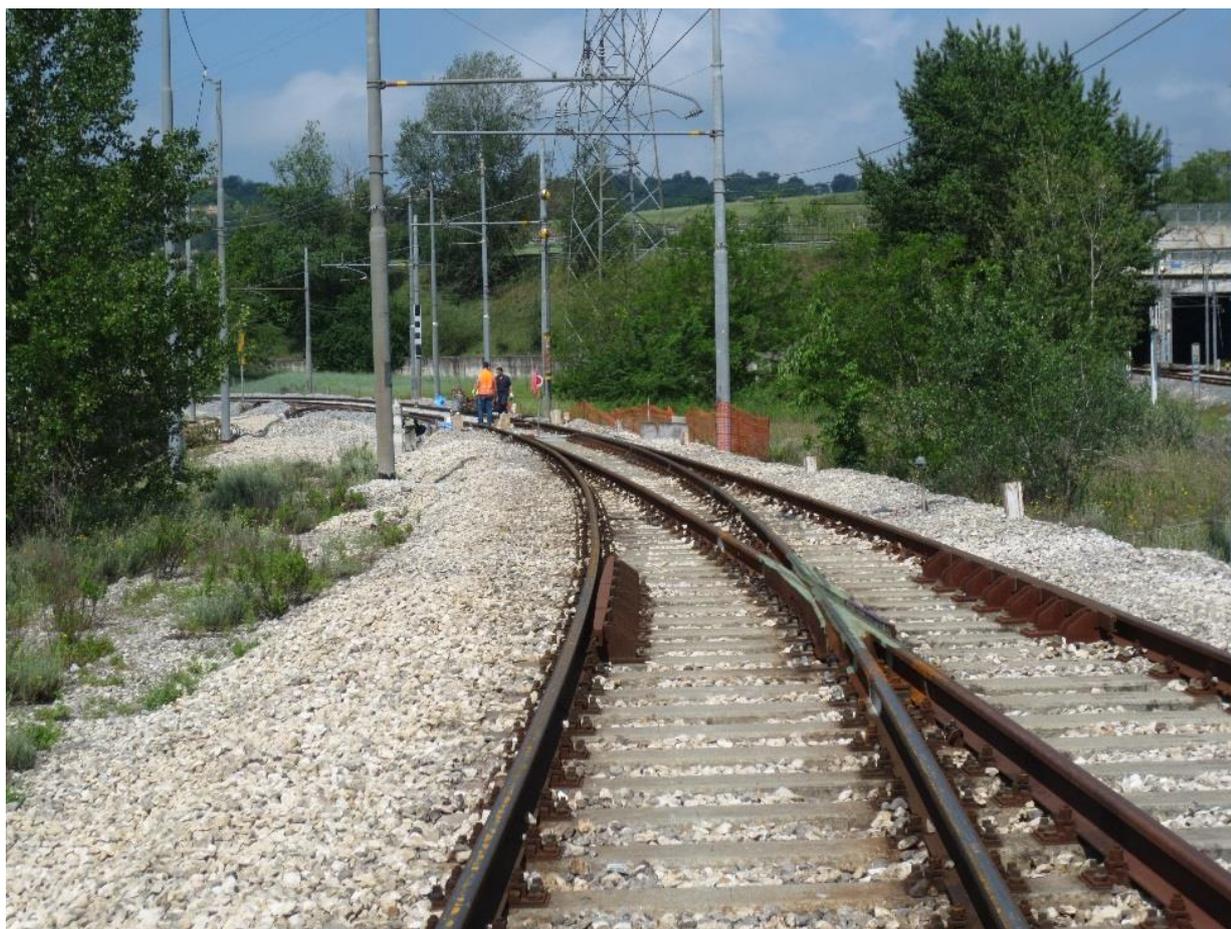


Figura 7 – Punto di svio (fonte: Digifema)

Come si rileva dalla Figura 7, il punto di svio è ubicato in curva e lateralmente alla sede ferroviaria non sono presenti ostacoli visivi.

3.4.3. Apparecchiature di comunicazione

Le comunicazioni di servizio successive allo svio sono state effettuate con telefoni cellulari di servizio.

3.4.4. Materiale rotabile, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione

Il treno coinvolto nello svio è il attrezzato con Sotto Sistema di Bordo del Sistema Controllo Marcia Treni, che include un sistema di registrazione degli eventi di condotta le cui risultanze sono state oggetto di esame da parte dell'Investigatore incaricato.

3.5. Documentazione del sistema di esercizio

3.5.1. Provvedimenti adottati dal personale per il controllo del traffico ed il segnalamento

Immediatamente dopo lo svio, è stata disposta l'interruzione della tratta Benevento Appia - Benevento.

3.5.2. Scambio di messaggi verbali in relazione all'evento

Come indicato al punto 3.4.3, a seguito dello svio le comunicazioni di allarme sono state diramate attraverso telefoni cellulari di servizio.

3.5.3. Provvedimenti adottati a tutela e salvaguardia del sito dell'evento

Immediatamente dopo l'evento sulla tratta interessata è stata interrotta la circolazione dei treni e sospesa l'alimentazione della linea di contatto.

Sul posto è intervenuto personale di RFI, di EAV e della POLFER di Benevento. In primis sono stati distaccati i due veicoli non sviati, trainati presso il deposito di EAV sito presso la stazione di Benevento Appia. Per la rimozione del veicolo sviato, assoggettato dalla Procura della Repubblica di Benevento a sequestro, è stato necessario adottare delle misure particolari legate all'impossibilità di trasferire in condizioni ordinarie lo stesso veicolo, il quale, in data 19/04/2019, è stato infine ricoverato presso il predetto deposito.

3.6. Interfaccia uomo-macchina-organizzazione

3.6.1. Tempo lavorativo del personale coinvolto

EAV ha trasmesso i turni lavorativi dal personale coinvolto nell'evento nella settimana precedente l'accadimento.

I turni che sono stati analizzati sono quelli effettuati da:

- macchinista del treno 3416;
- capotreno del treno 3416.

Si evince, dall'esame della documentazione messa a disposizione da EAV, il rispetto dei limiti normativi riguardo ai turni effettuati dal personale.

3.6.2. Circostanze personali e mediche che possono aver influenzato l'evento

L'Investigatore incaricato non è a conoscenza di circostanze personali o mediche, riferibili a tutto il personale a vario titolo interessato, che possano aver influenzato l'evento.

3.6.3. Architettura degli impianti aventi un'incidenza sull'interfaccia uomo-macchina

Nel caso in esame la parte di sistema avente incidenza sull'interfaccia uomo – macchina è rappresentata dalle attività manutentive preventive previste nei piani di manutenzione riguardanti i veicoli ferroviari.

Per classificare le componenti del sistema di lavoro, analizzando le interazioni tra esse, e ordinare gli elementi raccolti durante l'indagine nell'ambito della catena degli eventi, è stato utilizzato il metodo SHELL, caratterizzato da quattro elementi fondamentali:

- il *Software* è la parte non fisica del sistema ed include le politiche organizzative, le procedure, i manuali, gli schemi delle check-list, i grafici, gli avvisi/direttive ed i software informatici;
- l'*Hardware*, comprende macchine e impianti, attrezzature e strutture;
- l'*Environment* ovvero l'ambiente di lavoro, inteso come ambiente fisico e sociale;
- il *Liveware (elemento umano)* l'elemento più importante e flessibile del sistema, così chiamato per assimilarlo alle denominazioni delle altre componenti del sistema, ed è posto al centro del modello. Esso rappresenta il contributo di ogni persona, con le sue capacità e limitazioni, siano esse fisiche, fisiologiche, psicologiche, o psico-sociali. Questa componente può essere applicata ad ogni persona coinvolta nell'attività, o di supporto ad essa. Il soggetto preso in esame interagisce direttamente con ciascuno degli altri elementi. Ogni persona ed ogni interazione, o interfaccia, costituisce una potenziale area di indagine sulle prestazioni umane;
- il *Liveware (elemento periferico)* fa riferimento invece alle interazioni uomo-uomo presenti nel sistema, e comprende fattori come il management, la supervisione, le interazioni tra gli operatori e le comunicazioni.

Sulla base di tali principi, una rappresentazione sistemica del contesto in cui si è verificato l'inconveniente può essere così schematizzata:

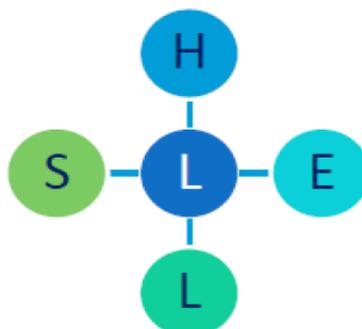


Figura 8 – metodo SHELL

Software

- Piani delle attività manutentive e dei controlli delle varie componenti dei veicoli ferroviari, aventi incidenza sulla sicurezza,
- Protocolli operativi interni dell'Impresa Ferroviaria riguardanti, in particolare, i Controlli Non Distruttivi,
- Protocolli operativi delle ditte esterne fornitrici di servizi di manutenzione, con particolare riferimento ai Controlli Non Distruttivi,
- Ulteriori documenti relativi alle attività manutentive e di controllo dei vari componenti dei veicoli ferroviari aventi incidenza sulla sicurezza.

Hardware

- Apparecchiature per l'esecuzione dei Controlli Non Distruttivi.

Environment

- Officine di manutenzione.

Liveware

- Operatori della manutenzione dipendenti dell'Impresa Ferroviaria/SRM
- Operatori delle ditte esterne fornitrici di servizi di manutenzione, con particolare riferimento ai Controlli Non Distruttivi.

3.7. Eventi precedenti dello stesso tipo

In Italia, negli ultimi due decenni, sono accaduti i seguenti incidenti gravi causati dalla rottura di assili:

- **Albate Camerlata**: il 26 marzo 2004 due vagoni e la motrice di un treno passeggeri deragliarono ad Albate Camerlata lungo la linea Milano – Como - Chiasso.

“Le indagini tecniche dimostrarono che l'incidente era stato causato dalla rottura di un assile che era affetto da una profonda cricca propagata a fatica, non rilevata nel corso dei controlli.

Gli esperti fecero presente, in quella circostanza, che sarebbe stato necessario sostituire gli assili dello stesso tipo, o almeno sottoporli a controlli più frequenti e rigorosi con le sonde a ultrasuoni”.

- **Firenze Castello:** il 26 marzo 2008 la seconda carrozza del treno Intercity 704, proveniente da Napoli e diretto a Bologna, uscì dai binari alla stazione fiorentina di Castello.

“Il deragliamentò fu determinato dal cedimento strutturale dell'assile di un carrello, sul quale fu rilevata la presenza di una estesa cricca che aveva interessato gran parte del diametro dello stesso assile, per cui, al transito in corrispondenza di un deviatòio, si verificò la rottura. La cricca non era stata rilevata durante gli interventi di manutenzione ed i controlli con gli apparecchi ad ultrasuoni.”

- **Viareggio:** il 29 giugno 2009 deragliò il treno merci 50325 Trecate – Gricignano e in uno dei vagoni deragliati veniva trasportato gas GPL.

“Il carro-cisterna deragliato subì uno squarcio durante l'incidente, per cui si innescò un incendio di vastissime proporzioni che interessò tutta la stazione di Viareggio e l'area circostante. La causa dell'incidente è stata poi attribuita al cedimento strutturale di un asse del carrello del suddetto carro-cisterna deragliato. L'esame delle superfici fratturate dell'assile mostrò la classica propagazione di una cricca per fatica, con linee di spiaggia per il 90% della sua superficie. Le vittime dell'incidente furono 32.

4. Analisi e conclusioni

4.1. Resoconto finale della catena di eventi

La ricostruzione cronologica della catena di eventi è stata realizzata sulla base della seguente documentazione, acquisita da EAV S.p.A. e RFI S.p.A.:

- a) Zona Tachigrafica Elettronica (ZTE) estratta dal registratore di eventi del Sotto Sistema di Bordo del Sistema Controllo Marcia Treni del treno regionale 3416,
- b) Relazione d'indagine prodotta dal Gestore dell'Infrastruttura Rete Ferroviaria Italiana, datata 03/06/2019,
- c) Relazione d'inchiesta, prodotta da EAV, relativa all'inconveniente al treno 3416 del 06/04/2019 verificatosi nella stazione di Benevento Centrale al Km 47+800.

Il giorno 06/04/2019, alle ore 20:15 circa, il treno EAV 3416, partito in orario da Napoli Centrale alle h 18:06 e diretto a Benevento, dopo essere ripartito, con 24 minuti di ritardo, dalla stazione EAV di Benevento Appia, nel percorrere la tratta fra quest'ultima stazione e quella di Benevento della linea Benevento - Cancellò (via Valle Caudina), gestita dall'azienda ferroviaria Ente Autonomo Volturò, mentre era prossimo all'ingresso nella stazione RFI di Benevento subiva lo svio del secondo carrello della motrice di testa, denominata Ale126 510 AL.

Il materiale in composizione al treno viaggiatori interessato dallo svio, di tipo Ale 126, costituita da “motrice + rimorchiata + rimorchiata semipilota”, trasportava complessivamente circa 10 persone, compreso il personale di bordo, nessuna delle quali riportava ferite a seguito dello svio.

L'evento aveva origine sul binario della linea ferroviaria Benevento – Canello, gestita, come già detto, da EAV, circa 50 m prima della punta del deviatoio posto in curva, denominato 01b, in corrispondenza del quale inizia il tratto di infrastruttura, compreso nell'ambito della stazione di Benevento, di competenza del gestore RFI.

Il veicolo interessato, ubicato in testa all'elettrotreno, si arrestava poi ad una distanza, misurata rispetto alla coda dello stesso veicolo, di circa 50 m dalla predetta punta del deviatoio 01b.

L'evento aveva inizio con lo svio del primo asse del secondo carrello, senso marcia treno, del veicolo di testa, essendo poi successivamente interessato anche il secondo asse, per cui nella posizione finale statica l'intero carrello si veniva a trovare sulla massicciata, con le ruote lato esterno curva al di fuori del binario e le rimanenti invece all'interno del binario. Lo svio provocava anche uno slineamento della rotaia esterna immediatamente a valle del deviatoio su indicato.

4.2. Discussione

In relazione all'evento accaduto, è stata acquisita dall'Impresa Ferroviaria EAV, proprietaria del veicolo oggetto di svio ed esercitante il servizio viaggiatori sulla tratta Napoli Centrale – Benevento, da suddividersi nelle due tratte Napoli Centrale – Canello, gestita da RFI, e Canello – Benevento, gestita dal Gestore dell'Infrastruttura EAV, parte della documentazione del Sistema di Gestione della Sicurezza riguardante, in particolare, le attività di manutenzione dei veicoli della flotta aziendale e la gestione dei fornitori esterni di servizi di manutenzione.

È stato ovviamente adottato un focus particolare sugli aspetti riguardanti i controlli non distruttivi relativi a componenti strutturali, quali gli assili, la cui integrità ed efficienza risulta determinante ai fini della sicurezza dell'esercizio ferroviario, ciò con l'obiettivo di individuare eventuali criticità condizionanti l'esecuzione di dette prove, tali da inficiare parzialmente o totalmente i relativi esiti.

Per quanto desumibile dalle relazioni di indagine (punti b) e c) del par. 4.1) esaminate e sulla base delle osservazioni visive effettuate in data 24/05/2019 sulla tratta ferroviaria interessata dall'evento, si può ritenere che all'epoca dell'evento non sussistessero condizioni di criticità legate all'infrastruttura ferroviaria, tali da potersi considerare come cause o concause dello svio del treno.

L'integrità strutturale di un assile in servizio è normalmente garantita dal sistema di controlli dettagliato nei piani manutentivi dei veicoli, controlli che permettono di rilevare difetti in fase di innesco, potendosi così identificare componenti da riparare o, eventualmente, da scartare.

L'attendibilità degli esiti dei controlli, fra i quali rivestono importanza fondamentale quelli di tipo non distruttivo, dipende pesantemente da aspetti di natura statistica, quali il

fattore umano, le condizioni ambientali e di accessibilità, le condizioni dell'ambiente di lavoro, la corretta esecuzione della procedura di controllo, la disuniformità del materiale sottoposto a test, la performance della strumentazione, la geometria del componente, ecc.

Il controllo ad ultrasuoni sfrutta la riflessione delle onde sonore i quando le stesse incontrano un ostacolo/discontinuità durante la loro propagazione all'interno di un materiale.

La propagazione acustica, composta da componenti longitudinale e trasversale, si diffonde nel materiale (acciaio) finché non raggiunge zone a differente impedenza, laddove, proprio a causa del diverso comportamento acustico, l'onda sonora propagante viene rifratta e riflessa. Nei controlli ultrasonici si sfrutta la rilevante differenza di impedenza tra acciaio e aria: l'impedenza nell'acciaio è più alta di quella in aria, condizione che comporta una quasi completa riflessione dell'onda sonora, per cui solo una piccola quota parte di onda viene rifratta.

Il funzionamento delle sonde è basato sul fenomeno della piezoelettricità: applicando una differenza di potenziale si contraggono o si espandono generando un'onda di pressione, viceversa se colpite da un'onda di pressione determinando una differenza di potenziale. Una centralina acquisisce e mostra a monitor i segnali rilevati dalla sonda.

Con questa metodologia, paragonabile a quella dei sonar, si cerca quindi di interpretare i segnali che percepisce la sonda, per cui la presenza di segnali inaspettati evidenzia la possibile presenza di un difetto, la cui entità può essere individuata mediante l'analisi dell'energia dell'eco di riflessione, poiché più il difetto è esteso maggiore sarà la superficie riflettente.

Sulla base delle considerazioni qui sopra riportate e di quanto argomentato finora nella presente relazione, è possibile sintetizzare le seguenti considerazioni che costituiscono la premessa tecnica per la successiva esplicitazione della causa diretta (par. 4.2.1), delle cause indirette (par. 4.2.2) e della causa a monte (par. 4.2.3):

- lo svio del treno regionale 3416 è stato direttamente causato dalla rottura dell'assile del secondo carrello della motrice del complesso E126;
- non sono state individuate, sulla base degli elementi a disposizione dell'investigatore, condizioni critiche inerenti all'infrastruttura (armamento, corpo strada ferroviario) comunque aventi influenza sull'evento;
- le prove ultrasoniche, effettuate da operatori differenti in data 29/03/2018 e in data 31/01/2019, quindi con un anticipo temporale rispetto alla data dell'evento rispettivamente di 12 e 2 mesi circa, non hanno evidenziato difettosità di alcun tipo interessanti l'assile;
- l'elettrotreno interessato dallo svio ha percorso nell'anno 2018 10.363 km, mentre dal 01/01/2019 al 06/04/2019 ha percorso 14.768 km, con un utilizzo quindi estremamente limitato, per cui si può ritenere che le condizioni dell'assile in occasione dell'esecuzione delle prove ultrasoniche di cui sopra non fossero sostanzialmente differenti;
- dall'esame della letteratura tecnica in materia e sulla base di precedenti esperienze investigative per eventi analoghi, si può affermare, con sufficiente attendibilità, che lo sviluppo di una frattura interessante un assile si sviluppa in un arco di tempo pluriennale;

- al fine di conseguire un accertamento completo ed attendibile riguardo le condizioni di integrità di un assile pieno, oltre che dell'eventuale innesco di cricche sulla superficie esterna, è necessario effettuare l'indagine ultrasonica mediante l'utilizzo di sonde sia piane che angolate;
- tutte le attività manutentive, comunque affidate a soggetti sia interni che esterni, devono essere assoggettate alla preventiva definizione delle modalità esecutive e ad un continuo monitoraggio in corso di esecuzione, attività da inquadrare nelle pertinenti procedure del Sistema di Gestione della Sicurezza ed affidare a personale effettivamente in possesso di adeguate competenze nella materia, abilitato ai sensi delle pertinenti Linee Guida ANSF.

4.2.1. Analisi riguardanti le cause dirette dell'evento

Causa diretta

Rottura del primo assile del secondo carrello, senso marcia treno, della motrice dell'elettrotreno E 126 dell'Impresa Ferroviaria Ente Autonomo Volturno, effettuante il treno regionale 3416, con origine Napoli Centrale e destinazione Benevento, con conseguente svio di entrambi gli assi del predetto carrello.

4.2.2. Analisi riguardanti le cause indirette dell'evento

Causa indiretta 1

Mancata individuazione e caratterizzazione, nel corso delle prove ultrasoniche effettuate in data 29/03/2018 e, tanto più, in data 31/01/2019, da parte di differenti operatori qualificati, della incipiente criticità costituita dalla presenza di una frattura, che si può presumere, con sufficiente certezza in relazione a quanto evidenziato nella pertinente letteratura tecnica, fosse in avanzata fase di sviluppo nell'assile ispezionato.

Causa indiretta 2

Esecuzione, in data 31/01/2019, della prova ultrasonica sull'assile in questione mediante l'utilizzo della sola sonda piana, condizione tecnicamente poco efficace ai fini dell'individuazione di difetti in fase di innesco sulle superfici laterali dell'assile e nei punti critici (variazioni di sezione trasversale, gole, ecc.), essendo oltre tutto tale modalità esecutiva non conforme alle prescrizioni del Capitolato di appalto, laddove era prescritto che ".....I controlli dovranno essere effettuati mediante l'uso combinato di sonde rotanti angolate e di sonde piane da 2 – 4 MHz, interessando tutto il volume degli assili.....".

Causa indiretta 3

Mancata implementazione-di un sistema strutturato ed efficace di controllo di tutte le attività connesse all'esecuzione delle prove ultrasoniche eseguite in data 31/01/2019.

Causa indiretta 4

*Mancato preventivo concordamento con la ditta incaricata dell'effettuazione delle prove ultrasoniche in data 31/01/2019, degli elementi indicati nella PROCEDURA DI CONTROLLO CON ULTRASUONI ASSILI FERROVIARI (UT - *****002/18) – Anno 2018 SETTORE MF (MANUTENZIONE FERROVIARIA), qui di seguito riportati:*

- *metodo di fissaggio del livello di accettabilità*
- *metodo e tecnica da usare per la valutazione delle indicazioni*
- *verifica delle zone dell'assile ispezionabili*
- *esecuzione di un blocco di calibrazione costituito da un assile avente le stesse caratteristiche di quelli da controllare su cui eseguire intagli trasversali*
- *fase di servizio in cui deve essere eseguito il controllo*
- *esigenza o no di una procedura di controllo scritta*
- *requisiti delle procedure di controllo scritte.*

4.2.3. Analisi riguardanti le cause a monte dell'evento

Causa a monte

Inadeguatezza del sistema di manutenzione, con particolare riferimento alle funzioni di «gestione della manutenzione», «sviluppo della manutenzione» e «esecuzione della manutenzione», per quanto riguarda le prove US affidate a operatori qualificati esterni all'impresa ferroviaria. Le evidenze di tale inadeguatezza sono riscontrabili nei riferimenti, contenuti nei certificati emessi a seguito di dette prove, a procedure operative di un'altra Impresa Ferroviaria (TRENITALIA) cui fa riscontro una procedura esecutiva, predisposta dalla ditta che ha effettuato in data 31/01/2019 la prova ultrasonica sull'assile, palesemente differente.

4.3. Conclusioni

Si riepilogano qui di seguito le cause dell'evento individuate a seguito delle analisi esplicitate nel par. 4.

Causa diretta

Rottura del primo assile del secondo carrello, senso marcia treno, della motrice dell'elettrotreno E 126 dell'Impresa Ferroviaria Ente Autonomo Volturno.

Cause indirette

1. Mancata preventiva rilevazione dell'innescio di un processo di degrado dell'integrità dell'assile poi fratturatosi.
2. Esecuzione di prova ultrasonica sul predetto assile in maniera non del tutto conforme al relativo capitolato tecnico.
3. Mancanza di una adeguata procedura di controllo dell'esecuzione delle prove ultrasoniche affidate a ditta esterna.
4. Mancata definizione di alcuni parametri esecutivi relativi alle prove ultrasoniche.

Causa a monte

Criticità del sistema di manutenzione.

4.4. Osservazioni aggiuntive

Con riferimento alla Relazione Tecnica predisposta dalla Commissione Ministeriale d'indagine sull'incidente di Viareggio del 29/06/2009, nominata all'epoca dalla Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, si riporta qui di seguito quanto nella stessa indicato, applicabile in termini concettuali al caso in esame, riguardo la necessità di rendere tracciabili gli esiti dei controlli effettuati su componenti aventi rilevanza ai fini della sicurezza:

Obbligo di registrazione delle risultanze delle prove eseguiti sugli assili e/o su tutti i componenti importanti ai fini della sicurezza ferroviaria

Tutti i risultati delle prove di natura sensibile (CND, US-MT, schede di lavorazione, ecc.) eseguiti sui componenti ritenuti importanti per la sicurezza della circolazione ferroviaria dovranno essere inseriti in una banca dati europea in forma criptografata o in chiaro, ma non manipolabile, al fine di poter verificare in tempi successivi lo stato del componente ovvero l'evoluzione di eventuali difetti o anomalie rilevati durante l'intera vita del componente.

Tali dati, accessibili a tutti i soggetti preposti ai controlli e a altri soggetti preposti alla manutenzione opportunamente certificati ed accreditati.

Emergeva pertanto, già all'epoca, la necessità di inquadrare la materia dei controlli effettuati "**sui componenti ritenuti importanti per la sicurezza della circolazione**" (ora assimilabili ai "**componenti critici per la sicurezza**", così come definiti nell'art. 4 del "*Regolamento di esecuzione (UE) 2019/779 della Commissione del 16 maggio 2019 che stabilisce disposizioni dettagliate su un sistema di certificazione dei soggetti responsabili della manutenzione dei veicoli a norma della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga il regolamento (UE) n. 445/2011 della Commissione*"), in un sistema di tracciabilità che garantisse, in qualsiasi momento, la possibilità di verificare la storia tecnica del componente e monitorare l'evoluzione nel tempo delle condizioni dello stesso e, soprattutto, di eventuali anomalie o difetti.

Ciò è ad oggi tecnicamente fattibile, essendo tale tracciabilità già implementata da altre imprese ferroviarie. Si ritiene pertanto opportuno che misure atte a garantire la tracciabilità dei controlli non distruttivi siano implementate dagli operatori, anche mediante l'avvio di un processo di benchmarking.

Come fatto cenno in precedenza, si può altresì ribadire che i controlli in argomento, e, in generale, una parte rilevante delle attività manutentive normalmente svolte sui veicoli ferroviari, sono fortemente influenzate da fattori afferenti alla dimensione umana degli operatori impegnati, fra i quali si possono considerare:

1. età,

2. condizioni fisiche,
3. condizioni psicologiche,
4. motivazioni personali,
5. formazione e cultura tecnica,
6. competenze specifiche,
7. esperienza,
8. capacità di relazionarsi ed interagire con il contesto,
9. consapevolezza del ruolo svolto e dell'importanza dello stesso ai fini della sicurezza,
10. eccessivo carico di lavoro con conseguente affaticamento.

Si ritiene inoltre necessario tener conto anche dei seguenti ulteriori elementi che possono influire sulle prestazioni manutentive:

11. organizzazione delle attività,
 12. qualità dei rapporti lavorativi all'interno dell'azienda,
 13. condizioni ambientali ed operative in cui si opera,
 14. interazione fra i soggetti operanti nel contesto,
 15. attività di supervisione e controllo da parte di terzi,
- nonché, relativamente alle apparecchiature impiegate,
16. caratteristiche, prestazioni e modalità di utilizzo,
 17. efficienza,
 18. grado di conoscenza, da parte dell'operatore, delle caratteristiche, prestazioni e modalità di utilizzo,
 19. capacità, da parte dell'operatore, di accertare l'efficienza,
 20. rispetto, da parte dell'operatore, dei parametri di utilizzo,
 21. caratteristiche dell'interfaccia uomo – apparecchiatura,
 22. conoscenza, da parte dell'operatore, delle corrette modalità interpretative delle evidenze parametriche indicate dalle apparecchiature.

Emerge, dal quadro su evidenziato, il rilevante numero di fattori che possono influenzare, in alcuni casi in maniera determinante, gli esiti delle operazioni manutentive dei veicoli ferroviari, compresi ovviamente i controlli di tipo non distruttivo.

Proprio al fine di evidenziare le possibili criticità, nell'ambito delle attività investigative è emersa, come già detto, la mancanza di tracciabilità documentale delle risultanze delle prove US, con conseguente attribuzione all'operatore di tutte le responsabilità in merito alla corretta interpretazione delle evidenze rilevate dalle apparecchiature utilizzate, essendo preclusa la possibilità di ulteriori successive verifiche sugli esiti delle medesime prove. In merito si ritiene che siano quanto meno interessati, fra i su elencati fattori, quelli contrassegnati dai nn. 5, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 21 e 22. Dai colloqui con operatori specializzati del settore e con rappresentanti di imprese ferroviarie è emerso che la condizione critica ora illustrata è notevolmente diffusa.

Inoltre, sempre a titolo esemplificativo, si è rilevato che, nell'ambito dell'appalto affidato da EAV alla società che ha effettuato, in data 31/01/2019, le prove US sull'assile poi

interessato dalla frattura, risulterebbe che nel mese di dicembre 2018 è stato effettuato un numero elevatissimo di prove US su assili dei veicoli della flotta aziendale, circostanza che fa presupporre rilevanti criticità in relazione, quanto meno, ai fattori di cui ai nn. 10, 11 e 15.

Fermo restando l'obbligo, sancito dalle direttive di cui al IV pacchetto ferroviario, di attuare, nell'ambito dei Sistemi di Gestione della Sicurezza, adeguate modalità di gestione dei rischi indotti dai suddetti fattori, si ritiene comunque auspicabile, come più innanzi dettagliato nella Raccomandazione n. 1, l'utilizzo integrato di più tipologie di CND, fra le quali è opportuno non trascurare, ovviamente in relazione alle effettive condizioni di accessibilità di ciascun componente da controllare, l'effettuazione dei controlli di tipo visivo (Visual Test), anche con l'eventuale impiego, laddove necessario, di ausili di tipo tecnologico (microtelecamere o altro).

Inoltre, nel corso delle attività investigative, è emersa la seguente ulteriore criticità:

- riguardo la scadenza per l'esecuzione delle prove ultrasoniche sugli assili, in uno dei piani manutentivi del veicolo oggetto di svio la stessa è espressa in relazione alla percorrenza chilometrica (200.000 – 250.000 km), mentre in un altro documento manutentivo del medesimo veicolo si prescrive una scadenza di tipo temporale (12 mesi).

5. Provvedimenti adottati

A seguito dello svio, EAV ha incaricato un gruppo di esperti dell'Università Federico II di Napoli e dell'Università di Salerno onde procedere ad un approfondimento delle condizioni per le quali si è verificato l'evento in argomento.

Al riguardo EAV ha provveduto a rimuovere dai veicoli interessati tutti gli assili appartenenti alla stessa colata di quello oggetto di frattura ed a porli a nudo, procedendo poi a sottoporli a prove magnetoscopiche. Inoltre, per indagare in maniera più competente sulle condizioni degli assili in dotazione ai veicoli ALe 126, gli esperti hanno proceduto all'esame anche di assili fabbricati in periodi diversi.

I risultati delle indagini US su detti assili hanno dato esito positivo, per cui successivamente tutti gli assili sono stati spogliati delle ruote e dei riduttori, rilevandosi così visivamente delle vacuolature sulle superfici esterne. Onde accertare l'entità effettiva di tale condizione, gli stessi assili sono stati sottoposti ad *“.....esame magnetoscopico con liquidi penetranti, che hanno effettivamente evidenziato”* cricche su tutti gli assili esaminati.

Si è successivamente provveduto alla tornitura degli assili, con l'asportazione di 3/10 mm di materiale nelle zone interessate dalle predette criticità, essendosi rilevato che le stesse interessavano uno strato superficiale limitato.

È bene inoltre evidenziare che, a seguito dello svio avvenuto il 06/04/2019, l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie, nell'ambito delle sue competenze, si è attivata sollecitando EAV a fornire informazioni in ordine:

- alla documentazione manutentiva ed alla gestione dei relativi processi messi in atto, con particolare riguardo ai controlli non distruttivi,
- all'attivazione dei processi inerenti alla gestione dell'evento incidentale, con analisi delle relative cause ed applicazione delle conseguenti azioni mitigative e/o correttive.

Per quanto riferito dai tecnici di EAV incontrati in data 12/02/2020 e come già fatto cenno in precedenza, l'Impresa Ferroviaria ha comunque avviato una profonda revisione dei processi di gestione delle attività manutentive effettuate con metodologie CND, ciò al fine di evitare che un evento come quello oggetto della presente relazione possa reiterarsi.

L'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie, anche a seguito dello svio in argomento, ha sollecitato, con nota prot. n. 0001393 del 24/01/2020, tutti i soggetti interessati a procedere ad una valutazione dell'efficacia dei controlli ad ultrasuoni normalmente utilizzati e ad effettuare, in occasione della revisione generale delle sale montate, anche l'esame magnetoscopico dell'assile spoglio. Inoltre, con la medesima nota, è stata disposta l'effettuazione di una verifica straordinaria di tutti gli assili.

6. Raccomandazioni di sicurezza

Considerato quanto riportato nei paragrafi precedenti, appare evidente che il sistema di verifica e controllo delle condizioni dell'assile interessato dalla rottura non ha consentito preventivamente, nel caso in esame, l'adozione di misure atte a prevenire la rottura ed il conseguente svio, ciò anche in relazione alle modalità di esecuzione della prova ultrasonica effettuata in data 31/01/2019.

Si ritiene pertanto, sulla base delle considerazioni esposte e delle risultanze illustrate nel capitolo 4, di formulare alcune Raccomandazioni inerenti alle problematiche evidenziate nella presente relazione, numerate con riferimento al relativo Identificativo ERAIL dell'evento (IT-6040).

Raccomandazione IT-6040-01 (integrazione CND)

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie di adoperarsi affinché i soggetti interessati introducano, nei piani manutentivi dei veicoli, modalità di verifica e controllo dei componenti aventi diretta influenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario orientate all'utilizzo integrato di più tipologie di CND [Visivo (VT), Particelle Magnetiche (MT), Liquidi Penetranti (PT), Ultrasuoni (US), Radiografie (RT), Correnti indotte (ET)].

Raccomandazione IT-6040-02 (specifiche tecniche CND)

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie di adoperarsi affinché i soggetti interessati definiscano, per l'esecuzione dei Controlli Non Distruttivi, dettagliate Specifiche Tecniche che, in conformità alle vigenti normative di settore, contengano almeno:

- la tipologia di strumentazione da utilizzare e le relative modalità di esecuzione dei controlli, con esplicitazione di tutti i necessari parametri di riferimento,
- le competenze del personale operativo impiegato, comunque aderenti a quanto specificato nelle pertinenti Linee Guida ANSF Rev.1 del 12/09/2018,
- la pianificazione preventiva delle attività per l'intero sviluppo temporale del servizio,
- le modalità di monitoraggio, in corso di esecuzione, delle attività degli operatori CND, attuate comunque da personale dotato di adeguate competenze,
- le modalità di registrazione delle risultanze delle prove, in modo da dare evidenza documentale dei valori dei parametri rilevati e garantire comunque la successiva effettuazione di analisi comparate degli esiti di controlli eseguiti in epoche differenti;

dovendosi definire inoltre, nel caso di affidamento del servizio ad un fornitore esterno:

- le modalità di gestione dell'interfaccia e del monitoraggio, compresa la preventiva acquisizione del documento di valutazione dei rischi del fornitore esterno, onde accertare che lo stesso abbia adeguatamente valutato i rischi connessi alle proprie attività e messo in atto le corrispondenti misure di controllo, accertandone la coerenza con quelle attuate dall'operatore ferroviario sulla base della propria valutazione dei rischi.

Raccomandazione IT-6040-03 (formazione personale addetto CND)

Attesa la circostanza che fra le attività previste nei piani manutentivi sono quantitativamente prevalenti i controlli di tipo visivo, si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie di adoperarsi affinché i soggetti interessati mettano in atto idonee attività di formazione, mantenimento delle competenze e verifica della corretta esecuzione dei compiti dedicate al personale deputato all'esecuzione di detti controlli, ipotizzando altresì l'eventuale assoggettamento del predetto personale a processi strutturati di qualificazione, in conformità alle pertinenti Linee Guida ANSF.

Raccomandazione IT-6040-04 (scadenze manutentive)

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie di adoperarsi affinché i soggetti interessati accertino l'eventuale presenza, nei piani manutentivi dei veicoli, di incongruenze relative alle scadenze (temporali/chilometriche) riguardanti le manutenzioni programmate, comprese le verifiche e i controlli, di componenti aventi diretta influenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario, provvedendo nel caso alla loro risoluzione.

Raccomandazione IT-6040-05 (tracciabilità CND)

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie di adoperarsi affinché i soggetti interessati avviino attività di benchmarking finalizzate all'implementazione di



06/04/2019 - Benevento - Svio treno regionale EAV n. 3416 (ID ERAIL IT-6040)

sistemi di tracciabilità per i controlli non distruttivi effettuati sui componenti aventi diretta influenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario.

Roma, 30 aprile 2020

Dott. Ing. Vito PASCALE