



Rapporto finale

del Servizio d'inchiesta svizzero

sulla sicurezza SISI

concernente la collisione di un veicolo
strada-rotaia con una com-
posizione treno di cantiere

del 17 novembre 2023

a Poschiavo (GR)

N. reg. 2023111702

Informazioni generali sul presente rapporto

L'unico scopo dell'inchiesta relativa a un incidente o a un quasi incidente è la prevenzione di tali eventi nell'esercizio di ferrovie, impianti a fune e battelli. L'inchiesta sulla sicurezza e il presente rapporto non hanno pertanto esplicitamente lo scopo di stabilire la colpa o la responsabilità¹. Se il presente rapporto viene utilizzato per scopi che esulano dalla prevenzione degli incidenti, se ne deve tenere debitamente conto.

Nel presente rapporto, per motivi di protezione della personalità, si utilizza la forma maschile per tutte le persone fisiche e le loro funzioni, indipendentemente dal loro sesso.

La versione tedesca del presente rapporto è quella originale e pertanto fa fede.

¹ Articolo 15 della legge del 20 dicembre 1957 sulle ferrovie (Lferr), stato 1° luglio 2024 (RS 742.101).

Indice

1	Compendio	5
1.1	Breve descrizione dell'evento	5
1.2	Punti essenziali	5
1.3	Cause	5
1.4	Raccomandazioni di sicurezza e avvisi di sicurezza	6
1.4.1	Messa in sicurezza di un veicolo strada-rotaia contro la fuga durante la messa su binario e l'uscita dal binario	6
2	Esposizione dei fatti	7
2.1	Luogo dell'evento.....	7
2.2	Inchiesta	8
2.3	Antefatti.....	8
2.4	Dinamica dell'evento.....	8
2.5	Danni	10
2.5.1	Persone	10
2.5.2	Infrastruttura	10
2.5.3	Veicoli	10
2.6	Persone coinvolte e interessate.....	10
2.6.1	Macchinista.....	10
2.7	Imprese coinvolte e interessate	10
2.7.1	Gestore dell'infrastruttura	10
2.7.2	Imprese di trasporto ferroviario.....	10
2.7.3	Proprietario del veicolo	10
2.7.4	Imprese edili	10
2.8	Infrastruttura	11
2.8.1	Impianto ferroviario.....	11
2.8.2	Cabina di comando e controllo dell'esercizio	11
2.9	Veicolo	11
2.9.1	Dati essenziali	11
2.9.2	Ammissione alla circolazione	12
2.9.3	Carrello ferroviario	12
2.10	Comunicazione	14
2.11	Analisi della registrazione dei dati	14
2.12	Indagini supplementari.....	14
2.12.1	Condizioni meteorologiche, condizioni di visibilità, stato delle rotaie	14
2.12.2	Messa su binario e uscita dal binario	15
2.12.3	Formazione.....	15
2.12.4	Indagine sul dumper	15
2.12.5	Calcoli relativi alla dinamica della fuga.....	18

3	Analisi	19
3.1	Aspetti tecnici.....	19
3.2	Aspetti organizzativi.....	19
3.3	Aspetti relativi all'esercizio o ai processi.....	19
3.4	Fattori umani.....	20
4	Conclusioni	21
4.1	Constatazioni.....	21
4.1.1	Aspetti tecnici	21
4.1.2	Aspetti organizzativi.....	21
4.1.3	Aspetti relativi all'esercizio o ai processi	21
4.1.4	Fattori umani.....	21
4.2	Cause	21
5	Raccomandazioni di sicurezza, avvisi di sicurezza e misure adottate a seguito dell'incidente	22
5.1	Raccomandazioni di sicurezza	22
5.2	Avvisi di sicurezza	22
5.2.1	Messa in sicurezza di un veicolo strada-rotaia contro la fuga durante la messa su binario e l'uscita dal binario	22
5.3	Misure adottate a seguito dell'incidente.....	23

1 Compendio

1.1 Breve descrizione dell'evento

Il 17 novembre 2023, alle ore 4.25, un veicolo strada-rotaiia (dumper) è sfuggito all'indietro non frenato durante la messa su binario sopra Poschiavo (GR) e nella galleria successiva entra in collisione con una composizione treno di cantiere ferma. Il macchinista a bordo è rimasto gravemente ferito.

1.2 Punti essenziali

Mezzo di trasporto Ferrovie

Imprese coinvolte

Imprese di trasporto ferroviario Ferrovie retiche SA (FR), Coira

Gestore dell'infrastruttura Ferrovie retiche SA (FR), Coira

Altre imprese Heitkamp Construction Swiss GmbH, Dierikon
Vecellio Costruzioni AG, Poschiavo
C. Capelli SA, Impresa Costruzioni, Li Curt

Veicoli coinvolti Dumper Wacker Neuson 5001 S (veicolo strada-rotaiia), Vecellio Costruzioni AG
Composizione treno di cantiere, FR

1.3 Cause

La collisione di un veicolo strada-rotaiia (dumper) con una composizione treno di cantiere avvenuta il 17 novembre 2023 in una galleria sopra Poschiavo è da ricondursi al posizionamento involontario, durante la messa su binario, degli assi ferroviari non frenati sui quali il dumper è sfuggito a causa della forte pendenza.

I seguenti fattori hanno contribuito al verificarsi dell'incidente:

- il macchinista si è fidato dell'informazione fornita dal collega, secondo cui il processo di abbassamento del carrello ferroviario posteriore era concluso;
- il dumper non è stato messo ulteriormente in sicurezza contro la fuga involontaria durante il processo di messa su binario. Una tale messa in sicurezza non era neppure prevista esplicitamente nelle prescrizioni d'esercizio.

1.4 Raccomandazioni di sicurezza e avvisi di sicurezza

Nel presente rapporto viene formulato un avviso di sicurezza.

1.4.1 Messa in sicurezza di un veicolo strada-rotaia contro la fuga durante la messa su binario e l'uscita dal binario

1.4.1.1 Deficit di sicurezza

Durante la messa su binario o l'uscita dal binario di veicoli strada-rotaia, un asse ferroviario rimane sempre non frenato per un breve periodo. In questo intervallo di tempo l'altro asse deve esercitare tutta la forza di ritenuta. Se questa forza è insufficiente, il veicolo scivola o sfugge, in particolare in presenza di forti pendenze. La messa in sicurezza contro tale pericolo difficilmente viene insegnata e presa in considerazione.

1.4.1.2 Avviso di sicurezza n. 39

Destinatari: proprietari di veicoli strada-rotaia e relativi macchinisti

I proprietari di veicoli strada-rotaia e i macchinisti di tali veicoli dovrebbero definire e attuare misure che garantiscano una messa in sicurezza efficace contro la fuga involontaria dei veicoli durante la messa su binario e l'uscita dal binario lungo i tratti in pendenza.

2 Esposizione dei fatti

2.1 Luogo dell'evento

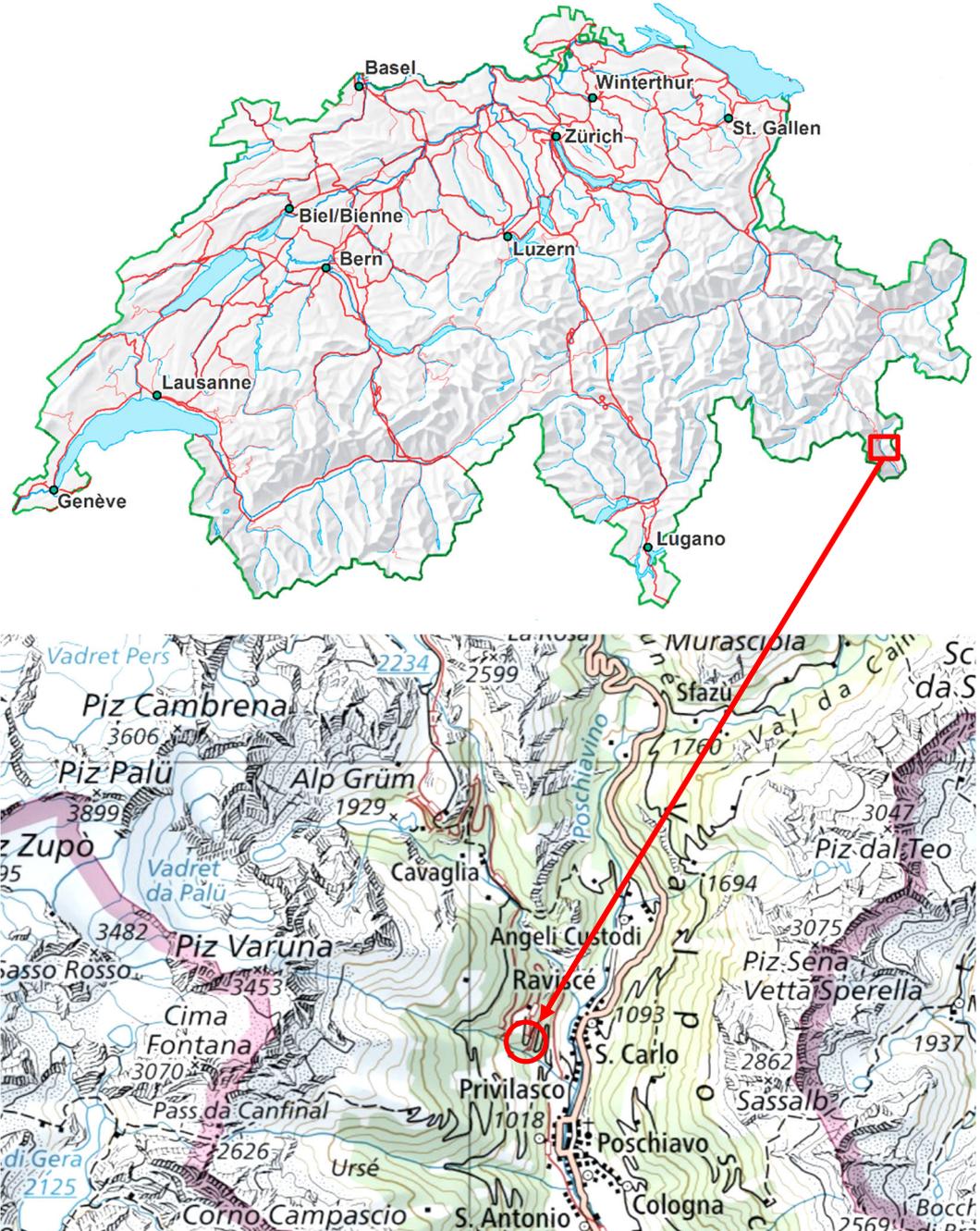


Figura 1: mappe del luogo dell'incidente.
Fonte delle mappe: Ufficio federale di topografia.

2.2 Inchiesta

La notifica della collisione di un veicolo strada-rotaia (dumper) con una composizione treno di cantiere ferma a Poschiavo è pervenuta l'17 novembre 2023 alle ore 4.44.

Ai fini dell'inchiesta erano a disposizione:

- rilievi sul luogo dell'incidente (da parte della POLCANT GR);
- fotografie (POLCANT GR);
- perizie;
- carte;
- piani dei binari;
- istruzioni di servizio e di funzionamento del dumper;
- audizioni delle persone coinvolte e interessate.

2.3 Antefatti

Sulla tratta sopra Poschiavo erano in corso lavori di rinnovo nella «galleria Val Varuna II». Per tale ragione in prossimità del portale della galleria, nell'area «Cadera Dafora», bisognava rimuovere del materiale di scavo. Il materiale era caricato su un dumper, che raggiungeva su strada il punto di messa su binario allestito provvisoriamente davanti al portale della galleria. Dopo la messa su binario, il dumper percorreva le rotaie in salita fino al deposito del materiale di scavo. Questa operazione si ripeteva circa dieci volte per ciascun turno di lavoro.

Su incarico della FR, i lavori erano eseguiti dall'impresa Heitkamp Construction Swiss GmbH. Quest'ultima aveva affidato la rimozione del materiale di scavo al subappaltatore Vecellio Costruzioni AG, cui apparteneva il dumper impiegato. Il subappaltatore aveva preso in prestito un macchinista dall'impresa C. Capelli SA affinché conducesse il dumper.

2.4 Dinamica dell'evento

Nella notte del 17 novembre 2023 il dumper veniva caricato e condotto su strada fino al punto di messa su binario. Per il processo di messa su binario veniva posizionato in modo che la direzione di marcia «avanti» fosse rivolta a monte. Il portale della galleria si trovava a valle, circa 15 m dietro al dumper.



Figura 2: punto di messa su binario con portale della galleria a valle (fonte: POLCANT GR).

Il macchinista abbassava il carrello ferroviario posteriore (a valle). Un collaboratore che si trovava vicino al punto di messa su binario confermava al macchinista che il processo era terminato. Il macchinista abbassava quindi il carrello ferroviario anteriore (a monte). Quando a seguito di questo processo di abbassamento si sollevavano le ruote gommata anteriori, il dumper iniziava a sfuggire all'indietro. Il macchinista cercava di sollevare nuovamente il carrello ferroviario, in modo che le ruote gommata mantenessero il contatto con il suolo. Ma non ci riusciva. A quel punto saltare giù dal dumper non era più possibile, in quanto dopo l'ingresso in galleria non c'era più uno spazio sicuro per farlo. Dopo circa 100 m, di fuga alle ore 4.25, il dumper entrava in collisione con una composizione treno di cantiere ricoverata nella galleria. Il giunto dello snodo del dumper si rompeva e la benna e il carico schiacciava il posto di guida, intrappolando il macchinista e ferendolo.

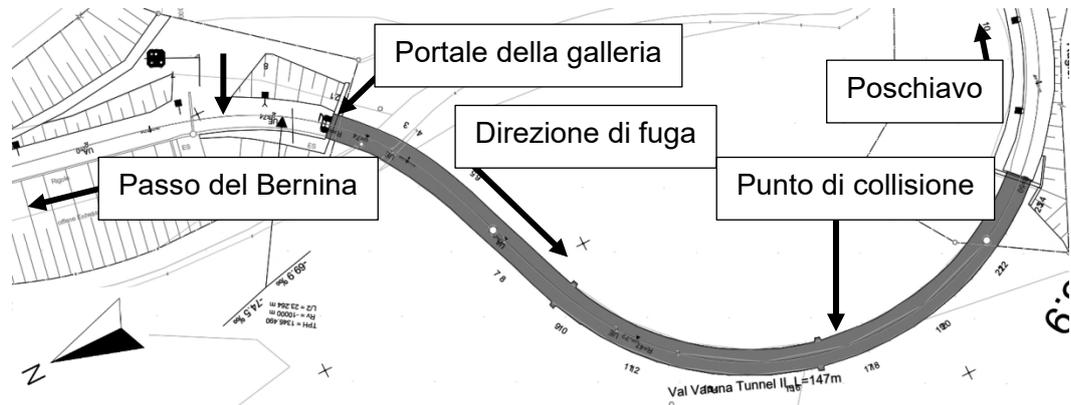


Figura 3: sezione del piano dei binari con il punto di messa su binario e il punto di collisione in galleria (fonte: FR, elaborazione a cura del SIS).



Figura 4: dumper piegato dopo la collisione con la composizione treno di cantiere (fonte: POLCANT GR).

2.5 Danni

2.5.1 Persone

Una persona è rimasta gravemente ferita.

2.5.2 Infrastruttura

Nessun danno.

2.5.3 Veicoli

Il dumper ha subito ingenti danni.

La composizione treno di cantiere ha subito lievi danni.

2.6 Persone coinvolte e interessate

2.6.1 Macchinista

Persona	Classe 1969, assunto da C. Capelli SA
Licenza	Attestato di formazione ed esame secondo OVF 10b ² per percorrere binari sbarrati con veicoli strada-rotaia e licenza del 15 giugno 2020 per percorrere l'infrastruttura FR.
Ultimo esame	Esame periodico a giugno 2020.
Percorso professionale	Il macchinista conduceva dumper da circa 20 anni. Aveva superato l'esame per la conduzione di veicoli strada-rotaia nel 2015.

2.7 Imprese coinvolte e interessate

2.7.1 Gestore dell'infrastruttura

Ferrovia retica SA (FR), Coira

2.7.2 Imprese di trasporto ferroviario

Ferrovia retica SA (FR), Coira

2.7.3 Proprietario del veicolo

Vecellio Costruzioni AG, Poschiavo

2.7.4 Imprese edili

Heitkamp Construction Swiss GmbH, Dierikon (appaltatore)

Vecellio Costruzioni AG, Poschiavo (subappaltatore)

C. Capelli SA, Impresa Costruzioni, Li Curt (fornitura di personale a prestito)

² Ordinanza del DATEC del 27 novembre 2009 concernente l'abilitazione alla guida di veicoli motore delle ferrovie, stato 1° febbraio 2014, articolo 10, capoverso 1, lettera b (OVF; RS 742.141.21).

2.8 Infrastruttura

2.8.1 Impianto ferroviario

La tratta a semplice binario conduce dal passo del Bernina verso valle in direzione di Poschiavo. Per superare gli oltre 1200 m di dislivello, il tracciato è realizzato con una forte pendenza e diversi tornanti, che si sviluppano in parte all'interno di gallerie. Tra il punto di messa su binario del dumper e il punto di collisione in galleria la pendenza è pari al 70 per mille.

Il punto di messa su binario era stato allestito provvisoriamente con la posa di tavole vicino alle rotaie e tra di esse (immagine 2) e distava circa 15 m dal portale della galleria.

Dal punto di messa su binario, una curva a destra nella direzione di fuga verso valle conduce per circa 30 m all'interno della galleria. Subentra quindi una curva a sinistra (immagine 3).

2.8.2 Cabina di comando e controllo dell'esercizio

La messa su binario e la fuga del dumper sono avvenute su un binario sbarrato. La gestione e la messa in sicurezza dell'infrastruttura di binari non hanno avuto alcuna incidenza sulla dinamica dell'incidente.

2.9 Veicolo

2.9.1 Dati essenziali

Il dumper è un Neuson 5001S, anno di costruzione 2009. Il carrello ferroviario è stato installato lo stesso anno da un'officina con sede a San Carlo (Poschiavo).



Figura 5: dumper coinvolto nell'incidente all'epoca del collaudo da parte della FR nel 2009 (fonte: FR).

Per la corsa su rotaia, il peso totale a fronte di un carico utile di massimo 5 t non deve superare le 9,26 t. La trasmissione della forza di trazione e della forza frenante sul binario avviene mediante i pneumatici e i tamburi di attrito su entrambi gli assi, rispettivamente attraverso le quattro ruote gommate a dipendenza dell'impiego.

- un freno continuo idrostatico (velocità di corsa uniforme);
- un freno a pedale;
- un freno di stazionamento.

2.9.2 Ammissione alla circolazione

Per l'ammissione di veicoli terzi sulla rete della FR, quest'ultima ha creato una lista di controllo per il collaudo recante la data del 27 maggio 2009. Con lettera del 9 luglio 2009 la FR ha informato la ditta Vecellio AG in merito all'avvenuto collaudo e alle regole da rispettare per l'impiego del dumper. La prescrizione d'esercizio 653 della FR, con data di emissione 9 luglio 2009, disciplina l'impiego del dumper sulla rete della FR.

Il veicolo disponeva di una licenza d'esercizio valida, rilasciata dall'UFT il 22 febbraio 2011, per l'impiego su sezioni di tratta sbarrate e messe in sicurezza lungo dell'intera la rete della FR; ovvero su tutte le pendenze.

2.9.3 Carrello ferroviario

Il carrello ferroviario viene abbassato e sollevato mediante cilindri idraulici. Al momento della messa su binario il carrello ferroviario viene abbassato, dopo il contatto con le rotaie l'asse ferroviario solleva le ruote gommate da terra e si inserisce sotto le stesse fino a quando i tamburi di attrito applicati sull'asse ferroviario non entrano in contatto con le ruote gommate. Il movimento prosegue fino a quando i tamburi premono sulle ruote gommate a sufficienza per garantire la trasmissione della forza per attrito. Con questo tipo di costruzione, il carrello ferroviario viene abbassato fino a quando non entra in tensione una catena³ che limita l'ulteriore estrazione dello stesso. La catena può essere regolata in modo da compensare l'usura dei pneumatici e dei tamburi di attrito.

³ Carrello anteriore: due catene; carrello posteriore: una catena.

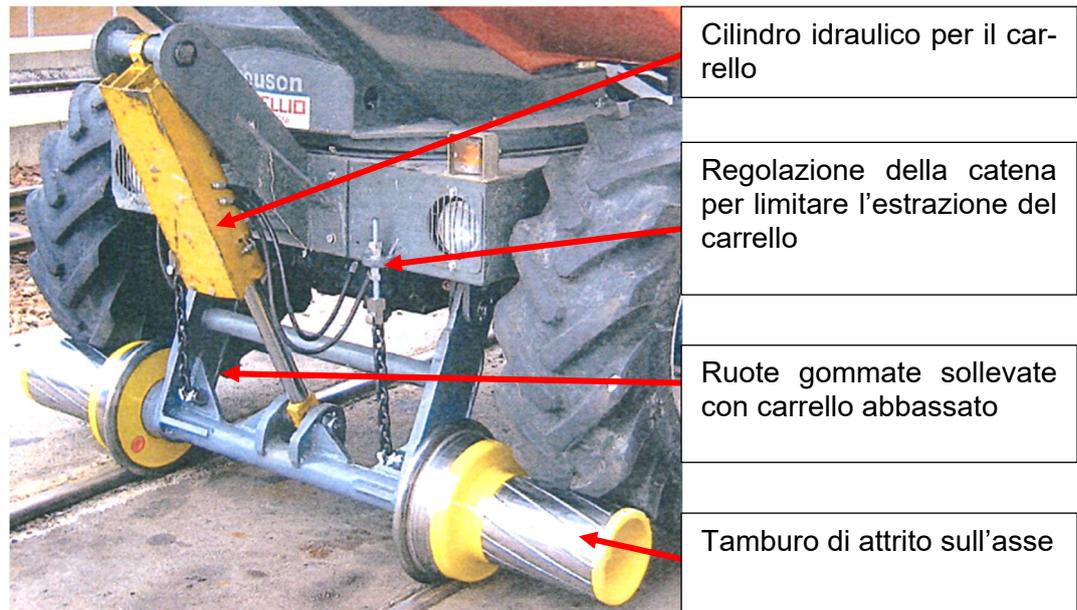


Figura 6: carrello anteriore (fonte: FR, elaborazione a cura del SISI).

Al posto di guida era stata applicata una centralina di comando supplementare per il comando dei due carrelli ferroviari. Ciascun carrello ferroviario viene selezionato mediante il pulsante corrispondente, che rimane premuto quando si abbassa o si solleva il carrello ferroviario. È possibile premere un solo pulsante alla volta, e quindi abbassare o sollevare solo uno dei due carrelli ferroviari. L'abbassamento o il sollevamento viene quindi azionato per mezzo di una leva che si trova a sinistra della postazione di guida. Se i due pulsanti non sono premuti, questa leva azionerà la benna ribaltabile.

La posizione dei pulsanti (ossia se sono premuti o meno) è difficile da rilevare visivamente. I pulsanti sono protetti contro l'umidità da una copertura flessibile che dopo l'azionamento ritorna nella posizione di partenza. Quando un pulsante è attivo, viene emesso un segnale acustico. Non esiste però alcuna indicazione (p. es. ottica) su quale pulsante sia attivo in un determinato momento.

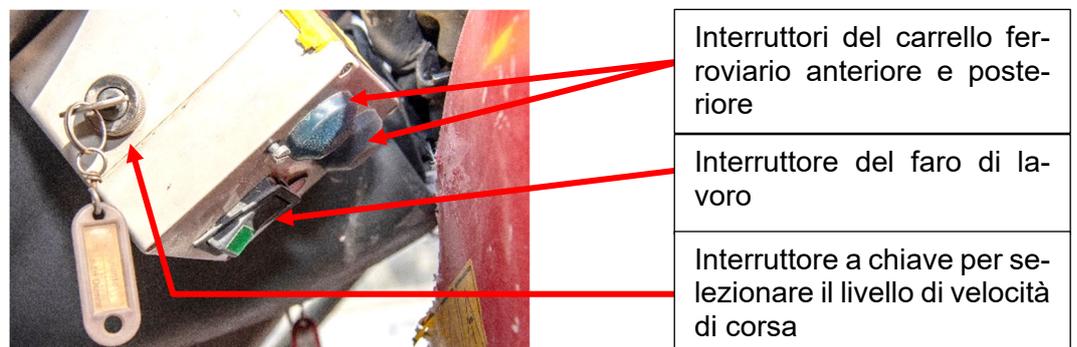


Figura 7: centralina di comando con interruttore del carrello (fonte: POLCANT).

Non viene fornita alcuna indicazione del completamento dell'operazione di abbassamento o sollevamento del carrello. Se il cilindro idraulico non riesce più a compiere il suo movimento, si percepisce una riduzione del regime del motore, dovuta al fatto che la pompa idraulica azionata dal motore cerca di superare la contropressione. In fase di abbassamento il movimento del cilindro idraulico è limitato

dalla tensione di una catena, in fase di sollevamento dall'inserimento completo del pistone nel cilindro. Se il carrello viene estratto quando il motore gira al minimo, il calo di regime è chiaramente percepibile. Quando il motore gira ad alto regime, il raggiungimento del finecorsa del cilindro idraulico non è percepibile.

I tempi di abbassamento e sollevamento del carrello ferroviario sono stati rilevati su un dumper di costruzione analoga:

Abbassamento (messa su binario)	Regime al minimo	Regime al massimo
Azione	Tempo	Tempo
Dall'avvio fino al contatto delle ruote ferroviarie con la rotaia	5 secondi	2,5 secondi
Dal contatto con la rotaia fino a quando i tamburi di attrito dell'asse toccano le ruote gommate (sollevamento delle ruote gommate da terra, asse non frenato)	6 secondi	0,5 secondi
Dal contatto con l'asse fino a quando i tamburi di attrito premono completamente sulle ruote gommate.	7 secondi	2 secondi
Tempo complessivo del processo di abbassamento di un carrello ferroviario	18 secondi	5 secondi

Tabella 1: intervalli di tempo per l'abbassamento di un carrello ferroviario.

Rispetto all'abbassamento, nel sollevamento del carrello ferroviario (uscita dal binario) i processi con regime del motore al minimo sono più brevi e quelli con regime al massimo praticamente uguali. Per questo tipo di operazione è rilevante soprattutto il tempo impiegato per sollevare il carrello fino al punto in cui le ruote gommate entrano in contatto con il suolo. Con regime al minimo questo processo dura 5 secondi, con regime al massimo neanche 3 secondi.

2.10 Comunicazione

Nel contesto diretto dell'evento non ha avuto luogo alcuna comunicazione del macchinista, per esempio, con il capomovimento o con un direttore dei lavori.

Durante il processo di messa su binario, un collaboratore in prossimità del dumper ha comunicato verbalmente al macchinista che il processo di abbassamento del carrello posteriore era terminato.

2.11 Analisi della registrazione dei dati

Non sono state effettuate registrazioni dei dati. Le prescrizioni non lo richiedono.

2.12 Indagini supplementari

2.12.1 Condizioni meteorologiche, condizioni di visibilità, stato delle rotaie

Era notte, il punto di messa su binario era illuminato artificialmente. La temperatura si aggirava attorno al punto di congelamento. Non c'erano precipitazioni. Lo stato delle rotaie era nella norma.

2.12.2 Messa su binario e uscita dal binario

In data 12 settembre 2007, la Vecellio Costruzioni AG ha emanato le «istruzioni d'uso per il dumper Neuson 5001 su binario», in cui viene definito tra l'altro il processo di messa su binario. Secondo tali istruzioni si deve abbassare prima il carrello posteriore e poi quello anteriore. Infine, lo sterzo dev'essere bloccato in posizione diritta mediante la barra d'arresto rossa (nota: sul giunto snodato).

La prescrizione d'esercizio della FR stabilisce che il veicolo dev'essere sempre frenato durante la messa su binario o l'uscita dal binario. Quando le sale ferroviarie sono abbassate, dev'essere garantita un'aderenza sufficiente, vale a dire una pressione sufficiente dei tamburi di attrito sugli pneumatici. Nell'esercizio su rotaia, lo sterzo dev'essere bloccato in posizione diritta. Occorre evitare tutte le manipolazioni che potrebbero causare un funzionamento a vuoto o la fuga del veicolo.

Nessuno dei due regolamenti succitati specifica concretamente con quali mezzi (per esempio l'applicazione di staffe d'arresto) si debba garantire la protezione contro la fuga.

2.12.3 Formazione

Nel 2015, quando era impiegato presso un'altra ditta, il macchinista aveva assolto la formazione di conducente di veicoli motore della categoria OVF 10b. Durante la formazione, che si è svolta nel Campus Sursee, sono stati illustrati i processi di messa su binario e uscita dal binario. Non è stata invece affrontata la messa in sicurezza specifica contro la fuga. Il binario presente nel Campus Sursee non presenta alcuna pendenza. La formazione è avvenuta in lingua italiana. L'esame è stato condotto da un esperto di lingua tedesca con l'assistenza di un interprete.

A intervalli di cinque anni il macchinista ha ripetuto l'esame teorico.

Nell'ambito delle indagini è emerso che in alcuni corsi di formazione per conducenti di veicoli motore OVF 10b viene segnalato esplicitamente che per le operazioni di messa su binario e uscita dal binario è necessario adottare misure di sicurezza aggiuntive contro la fuga.

2.12.4 Indagine sul dumper

Il 24 novembre 2023 è stato effettuato a Poschiavo un primo sopralluogo dei rottami. È stata inoltre realizzata una simulazione del processo di messa su binario e rimozione dal binario con un dumper di costruzione analoga. I rottami sono stati quindi trasportati alla sede di rappresentanza di Wacker-Neuson a Birr (AG) per indagini più approfondite. In occasione di un colloquio il 30 novembre 2023 è stata definita la procedura d'indagine. I risultati sono stati resi noti il 6 febbraio 2024.

Evidenze emerse da tutte le indagini:

- il peso totale ammissibile di 9,26 t non è stato superato;
- le superfici di rotolamento delle ruote ferroviarie non presentano appiattimenti;
- non è stata riscontrata una particolare usura in alcun punto dei pneumatici;
- la pressione degli pneumatici era entro i limiti previsti in tutte le ruote;
- in seguito alla modifica delle direttive da parte dell'UFT a partire dal 2011, non era previsto alcun controllo periodico del dumper;
- le ruote gommate e il carrello ferroviario apparivano in buone condizioni di funzionamento;

- la barra d'arresto sul giunto snodato era in posizione di parcheggio (nessun bloccaggio dello sterzo; il processo di messa su binario non era terminato);
- nella centralina di comando, a seguito dello spostamento del pulpito di comando in conseguenza dell'incidente, diversi capicorda si erano staccati dagli interruttori per il comando del carrello ferroviario. Per tale motivo, anche manipolando gli interruttori dopo la collisione non era possibile agire sui relè per il comando del carrello ferroviario;
- nello stato in cui il dumper era stato fornito da Wacker-Neuson, la valvola per l'azionamento del carrello posteriore era attiva;
- dopo una riparazione provvisoria dei comandi e del dumper, il carrello ferroviario posteriore funzionava. I cilindri idraulici sono stati estratti come documentato fotograficamente dalla POLCANT sul luogo dell'incidente:
 - il carrello ferroviario posteriore è stato abbassato in modo che le ruote gommate non fossero a contatto con il suolo. I tamburi di attrito dell'asse erano a contatto con le ruote gommate, ma non premevano su di esse e la catena del carrello non era in tensione;
 - il carrello ferroviario anteriore è stato abbassato in modo tale che le ruote gommate non erano a contatto con il suolo. I tamburi di attrito erano visibilmente a distanza e quindi non a contatto con le ruote gommate. Le catene del carrello non erano quindi in tensione;
- i due carrelli ferroviari del veicolo incidentato impiegavano per l'intero processo di abbassamento e sollevamento circa 10 secondi in più rispetto al veicolo comparativo di costruzione analoga (tab. 1);
- i freni (freno a pedale e freno di stazionamento) funzionavano perfettamente.



Figura 8: sul luogo dell'incidente: nel carrello ferroviario anteriore è chiaramente visibile una distanza fra il tamburo di attrito e la ruota gommata. Contatto della ruota gommata con il suolo in seguito alla rottura del giunto dello snodo (fonte: POLCANT).



Figura 9: sul luogo dell'incidente: contatto del tamburo di attrito con la ruota gommata nel carrello ferroviario posteriore, catena non in tensione, nessuna pressione dei tamburi di attrito sugli pneumatici. Contatto della ruota gommata con il suolo in seguito alla rottura del giunto dello snodo (fonte: POLCANT).

Sul veicolo coinvolto nell'incidente era presente una staffa d'arresto. L'equipaggiamento comprende solitamente due staffe d'arresto. Secondo il verbale di collaudo e la prescrizione d'esercizio della FR, una staffa d'arresto è ritenuta sufficiente. L'impiego di una staffa d'arresto viene menzionato esplicitamente solo per la messa in sicurezza di un veicolo ricoverato in pendenza.



Figura 10: dumper incidentato visto da dietro, nel supporto a sinistra è presente una staffa d'arresto, il supporto a destra è vuoto (fonte: POLCANT).

2.12.5 Calcoli relativi alla dinamica della fuga

Mediante calcoli è stata determinata la possibile dinamica della fuga. I risultati indicano quanto segue:

- al momento dell'ingresso nella galleria, il dumper era in movimento da 6,5 secondi a una velocità di 16,5 km/h;
- dopo altri 10,4 secondi, nel punto di collisione, il dumper ha raggiunto una velocità di 42,6 km/h;
- la fuga è durata in tutto 16,9 secondi.

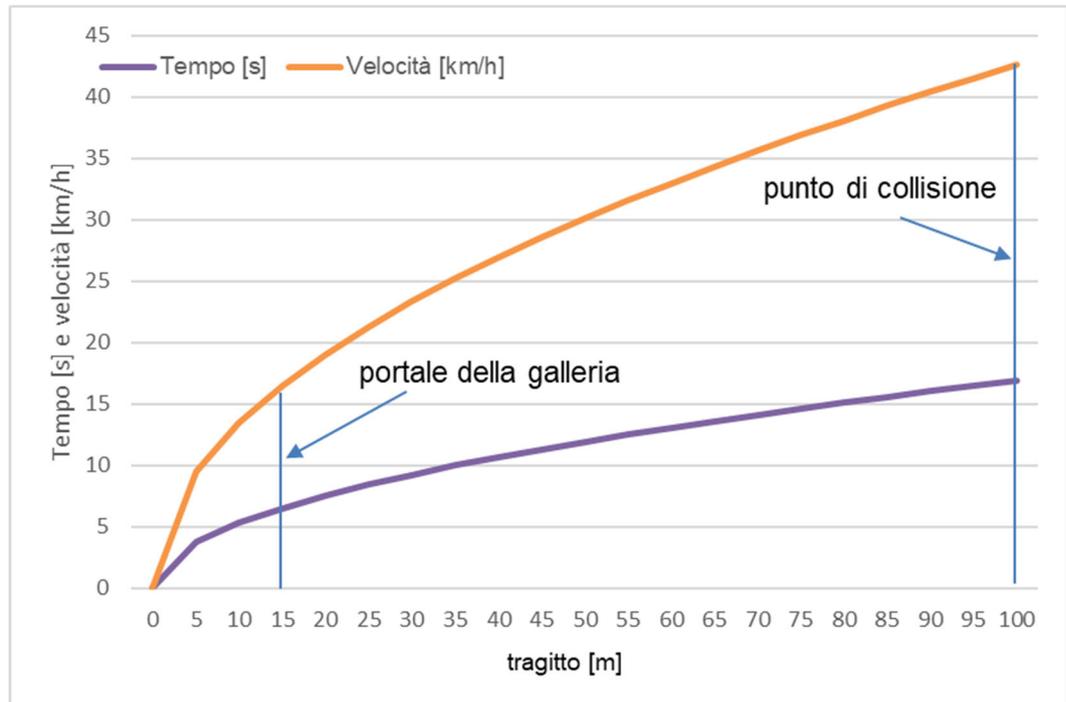


Figura 11: diagramma tragitto-tempo / tragitto-velocità calcolato in relazione alla dinamica della fuga.

3 Analisi

3.1 Aspetti tecnici

Per la messa su binario è stato abbassato innanzitutto il carrello ferroviario posteriore, però non fino al finecorsa ma solo fino al punto da sollevare le ruote gommate e portare il tamburo di attrito appena a contatto con esse, senza che avvenisse alcuna trasmissione di forza. Prima che avvenisse la fuga è stato quindi abbassato il carrello ferroviario anteriore del dumper e le ruote gommate sono state sollevate da terra. Dopo la fuga, il tentativo di riabbassare immediatamente il carrello ferroviario avrebbe dovuto riportare le ruote gommate a contatto con il suolo appena prima del portale della galleria. A quel punto erano trascorsi circa 6-secondi. Alla collisione mancavano ancora 10 secondi, durante i quali gli pneumatici avrebbero potuto essere portati a contatto con il suolo. Il dumper è stato pertanto esaminato alla ricerca di un eventuale difetto tecnico.

Le indagini condotte non hanno rilevato la presenza di alcun problema tecnico. I due carrelli ferroviari potevano essere abbassati e sollevati. I freni funzionavano come da prescrizioni.

Dalle indagini sui rottami è emerso che le valvole per il comando dei carrelli ferroviari si trovavano nella posizione di azionamento del carrello ferroviario posteriore. Al momento della collisione il posto di comando del dumper si è spostato, staccando i cavi dagli interruttori dei carrelli ferroviari. Le valvole dei carrelli devono quindi essere state commutate prima della collisione.

Lo scivolamento di una ruota ferroviaria frenata su una rotaia causa un appiattimento sulla superficie di rotolamento. Non si sono però riscontrate la presenza di appiattimenti. Le superfici di rotolamento delle ruote gommate non presentavano alcuna usura evidente che indicasse un girare a vuoto degli pneumatici sui tamburi di attrito. Si può quindi escludere un'insufficienza di aderenza tra le rotaie e le ruote ferroviarie.

I tamburi di attrito non erano sufficientemente a contatto con le ruote gommate. Il dumper non è quindi scivolato a valle, bensì è sfuggito sulle ruote ferroviarie non frenate.

3.2 Aspetti organizzativi

Il dumper è stato regolarmente autorizzato per percorrere la tratta fra il passo del Bernina e Poschiavo.

Non sono stati riscontrati difetti che indicassero una manutenzione inadeguata.

Il macchinista ha seguito un corso di formazione e sostenuto un esame per poter condurre il dumper su binari ferroviari. La formazione pratica sul processo di messa su binario è avvenuta su un binario non in pendenza nel Campus Sursee. Non vi è dunque stato modo di sperimentare nella pratica ciò che potrebbe accadere nel caso di una messa su binario scorretta e quali contromisure andrebbero adottate.

3.3 Aspetti relativi all'esercizio o ai processi

La FR ha emanato prescrizioni d'esercizio specifiche per l'impiego del dumper. La procedura per la messa su binario e l'uscita dal binario era descritta in un'istruzione di lavoro del proprietario del veicolo.

Le istruzioni partono dal presupposto di una corretta attuazione del processo di messa su binario. La messa in sicurezza aggiuntiva contro la possibile fuga non viene ulteriormente descritta.

3.4 Fattori umani

Il macchinista si è fidato dell'informazione fornita dal collega, secondo cui il carrello posteriore era sufficientemente abbassato. Pertanto, sebbene il tamburo di attrito toccasse la ruota gommata, in tale posizione non poteva avvenire alcuna trasmissione di forza. Il macchinista ha quindi azionato il carrello ferroviario anteriore, iniziando ad abbassarlo. Dopo aver sollevato anche le ruote gommate anteriori, il macchinista è stato colto di sorpresa dalla fuga del dumper.

Non è dato sapere cosa abbia fatto esattamente subito dopo. In base alle evidenze delle indagini, durante la fuga dovrebbe aver commutato sul carrello ferroviario posteriore.

Dopo un breve tratto, il dumper si è infilato nella galleria a semplice binario. A quel punto non era più possibile saltare giù dal veicolo.

4 Conclusioni

4.1 Costatazioni

4.1.1 Aspetti tecnici

- Dal punto di vista tecnico, il dumper era in buone condizioni di funzionamento.
- Il dumper è sfuggito sulle ruote ferroviarie non frenate.

4.1.2 Aspetti organizzativi

- Il dumper era regolarmente autorizzato per la tratta percorsa.
- Il macchinista aveva ricevuto una formazione e sostenuto un esame per la messa su binario e l'uscita dal binario del dumper.

4.1.3 Aspetti relativi all'esercizio o ai processi

- Per il processo di messa su binario e uscita dal binario erano state emanate prescrizioni d'esercizio e un'istruzione di lavoro.
- Non esistono direttive esplicite contro la fuga durante la messa su binario o l'uscita dal binario.

4.1.4 Fattori umani

- Il macchinista non era preparato ad adottare misure contro la fuga.
- Il macchinista non ricorda più quali azioni ha compiuto dopo la fuga.

4.2 Cause

La collisione di un dumper con una composizione treno di cantiere avvenuta il 17 novembre 2023 in una galleria sopra Poschiavo è da ricondursi al posizionamento involontario, durante la messa su binario, di assi ferroviari non frenati sui quali il dumper è sfuggito a causa della forte pendenza.

I seguenti fattori hanno contribuito al verificarsi dell'incidente:

- il macchinista si è fidato dell'informazione fornita dal collega, secondo cui il processo di abbassamento del carrello ferroviario posteriore era concluso;
- il dumper non è stato messo ulteriormente in sicurezza contro la fuga involontaria durante il processo di messa su binario. Una tale messa in sicurezza non era neppure prevista esplicitamente nelle prescrizioni d'esercizio.

5 **Raccomandazioni di sicurezza, avvisi di sicurezza e misure adottate a seguito dell'incidente**

5.1 **Raccomandazioni di sicurezza**

Nessuna

5.2 **Avvisi di sicurezza**

Facendo seguito ai deficit di sicurezza riscontrati durante l'inchiesta, il SISI può pubblicare avvisi di sicurezza. Questi avvisi sono emanati quando una raccomandazione di sicurezza non è ritenuta opportuna, non è possibile da un punto di vista formale o quando il carattere più informale dell'avviso ne rende più probabile una sua maggiore efficacia. La base giuridica degli avvisi di sicurezza è costituita dall'articolo 56 OIET⁴:

Art. 56 Informazioni relative alla prevenzione di incidenti

Il SISI può elaborare e pubblicare informazioni generali utili per la prevenzione di incidenti.

5.2.1 **Messa in sicurezza di un veicolo strada-rotaia contro la fuga durante la messa su binario e l'uscita dal binario**

5.2.1.1 Deficit di sicurezza

Durante la messa su binario o l'uscita dal binario di veicoli strada-rotaia, un asse rimane sempre non frenato per un breve periodo. In tale intervallo di tempo l'altro asse deve esercitare tutta la forza di ritenuta. Se tale forza è insufficiente, il veicolo scivola o sfugge, in particolare in presenza di forti pendenze. La messa in sicurezza contro tale pericolo difficilmente viene insegnata e presa in considerazione.

5.2.1.2 Avviso di sicurezza n. 39

Destinatari: proprietari di veicoli strada-rotaia e relativi macchinisti

I proprietari di veicoli strada-rotaia e i macchinisti di tali veicoli dovrebbero definire e attuare misure che garantiscano una messa in sicurezza efficace contro la fuga involontaria dei veicoli durante la messa su binario e l'uscita dal binario lungo tratti in pendenza.

⁴ Ordinanza del 17 dicembre 2014 concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti (stato 1° luglio 2024) (RS 742.161).

5.3 Misure adottate a seguito dell'incidente

Le misure note al SISI sono elencate qui di seguito senza commenti.

- La FR ha segnalato con una lettera l'incidente a tutte le imprese che utilizzano veicoli strada-rotaia sulla sua rete, richiamando la loro attenzione sui pericoli.
- La FR ha redatto e distribuito un promemoria che descrive dettagliatamente il processo di messa su binario e l'uscita dal binario e richiama l'attenzione sui rischi specifici.
- Le istruzioni operative dei veicoli sono state rielaborate per definire con maggiore precisione il processo di messa su binario e uscita dal binario.
- Specialisti della FR elaboreranno possibili soluzioni per l'esecuzione di controlli periodici.

Il presente rapporto finale è stato approvato dalla Commissione del Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza (SISI) (art. 10 lett. h dell'ordinanza del 17 dicembre 2014 concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti).

Berna, 13. Agosto 2024

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza