



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PREFAZIONE

del Dirigente Generale

a capo dell'Organismo Investigativo Italiano

alla Relazione Tecnica della Commissione di investigazione

sull'incidente ferroviario occorso il 06-06-2012 al treno 42213 di RTC

nella Stazione di Bressanone (IT)

La Relazione predisposta dalla Commissione Ministeriale d'indagine, affronta l'incidente in questione in modo ampio ed articolato, valutando l'accaduto sotto diversi piani di analisi ed arrivando a conclusioni chiare sulle cause, concause e cause indirette tecniche che hanno avuto ruolo nella vicenda.

Ciononostante alcune parti della allegata Relazione non vengono dal sottoscritto condivise per due ordini di motivi:

a) Alcune parti indulgono su giudizi che non attengono alla sfera dell'analisi meramente tecnica degli accadimenti e così facendo liberano considerazioni che inducono, in chi legge, la formazione di opinioni di colpa, che, per mandato istituzionale dell'Organismo investigativo, come definito sia dalla Direttiva Europea 49/2004/CE e dal Decreto legislativo di recepimento DGLS 162/2007 , debbono sempre evitarsi in quanto estranee al lavoro di indagine tecnica propriamente detto;

b) Altra parte in quanto poggia, come presupposto, sull'elaborazione di un modello di analisi, privo della necessaria chiarezza e/o di riferimenti a consolidati studi teorico-pratici sviluppati e conosciuti in ambito accademico. Il sottoscritto ritiene di non accettare aprioristicamente l'assunzione apodittica dell'algoritmo proposto che viene sfruttato per costruire una matrice di equazioni che dovrebbe essere in grado di elaborare come incognite e quindi calcolarle le rugosità superficiali degli assili e dei fori delle ruote prima del loro primo calettamento.

Con tale algoritmo infatti si mette in correlazione le rugosità prima del calettamento indagate quali incognite, quelle evidenziate "al vero" dalle prove di laboratorio sui pezzi dopo

l'incidente, le forze di calettamento e le interferenze tra assili e fori, attraverso legami semplicemente lineari.

In realtà la linearità delle funzioni che legano tali variabili, è un assunto non giustificato.

Non c'è evidenza di ripetute prove e calcolazioni, che formino un quadro di riferimento sperimentale, sempre necessario ed indispensabile per certificare come giustificata l'adozione di uno specifico modello originale.

Di conseguenza, l'ingaggio di quella ipotesi appare un arbitrio tecnico, fra l'altro non indispensabile.

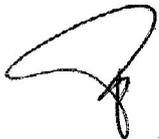
A parere del sottoscritto, per definire il quadro generale delle condizioni nelle quali si sono generati gli scalettamenti delle ruote che hanno condotto al deragliamento, è ampiamente sufficiente la verifica effettuata dalla soc. Lucchini sugli assili e sulle ruote scalettate coinvolte nel deragliamento, verifica che ha condotto ad accertare come la rugosità superficiale delle parti accoppiate fosse in molti casi oltre i limiti imposti dalla norma vigente, per concludere, di conseguenza, che anche la rugosità originaria prima che le ruote venissero calettate dovesse essere per quelle stesse ruote e per quegli stessi assili oltre il range di accettabilità della norma di riferimento.

Tale assunto è sostenuto da semplice logica e cioè che se la rugosità misurata al vero sugli assili e sulle ruote scalettate è stata verificata in laboratorio essere oltre i limiti, non poteva che esserlo, a maggior ragione, anche quella dei componenti all'origine, visto che per effetto dello sfregamento reciproco in fase di montaggio, la rugosità non può che essere diminuita per ogni componente, pur rimanendo come si è visto in laboratorio oltre i limiti di accettabilità.

E' del tutto evidente peraltro come, da parte della soc. Zos Trnava sia stato fatto uno specifico uso del parametro della rugosità superficiale, proprio per colmare il deficit rispetto alla indispensabile presenza di una interferenza dimensionale tra il foro della ruota ed il diametro dell'assile che ubbidisse al dettato delle norme vigenti, e che tale scelta sia stata ispirata dalla necessità di garantire il raggiungimento dei necessari livelli di sforzo di accoppiamento in modo da farli rientrare nelle previsioni normative sui diagrammi di calettamento.

Seguendo la stessa linea di condotta, lo scrivente ritiene inconferente ai fini delle risultanze dell'azione della Commissione anche la proposta di Raccomandazione che si fonda sulle ipotesi sopradette;

c) Altra parte ancora in quanto fa riferimento a prove testimoniali e verbali di sommarie informazioni testimoniali che costituiscono il fascicolo del P.M. e pertanto non sono pubblicabili fino al termine del procedimento giudiziario.


2
14/07/2014

Il sottoscritto, in qualità di responsabile dell'Organismo Investigativo Italiano ai sensi dell'art. 18 comma 1 del D.Legislativo n° 162 del 10-agosto-2007, e di conseguenza responsabile di tutta l'attività connessa all'azione investigativa da me avviata, ho ritenuto di mandare la Relazione tecnica predisposta dagli investigatori incaricati, nelle parti che ho sopra descritto.

Si concorda peraltro con la conclusione cui giunge la Commissione d'indagine e cioè che l'uso di Loctite al posto del Molycot, per la lubrificazione della parti da accoppiare fosse proprio dovuto alla impossibilità di utilizzare il secondo con gradi di rugosità elevati o meglio impropriamente elevati.

Le stesse testimonianze tecniche raccolte dagli investigatori presso la soc. Zos Trnava, suffragano tale convincimento.

Si elencano ora a seguire le Raccomandazioni Ufficiali che questa Direzione Generale in qualità di Organismo investigativo -National Investigation Body (NIB)- Italiano considera necessario emanare alla conclusione di questa articolata indagine:

Raccomandazione n° 1

L'Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria (ANSF) valuti la possibilità di inibire la circolazione, su tutto il territorio nazionale, promuovendo anche analoga misura, per il tramite dell'ERA, a livello delle altre reti comunitarie, dei carri merci che abbiamo subito interventi manutentivi anteriormente alla data del 21/12/2012 avendo come ECM o impresa di manutenzione la ÖBB TS; ciò in quanto, solo a partire da questa data, tale impresa ha fornito disposizioni operative, relativamente alla manutenzione ed all'assemblaggio di sale montate, che rispondono alla norma EN13260. Sino a quella data era stato previsto da ÖBB TS un controllo che teneva conto del solo andamento del diagramma di calettamento, per verificarne la rispondenza alla norma UIC 813; L'ANSF valuti anche la possibilità di estendere tale previsione anche i carri di altre Imprese/Detentori che potrebbero aver utilizzato simili metodiche di assemblaggio ruote-assili.

Raccomandazione n° 2

L' ANSF valuti la possibilità di inibire la circolazione di tutti i vagoni e carri ferroviari aventi sale montate (quale che sia la data dell'ultima manutenzione) che non rispondono alle indicazioni di calettamento a freddo previste dalla EN 13260, in quanto le indicazioni che scaturiscono dalla investigazione mostrano profili di inadeguatezza dal punto di vista della sicurezza della norma UIC 813 Nell'ambito di tale controllo si dovrà anche valutare l'opportunità di avviare un confronto con l'UIC e con il CEN, per verificare la fattibilità di un aumento del valore minimo dell'interferenza stabilito dalle citate norme UIC 813 ed EN 13260. L'investigazione dimostra che il mero rispetto di tali valori minimi, si riflette sulla sicurezza poiché con tali valori non si garantiscono margini sufficienti nei confronti degli scalettamenti.

Raccomandazione n° 3

L' ANSF, nell'ambito del possibile confronto con l'UIC e con il CEN di cui alla Raccomandazione n°2, valuti l'opportunità di proporre, in tale contesto, l'attivazione di un processo di omologazione dei lubrificanti da impiegarsi nelle operazioni di calettamento.

 3
14/07/2014

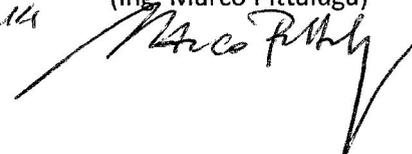
Raccomandazione n° 4

L' ANSF, si adoperi affinché, nel quadro delle azioni per la strutturazione di un quadro normativo europeo per la manutenzione che preveda la tracciabilità delle operazioni e protocolli operativi certi, evidenzi la necessità che nelle operazioni di calettamento delle sale montate vengano obbligatoriamente evidenziati i diagrammi di caletto, il valore dell'interferenza ruota-assile ed i valori di rugosità, sia del mozzo della ruota che della zona di caletto dell'assile, e che tali valori siano frutto di misurazioni.

Il Dirigente Generale

(ing. Marco Pittaluga)

Rome 16/07/2014





Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIREZIONE GENERALE PER LE INVESTIGAZIONI FERROVIARIE

**Relazione d'indagine sull'incidente ferroviario occorso il
06-06-2012 al treno n. 44213 di RTC nella stazione di
Bressanone**



Roma, 14 maggio 2014

di raccomandare all'ANSF, all'UIC, al CEN di valutare l'opportunità di verificare l'efficacia e la coerenza dell'attuale quadro normativo per quanto attiene l'assemblaggio ed il riassemblaggio delle sale montate. Inoltre ha proposto di verificare la possibilità di prevedere l'omologazione a livello europeo dei lubrificanti utilizzati nei calettamenti a freddo.

2 FATTI IN IMMEDIATA RELAZIONE ALL'EVENTO

2.1 Evento

2.1.1 Data, ora, evento e luogo

L'evento si è verificato il giorno 06.06.2012 alle ore 11.56 circa, in corrispondenza dell'ingresso alla stazione di Bressanone, nella tratta Fortezza-Ponte Gardena della linea ferroviaria Brennero-Verona.

2.1.2 Descrizione degli eventi e del sito dell'incidente

Il treno 44213 dell'impresa ferroviaria Rail Traction Company, composto dalla locomotiva titolare Bombardier EU43 001 e da 21 carri che trasportavano rottami ferrosi, partito da Brennero alle 10.43 e diretto a Brescia (come risulta dalla scheda composizione treno – allegato n. 4), giunto in corrispondenza dell'ingresso alla stazione di Bressanone, sul 2° binario di corretto tracciato, con i segnali disposti a via libera, sviava, proseguiva la sua corsa sino ad occupare la sagoma del 3° binario e si arrestava, sia per la resistenza opposta dall'infrastruttura che nel perdurante movimento è stata divelta, che per l'intervento della frenatura rapida conseguente alla rottura della Condotta Generale del freno. Ciò a causa degli scalettamenti delle ruote del 1° carro.

Allo stato di quiete (vedi figure 1 e 2) il treno si presentava con la locomotiva sviata e intraversata, col carrello anteriore appoggiato sul marciapiede della banchina posta tra i binari 2 e 3. Alla locomotiva era attaccato il primo carro che si presentava, sviato, inclinato e con due sale con ruote scalettate. A circa 10,5

m. dal secondo carro si trovava il terzo carro, anch'esso sviato e parzialmente inclinato. Sono sviati ulteriori 7 carri per un totale di 9 dei quali, il sesto, si è intraversato e ha perso il carico, mentre l'ottavo ha tamponato il settimo infilandosi per circa 3,5 metri nella cassa dello stesso. Il decimo carro, il primo rimasto in linea di marcia, presentava il respingente anteriore lato destro rotto.



Figura 1



Figura 2

- SALA A LATO B (I assile - ruota DX s.m.t.): questa ruota è presumibilmente l'ultima ad aver scalettato, probabilmente poco prima che il vagone si arrestasse. Che si sia trattato di uno scalettamento abbastanza veloce e con il treno a bassa velocità è confermato dal fatto che sull' assile non si vedono segni né cilindrici né assiali (fig. 39), ma si rilevano solo segni di molteplici urti contro il ballast dovuti ad un'intensa aratura dell'assile nel ballast stesso (fig. 40). Si rammenta che il I vagone, nella sua posizione di riposo terminale, è stato ritrovato piegato sulla destra; questo significa che prima dell'arresto, la ruota DX della I sala ha subito un sovraccarico dinamico sia per effetto della frenatura del carro, sia per l'inclinazione a DX subita dal carro; in tale fase probabilmente si è verificato anche il piegamento del I assile (fig.41).

Una ulteriore conferma che la ruota SX del IV assile non ha scalettato, si evince dall'esame della fig. 42; si nota come l'alloggiamento di tale ruota non mostra segni di contatto tra la ruota e le parti metalliche adiacenti, segni che invece sono particolarmente evidenti per la ruota SX della I sala (figg. 43 e 44) e per la ruota DX della stessa sala (fig. 45).



Figura 42 – alloggiamento ruota SX del IV assile

Table 8 — Surface roughness (Ra) of wheels in the state of delivery

Area of the wheel	State of delivery ^a	Roughness Ra (µm)	
		Category 1	Category 2
Bore	Finished	≤ 12,5	
	Ready for assembly ^b	0,8 to 3,2	

Figura 55 – Valori rugosità foro ruota EN13262

In sede di colloqui con ZOS e ÖBB TS è scaturito che ZOS aveva provato a calettare delle ruote con $Ra > 3,2 \mu m$, ma ÖBB TS non aveva condiviso tale scelta e perciò era stato deciso di non utilizzare valori di rugosità Ra superiori a $3,2 \mu m$.



Di seguito in fig.56 si riportano i valori della rugosità misurati presso Lucchini (all.30) in 2 punti degli assili (zone A e B) e in un punto delle rispettive ruote. In rosso sono evidenziati i valori che superano i valori massimi ammessi dalle norme ($1,6 \mu m$ per gli assili e $3,2 \mu m$ per le ruote).

ANALISI RUGOSITA'								
SALA	N°	LATO	POSIZIONE	ASSILE MISURA 1	ASSILE MISURA 2	RUOTA MISURA 1	RUOTA MISURA 2	Media a zone sull' assile
A	331850	A	A1	1,17	1,605			2,36
			A2	1,8	1,484			
			A3	1,034	7,089			
			B1	2,518	1,085			1,98
			B2	3,148	2,361			
			B3	1,321	1,452			
			0°			2,839		
			120°				3,498	
			240°				3,2	
		B	A1	2,559	1,293			2,16
			A2	1,543	1,022			
			A3	4,765	1,783			
			B1	0,855	1,163			2,01
			B2	3,16	2,435			
			B3	3,675	0,748			
			0°				4,223	
			120°				3,191	
			240°				3,843	
B	325584	A	A1	0,799				1,22
			A2	0,958				
			A3	1,905				
			B1	1,668				1,64
			B2	1,425				
			B3	1,824				
			0°			1,479		
			120°				1,893	
			240°				1,887	
		B	A1	5,787				3,09
			A2	1,46				
			A3	2,024				
			B1	2,234				2,92
			B2	3,679				
			B3	2,859				
			0°			1,91		
			120°				1,937	
			240°				1,832	2,073
C	12569	A	A1	0,25				0,23
			A2	0,185				
			A3	0,241				
			B1	0,585				0,77
			B2	0,87				
			B3	0,842				
			0°			1,831		
			120°				1,992	
			240°				1,883	
		B	A1	0,189				0,19
			A2	0,161				
			A3	0,232				
			B1	0,925				0,71
			B2	0,855				
			B3	0,349				
			0°			1,733		
			120°				1,915	
			240°				1,922	

Figura 56

Dall'esame di tali dati emerge che le ruote che hanno scalettato mostrano una possibile problematica rappresentata da un valore di rugosità superiore alla norma (fig.57).

ANALISI RUGOSITA' a posteriori							
SALA	N°	LATO	Media assile	Media ruota	Σ ASSE+RUOTA	σ assile	σ ruota
A	331850	A	2,2	3,2	5,4	1,6	0,3
		B	2,1	3,8	5,8	1,2	0,4
B	325584	A	1,4	1,8	3,2	0,3	0,2
		B	3,0	1,9	4,9	1,0	0,1
C	12569	A	0,5	1,9	2,4	0,2	0,1
		B	0,5	1,9	2,3	0,2	0,1

Figura 57

Si è inoltre rilevato che il valore più elevato della rugosità sull'assile, misurato in corrispondenza della zona di caletto, è stato riscontrato sulla sala B lato B (ruota DX del 4° carro s.m.t.) che è stata la prima ruota a scalettare; il secondo valore più elevato di rugosità sull' assile è stato riscontrato sulla sala A lato A che è stata la seconda ruota a scalettare; infine il terzo valore più elevato di rugosità è stato riscontrato sulla sala A lato B che è stata la terza ruota a scalettare.



[REDACTED]

{ [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]

4.2.6 Analisi dell'interferenza ruota-assile

Considerando i valori rilevati presso Lucchini si ricava la tabella (fig. 69) avente la seguente legenda:

Conforme alla EN13260 e alla UIC 813
Conforme alla UIC 813 e non conforme alla EN13260
Non conforme alla EN13260 e alla UIC 813

In tale tabella (fig.69) sono riportati i valori di interferenza calcolati a zone, di interferenza media e di interferenza MAX ricavata facendo la differenza tra i dati in “celeste”, relativi al massimo delle medie dei valori rilevati sull’assile tra le tre posizioni di misura nella zona di caletto e i dati in “rosa” relativi al minimo dei relativi valori della ruota nella zona del mozzo.

Da tale analisi è stata esclusa la sala D n. 121553 (all. 46-d) che sarebbe la 3^a sala del I carro s.m.t, calettata il 26-07-2006, presso Ptuj in Slovenia, in quanto:

- le ruote di tale sala non sono scalettate;
- il calettamento delle ruote non è stato effettuato presso l’officina di ZOS;
- L’interferenza dichiarata tra le due ruote e l’assile era di **0,29µm** e quindi abbondantemente sopra le soglie minime di interferenza fornite dalla UIC 813 e dalla EN13260 ed anche entro il valore massimo previsto.

Per quanto riguarda la sala D si deve , altresì, rilevare che la rugosità dichiarata dall’officina di SZ Centralne Delavnice non era conforme né alle norme UIC 811, né alle norme EN 13261, in quanto è stato dichiarato un valore di rugosità sull’assile nella zona di caletto pari a $Ra=2,0\mu m$ in corrispondenza della ruota SX e

ANALISI INTERFERENZA																											
SALA	N°	LATO	POSIZIONE	ASSILE MISURA (dopo pulizia)	RUOTA MISURA (dopo pulizia)	Media a zone	σ a zone	Media	σ	INTERFERENZA a zone	σ interferenza a zone	INTERFERENZA media	INTERFERENZA MAX	INTERFERENZA DICHIARATA	LIMITE INTERFERENZA UIC 813 Jmin=D*0,0009	LIMITE INTERFERENZA EN 13260 Jmin=D*0,001	Proposta nuovo limite per normativa EN Jmin=D*0,0011										
A	331850	A	Assile	A1	187,17	187,156	0,02	187,171	0,02	0,086	0,03	0,122	0,171	0,160	0,167	0,185	0,204										
				A2	187,167																						
				A3	187,132																						
				B1	187,17																						
				B2	187,177																						
				B3	187,18																						
			Ruota	RA1	187,06	187,070	0,0			187,049	0,03							0,189	0,05	0,179	0,077	0,148	0,203	0,160	0,167	0,185	0,204
				RA2	187,09																						
				RA3	187,06																						
				RB1	187,01																						
				RB2	187																						
				RB3	187,02																						
		Assile	A1	187,165	187,152	0,01	187,161	0,01	0,189	0,05	0,179	0,077	0,148	0,203	0,160	0,167	0,185	0,204									
			A2	187,152																							
			A3	187,14																							
			B1	187,16																							
			B2	187,166																							
			B3	187,17																							
		Ruota	RA1	186,95	186,963	0,0			187,013	0,06	0,189	0,05	0,179	0,077	0,148	0,203	0,160	0,167	0,185	0,204							
			RA2	186,97																							
			RA3	186,97																							
			RB1	186,99																							
			RB2	187																							
			RB3	186,97																							
Assile	A1	201,205	201,210	0,00	201,207	0,01	0,223	0,02	0,243	0,190	0,219	0,247	0,180	0,180	0,200	0,220											
	A2	201,215																									
	A3	201,21																									
	B1	201,2																									
	B2	201,212																									
	B3	201,208																									
Ruota	RA1	200,97	200,987	0,01			200,988	0,04	0,223	0,02							0,243	0,190	0,219	0,247	0,180	0,180	0,200	0,220			
	RA2	200,99																									
	RA3	201																									
	RB1	200,98																									
	RB2	200,97																									
	RB3	200,94																									
Assile	A1	201,22	201,207	0,01	201,213	0,01	-1,203	0,48	-0,035	-0,759	-0,666	0,160	0,180	0,180	0,200	0,220											
	A2	201,196																									
	A3	201,204																									
	B1	201,215																									
	B2	201,22																									
	B3	201,2																									
Ruota	RA1	202,68	202,410	0,79			201,879	0,68	-1,203	0,48							-0,035	-0,759	-0,666	0,160	0,180	0,180	0,200	0,220			
	RA2	201,33																									
	RA3	203,22																									
	RB1	201,28																									
	RB2	201,26																									
	RB3	201,2																									
Assile	A1	198,618	198,623	0,01	198,632	0,01	0,190	0,01	0,185	0,170	0,182	0,207	0,190	0,180	0,200	0,220											
	A2	198,634																									
	A3	198,618																									
	B1	198,625																									
	B2	198,642																									
	B3	198,628																									
Ruota	RA1	198,43	198,433	0,00			198,450	0,02	0,190	0,01							0,185	0,170	0,182	0,207	0,190	0,180	0,200	0,220			
	RA2	198,43																									
	RA3	198,44																									
	RB1	198,44																									
	RB2	198,45																									
	RB3	198,45																									
Assile	A1	198,75	198,748	0,00	198,747	0,00	0,222	0,02	0,212	0,181	0,205	0,222	0,190	0,180	0,200	0,220											
	A2	198,75																									
	A3	198,745																									
	B1	198,745																									
	B2	198,749																									
	B3	198,742																									
Ruota	RA1	198,53	198,527	0,00			198,542	0,02	0,222	0,02							0,212	0,181	0,205	0,222	0,190	0,180	0,200	0,220			
	RA2	198,52																									
	RA3	198,53																									
	RB1	198,55																									
	RB2	198,55																									
	RB3	198,5																									

Figura 69

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie
 Relazione di indagine per incidente ferroviario di Bressanone del 6.6.2012

[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]
------------	------------

[REDACTED]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

-----CONSIDERAZIONI-----

Considerando ora tutti e 34 gli accoppiamenti ruote/assili che non rispettavano le norme (fig.3 e fig.52) o erano al limite con esse, considerando le migliaia di carri di RCA ritirati dalla circolazione, risulta difficile pensare che ÖBB Ts non abbia, con coscienza e volontà, cercato in tutti i modi di calettare le ruote dei carri con bassi valori di interferenza.

[REDACTED]

Utilizzare un'interferenza elevata può produrre delle maggiori lesioni sull'assile quando si effettua l'operazione di ricallettamento; quindi, invece di aumentare l'interferenza e ridurre la rugosità, ÖBB Ts ha preferito diminuire l'interferenza e aumentare la rugosità; qui entra in gioco la Loctite, in quanto col Molycot sarebbe impossibile per le sue caratteristiche calettare a 0,16mm - 0,18mm perché ha altre caratteristiche fisiche. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Da quanto detto in precedenza è emerso , quindi, quanto segue:

- calettare con valori di interferenza bassi o addirittura sotto norma era una prassi;

- il lubrificante “Loctite” impiegato obbligava il manutentore ad utilizzare livelli bassi di interferenza; ma è anche vero il contrario e cioè che la scelta da parte di Öbb Ts di avere bassi livelli di interferenza obbligava il manutentore ad utilizzare un lubrificante aventi le caratteristiche della Loctite;
- era una prassi calettare con una pressione massima di caletto tale da verificare, in pratica, una soglia minima di tale pressione (facendo riferimento alla norma UIC813) avente $a_{\min}=4$ (prassi non rispettata nel caso dell’incidente);
- era una prassi calettare con valori di rugosità posti sulla soglia definita dalle norme UIC 811 e dalla EN13661 e con valori di rugosità R_a , sull’assile, nella zona di caletto, probabilmente pari a $R_a \approx 1,8 \mu\text{m}$ e comunque contenuti nell’intervallo: $1,6 \mu\text{m} \leq R_a \leq 3,2 \mu\text{m}$ e con valori di R_a sul mozzo della ruota pari a $R_a \approx 3,5 \mu\text{m}$ e comunque contenuti nell’intervallo: $2,0 \mu\text{m} \leq R_a \leq 4,0 \mu\text{m}$;
- Possibile tolleranza in fase di tornitura del mozzo della ruota e dell’assile nella zona di caletto di circa $0,1 \mu\text{m}$ che ha prodotto una rugosità leggermente diversa anche tra ruote calettate sullo stesso assile;
- a parità di P_F , una variazione dell’ordine di $1/10$ di μm sulla rugosità sembra essere equivalente a una variazione dell’ordine di $1/100$ di mm di interferenza sul diagramma di caletto;
- a parità di rugosità, una variazione di 100kN di P_F sul diagramma di caletto equivale ad un aumento dell’interferenza dell’ordine di $1/100$ di mm;
- la tenuta dell’assemblaggio tra la ruota e l’assile è determinata “in primis” dall’interferenza che si interpone tra le due superfici di caletto;
- un possibile ritorno economico nell’utilizzo di tali procedure di caletto al limite normativo;
- carenze normative sia per la UIC 813 che per la EN 13260.

4.2.7 Considerazioni sulla temperatura dei freni e delle ruote

Come già accennato, la temperatura dei freni delle 4 ruote di SX del primo carro era compresa tra 224°C e 256°C al Posto di Controllo sito 4 km prima della stazione di Fortezza.

Per quello che concerne il punto di rilevamento della temperatura sulla ruota effettuato al PdC di Fortezza, esso è stato fatto non nel punto di contatto ceppo-ruota, ma sul bordo della ruota come da fig.76 (modello Ducati a 4 moduli, due interni e due esterni alla rotaia), questo significa che la temperatura a Fortezza nel punto di contatto con i ceppi freno era più alta, di almeno 50°C.

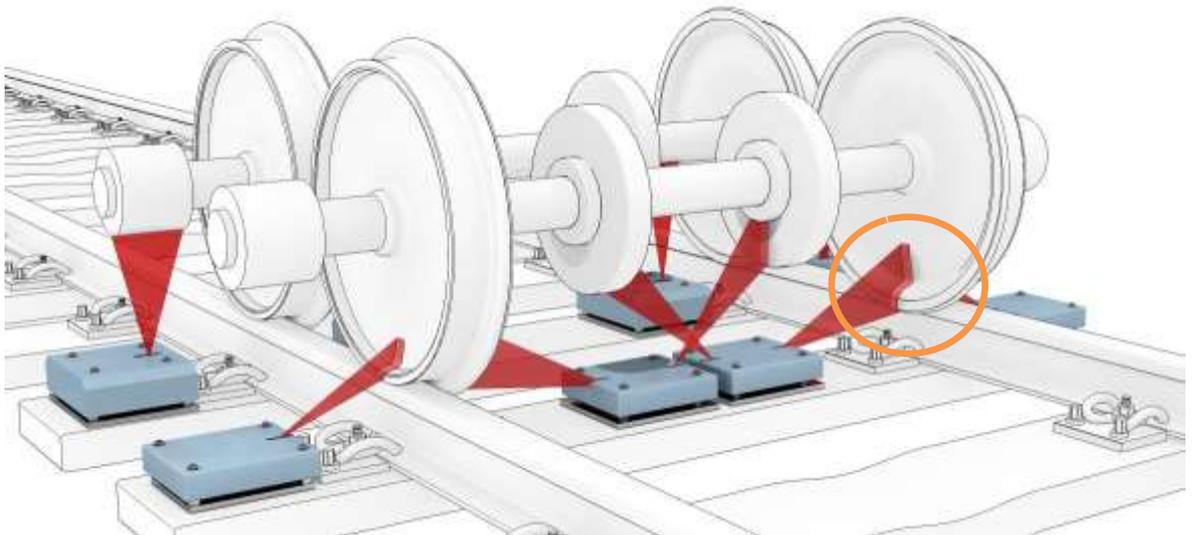


Figura 80

Superata Fortezza, le ruote hanno continuato a surriscaldarsi a causa delle continue frenate dato che la linea fino a Bressanone, e cioè per ulteriori 10 km, presenta una **pendenza del 23%** (all.16).

A Bressanone è stata rilevata su una controrotaia (fig. 81) e in altri punti dell'infrastruttura la presenza di un deposito metallico appartenente ad una delle ruote (probabilmente la ruota SX del 4° assile del I carro s.m.t.). Tale deposito metallico, che aveva un color "ciano", è significativo in quanto si è raffreddato molto velocemente e ciò fornisce un'indicazione abbastanza precisa sulle

possibili temperature raggiunte dalle ruote al momento dell'incidente, colore che è lo stesso di quello rilevato su altre ruote (fig.82). Il colore del metallo esposto a riscaldamento è dato dallo spessore dell'ossido che si crea sul metallo stesso; in tal caso è ragionevole pensare che la superficie di rotolamento delle ruote del I carro, al momento dello svio fosse compresa tra 330°C e 270°C (fig.83).



Figura 81



Figura 82 – ruota SX del IV assile

Colorazioni da ossidazione (*)	Temp.[°C]	Colorazioni da incandescenza	Temp.[°C]
Grigio scuro	427	Fusione	1500
Ampio "buco" senza variazioni significative di colore	---	Inizio scintille	1400
Blu/grigio leggero	330	Bianco	1200
Blu/grigio	320	Giallo chiaro	1100
Blu chiaro	310	Giallo	1050
Blu	300	Arancione chiaro	990
Blu/Viola	290	Arancione	930
Viola scuro	280	Rosso chiaro	870
Violetto	270	Rosso acceso	840
Giallo rossastro	260	Rosso arancione	810
Marroncino	250	Rosso ciliegia	770
Marroncino chiaro	240	Inizio della transizione di fase verso l'austenite, siamo in zona "Curie"	---
Giallo oro	230	Rosso ciliegia scuro	700
Giallo chiaro	220	Rosso sangue	650
Paglierino	210	Rosso scuro	600
Paglierino tenue	200	Grigio nero rossastro	550
		Grigio rosso	500

Figura 83

Tali alte temperature hanno comportato lo scrostamento della vernice oltre i 5cm dalla superficie di rotolamento come dalle figg. 84 e 85 (ruota SX del IV assile).



Figura 84 – ruota SX del IV assile



Figura 85 – ruota SX del IV assile

Come già accennato, il treno al Posto di Controllo ubicato a 4 km da Fortezza aveva la ruota SX del 4° assile del I carro ad una temperatura sul bordo di 256°C, questo significa che se si tenesse conto, ad esempio, dei regolamenti delle ferrovie svizzere FFS (all. 61) il treno stava viaggiando in una condizione di pericolo per la sicurezza e avrebbe dovuto essere fermato a Fortezza al fine di espletare i controlli atti a verificare la possibilità di proseguo della sua marcia. Per ciò che riguarda i ceppi dei freni, tenendo conto di ciò che ha dichiarato di aver visto, a Bressanone, il testimone 2 (all.10), che ha notato: “*il primo vagone con le pasticche dei freni rosse e un vistoso fumo bianco*” sul lato SX s.m.t., si potrebbe ipotizzare che tali ceppi abbiano raggiunto temperature prossime ai 600°C.

4.2.8 Considerazioni sul personale di condotta RTC

Si è rilevato che il treno è partito dal Brennero con un ritardo 38min., infatti, dalla scheda treno fig.86, risulta che il treno sarebbe dovuto partire dal Brennero alle 10:43 e arrivare a Bressanone alle 11:36, mentre dal Teloc (figg. 87 e 88) risulta che esso è partito alle 11:11 ed è arrivato a Bressanone alle 11:57, quindi sostanzialmente ha impiegato 46min invece di 53min, 7 minuti meno del previsto, superando anche in un punto (fig. 88), di poco, il limite massimo di velocità.

Scheda Treno									
Numero treno 42 43 45 29		Treno 44213/		Scheda n° 1/4		Stato di Composizione M120A P80%			
Validità Dal: 13.01.12 Al: 10.06.12		Versione Scheda BRESCIA SCALO		Da: BRENNERO A: Cippo Km 146,000					
Classificazione EUC		Versione 15501		Lunghezza		Int. alla Sella EU43		RBCS SCMT	
Orario	Stato	Vel. Max.	Vel. Min.	Località	Orario	Stato	Vel. Max.	Vel. Min.	Stato
VII	55	55	208771	* BRENNERO	10.11	10.43	55		
	80	80	208787	Dev. E.			80		
			208787	st. cdb. 24277, 207					
			208788	F.000- km 135, 134					
			208789	* P.C. Tanno Glen	10.50				
			208790	* P.C. Flasso	10.54				
	75	70	208790	Cippo km 134, 000			75		
			208791	* Colle Isarco	11.03				
	95	95	208791	Vigittano	11.04		95		
VII	80	80	208791	Campo di Trenz	11.12		80		
	75	75	208792	Le Cave	11.18		75		
			198246	* FORTEZZA	11.26				
	80	80	198246	Cippo km 134, 000			80		
V	100	100	198246	Bressanone	11.30		100		

Figura 86

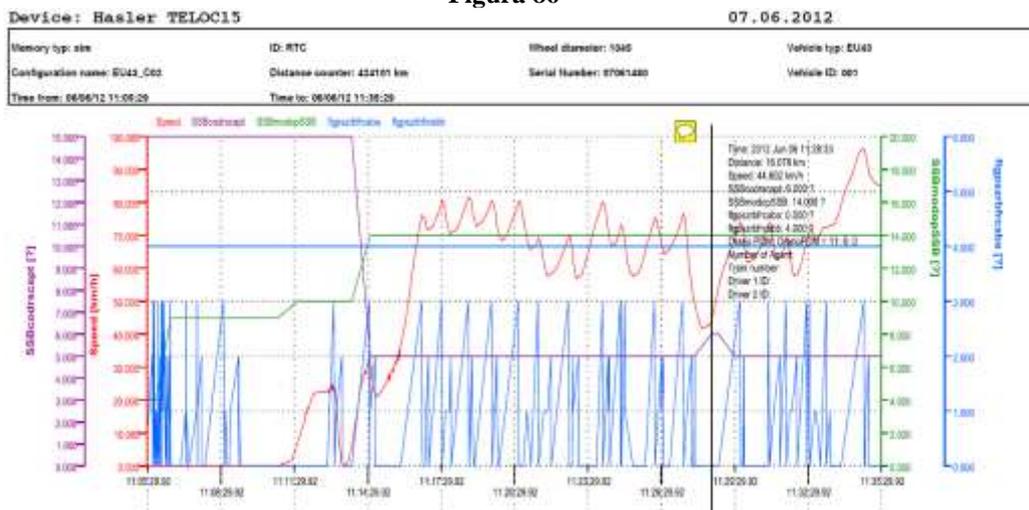


Figura 87

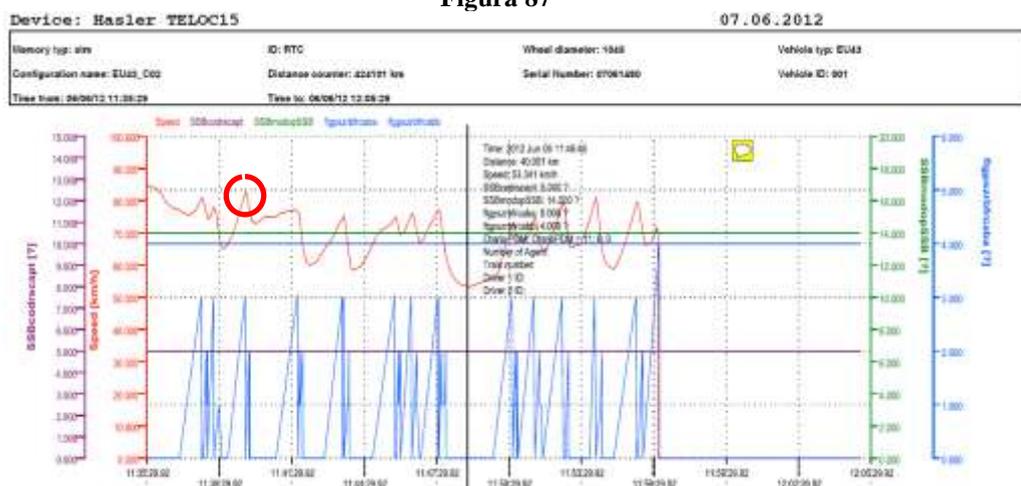


Figura 88

A seguito dell' incidente ZOS Trnava, per ridurre gli errori di misura, ha adottato una strumentazione di misura per il calcolo dell'interferenza che ha una precisione di 1/1000 di mm e non di 1/100 di mm come era in precedenza.

Inoltre, sempre a seguito del presente incidente, ÖBB TS ha modificato le condizioni contrattuali con ZOS Trnava permettendo a questa l'impiego anche del Molycot quale lubrificante e non solo della Loctite 232, come previsto in precedenza, il cui utilizzo obbligava, a detta degli stessi tecnici della ZOS, a calettare le sale montate con valori di interferenza prossimi alla soglia inferiore minima consentita dalla norma UIC 813.

4.6 Proposta di Raccomandazioni

- 1) L'ANSF valuti la possibilità di inibire la circolazione su tutto il territorio nazionale di tutti (o di parte de) i carri merci che abbiano subito interventi manutentivi anteriormente alla data del 21/12/2012 avendo come ECM o impresa di manutenzione la ÖBB TS; ciò in quanto, solo a partire da questa data tale Impresa ha emanato disposizioni operative, relativamente alla manutenzione ed all'assemblaggio di sale montate, che rispondono alla norma EN 12360. Sino a quella data era stato previsto da ÖBB TS un controllo che teneva conto del solo andamento del diagramma di calettamento, per verificarne la rispondenza alle norma UIC 813; non veniva effettuata alcuna verifica sul valore dell'interferenza, come previsto dalla stessa norma UIC 813. L'ANSF valuterà la possibilità di estendere tale previsione anche ai carri di altre Imprese/Detentori che potrebbero avere utilizzato simili metodiche di assemblaggio ruote-assili.

- 2) A seguito del fatto che in occasione della visita presso ZOS sono stati visionati anche diagrammi di altre sale montate, calettate per ÖBB sempre con la Loctite, aventi bassi valori di interferenza e bassa forza massima di caletto, **si raccomanda all'ANSF** di disporre che:

- la sala montata **124030** che ha effettuato manutenzione in ZOS il 10-11-2011 sia tolta dalla circolazione internazionale, qualora non sia già stato fatto, in quanto entrambe le ruote di questa sala montata, mostrano un pericolo di un doppio scalettamento, dovuto alla mancata ottemperanza della UIC 813 (vedere cap. 4.4.1);

-le sale montate **5846, 5957, 3530, 24222, 43941, 120205, 122940, 124549, 120474, 120577, 121159, 124393, 126697, 128225, 119283,**

116714, 125697 siano tolte dalla circolazione internazionale, qualora non sia già stato fatto, in quanto mostrano valori di interferenza non conformi con UIC 813;

- si valuti di togliere dalla circolazione internazionale la sala **43695** e **72619** in quanto sono di poco conformi alla UIC 813 ma non alla EN13260.

- 3) Si raccomanda l'**ANSF di inibire** la circolazione di tutti i vagoni e carri ferroviari aventi sale montate (quale che sia la data dell'ultima manutenzione IS3) che non rispondano alle indicazioni di calettamento a freddo date dall' EN 13260 (cap.3.1.2.) aventi, quindi, accoppiamenti ruota/assile con interferenza $J < 0,0010 * dm$, dove **dm rappresenta il diametro nominale dell'accoppiamento in millimetri**, in quanto le indicazioni fornite dalla norma UIC 813 si sono dimostrate inadeguate dal un punto di vista della sicurezza.
- 4) Posto che dalle evidenze tecniche dell'indagine, si è riscontrato il fenomeno dello scalettamento in corrispondenza di valori di interferenza, certificati e/o rilevati sostanzialmente non rispondenti alle prescrizioni della norma UIC 813 o al limite con i valori delle soglie minime definite da tale normativa (come risulta dalle misure effettuate presso Lucchini RS), **si raccomanda** all' ANSF, all' UIC e al CEN **di valutare** l'opportunità di aumentare la tolleranza minima di interferenza nel calettamento a freddo delle sale montate , come attualmente stabilito dalle norme UIC 813 (Annexe A1) ed EN 13260 (cap. 3.1.2.) , portandola a valori $J_{min} = 0,0011 * dm$, dove **dm rappresenta il diametro nominale dell'accoppiamento in millimetri**. Questo in quanto il rispetto letterale minimo dei valori forniti dalle norme possono riflettersi in maniera negativa sui margini di sicurezza.

[REDACTED]

6) Si raccomanda l' ANSF di:

- di raccomandare all'UIC di aumentare la soglia minima, definita nel diagramma di caletto, del massimo valore della forza di caletto a freddo per ciò che concerne la norma UIC 813(cap.5.2.3.3.5.), ponendo quindi, per le ruote monoblocco del materiale rimorchiato, almeno $a_{\min} \geq 4$ per qualsiasi lubrificante. Dove “ a_{\min} ” è il minimo di un coefficiente che determina il valore di detta soglia in quanto $P_{F\min} = a_{\min} \cdot D$ dove “ D ” è il diametro nominale dell'accoppiamento in millimetri;
- di raccomandare al CEN di aumentare la soglia minima della forza finale di caletto a freddo come attualmente stabilito dalla norma EN13260 (cap. 3.1.3.1), ponendo quindi almeno $F_{\min} \geq 1,00 \cdot F$, dove F è definito dalla norma EN13260 cap.3.2.1.

Tutto ciò in quanto il rispetto letterale minimo dei valori forniti dalle norme possono riflettersi in maniera negativa sui margini di sicurezza.

- 7) Si raccomanda all' ANSF di disporre affinché venga prevista, a livello comunitario, una certificazione di omologazione anche per i lubrificanti da impiegarsi nelle operazioni di calettamento.
- 8) Si raccomanda all' ANSF di valutare la possibilità di inibire la circolazione su tutto il territorio nazionale di tutti i carri, in proprietà di qualsiasi impresa ferroviaria, che abbiano delle sale montate i cui assili siano stati calettati a freddo impiegando quale lubrificante la “Loctite 232”, in concomitanza a valori di interferenza o di massima forza di caletto ai limiti inferiori rispetto alle norme vigenti e di lanciare in proposito un “warning” a livello europeo.
- 9) Si raccomanda all' ANSF di valutare la possibilità di ridefinire la soglia di allarme per il surriscaldamento dei freni a ceppi, determinata dai dispositivi a terra di Rilevazione Temperatura Freni, portandola a valori

di $T=250^{\circ}\text{C}$ e che l'operatore della circolazione disponga l'arresto immediato del treno disponendo il segnale a via impedita o avvisando direttamente l'agente di condotta, quando possibile.

- 10) Si raccomanda all' **ANSF** che si adoperi affinché nella azione di definizione di un quadro normativo europeo per la manutenzione, evidenzi la necessità che nelle operazioni di calettamento vengano, obbligatoriamente, riportati, nei relativi diagrammi, i valori di rugosità **Ra** sia del mozzo della ruota che della zona di caletto dell'assile, e che tale valore di **Ra** sia frutto di misurazioni.

[REDACTED]

6 ABBREVIAZIONI E SIGLE

ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DGIF	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DM	Dirigente del Movimento
GI	Gestore dell' Infrastruttura
IF	Impresa Ferroviaria
SCMT	Sistema di Controllo Marcia Treno
RTC	Rail Traction Company
ÖBB	Österreichische Bundes Bahn
UIC	Unione Internazionale delle Ferrovie
NIB	National Investigation Body
smt	Senso marcia treno
CEN	Comitato Europeo di Normazione
c.a.p.	Calcestruzzo Armato Precompresso

7 ELENCO DEGLI ALLEGATI

- 1) Rapporto informativo da COER di RFI di Verona del 6/06/2012
- 2) Documento “Richtlinie Ril 800.02.00” dell’1/01/2011
- 3) Documento “Arbeitsregelwerk Ausgabe 3” del 9/07/2010
- 4) Scheda composizione treno
- 5) Piano schematico della stazione di Bressanone
- 6) Nota del 6/06/2012 di nomina della Commissione incaricata dalla DGIF del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti



- 11) Prescrizioni tecniche RTC
- 12) Scheda VVR (Virtual Vehicle Register) relativa al 1° carro
- 13) Autorizzazione alla costruzione del 1° carro del 23/02/1983
- 14) Autorizzazione alla sua messa in esercizio dell’ 8/06/1983
- 15) Comunicazione ANSF prot.n. 04718/12 del 26/06/2012 recante la tracciabilità delle sale montate sul 1° carro in composizione al treno
- 16) Profilo piano-altimetrico della linea ferroviaria Brennero Bressanone
- 17) Scheda treno secondo il fascicolo di linea 42 43 46 29 mod. M120 valida dal 13/01/2012 al 10/06/2012
- 18) Danni di pertinenza di RFI nota dell’11/06/2012
- 19) Danni di pertinenza di RFI Cargo nota del 4/09/2012
- 20) Allegato 4 del manuale di gestione della sicurezza di RTC del 29/03/2010
- 21) Disposizione RFI n.18 del 26/07/2001 recante la “Disciplina delle attività che le IF, che circolano sulla Infrastruttura Ferroviaria Nazionale, devono svolgere in caso di anomalità rilevanti o incidenti di esercizio”.
- 22) Regolamento per la circolazione dei treni (*)
- 23) Prescrizione di esercizio di RTC n.01 del 26/01/2010
- 24) Procedura di RTC SGS02 per la gestione delle emergenze(*)
- 25) Istruzione per il servizio di condotta delle locomotive delle Ferrovie dello Stato – Ristampa 2002 (*)
- 26) Elenco Imprese Ferroviarie titolari di licenza
- 27) Relazione finale dell’IF RTC (*)
- 28) Relazione finale del GI RFI (*)
- 29) Lettera dell’1/03/2009 con cui viene sub-appaltata la funzione di esecutore della manutenzione tecnica a ZOS Trnava
- 30) Relazione di Lucchini RS(*)
- 31) Stralcio delle conclusioni finali della precitata relazione di Lucchini RS
- 32) Scheda tecnica della Loctite 232
- 32-bis) Caratteristiche del Molycote
- 33) Dati di calettamento delle ruote agli assili, relativi alle sale componenti il 1° carro smt.

- 34) Norme per la verifica tecnica dei veicoli di RFI (*)
- 35) Fascicolo linea Brennero-Bolzano (*)
- 36) Rapporto di visita al binario a piedi da RFI del 25/08/2011
- 37) Rapporto di visita al binario in carrello da RFI del 7/03/2012
- 38) Rapporti di visite armamento e sede in cabina da RFI del 26/10/2011, del 22/03/2012 e del 28/05/2012
- 39) Esito rilievo stato geometrico del binario con mezzo di diagnostica mobile effettuato da RFI il 6/06/2012
- 40) Documento di Rail Cargo Austria “Unterlagen zum vortail Brixen“ recante gli interventi manutentivi di tutti i carri in composizione al treno sviato
- 41) Tabella recante le temperature delle boccole e dei freni rilevate dal dispositivo RTB ubicato al km 202+772 binario dispari
- 42) Documento RFI avente per oggetto “ lettura zone dati impianto RTB al km 202+772 della linea Verona-Brennero a seguito passaggio del treno 44213 del 6/06/2012”
- 43) Zona tachigrafica dell’apparecchio HASLER TELOC montato sul locomotore EU 43-001 recante manovra partenza e arresto
- 44) Relazione d’inchiesta di RFI sull’incidente occorso in Bressanone il 22/02/2001.
- 45) Stralcio piano schematico della stazione di Fortezza
- 46) Schede di lavorazione ZOS delle sale componenti il 1° carro smt
- 47) Nota ANSF prot. n. 07299/12 del 27/09/2012
- 48) Nota ÖBB Technische Service del 21/12/2012.
- 49) Documentazione ZOS relativa ai diagrammi di caletto della sala 124030
- 50) Verbale della riunione peritale del 14/06/2012.
- 51) Verbale della riunione peritale del 17/07/2012.
- 52) Verbale della riunione peritale del 6/08/2012.
- 53) Verbale della riunione peritale del 7/08/2012.
- 54) Verbale della riunione peritale del 10/09/2012.
- 55) Verbale della riunione peritale del 11/09/2012.
- 56) Verbale della riunione peritale del 12/09/2012.
- 57) Verbale della riunione peritale del 25/09/2012.
- 58) Verbale della riunione peritale dell’ 8/10/2012.
- 59) Verbale delle riunioni peritali del 17 e 18/10/2012.
- 60) Diagrammi di caletto di sale ÖBB effettuate in Zos, calettate con la Loctite e non appartenenti al treno oggetto dello svio.
- 61) Regolamento FFS I-50099.
- 62) Documentazione ultima manutenzione I carro.
- 63) UNI EN 13260
- 64) UNI EN 13261
- 65) UNI EN 13262
- 66) UIC 811
- 67) UIC 812
- 68) UIC 813
- 69) Dati progetto sala A
- 70) Dati progetto sala B e C
- 71) Dati per calcolo portata sala C

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]