



Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

RELAZIONE DI INDAGINE

**FUGA FILOBUS DI TPER,
LINEA N. 15 DI BOLOGNA,
PRESSO PIAZZA XX SETTEMBRE,
AVVENUTO IN DATA 31/10/2022**

Premessa

L'attività della DiGIFeMa ha come unico obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri, individuando le cause tecniche che hanno generato l'evento e formulando eventuali raccomandazioni di sicurezza agli operatori del settore.

Ai sensi dell'art. 21, c.4, del D. Lgs. 50/2019, l'indagine non è sostitutiva di quelle che potrebbero essere svolte in merito dall'Autorità Giudiziaria e non mira in alcun caso a stabilire colpe o responsabilità.

Ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. 50/2019, la relazione e le relative raccomandazioni di sicurezza non costituiscono in alcun caso una presunzione di colpa o responsabilità per un incidente o inconveniente, nell'ambito dei procedimenti dell'Autorità Giudiziaria.

La presente relazione d'indagine è stata redatta secondo quanto previsto dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2020/572 della Commissione del 24 aprile 2020, relativo al formato da seguire nelle relazioni d'indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari.

È possibile riutilizzare gratuitamente questo documento (escluso il logo della DiGIFeMa), in qualsiasi formato o supporto. È necessario che il documento sia riutilizzato con precisione e non in un contesto fuorviante. Il materiale deve essere riconosciuto come proprietà intellettuale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Direzione Generale per le investigazioni ferroviarie e marittime e deve essere sempre riportato il titolo della pubblicazione di origine.

Dove sia stato identificato materiale il cui copyright appartiene a terze parti, si dovrà ottenere l'autorizzazione da parte dei titolari di copyright interessati.

Questo documento è disponibile su digifema.mit.gov.it

Indice

1. Sintesi	6
2. Indagine e relativo contesto	7
2.1. Decisione di avviare l'indagine	7
2.2. Motivazione della decisione di avviare l'indagine	7
2.3. Portata e limiti dell'indagine	8
2.4. Capacità tecniche e funzioni della squadra investigativa	8
2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti.....	8
2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti	8
2.7. Metodi e tecniche di indagine.....	8
2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine	9
2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie	12
2.10. Altre informazioni	12
3. Descrizione dell'evento.....	12
3.1. Informazioni sull'evento e sul contesto.....	12
3.1.1. Descrizione e tipologia dell'evento.....	12
3.1.2. Data, ora e luogo dell'evento	12
3.1.3. Descrizione del luogo dell'evento, condizioni metereologiche e geografiche, eventuali lavori in corso	13
3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali	13
3.1.5. Altre conseguenze	13
3.1.6. Persone e soggetti coinvolti	13
3.1.7. Materiale coinvolto.....	13
3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento.....	18
3.1.9. Altro	18
3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti	18
3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento	19
3.2.1.1. Azioni delle persone coinvolte.....	19
3.2.1.2. Materiale coinvolto e impianti tecnici	21
3.2.1.3. Sistema frenante	21
3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell'evento	25
3.2.2.1. Misure adottate a protezione del luogo dell'evento	25
3.2.2.2. Servizi di soccorso e di emergenza	25
4. Analisi dell'evento	26
4.1. Ruoli e mansioni	34
4.1.1. Impresa Filoviaria e Gestore dell'Infrastruttura.....	34
4.1.2. Soggetto responsabile della manutenzione	34
4.1.3. Fabbricante o fornitore di materiale rotabile.....	34
4.1.4. Autorità nazionali e/o Agenzia dell'Unione Europea per le ferrovie.....	34
4.1.5. Organismi notificati	34
4.1.6. Organismi certificati.....	34
4.1.7. Altra persona o soggetto interessato dall'evento	34
4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici	34
4.2.1. Progettazione	34
4.2.2. Installazione e messa in servizio	34
4.2.3. Fabbricanti o altri fornitori	35
4.2.4. Manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici	35
4.2.5. Soggetto Responsabile della Manutenzione.....	35

4.3. Fattori umani.....	35
4.3.1. <i>Caratteristiche umane e individuali</i>	35
4.3.2. <i>Fattori legati al lavoro</i>	36
4.4. Meccanismi di feedback e controllo	36
4.4.1 <i>Quadro normativo e disposizioni</i>	36
4.5. Eventi precedenti di carattere analogo	37
5. <i>Conclusioni</i>	37
5.1. Sintesi dell'analisi e conclusioni in merito alle cause dell'evento	37
5.2. Misure adottate dopo l'evento	38
5.3. Osservazioni aggiuntive	38
6. <i>Raccomandazioni in materia di sicurezza</i>	39

Sigle e Acronimi

ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
ANSFISA	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali
APU	Generatore diesel da 100 kW per azionamento di riserva del filobus
ASR	Anti-Slip Regulation - (controllo elettronico della trazione)
CQC	Carta di Qualificazione del Conducente
DiGIFeMa	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime
DM	Dirigente Movimento
GI	Gestore dell'Infrastruttura
IF	Impresa Filoviaria
IL	Interruttore di Linea
MIT	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
PRI	Primo Rapporto Informativo
RE	Responsabile di Esercizio
SGA	Sistema di Gestione Ambiente
SGQ	Sistema di Gestione Qualità
SGS	Sistema di Gestione della Sicurezza
SRM	Soggetto Responsabile della Manutenzione

1. Sintesi

Il giorno 31 ottobre 2022, alle ore 18:40 circa, il filoveicolo “Iveco Crealis Neo” di proprietà dell’Impresa Filoviaria TPER, matricola aziendale n. 1106 in servizio sulla linea filoviaria 15, privo del conducente a bordo, si muoveva autonomamente dalla posizione di sosta del capolinea di Piazza XX Settembre e attraversava Viale Pietramellara. Dopo aver attraversato parte della semicarreggiata di Viale Pietramellara, abbatteva un primo palo semaforico posto al centro del crocevia e terminava la propria fase dinamica a ridosso del palo semaforico posto sul marciapiede lato stazione ferroviaria. Il conducente accortosi del movimento indebito, iniziava a correre nel tentativo di raggiungere ed arrestare il filobus, senza tuttavia riuscire nell’intento, avvisava la direzione affinché adottasse i provvedimenti ritenuti più opportuni per sospendere l’elettrificazione ed il traffico in contatto telefonico con uno dei suoi diretti superiori, specialista UC.

Nell’urto contro i pali semaforici il filobus subiva danni di lieve entità alla carrozzeria e la rottura del vetro parabrezza. Sul filobus erano presenti tre passeggeri ma fortunatamente né il conducente né i passeggeri hanno subito lesioni o infortuni; non si rilevano altresì danni all’infrastruttura filoviaria. Per effetto dell’inconveniente il traffico stradale veniva bloccato.

Le Raccomandazioni - finalizzate al miglioramento della sicurezza filoviaria ed alla prevenzione di incidenti/inconvenienti – saranno compiutamente formulate al termine della presente relazione di indagine; alcune indicazioni possono, tuttavia, essere anticipate già nella fase attuale perché già sono chiaramente evidenti alcune linee di attività – riportate in appresso, in forma sintetica - per agire sulle *cause indirette* che generano le *cause dirette* degli incidenti/inconvenienti filoviari.

Linee di attività sulle quali agire:

- formazione del personale incaricato alla conduzione dei filoveicoli (fattore umano);
- mancato rispetto della prescrizione di attivazione del freno di stazionamento (freno a molla) per lo stazionamento (formazione, procedure);
- formazione del personale incaricato di mansioni riguardanti la sicurezza (manutenzione, controlli periodici sui filoveicoli ecc.);
- procedure di verifica delle operazioni di manutenzione;
- presidio della sicurezza rafforzato mediante attività di controlli aziendali interni ed esterni alle aziende da parte di organismi istituzionali.

Da una prima sommaria valutazione, la causa diretta è riconducibile all’inefficace frenatura del filobus da parte del conducente per mancato azionamento del freno di stazionamento (*formazione*).

Tra i fattori concausali possono essere individuati i seguenti aspetti:

- scarsa conoscenza da parte del conducente delle procedure per la sosta del filobus;
- mancato rispetto della prescrizione di attivazione del freno a mano (a molla) per lo stazionamento (*formazione, procedure*);
- mancato rispetto dell’obbligo di presidio a bordo del convoglio stazionato da parte del personale di condotta (*formazione, procedure*).

Le raccomandazioni in materia di sicurezza emesse, indirizzate all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, prevedono di:

- verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, abbia messo in atto tutte le attività volte ad individuare i rischi gravi per la sicurezza stradale/filoviaria *con particolare riguardo alla movimentazione dei veicoli nelle varie condizioni di linea e di esercizio, parking compreso;*
- verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, abbia adottato un sistema di monitoraggio dei processi di formazione, addestramento e mantenimento delle competenze dei conducenti;
- *verificare che il personale di condotta abbia ottemperato al rispetto delle procedure previste nel “Regolamento di esercizio delle filovie di Bologna” durante la sosta e la marcia dei filobus.*
- verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, in quanto anche Soggetto Responsabile della Manutenzione, abbia previsto *una efficace applicazione del Sistema di Gestione della Sicurezza, anche tramite esaurienti disposizioni riguardanti la promozione della cultura positiva della sicurezza;*

2. Indagine e relativo contesto

2.1. Decisione di avviare l’indagine

Visto il Rapporto Informativo del 2/11/2022 (acquisito dalla DiGIFeMa in pari data con prot. n. 2935) trasmesso dall’Impresa Filoviaria TPER, nonché le notizie diffuse dagli organi di stampa, con cui si veniva a conoscenza dell’incidente filoviario, avvenuto in data 31/10/2022, consistente nella fuga del filobus Iveco Crealis Neo matr. 1106 sulla linea filoviaria n. 15, senza conducente a bordo, dal capolinea di Piazza XX Settembre fino all’urto contro un palo semaforico posto in viale Pietramellara, la DiGIFeMa, organismo investigativo nazionale, ha ritenuto necessario avviare un’indagine di sicurezza nominando un investigatore interno all’amministrazione, iscritto nell’elenco degli esperti di cui all’art. 20 comma 7 del D. Lgs. 50/2019, per accertare le cause dell’incidente.

La **DiGIFeMa**, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente, deve costantemente acquisire da tutti i soggetti preposti (gestori infrastrutture, imprese di trasporto, autorità competenti in materia di sicurezza ferroviaria e marittima, etc.) e successivamente elaborare ed analizzare i dati relativi agli incidenti ferroviari e marittimi. Per assicurare la piena operatività e l’autonomo svolgimento dei suddetti compiti istituzionali assegnati alla DiGIFeMa è stato necessario procedere all’informatizzazione del processo di acquisizione dei dati relativi agli incidenti ferroviari, a quelli occorsi a sistemi di trasporto ad impianti fissi e marittimi (Sistema di Gestione delle segnalazioni di incidenti - **SIGE**), anche al fine di consentire una più efficace elaborazione dei dati stessi ed il loro successivo inserimento nelle banche dati nazionali ed internazionali.

Nell’ottica appena descritta, e allo scopo di valutare eventuali condotte omissive da parte di soggetti operanti nell’ambito della gestione della sicurezza dell’impresa filoviaria di cui trattasi, il Direttore Generale ha deciso di avviare l’indagine.

2.2. Motivazione della decisione di avviare l’indagine

Nonostante l’incidente non abbia provocato danni notevoli al filobus e alle infrastrutture, la decisione di avviare l’indagine è stata assunta allo scopo di migliorare la sicurezza filoviaria, di prevenire incidenti/inconvenienti analoghi e di agire sulle *cause indirette* che generano le *cause dirette* degli incidenti/inconvenienti filoviari.

Linee di attività sulle quali agire:

- formazione del personale incaricato alla conduzione dei filoveicoli;
- formazione del personale incaricato di mansioni riguardanti la sicurezza (manutenzione, controlli periodici sui filoveicoli ecc.);

- procedure di verifica delle operazioni di manutenzione;
- presidio della sicurezza rafforzato mediante attività di controlli aziendali interni ed esterni alle aziende da parte di organismi istituzionali.

2.3. Portata e limiti dell'indagine

Come già riportato in premessa, l'attività della DiGiFeMa ha come obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri. L'indagine ha lo scopo di individuare i fattori causali e concausali che hanno generato l'evento e si conclude con le raccomandazioni di sicurezza destinate agli operatori del settore. Essa è condotta in modo indipendente dall'inchiesta dell'Autorità Giudiziaria. La relazione, che non può essere utilizzata per attribuire colpe o responsabilità per quanto accaduto, è limitata al contesto riguardante l'accertamento delle cause dell'incidente filoviario avvenuto il 31/10/2022, consistente nella fuga del filobus Iveco, matr. 1106, della linea n. 15 di Bologna, senza conducente a bordo, che abbatteva un palo semaforico e bloccava la circolazione per diverse ore, presso Piazza XX Settembre.

2.4. Capacità tecniche e funzioni della squadra investigativa

L'incarico, per la sua peculiarità (misto stradale-filoviario) è stato affidato ad un investigatore interno all'amministrazione, esperto in normativa e tecnica stradale-filoviaria, previa verifica dei requisiti di indipendenza dalle parti coinvolte e di mancanza di conflitto di interessi o di incompatibilità, al fine di meglio coordinare le attività ed i rapporti con le parti e le istituzioni coinvolte.

2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti

Nel corso dell'indagine l'investigatore incaricato ha avuto modo di consultare ed interloquire con l'Impresa Filoviaria, proprietaria e soggetto responsabile della manutenzione (SRM) del mezzo di trasporto coinvolto, per il tramite del Responsabile di Esercizio e di personale tecnico dell'impresa e prendere parte ai sopralluoghi nella zona del sinistro e alle prove ed accertamenti peritali effettuati sul mezzo incidentato.

L'investigatore incaricato ha avuto la possibilità di eseguire prove sul filoveicolo coinvolto nell'incidente e interloquire col personale dell'impresa. Al personale interpellato, è stato garantito l'anonimato e nella relazione si fa riferimento esclusivamente alle mansioni svolte e non alle generalità.

2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti

Il livello di cooperazione offerto dal personale dell'azienda coinvolta (TPER) è stato molto collaborativo. I provvedimenti adottati dall'impresa nei confronti del conducente del filobus hanno consentito di procedere con sufficiente celerità alla elaborazione della presente relazione.

2.7. Metodi e tecniche di indagine

L'investigatore incaricato ha eseguito il proprio mandato mediante:

- sopralluogo sul sito dell'evento per visionare, i luoghi, l'infrastruttura, gli impianti ed il filoveicolo coinvolto nell'incidente;
- analisi documentale, a partire dal Primo Rapporto Informativo redatto dall'Impresa Filoviaria TPER, fino alla relazione d'indagine redatta dalla commissione interna della TPER;
- ispezione del materiale rotabile coinvolto nell'incidente;
- interviste al personale dell'impresa filoviaria;
- simulazioni e prove tecniche sul medesimo materiale rotabile oggetto di incidente.

Di seguito si riporta un'immagine rappresentativa dello scenario dell'evento (*Foto 1*) con la posizione del filobus nella propria posizione statica finale a seguito dell'incidente in Viale Pietramellara.



Foto 1 - Posizione statica finale del filobus (fonte TPER)

Al momento dell'evento le condizioni meteorologiche e la visibilità erano ottime e sul tratto di linea interessato non erano in corso attività lavorative.

2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine

Non sono sorte difficoltà nel corso dell'indagine

Come ben rappresentato nelle Foto 2, 3 e 4, l'urto del convoglio contro il primo palo semaforico ed il secondo, dove si è concretizzato l'arresto del filobus, ha danneggiato il vetro parabrezza e causato una lieve introflessione della parte bassa della carrozzeria.



Foto 2 - Condizioni del filobus dopo l'incidente (fonte DiGIFeMa)



Foto 3 - Condizioni del filobus dopo l'incidente - danni al vetro parabrezza (fonte DiGIFeMa)



Foto 4 - Condizioni del filobus dopo l'incidente - danni alla carrozzeria (fonte DiGIFeMa)



Foto 5 - Condizioni del filobus dopo l'incidente - vista interna (fonte DiGIFeMa)



Foto 6 - Condizioni del filobus dopo l'incidente - vista interna (fonte DiGIFeMa)

2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie
Non pertinente ai fini della presente indagine.

2.10. Altre informazioni
Non pertinente ai fini della presente indagine.

3. Descrizione dell'evento

3.1. Informazioni sull'evento e sul contesto

3.1.1. Descrizione e tipologia dell'evento

L'evento di cui trattasi è riconducibile al movimento autonomo, involontario e non autorizzato del filobus aziendale n. 1106 di TPER, dal capolinea della linea filoviaria 15 di Piazza XX Settembre a Bologna, fino all'altezza dell'incrocio di Viale Pietramellara.

Il punto in cui il convoglio si è fermato è localizzato alle seguenti coordinate geografiche:

- latitudine 44° 30' 17" N
- longitudine 11° 20' 40" E

3.1.2. Data, ora e luogo dell'evento

L'evento caratterizzato dal movimento indebito del filobus matricola aziendale n.1106 ha avuto inizio dal capolinea della linea filoviaria 15 di Piazza XX Settembre a Bologna, alle ore 18:40 circa del giorno 31 ottobre 2022 per terminare qualche minuto dopo all'altezza dell'incrocio di Viale Pietramellara.

✚ 3.1.3. *Descrizione del luogo dell'evento, condizioni metereologiche e geografiche, eventuali lavori in corso*

Al momento dell'evento le condizioni meteorologiche e la visibilità erano ottime e sul tratto di interessato non erano in corso attività lavorative. Il traffico era scorrevole e non particolarmente ingombrante.

✚ 3.1.4. *Decessi, lesioni e danni materiali*

Al momento dell'incidente sul filobus oggetto della presente attività investigativa, erano presenti tre passeggeri, fortunatamente rimasti illesi a seguito dell'urto contro entrambi i pali semaforici.

Si rilevano tuttavia i seguenti danni alla sede stradale:

1) sradicamento di un primo palo semaforico con relativa rottura della lanterna e dei dispositivi accessori;

2) piegamento del secondo palo semaforico.

Il filobus, a causa dell'evento, non subiva danni alla parte meccanica/elettrica ma solo lievi introflessioni alla carrozzeria e la rottura del vetro parabrezza.

✚ 3.1.5. *Altre conseguenze*

A seguito dell'impatto, la parte anteriore del filobus terminava la corsa sul secondo palo semaforico posto frontalmente alla direzione del filobus e sul lato destro di Viale Pietramellara, secondo la direzione Est-Ovest di detto viale. Il Comune di Bologna non ha presentato richiesta di risarcimento dei danni. Il traffico, seppur non eccessivo, è rimasto bloccato per circa 45 minuti e non si è a conoscenza di eventuali richieste di risarcimenti.

La squadra di pronto intervento ha tempestivamente effettuate le verifiche sulla linea aerea non riscontrando danni. L'impresa Filoviaria ha comunque provveduto a ripristinare l'impianto semaforico andato distrutto.

✚ 3.1.6. *Persone e soggetti coinvolti*

Nessuna delle persone a bordo del veicolo ha subito lesioni e comunque è stato garantito l'anonimato.

✚ 3.1.7. *Materiale coinvolto*

Il filobus coinvolto nell'incidente stradale è un Irisbus Crealis Neo Pu09D1 costruito nel 2015. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche.

La struttura del veicolo è costituita principalmente da ossatura di tubi in acciaio Ferro-Zinco o profili a sezione aperta/rettangolare, collegati tra loro mediante saldatura ad arco e da opportuni rinforzi. La scocca è composta da sei elementi imbullonati (telaio, fiancata destra, fiancata sinistra, padiglione, testata anteriore e testata posteriore) che vengono preventivamente assemblati in appositi scali. La struttura del telaio e della scocca, in acciaio, viene a sua volta trattata tramite procedimento cataforetico per una maggior resistenza agli agenti aggressivi.

Il rivestimento esterno del padiglione è costituito da n. 3 elementi in lamiera di acciaio di spessore 0,7 mm preverniciato e saldato per punti sulla struttura. La struttura del tetto è costituita da pezzi stampati.

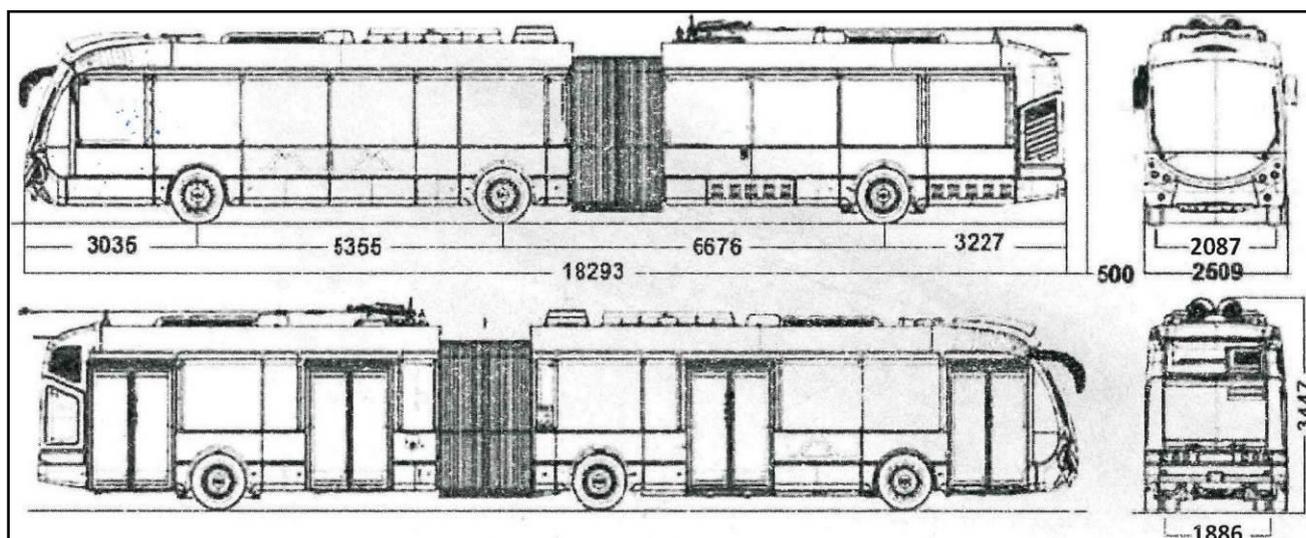


Figura 1 - Schema di omologazione del filobus (fonte TPER)

Lunghezza totale:	m. 18,793 (compresa la sporgenza delle aste) m. 18,293 (senza sporgenza aste) - Deroga art. 61 comma 2 del C.d.S. (Autorizzazione ingresso 16388-17145 Div3 - e prot. uscita 18510/A del 05/08/2015)
Larghezza massima:	m. 2,509
Altezza da terra:	m. 3,447 (con aste abbassate)
Interassi	m. 5,355/6,676
Sbalzi ant.	m. 3,035
post.	m. 3,227
Carreggiata:	ant. m. 2,087; centr. m. 1,870; post. m. 1,886
Raggio minimo di volta:	m. 10,260
Raggio massimo di ingombro tra due muri:	m. 19,441
Posizione della guida:	a sinistra
Numero dei posti offerti:	n° 140 totali (in presenza di carrozzella); a sedere 29 + 1 su carrozzella, in piedi 109, di servizio 1.
In alternativa:	n° 143 totali (in assenza di carrozzella); a sedere 29. in piedi 113, di servizio 1.
Peso a vuoto:	kg. 20.305 (con conducente)
Peso a pieno carico in servizio:	kg. 29.961;
tipo di trasmissione:	- albero di trasmissione con giunti cardanici di cui quello dal lato del motore di trazione con isolamento - ponte con doppia riduzione
Rapporto al ponte:	1 a 6,21
ASR	
Sospensioni:	Pneumatiche integrali, a ruote indipendenti sull'asse anteriore

Pneumatici: 275/70 R 22,5 Super single posteriori 455/45 R 22,5

MOTORI

Motore termico: Tipo Cursor 8

Cilindrata: c.c. 7.790
 Potenza: kW 213 (CV 290) a 2.050 giri/m
 Coppia: 1.100 Nm a 1.040 giri/m
 Cambio: Automatico Voith D.854.5

Motore elettrico: Skoda 2ML 3844 14/6 Asincrono Trifase

Tensione alla linea di contatto: V 750
 Numero totale dei motori: 1
 Tensione normale di alimentazione motore: 3 x 425 V (trifase)
 Potenza continuativa: 250 kW
 Potenza oraria: 300 kW
 Corrente nominale: 421 A corrispondenti a 1.384 giri/min,
 Corrente massima: 490 A corrispondenti a 2.600 giri/min.
 Sforzi massimi alle ruote: 23250 Nm
 Modo di variazione di velocità: tramite Inverter ad impulsi diretti, con tecnica IGBT
 variazione curva V/f
 Velocità ottenibili: velocità max in piano e rettilineo di 70 Km/h
 Pendenze massime superabili: 12.5%

Veicolo dotato di Marcia Autonoma (con aste distaccate dal bifilare) realizzata mediante gruppo motogeneratore tipo "KIRSCH APU 100 DIPME Euro 6" con potenza elettrica di 100 kW, costituito da un Motore a ciclo diesel (turbocompresso) tipo "IVECO F4AFE41 IA*" con potenza di 118 kW a 2500 giri/min, e da un Generatore sincrono a magneti 12 poli raffreddato ad acqua tipo "Kirsch PIME 100/250/160" con potenza 100 kW e raddrizzatore. Tensione nominale di uscita 530 V_{AC}, Corrente nominale 120 A.

Il veicolo dispone di un sistema di frenatura di servizio, di soccorso e di stazionamento.

Frenatura di servizio

La frenatura è sia elettrica che pneumatica. Nel primo tratto della sua corsa, il pedale del freno aziona la frenatura elettrica ottenuta mediante l'azione del motore elettrico di trazione che funziona da rallentatore. L'ulteriore corsa del pedale inserisce la frenatura pneumatica, fino al completo arresto del veicolo. La frenatura di servizio agisce su tutte le ruote con 2 circuiti indipendenti come segue: primo circuito agente sull'asse anteriore e sull'asse centrale, secondo circuito agente sull'asse centrale e sull'asse posteriore.

Frenatura di soccorso

La frenatura di soccorso è ottenuta tramite lo sdoppiamento dei circuiti.

Frenatura di stazionamento

La frenatura di stazionamento è realizzata tramite attuatori meccanici a molla con comando pneumatico, agenti sull'asse centrale e sull'asse posteriore.

Caratteristiche tecniche

Freni a disco con pinza con comando pneumatico sui tre assi.
Il veicolo è dotato di sistema ABS 6M/6S.

L'impianto pneumatico svolge le seguenti funzioni:

- azionamento dei dispositivi di frenatura;
- alimentazione delle molle ad aria delle sospensioni;
- alimentazione dei servizi ausiliari costituiti da:
 - azionamento delle porte di servizio;
 - impianto per la movimentazione automatica delle aste di presa corrente;
 - regolazione sedile autista e regolazione volante.

I componenti principali dell'impianto pneumatico sono:

Compressore ORLIK tipo ORL 5.5 C EL, con portata di aria di 27 m³/h (450 l/minuto) a 12 bar alla velocità di 2890 g/min, Pressione max 13 bar.

Il motore di comando del compressore è un motore asincrono trifase con Tensione 400 Vca, Potenza 5,5 kW, Frequenza 50 Hz, velocità 2890 giri/minuto.

La capacità totale dei serbatoi è di 140 l, suddivisa in 8 serbatoi.

Il sistema pneumatico è costituito pertanto dai seguenti componenti principali:

- Compressore ORLIK tipo ori 5.5 CEL; Essiccatore Knorr-Bremse tipo ZB4412
- Valvola riduzione pressione
- Valvola di protezione circuiti
- Distributore freno
- Manettino di stazionamento
- Valvola relè;
- Valvola proporzionale
- Valvola ABS
- Serbatoi aria
 - 1 serbatoio di 30 litri per il circuito frenatura anteriore
 - 1 serbatoio di 15 litri per il circuito frenante centrale
 - 3 serbatoi di 15 litri per il circuito frenatura posteriore
 - 2 serbatoi di 15 litri per il circuito di inginocchiamento
 - 1 serbatoio di 20 litri per il circuito porte e aste.

Impianti ausiliari di media e alta tensione

Costituzione degli impianti

Gli impianti di media ed alta tensione sono costituiti da:

Gruppo motocompressore aria compressa: 3x400 V;

Gruppo Servosterzo ausiliario: 3x400 V

Inverter di Aria condizionata e Gruppo motocompressore aria condizionata: 3x400V;

Sistema di riscaldamento: 400 - 900 V DC

L'unità sul tetto SJ4.3 gestisce l'alimentazione di tutti gli ausiliari, con le seguenti uscite:

1. Convertitore motore di Trazione

- a. Tensione di ingresso-- 750 V DC (600 V DC)
 - b. Potenza continua-- 325 kVA
 - c. Corrente nominale-- 370 A
 - d. Tensione nominale-- 3 x 510 V AC
 - e. Frequenza-- 0-150 Hz
2. Convertitore ausiliari (Compressore aria impianto pneumatico)
 - a. Tensione di ingresso-- 750 V DC; (600 V DC)
 - b. Tensione nominale— 3 x 400 V AC, 50Hz
 - c. Potenza continua-- 10 kVA
 - d. Potenza massima durante periodo di 30min-- 12,5 kVA
 - e. Corrente massima per 200 ms periodo—60 A
 3. 24V carica Batterie (LVPS)
 - a. Tensione di ingresso. 750 V DC; (600V DC)
 - b. Tensione nominale-- 27.5 V DC
 - c. Corrente nominale--200A
 - d. Corrente massima durante periodo di 1 min 310 A
 - e. Limite di Corrente - 340 A
 4. Riscaldamento
 - a. Tensione di ingresso--750 V DC; (600V DC)
 - b. Tensione nominale--400 V DC
 - c. Corrente nominale--75A
 - d. Corrente massima durante periodo di I Omin--100 A
 5. Il convertitore di aria condizionata SN'154.1 presenta le seguenti caratteristiche:
 - a. Tensione nominale di ingresso--750 V DC / 600V DC
 - b. A/C Compressore impianto condizionamento
 - i. Potenza nominale--18 kVA
 - ii. Sovraccarico- 15% / 30 min.
 - iii. Tensione3 AC-- 400 V +- 5 %
 - iv. 50 Hz +-1%.

Blocco del veicolo.

Il movimento del veicolo è impedito in caso di:

1. pressione insufficiente nell'impianto frenante;
2. pressione insufficiente nelle molle ad aria delle sospensioni;
3. porte di servizio aperte;
4. portelloni del vano motore e vano rifornimento aperti.

Blocco del Freno di stazionamento (vedi allegato schema blocco freno di stazionamento in Figura 3).

Se la chiave di avviamento del veicolo non è inserita o è in posizione zero impedisce (elettropneumaticamente) lo sblocco del freno di stazionamento. In caso di estrazione della chiave senza inserire il freno di stazionamento si ha l'intervento di una segnalazione acustica. Dopo

l'inserimento del freno, non è più possibile il suo disinserimento a meno che non si risalimenti il quadro girando la chiave di accensione quadro e si disinserisca manualmente il freno.

Il freno di stazionamento è azionato dalla valvola freno principale. L'aria di alimentazione della valvola freno principale fluisce tramite l'elettrovalvola comandata dall'interno del veicolo tramite una valvola di non ritorno.

Quando, a veicolo fermo, si inserisce il freno di stazionamento e si spegne il quadro, non è possibile disinserire il freno di stazionamento poiché l'elettrovalvola non è alimentata e quindi non consente il passaggio di aria dai serbatoi ai cilindri freno posteriori.

La chiave sul pannello laterale con posizione 1 (Figura 4) replica il funzionamento descritto sopra. In posizione 2, (Figura 5) con freno di stazionamento inserito, permette di avere il veicolo frenato sia con quadro acceso che con quadro spento anche in caso di successivo disinserimento manuale del freno di stazionamento. Qualora sia necessario inserire/disinserire le aste manualmente con quadro acceso, il conducente dovrà posizionare la chiave, posta nel pannello conducente laterale sx, in posizione 2 ed estrarla inibendo lo sblocco del freno di stazionamento pur mantenendo il cruscotto alimentato (la chiave è ubicata all'interno di una cassetta rossa posizionata alle spalle conducente, la cassetta si può aprire tramite chiave presente nel mazzo chiavi principale).

Funzionamento in marcia autonoma con motogeneratore.

Il passaggio dall'alimentazione di rete al generatore di bordo e viceversa si effettua a veicolo fermo, con freno di stazionamento inserito.

Il motogeneratore entra in funzione in automatico con l'accensione del motore diesel e dopo un breve periodo per la stabilizzazione del numero di giri minimo impostato, comandata automaticamente la chiusura dei contattori K3/2 e K4/2 in modo da alimentare il gruppo SJ4.3. Con la pressione del pedale dell'acceleratore, il motogeneratore incrementa gradualmente il numero di giri, mettendo a disposizione del sistema di trazione sufficiente energia per la movimentazione del veicolo e l'alimentazione dei dispositivi ausiliari.

3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento

L'infrastruttura stradale al momento dell'evento e al momento del sopralluogo è risultata in buone condizioni, caratterizzata da leggera pendenza in discesa, di circa 1,4%, sufficiente a consentire il movimento autonomo del filobus (Figura 2).

3.1.9. Altro

Non pertinente ai fini della presente indagine.

3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti

Come già descritto nella sintesi della presente relazione, il giorno 31 ottobre 2022 alle ore 18:40 circa, il filoveicolo "Iveco Crealis Neo" di proprietà dell'Impresa Filoviaria TPER, matricola aziendale n.1106 in servizio sulla linea filoviaria 15 apparentemente in sosta al capolinea di piazza XX Settembre si muoveva autonomamente privo del conducente.

La descrizione degli eventi, a partire dalle ore 18:30 circa è la sintesi di quanto riportato nel rapporto informativo e nella relazione finale della Commissione di inchiesta interna, nominate dal gestore dell'azienda, a seguito dell'incidente. La catena degli avvenimenti è stata inoltre integrata analizzando le testimonianze video disponibili sul web.

Il filobus in sosta al capolinea di Via XX Settembre per mancata attivazione del freno di stazionamento, privo dal conducente a bordo lentamente e autonomamente iniziava il movimento abbatteva un primo palo semaforico, invadeva il crocevia di Viale Pietramellara per arrestarsi sul secondo palo semaforico posto sul margine destro della carreggiata di detto viale.

3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento

Si ritiene utile riportare ulteriori stralci della relazione d'indagine svolta dalla Commissione dell'Impresa Filoviaria TPER, ritenuti significativi, in relazione ad alcune verifiche funzionali eseguite, sul filobus di cui trattasi, al fine di individuare eventuali anomalie/difetti dell'impianto frenante o della condotta generale dell'impianto pneumatico, posto che dall'esito dell'audizione del filoviere la Commissione ha avuto modo di rilevare che il medesimo autista, presumibilmente, non ha piena cognizione del funzionamento del freno di fermata e del freno di stazionamento.

La Commissione decise allora di effettuare una prova di funzionalità dell'impianto di frenatura e in data 04/11/2022, alle ore 13:30 con l'ausilio del personale e alla presenza del medesimo conducente eseguì una prova pratica, come testualmente si legge nel rapporto: *"... in discesa, nel sottopasso ferroviario di Via Due Madonne, sia in trazione elettrica sulla linea 14, al fine di ricostruire le medesime condizioni dell'incidente del 31/10/2022, sia in marcia autonoma, riscontrando, a seguito di ripetute prove sia a porte aperte sia a porte chiuse, il corretto funzionamento del freno di fermata e del freno di stazionamento."*

3.2.1.1. Azioni delle persone coinvolte

Nella catena di eventi che hanno determinato l'incidente sono stati coinvolti, a vario titolo, senza entrare nel merito delle eventuali rispettive responsabilità, i seguenti soggetti:

- il conducente del filobus dell'impresa filoviaria TPER;
- tre passeggeri.

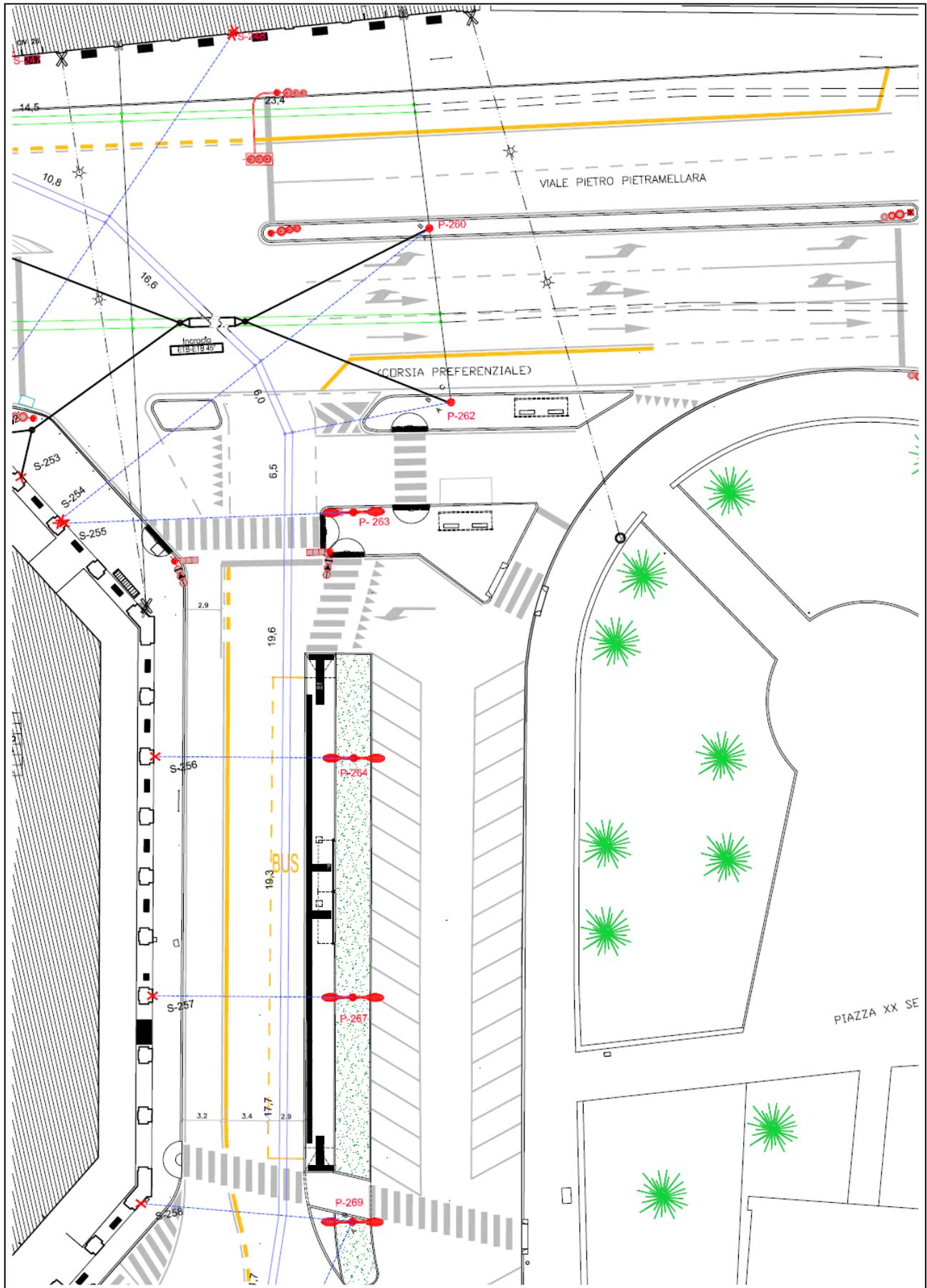


Figura 2 - Rilievi alto-planimetrici della zona del sinistro (fonte TPER)

In particolare, dallo schema seguente si rileva che per l'allontanamento dal posto di guida è necessario:

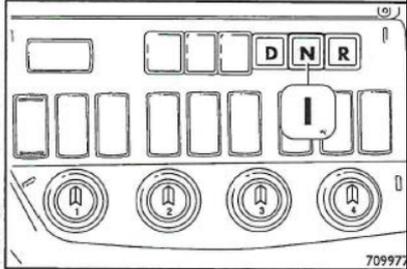
- 1). Fermare il veicolo in modo adeguato con il freno di servizio;
- 2). Premere il selettore (I) in posizione "N" (Neutral);
- 3). Inserire il freno di stazionamento (2) portando il manettino dalla posizione (a) alla posizione (b), assicurandosi che questo sia effettivamente bloccato nel punto di arresto;
- 4). Ruotare la chiave dal commutatore (3) in posizione OFF (posizione orizzontale) ed estrarre la chiave.
- 5). Premere sul comando (4) per disattivare l'Interruttore di Linea;
- 6). Premere sul comando (5) per arrestare il motore termico della APU.

Allontanamento momentaneo dal posto guida

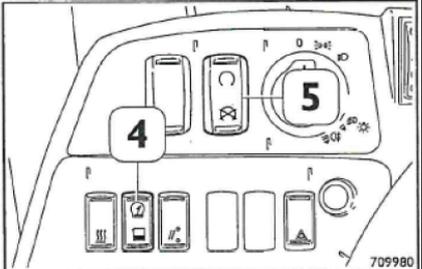
Questa procedura elenca le operazioni che l'autista deve eseguire per allontanarsi momentaneamente dal posto di guida con chiave quadro di comandi inserita (ad esempio per dare assistenza ai passeggeri disabili).

Utilizzare la seguente procedura:

- Fermare il veicolo in modo idoneo con il freno di servizio;
- Premere il selettore (1) in posizione "N" (Neutral);

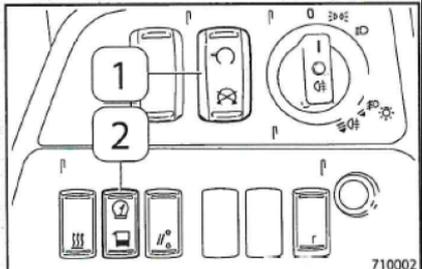


- Premere sul comando (4) per disattivare l'interruttore di linea;
- Premere sul comando (5) per arrestare il motore termico della APU.



Ripresa del servizio dopo allontanamento momentaneo

- Premere sul comando (1) di avviamento motore termico (l'accensione avverrà dopo 10 secondi);
- Utilizzare il comando (2) per attivare l'interruttore di linea;



Nota Le prime due operazioni non sono necessarie se il veicolo è collegato alla rete elettrica.

Figura 4: Procedura da seguire per l'allontanamento dal veicolo (fonte TPER)

Per la ripartenza se il filobus non è collegato alla rete elettrica:

- 7). Premere sul comando (I) (Figura 5) di avviamento del motore termico;
- 8). Utilizzare il comando (2) per attivare l'Interruttore di Linea;

in caso contrario

9). Ruotare la chiave dal commutatore (3) in posizione ON (posizione verticale) estrarre la chiave e riporla nell'apposito vano;

10). Rilasciare il freno di stazionamento (4) dalla posizione (b) alla posizione (a);

11). Premere il selettore in posizione (D) e procedere alla movimentazione del veicolo agendo sul pedale dell'acceleratore.

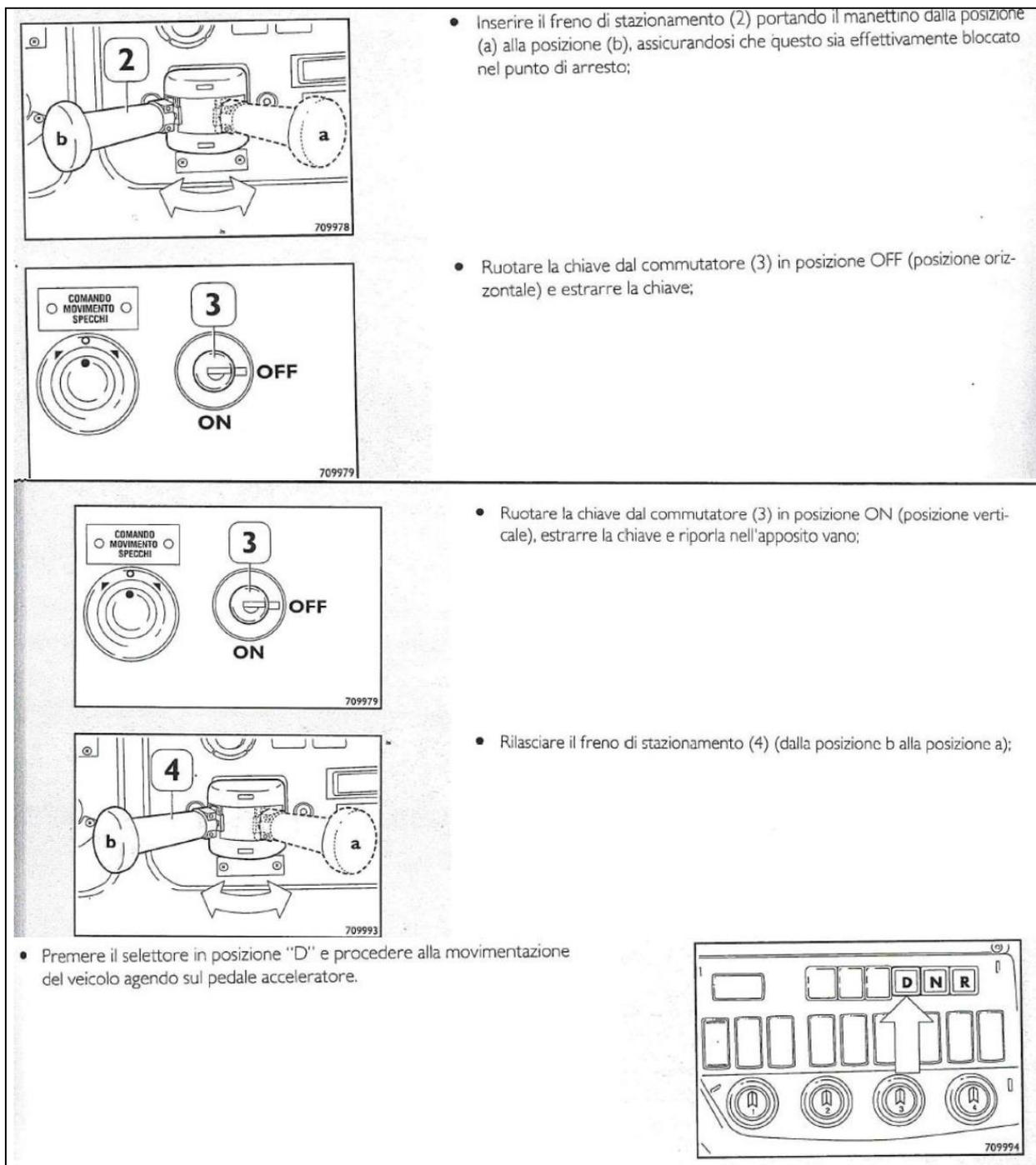


Figura 5: Procedura da seguire per la ripresa della marcia (fonte TPER)

IVECO
BUS
CREALIS NEO BOLOGNA – Impianto Pneumatico - Freni

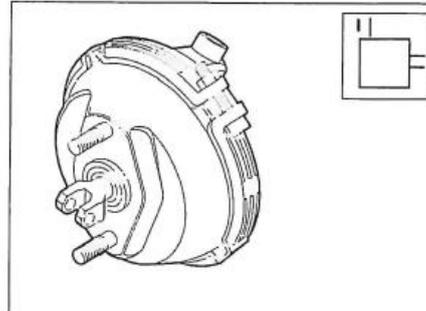
Impianto pneumatico Freni

33

DESCRIZIONE PRINCIPALI COMPONENTI IMPIANTO FRENI

794911 Cilindro freno a membrana

L'apparecchiatura trasmette la forza impressa dall'aria compressa durante l'azionamento del pedale freno al dispositivo meccanico di frenatura di servizio. In caso di anomalie è necessario sostituire il cilindro completo.



794911

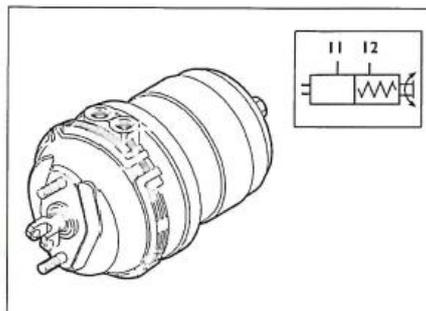
Figura 18

794922 Cilindro freno combinato

L'apparecchio è costituito da due parti: una membrana per la frenatura di servizio ed una molla per la frenatura di stazionamento e di emergenza in caso di avaria dell'impianto freni.


Attenzione!
Pericolo infortuni Cilindro freno

- ▶ Non smontare il cilindro freno in quanto la violenta espansione della molla interna potrebbe causare gravi infortuni all'operatore.



794922

Figura 19

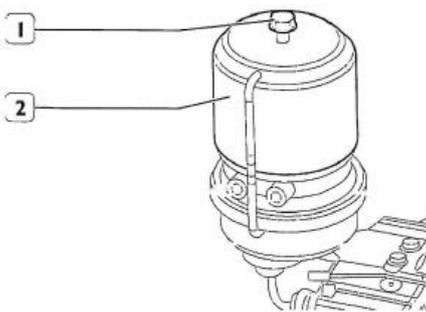
Sbloccaggio freno di stazionamento

Se non fosse possibile alimentare pneumaticamente la sezione a molla del cilindro combinato (2), si può sfrenare manualmente il veicolo per poterlo rimorchiare. Per sfrenare il veicolo svitare le viti (1) di ciascun cilindro fino a liberare le ruote.

Per accedere alle viti (1) rimuovere le botole presenti all'interno del veicolo in prossimità dei passaruote posteriori.

Rimessa in servizio:

- inniettare nell'impianto una pressione di circa 5 bar;
- portare le viti (1) a contatto dei cilindri (2) e serrarle alla coppia di:



114727

Figura 20

- Rev. 01/2017 - 2nd Ed. 10/2016

Figura 6: Schema impianto freni (componenti principali) (fonte TPER)

3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell'evento.

Stando alle testimonianze rese dal conducente alla Commissione interna istituita da TPER e alle conclusioni della Commissione stessa, si possono sintetizzare gli eventi occorsi secondo quanto di seguito riportato.

Il giorno 31/10/2022 alle ore 18:40 circa il filobus Iveco Crealis Neo matr. 1106 sulla linea filoviaria n. 15, senza conducente a bordo, si muoveva dal capolinea di Piazza XX Settembre attraversando Viale Pietramellara e dopo aver abbattuto il palo semaforico a centro viale terminava la corsa contro un secondo palo semaforico a sbraccio posto sul marciapiede lato stazione FS bloccando la circolazione stradale.

Il conducente del filobus.

Il filoviere, con circa 3 anni di esperienza in servizio su filobus, riferisce che quel giorno, il 31/10/2022, una volta stazionato il filobus in Via XX Settembre, si allontanava dal mezzo certo di aver messo il filobus in sicurezza, (intendendo l'aver azionato il freno a mano, tolto le chiavi, aperto l'IL e aperto tutte le porte).

Più precisamente il conducente dichiara: *"...Arrivato al capolinea della linea 15 sul filobus 1106 mi sono alzato dal posto di guida lasciando ancora IL e chiavi inseriti e non ricordo se ho inserito il freno a mano. Dopo poco ho deciso di scendere dal filobus, ho staccato le chiavi e aperto l'IL e non ricordo se ho inserito il freno a mano e chiuso o meno le porte centrali. Ho lasciato il veicolo e, poco dopo, ho udito l'impatto contro la segnaletica verticale/semaforica e mi sono precipitato sotto shock sul filobus. Le chiavi erano nelle mie tasche e, appena salito sul bus, ho inserito e disinserito il freno a mano più volte ma non ricordo in quale sequenza. In accordo con le Forze dell'ordine presenti non ho spostato il filobus e abbiamo verificato che i 3 passeggeri fossero illesi. Subito ho contattato la Centrale Operativa. Confermo la testimonianza della passeggera in merito alla chiusura delle porte ma, a mente fredda, probabilmente ho chiuso io le porte di discesa prima di abbandonare il filobus"*.

3.2.2.1. Misure adottate a protezione del luogo dell'evento

Con l'intervento della Polizia Locale si è dato corso alla messa in sicurezza della zona dell'evento. Veniva disalimentata l'energia elettrica delle linee 32/33/15. Alle 23:09 veniva ripristinata l'energia elettrica della linea.

3.2.2.2. Servizi di soccorso e di emergenza

Alle ore 18:50 viene comunicato alla centrale operativa che:

- a). il bus 1106 fermo al capolinea XX Settembre, si avvia autonomamente senza conducente (le chiavi sono nelle mani del conducente a terra) ed urta un palo;
- b). sono stati chiamati Polizia Locale e Carabinieri;
- c). non c'è nessun ferito.

Alle ore 19:02 la squadra pronto intervento chiama il DM e sottostazioni.

Alle ore 19:12 il filobus viene spostato ed il viale è nuovamente percorribile.

Alle ore 19:00 viene tolta tensione alle linee 32/33/15 lato stazione.

Alle ore 23:09 viene ripristinata la tensione.

Non risulta vi sia stato l'intervento di ambulanza o di personale medico per fornire i primi soccorsi.

4. Analisi dell'evento

Il giorno 31 ottobre 2022 alle ore 18:40 circa, il filoveicolo “Iveco Crealis Neo” di proprietà dell’Impresa Filoviaria TPER, matricola aziendale n.1106 in servizio sulla linea filoviaria 15, privo del conducente a bordo, si muoveva autonomamente dalla posizione di sosta del capolinea di Piazza XX Settembre, attraversava Viale Pietramellara urtava un primo impianto semaforico per arrestarsi in prossimità di un secondo stallo semaforico posto su Viale Pietramellara. Il conducente accortosi del movimento indebito, iniziava a correre nel tentativo di raggiungere ed arrestare il filobus, senza tuttavia riuscire nell’intento; in contatto telefonico con uno dei suoi diretti superiori, avvisava la direzione affinché adottasse i provvedimenti ritenuti più opportuni per sospendere l’elettrificazione ed il traffico.

Nell’urto contro i pali semaforici il filobus subiva danni di lieve entità alla carrozzeria e la rottura del vetro parabrezza. Sul filobus erano presenti tre passeggeri, ma fortunatamente né il conducente né i passeggeri hanno subito lesioni o infortuni; non si rilevano, altresì, danni all’infrastruttura filoviaria. Per effetto dell’inconveniente il traffico stradale veniva bloccato.

Nell’evento di cui alla presente attività investigativa non sono state coinvolte altre persone, tra dipendenti, passeggeri ed utenti del sistema filoviario o stradale.



Foto 7 – Posizione statica finale del filobus (fonte TPER)



Foto 8 – come sopra (fonte TPER)



Foto 9 – come sopra (fonte TPER)



Foto 10 – come sopra (fonte TPER)



Foto 11 – come sopra (fonte TPER)



Foto 12 – Posizione statica finale del filobus (fonte TPER)



Foto 13 – Interno Filobus 1106 - posizione del cruscotto comandi al momento dell'incidente (fonte TPER)



Foto 14 – Stallo semaforico posto al centro del crocevia sradicato nella corsa del filobus (fonte TPER)

A distanza di pochi giorni dalla nomina, l'investigatore incaricato ha provveduto a contattare il personale della TPER per richiedere la documentazione ritenuta necessaria a chiarire la dinamica dell'evento e ricercare i fattori causali e concausali che ne hanno determinato l'accadimento: il quadro normativo di riferimento, comprese disposizioni, regolamenti, istruzioni, procedure, ordini di servizio e altri documenti riguardanti l'esercizio filoviario, le informazioni sulle abilitazioni e sul percorso formativo del personale, relazioni di servizio, ecc.

Esaminata parte della documentazione, pervenuta in data 16 marzo 2023, l'investigatore incaricato si è recato sul posto ed ha effettuato un primo sopralluogo, nel corso del quale ha avuto modo di visionare il tratto di infrastruttura interessato all'evento e il materiale rotabile coinvolto (*Figura 2 e foto dalla 1 alla 14*).

Nella circostanza l'investigatore si è recato presso il deposito della TPER in Via Due Madonne a Bologna, nel corso del quale ha potuto prendere visione delle corrette modalità con cui il personale di condotta deve comportarsi al momento della sosta del filobus. In particolare, è stato utilizzato il veicolo oggetto dell'incidente col quale sono state effettuate le prove per verificarne l'efficienza dei vari dispositivi, fra cui anche la funzionalità del freno di stazionamento.

In particolare, l'investigatore, alla presenza del capo impianto deposito, del responsabile linea aerea e vicedirettore d'esercizio e del dirigente della DiGiFeMa, ha ripetuto, a bordo del filobus oggetto della presente attività investigativa, le prove già effettuate dalla Commissione d'inchiesta interna, allo scopo di accertare il corretto funzionamento dell'impianto frenante.

Il capo reparto, in possesso delle necessarie abilitazioni per la guida del filobus, ha dapprima illustrato le procedure e poi alla guida del filobus ha effettuato le attività previste per il corretto stazionamento del veicolo ed in particolare, su strada in pendenza di circa 7%, ha eseguito la seguente sequenza di prove:

A). PROVA DI FERMATA CON FRENO STAZIONAMENTO INSERITO

1) filoveicolo in linea elettrica;

- 2) fermata in discesa e arresto del veicolo col freno di fermata (per disinserirlo si aziona l'acceleratore);
- 3) apertura porte (simulazione uscita passeggeri);
- 4) inserimento freno stazionamento;
- 5) marcia a folle (toglie la marcia);
- 6) spegnimento del quadro;
- 7) estrazione chiave dal quadro.

Al termine della sequenza il veicolo risulta frenato; anche provando a disinserire il freno di stazionamento, circostanza che attiva automaticamente un suono (**ALLARME**) il **veicolo rimane comunque frenato** perché il mancato inserimento della chiave, anche disinserendo il manettino, non provoca la sfrenatura del veicolo.

B). PROVA DI FERMATA CON FRENO STAZIONAMENTO NON INSERITO

Terminata questa prima prova, si è proceduto con una seconda prova, sempre su strada con pendenza di circa 7%, attuando la sequenza di seguito descritta:

- 1) filoveicolo in linea elettrica;
- 2) fermata in discesa e arresto del veicolo col freno di fermata (per disinserirlo si aziona l'acceleratore);
- 3) apertura porte (simulazione uscita passeggeri);
- 4) marcia a folle (toglie la marcia);
- 5) spegnimento del quadro;
- 6) estrazione chiave dal quadro.

Al termine della sequenza il veicolo **si muove** e anche provando a inserire/disinserire il freno di stazionamento si attiva l'allarme **ma il veicolo rimane sempre sfrenato**.

Dopo aver completato le prove di funzionalità sul veicolo in questione, l'attività investigativa è proseguita, col supporto logistico del personale dell'impresa filoviaria, sul luogo del sinistro per valutare le condizioni dell'infrastruttura e procedere ad alcuni rilievi fotografici e planimetrici.

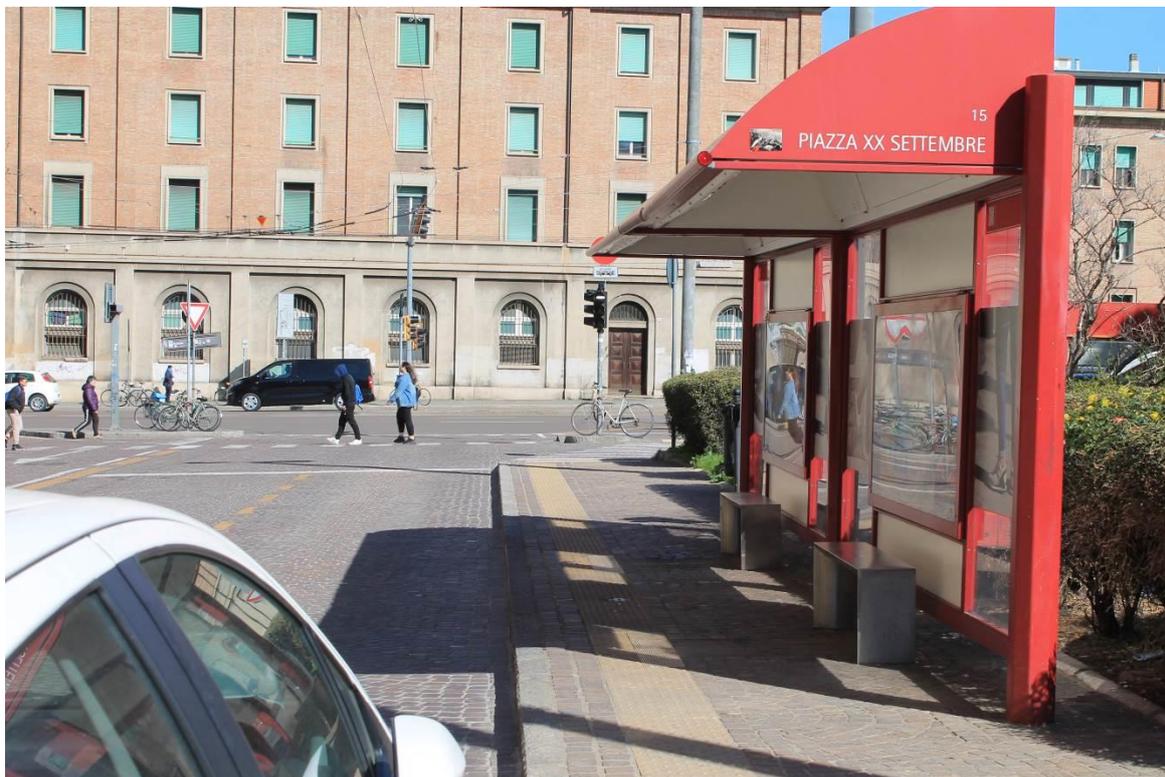


Foto 15 - Capolinea Piazza XX Settembre – Bologna (fonte DiGIFeMa)

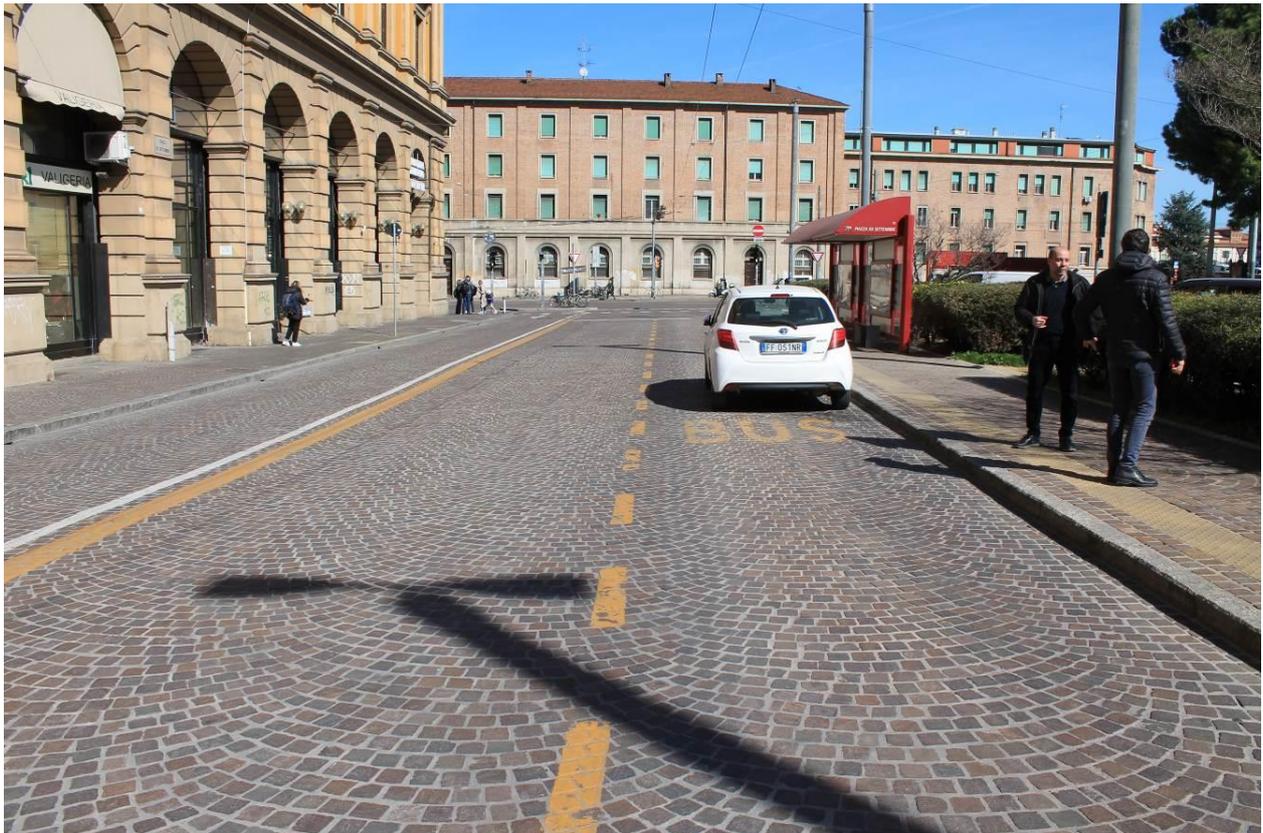


Foto 16 - Capolinea Piazza XX Settembre – Bologna (fonte DiGIFeMa)



Foto 17 - Traiettorie percorsi dal filobus (fonte DiGIFeMa)



Foto 18 - Luogo di arresto del filobus (fonte DiGIFeMa)



Foto 19 - Stallo semaforico ripristinato a seguito dell'incidente (fonte DiGIFeMa)

4.1. Ruoli e mansioni

Premesso che, ai sensi dell'art. 20, paragrafo 4 della direttiva (UE) 2016/798, “*L'indagine non mira in alcun caso a stabilire colpe o responsabilità*”, si individuano di seguito i ruoli e le mansioni del personale coinvolto nell'evento.

4.1.1. *Impresa Filoviaria e Gestore dell'Infrastruttura*

- ✓ Impresa Filoviaria: TPER;
- ✓ Conducente: operatore TPER;
- ✓ Infrastruttura: TPER.

4.1.2. *Soggetto responsabile della manutenzione*

L'Impresa Filoviaria TPER è anche il Soggetto Responsabile della Manutenzione del materiale rotabile, certificata ISO 9001:2015 (Sistema Gestione Qualità), ISO 14001:2015 (Sistema Gestione Ambientale), ISO 18001:2007 (Sistema Gestione Sicurezza).

Dal punto di vista operativo, le attività di manutenzione vengono svolte internamente alla struttura. Pur non essendo stati direttamente coinvolti nell'incidente, i tecnici di TPER hanno fornito all'investigatore incaricato adeguato supporto ed assistenza per approfondire alcuni aspetti manutentivi ritenuti utili alla individuazione delle cause dell'evento.

4.1.3. *Fabbricante o fornitore di materiale rotabile*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.4. *Autorità nazionali e/o Agenzia dell'Unione Europea per le ferrovie*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.5. *Organismi notificati*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.6. *Organismi certificati*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.7. *Altra persona o soggetto interessato dall'evento*

Tre viaggiatori a bordo del filobus di cui non si conoscono le generalità.

4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici

4.2.1. *Progettazione*

Dalle prove eseguite sia dalla Commissione interna dell'Impresa Filoviaria, sia dall'investigatore incaricato dalla DiGiFeMa, non sono emersi elementi strutturali/costruttivi del filobus che abbiano influito direttamente o indirettamente sul verificarsi dell'evento.

4.2.2. *Installazione e messa in servizio*

- Impresa Filoviaria: TPER;
- Autorizzazione: Città Metropolitana di Bologna;
- Gestore Infrastruttura: TPER SpA.

4.2.3. Fabbricanti o altri fornitori

Il filobus è stato costruito nel 2015 da Iveco France - Parc Technologique de Lyon - 9, ed è stato immesso in servizio in data 16/05/2016. Ultima revisione – verbale n. 6 - in data 05/05/2022, con esito regolare.

4.2.4. Manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici

Da quanto emerso dall'analisi della documentazione messa a disposizione della Commissione, dalle verifiche tecniche e simulazioni effettuate e dai colloqui intercorsi con il personale dell'impianto di deposito, si ritiene che l'indebita messa in movimento del convoglio possa essere stata causata da una non corretta immobilizzazione del veicolo per mancato azionamento del freno di stazionamento.

4.2.5. Soggetto Responsabile della Manutenzione

L'impresa filoviaria è anche il Soggetto Responsabile della Manutenzione del materiale rotabile e le attività di manutenzione ordinaria vengono svolte dalla medesima impresa in possesso delle certificazioni ISO 9001:2015 (sistema gestione qualità), ISO 14001:2015 (sistema gestione ambientale), ISO 18001:2007 (sistema gestione sicurezza).

4.3. Fattori umani

4.3.1. Caratteristiche umane e individuali

Il conducente del filobus risulta abilitato da meno di tre anni, ed è in possesso di patente di categoria A-B-C-D-BE-CE-DE -CQC rilasciata in data 28/02/2017 e valida fino al 16/05/2027.

Risulta in possesso del certificato di idoneità per la guida di filobus rilasciata in data 12/04/2018 e valido fino al 08/06/2022.

Tuttavia, come previsto dall'articolo 118 del Codice della Strada e del relativo Regolamento d'Esecuzione, nonché dal Regolamento di Esercizio delle Filovie di Bologna al capitolo 4 (GESTIONE DELL'IMPIANTO E DEL PERSONALE), il certificato di idoneità per la guida di filobus è valido solo se accompagnato dalla patente per autoveicoli della stessa categoria dei filobus in corso di validità. Pertanto, anche se il certificato di idoneità per la guida del filobus, formalmente non riporta la data di scadenza aggiornata, ai fini della guida del filobus è comunque da ritenere valido.

Rimane, tuttavia, in capo all'Impresa Filoviaria (azienda) l'accertamento della formale correttezza dei documenti di guida dei propri conducenti/personale di condotta.

Dalla documentazione trasmessa dall'azienda, si rileva che il conducente è risultato idoneo a seguito degli accertamenti sanitari svolti antecedentemente alla data dell'incidente.

Il conducente era stato, inoltre, regolarmente sottoposto ad attività formativa e di verifica del mantenimento delle competenze professionali acquisite, come si rileva dalla tabella seguente.

- ✚ DPR 753/80 – (*Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto art. 8-68-69-70-93*);
- ✚ Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 - (*Nuovo Codice della Strada – art. 118*);
- ✚ D.P.R., testo coordinato 16/12/1992 n. 495, G.U. 28/12/1992 (*Regolamento di esecuzione e di attuazione del codice della strada*) (art. 317 e 318);
- ✚ Decreto Legislativo n. 50 del 14 maggio 2019, “*Attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie*”;
- ✚ Regolamento di Esecuzione (UE) 2020/572 della Commissione del 24 aprile 2020, *relativo al formato da seguire nelle relazioni d’indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari*.

4.5. Eventi precedenti di carattere analogo

Sulla base delle informazioni e della documentazione acquisita non risultano eventi simili accaduti prima del 31/10/2023.

A seguito di questo evento, l’impresa filoviaria, alla luce di quanto emerso dalla relazione finale d’indagine svolta dalla Commissione interna all’azienda, non ha ritenuto opportuno adottare particolari iniziative in ordine al filobus, posto che dall’indagine interna è emerso che la fuga del filobus non trae origine da anomalie tecniche/costruttive/manutentive, ma da errato comportamento alla condotta da parte del filoviere.

La relazione della commissione interna all’azienda si conclude con tale affermazione riguardante la dinamica dell’evento: “*Per tutto quanto sopra esposto, la Commissione d’inchiesta ha individuato una responsabilità in capo al filoviere [.....] per non aver rispettato le disposizioni del Codice della Strada, del Regolamento di Esercizio e le disposizioni aziendali in merito alle procedure da adottare per la sosta al capolinea.*”

In virtù di quanto sopra indicato, la Commissione ritiene necessaria l’apertura del procedimento disciplinare secondo le norme vigenti ed il Direttore d’Esercizio provvede con decorrenza immediata la sospensione del patentino filoviario del filoviere [.....].”

Per completezza d’informazione si evidenzia che, a seguito dell’indagine interna compiuta dalla Commissione, l’Impresa ha sospeso il filoviere dall’attività per mancata adozione delle procedure aziendali.

5. Conclusioni

5.1. Sintesi dell’analisi e conclusioni in merito alle cause dell’evento

Per quanto fin qui riferito è possibile sintetizzare l’evoluzione del sinistro secondo quanto di seguito descritto.

L’errata manovra di stazionamento del filobus, per mancato inserimento del freno di stazionamento del filoveicolo ha provocato la fuga del filobus, di conseguenza, in considerazione della leggera pendenza (1,4%) della strada in prossimità del capolinea della linea 15 in Viale XX Settembre in Bologna, lo stesso si è messo in movimento in modo autonomo ed ha proseguito la propria marcia in maniera incontrollata fino ad impattare col secondo palo semaforico posto sul Viale Pietramellara dove avveniva l’arresto del mezzo.

Alla luce di tutto quanto sopra esposto e dalla catena degli avvenimenti che hanno determinato l'incidente, è possibile sintetizzare le cause secondo quanto di seguito descritto.

La causa diretta dell'evento è riconducibile a:

- inefficace frenatura del filobus da parte del conducente per mancato azionamento del freno di stazionamento.

I fattori concausali (cause indirette) dell'evento sono riconducibili a:

- scarsa conoscenza da parte del conducente delle procedure per la sosta del filobus;
- mancato rispetto della prescrizione di attivazione del freno a mano (a molla) per lo stazionamento (*formazione, procedure*);
- mancato rispetto dell'obbligo di presidio a bordo del convoglio stazionato da parte del personale di condotta (*formazione, procedure*).

Gli accertamenti tecnici non hanno evidenziato particolari problematiche relative alla corretta efficienza dei dispositivi di frenatura (freno a molla, freno di fermata, ecc..).

5.2. Misure adottate dopo l'evento

A conclusione dell'indagine interna attivata dall'Impresa Filoviaria con la nomina di una Commissione, alla luce delle varie prove tecniche messe in atto dalla Commissione medesima, l'unico provvedimento adottato dall'Impresa, risulta la sospensione del certificato d'idoneità alla guida del filobus in capo al conducente.

Risulta altresì che, il 18 aprile 2023, il filoviere ha frequentato un corso di formazione dalla durata di 30 minuti dal titolo “*VISIONE MAN C19 CLASSE II MILD HYBRID ALIMENTATI A GASOLIO*”.

5.3. Osservazioni aggiuntive

L'Impresa Filoviaria, in merito alla richiesta da parte dell'investigatore sulla possibilità di introdurre all'interno delle proprie procedure un Sistema di Gestione della Sicurezza, anche alla luce delle nuove iniziative a livello comunitario che stimolano tutti i soggetti coinvolti nella sicurezza ferroviaria/filoviaria a porre maggiore attenzione ai fattori umani e organizzativi che possono influenzare il rischio, auspicando lo sviluppo della cultura della sicurezza nei vari livelli dell'organizzazione come ulteriore misura di prevenzione, ha evidenziato che, allo stato attuale, TPER ha messo in atto una iniziativa volta a valutare possibili candidati idonei per tale ruolo e ha selezionato la persona che potrebbe ricoprire l'incarico. Tuttavia, ad ora si è in fase di assegnazione dell'incarico, in attesa dell'ufficializzazione, che dovrebbe concretizzarsi prima del periodo delle vacanze estive.

Al riguardo, appare opportuno evidenziare che un Sistema di Gestione della Sicurezza attivo, oltre a migliorare la *performance* aziendale sotto il profilo delle procedure di valutazione periodica e sistematica della prevenzione dei rischi, dell'adeguatezza e dell'efficacia del sistema di gestione dei processi, implica anche l'adozione di procedure ed istruzioni per le operazioni di manutenzione dei filoveicoli sia in termini di manutenzione preventiva (manutenzione eseguita, in accordo con un piano temporale stabilito, ad intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti, e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'attrezzatura o di un veicolo) che correttiva (eseguita a seguito della rilevazione di un'avaria e volta a riportare un veicolo nello stato di massima efficienza e funzionalità), a tutto beneficio della sicurezza stradale/filoviaria.

6. Raccomandazioni in materia di sicurezza

Raccomandazione n. 01

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, di verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, abbia messo in atto tutte le attività volte ad individuare i rischi gravi per la sicurezza stradale/filoviaria con particolare riguardo alla movimentazione dei veicoli nelle varie condizioni di linea e di esercizio, parking compreso.

Raccomandazione n. 02

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, di verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, abbia adottato un sistema di monitoraggio dei processi di formazione, addestramento e mantenimento delle competenze dei conducenti, ivi compresa la conoscenza adeguata delle procedure previste nel “*Regolamento di esercizio delle filovie di Bologna*”.

Valuti l’Agenzia se estendere tale raccomandazione a tutte le Imprese Filoviarie.

Raccomandazione n. 03

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, di verificare che l’Impresa Filoviaria TPER, in quanto anche Soggetto Responsabile della Manutenzione, abbia previsto, al fine di un efficace presidio della sicurezza, l’adozione, mediante controlli aziendali interni ed esterni, di procedure volte ad appurare l’adeguatezza delle operazioni di manutenzione.

Valuti l’Agenzia se estendere tale raccomandazione a tutte le Imprese Filoviarie.

Raccomandazione n. 04

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, di sollecitare l’Impresa Filoviaria TPER a portare a termine, nel più breve tempo possibile, l’adozione del Sistema di Gestione della Sicurezza, indispensabile ai fini della promozione della cultura positiva della sicurezza, alla luce anche delle iniziative attualmente in corso.

Valuti l’Agenzia se estendere l’adozione di un Sistema di Gestione della Sicurezza a tutte le Imprese Filoviarie.

Ing. Lorenzo Loreto