

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
 Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
 PROGETTO ESECUTIVO
 PARTE GENERALE
 OPERE CIVILI
 ANALISI DI RISCHIO PROBABILISTICA E QUANTITATIVA DELLA SICUREZZA IN GALLERIA
 ARTIFICIALE “SAN MARTINO”, COMPRESA TRA LA PK 4+942,53 E LA PK 6+842,53**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio	Valido per costruzione		
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503	Iricav Due Ing. Paolo Carmona	Data:		-
Data:	Data:			

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	0	E	I	2	R	H	M	D	0	0	0	0	0	0	4	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL CONSULENTE
A	EMISSIONE	De Carlo	Aprile 2022	De Carlo	Aprile 2022	Fava	Aprile 2022	 ING. FRANCESCO FAVA Direttore Tecnico di CONTECO CHECK N. 20560 ORDINE ING. PROV. DI MILANO

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711E12RONV5400001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato

**ANALISI DI RISCHIO FERROVIARIO PER IL 1° LOTTO FUNZIONALE
VERONA-BIVIO VICENZA****RAPPORTO DI SINTESI n. 02**

RdS02_00 del 29.04.2022

Committente del controllo



Emissione	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato
RdS02_00	Emissione	De Carlo	De Carlo	Fava

Sommario

EXECUTIVE SUMMARY	2
1. DOCUMENTAZIONE ESAMINATA	3
2. ANALISI DI RISCHIO IN GALLERIA	3
2.1 SCOPE OF WORK	3
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	3
2.3 DESCRIZIONE DELLA GALLERIA	4
2.4 DOTAZIONI IMPIANTISTICHE	7
2.5 PUNTI ANTINCENDIO	7
2.6 DATI DI TRAFFICO	8
2.7 CONFRONTO CARATTERISTICHE GALLERIA TRA PD E PE	9
2.8 REQUISITI MINIMI E INTEGRATIVI	9
2.9 FATTORI PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI ANALISI DI RISCHIO	13
2.10 PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI PERICOLOSI	14
2.11 ESITO DELL'ANALISI DI RISCHIO	14
2.12 INCIDENTALITÀ FERROVIARIA	15
3. CONCLUSIONI	18

Executive summary

Il presente documento riporta l'esito delle analisi di sicurezza ferroviaria del progetto della linea AV/AC Verona – Padova, 1° Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza, con particolare riferimento ai seguenti ambiti:

- Valutazione delle condizioni geometriche del tracciato, al fine di verificarne i parametri che ne condizionano il **rischio di deragliamento del treno** lungo tutta la tratta, in particolare in corrispondenza delle porzioni di linea a cavallo dei viadotti “dell’Alpone”, ubicato tra la pk 20+219,51 e la pk 21+991,51 e “San Bonifacio”, ubicato tra la pk 24+874,84 e la pk 25+314,84.
- Analisi di rischio probabilistica e quantitativa della **sicurezza in galleria**, in particolare per la galleria artificiale “San Martino”, a singola canna e doppio binario, compresa tra la pk 4+942,53 e la pk 6+842,53, per una lunghezza complessiva di 1.900 m.

In particolare, questo rapporto rendiconta le attività di valutazione del rischio in galleria, basate sulla documentazione di sicurezza già presentata in fase di Progetto Definitivo e verificando la non sussistenza di elementi di aggravio del rischio relativamente al Progetto Esecutivo, ovvero confermando la validità dell’analisi del Progetto Definitivo.

Per quanto attiene verifica dei parametri geometrici e cinematici del tracciato, si rimanda al relativo Rapporto di Sintesi n. 1 – RdS01_00.

Le analisi tecniche, qualitative e algoritmiche della configurazione della galleria in progetto hanno dato esito positivo: i parametri geometrici e le caratteristiche tecniche-prestazionali dei dispositivi previsti, infatti, sono risultati idonei a garantire gli standard di sicurezza prescritti.

1. Documentazione esaminata

Per lo svolgimento del servizio è stata esaminata la seguente documentazione, consegnata dalla Committenza mediante sharepoint o con invii diretti:

- Progetto Definitivo approvato
- Dossier sicurezza presentato in sede di progettazione definitiva per la galleria San Martino
- Progetto Esecutivo:
 - Tracciato e profilo altimetrico
 - Rilevati
 - Carpenterie galleria San Martino
 - Planimetria di localizzazione dell'uscita di sicurezza della galleria San Martino
 - Carpenteria dell'uscita di sicurezza e stazione di pompaggio IN13

2. Analisi di rischio in galleria

2.1 Scope of work

La seconda attività dello studio ha avuto come oggetto l'analisi di rischio con metodologia analitica, idonea per determinare il livello di rischio in modo probabilistico e quantitativo, in analogia alla metodologia prevista nel D.M. 28 ottobre 2005 "Sicurezza in galleria" (analisi di rischio estesa) e a quella contenuta nelle linee guida relative alla "Metodologia per la valutazione ed accettazione del rischio nelle metropolitane".

Lo studio è stato articolato nei seguenti passaggi:

- ❖ Descrizione e caratterizzazione del sistema in termini geometrici, funzionali e di esercizio.
- ❖ Identificazione e classificazione dei pericoli: collisione, deragliamento, pericolo di tipo termofluidodinamico (incendio, esplosione, rilascio di sostanze tossiche) e pericoli generici.
- ❖ Individuazione e caratterizzazione delle misure di sicurezza e dei relativi requisiti.
- ❖ Calcolo delle frequenze di accadimento dei pericoli (albero delle cause).
- ❖ Identificazione degli scenari evolutivi, stima delle frequenze e conseguenze (albero degli eventi), in particolare, per la valutazione delle conseguenze dei pericoli di tipo termofluidodinamico, sono stati utilizzati modelli di letalità, termofluidodinamici (monodimensionali/tridimensionali) e di esodo.
- ❖ Calcolo delle conseguenze per tutti gli scenari possibili
- ❖ Calcolo del rischio cumulato complementare
- ❖ Valutazione di accettabilità del rischio collettivo e individuale: per il rischio collettivo dal confronto della curva del rischio con le curve limite sul piano Frequenza-Numero di Fatalità, in accordo al principio ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*).
- ❖ Individuazione delle misure per la riduzione del rischio.

Lo studio si è basato sugli esiti dell'analisi di rischio sul progetto definitivo, sulla documentazione di progetto fornita dal Committente, sugli standard normativi e tecnici applicati e applicabili, sulle norme di buona pratica progettuale e su criteri di valutazione dei rischi in condizioni di esercizio ordinario e a fronte di condizioni anomale.

2.2 Riferimenti normativi

- Regolamento (UE) n. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea (STI SRT).
- Direttiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 giugno 2008 relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario.
- Decisione della Commissione del 20 dicembre 2007 relativa alla specifica tecnica di interoperabilità

concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità (2008/163/CE STI SRT).

- Decreto 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- Legge 24 marzo 2012, n. 27, “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, recante disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività”.
- Legge 11 novembre 2014, n. 164 “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive”

2.3 Descrizione della galleria

La galleria artificiale San Martino è costituita da singola canna doppio binario e risulta compresa tra le p.k. 4+942,53 e 6+842,53, per una lunghezza complessiva di 1.900 m.

Il profilo longitudinale della galleria presenta una “corda molle” come mostrato dalle seguenti quote altimetriche:

- quota PF in ingresso lato Verona km 4+942,53: +40,21 m,
- quota PF nel punto di minimo al km 5+886,53: +34,52 m,
- quota PF in ingresso lato Verona km 6+842,53: +39,02 m.

La galleria è costituita essenzialmente da cinque tratti omogenei:

- GA01F dal km 4+942,53 al Km 5+336,53
- GA01G dal km 5+336,53 al km 5+886,53
- GA01H dal km 5+886,53 al Km 6+184,03
- GA01I dal km 6+184,03 al km 6+241,33
- GA01J dal km 6+241,33 al km 6+842,53

L'altezza della sezione misurata tra il piano del ferro e la copertura è variabile tra un 7,00 m e 7,28 m. In tutta la galleria, lungo i piedritti, sono previsti marciapiedi da 1,25 m di ampiezza.

Alla progressiva 5+940,00 è prevista una piazzola equipaggiata con le dotazioni elettromeccaniche per l'esercizio dei gruppi elettro pompe in dotazione alla stazione di sollevamento (v. fig. 3). Uno stradello di servizio consente l'accesso alla piazzola mentre l'area di insediamento della piazzola è delimitata da recinzione e da un cancello carraio elettrificato per un possibile comando a distanza.

In fig. 1 è rappresentata la sezione trasversale tipica: i vari tratti si differenziano per le differenti quote della soletta di copertura rispetto a piano del ferro; la distanza tra i piedritti è sempre pari a 10,40 m.

Nella galleria è prevista la realizzazione di nicchie (contenenti quadri di tratta e sezionatori) che possono essere utilizzate come ricovero per il personale di manutenzione durante il passaggio di un treno: la fig. 2 riporta la sezione tipica in corrispondenza di una nicchia tecnologica.

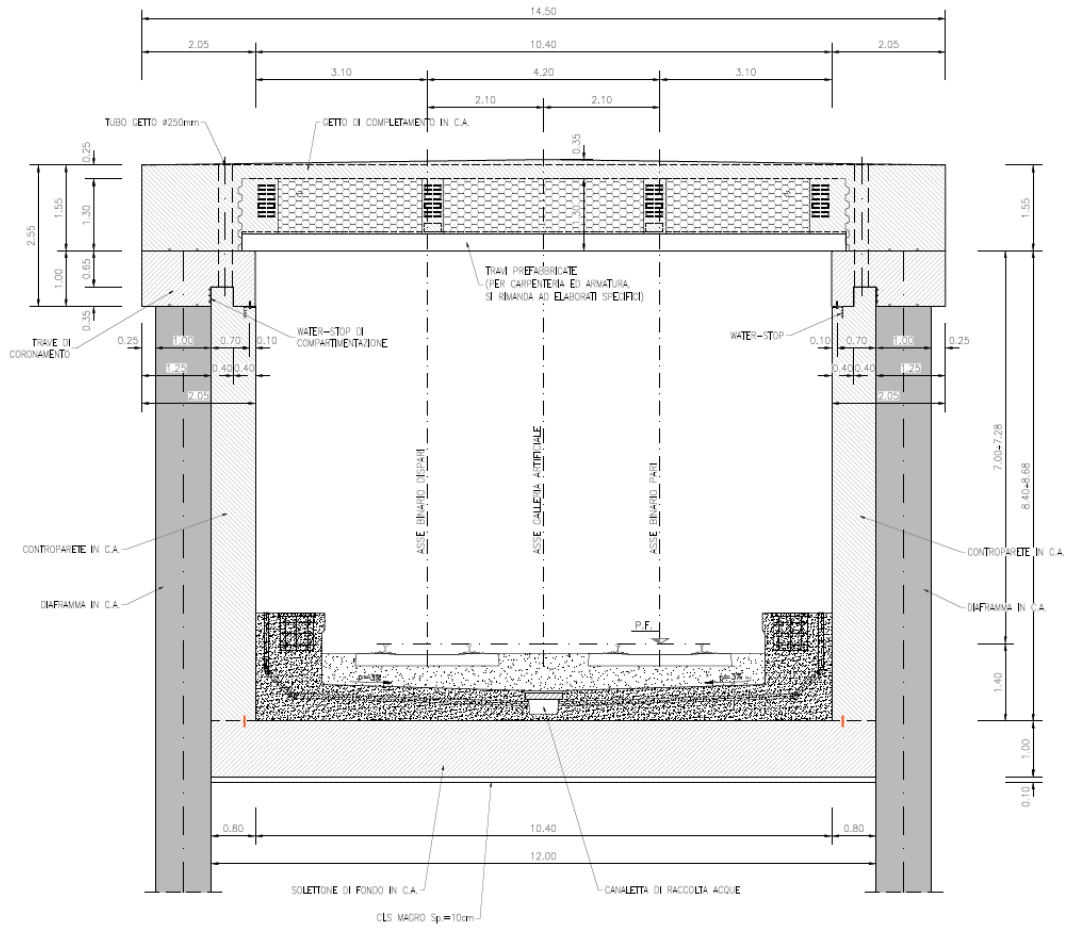


Fig. 1 – Sezione trasversale tipica

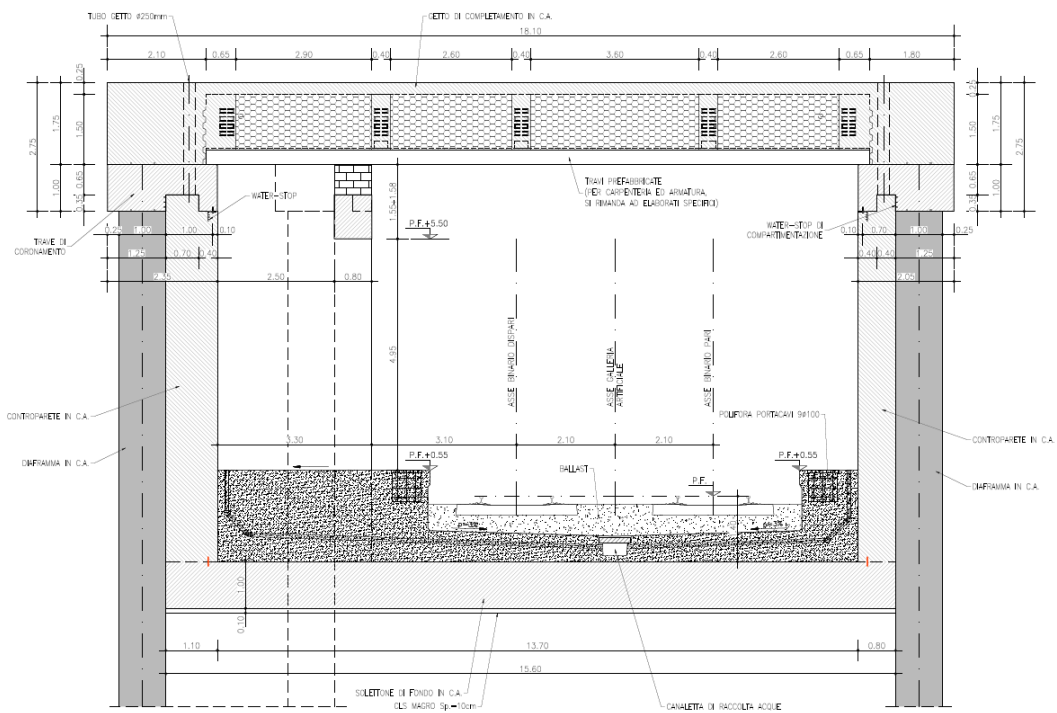


Fig. 2 – Sezione trasversale tipica in corrispondenza della nicchia

In corrispondenza della stazione di pompaggio, alla progressiva 5+940,00, la galleria presenta due vie di esodo indipendenti, rispettivamente una dalla banchina sul binario pari ed una seconda dalla banchina sul binario dispari. In ogni via di esodo è presente un filtro di separazione antincendio di classe REI120 tra la galleria ferroviaria e il percorso di evacuazione all'esterno dove insistono le scale per lo scarico in superficie di quanti sono in procinto di abbandonare la galleria.

La posizione del manufatto in progetto definitivo ricadeva alla progressiva 5+880,00.

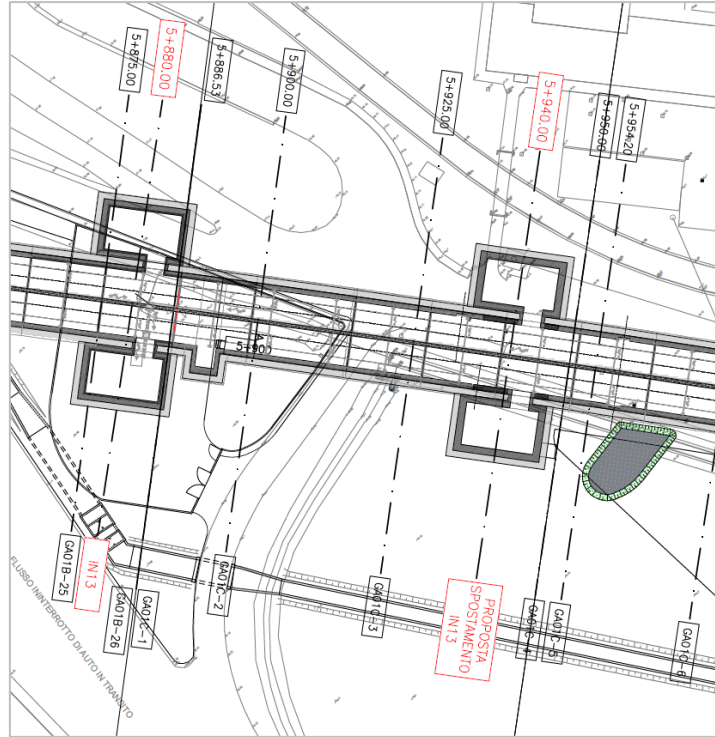


Fig. 3 – Stazione di sollevamento e uscite di emergenza in PD e PE

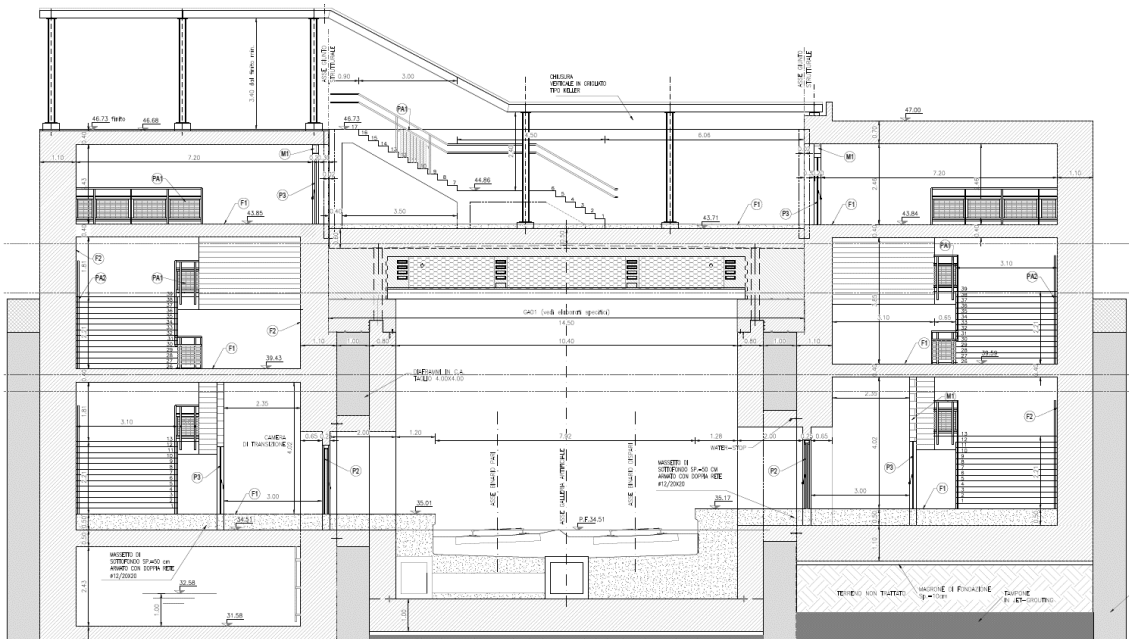


Fig. 4 – Sezione trasversale uscite di emergenza

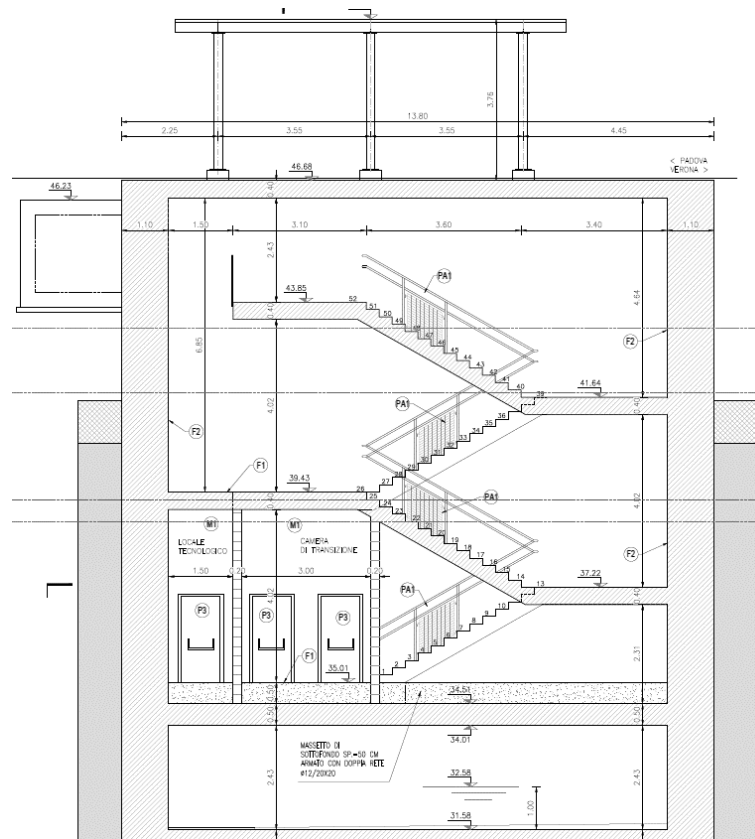


Fig. 5 – Sezione longitudinale uscite di emergenza

2.4 Dotazioni impiantistiche

I locali filtro sono dotati di sistemi di sovrappressione a prova di fumo ai fini del raggiungimento dei 30Pa: le utenze per i quali è previsto il mantenimento della operatività permanente sono alimentate da gruppo statico di continuità.

L'impianto di illuminazione di emergenza garantisce, lungo i percorsi di esodo (camminamenti), un livello di illuminamento non inferiore a 5 lux medi a 1 m dal piano di calpestio e un 1 lux minimo sul piano calpestio stesso.

È prevista la messa a terra della Linea di Contatto ai punti di accesso della galleria.

È presente un impianto di diffusione sonora e telefonia di emergenza comprensivo di una rete dati Gbit Ethernet quale supporto trasmissivo di galleria.

Gli impianti tecnologici sono corredati di segnaletica di emergenza.

2.5 Punti antincendio

Presso ciascun imbocco della galleria, sia lato Verona che lato Vicenza, sono previste delle predisposizioni di sicurezza debitamente equipaggiate con punti antincendio: in corrispondenza di tali infrastrutture, attraverso le quali le squadre di soccorso potranno agevolmente accedere alle attrezzature antincendio, sono state predisposte le vie di fuga in modo che, in caso di incidente, sia i passeggeri, sia il personale di bordo possano abbandonare rapidamente i convogli.

Le caratteristiche e gli attrezzamenti delle infrastrutture progettate, sono di seguito descritte:

- ❖ posizione di arresto prestabilita del treno interessato all'esterno della galleria che sarà indicata al macchinista con adeguata cartellonistica. In detta posizione è previsto un tratto lungo 400 m attrezzato con marciapiede a quota +0,55 m dal piano del ferro, idoneo allo sbarco dei passeggeri e all'esodo fino all'area di piazzale, dove è prevista un'area di stazionamento all'aperto con superficie minima di almeno 500 mq;
- ❖ due attraversamenti a raso della linea ferroviaria, immediatamente prima e dopo il punto antincendio;
- ❖ cartellonistica con l'indicazione del percorso delle vie di esodo;

- ❖ accessi carrabili di collegamento tra piazzale di sicurezza (a quota circa +4,5 m da PF) e il punto antincendio (a quota +0,55 m da PF) per i mezzi di soccorso (ambulanze, autopompe ecc.);
- ❖ illuminazione di tutte le vie di esodo (marciapiede, attraversamento e strada) pari ad almeno 1 lux su un piano orizzontale a livello del marciapiede;
- ❖ interruzione dell'alimentazione elettrica di trazione e messa a terra dell'impianto elettrico;
- ❖ dispositivo di messa a terra della linea di contatto.

In corrispondenza dei piazzali PGEP (Posto Gestione Emergenza Periferica) è inoltre prevista una vasca interrata da 100 mc per accumulo di acqua (800 l/min per 2 ore) con idrante soprasuolo e un gruppo di spinta UNI EN 12845 (elettropompa, motopompa + eventuale pompa di compensazione).

2.6 Dati di traffico

I dati di traffico previsti sulla sub-tratta Verona-Vicenza sono mostrati in fig. 6.

In merito alla distribuzione diurno/notturno, vi è pari ripartizione per il segmento merci, mentre per il segmento passeggeri si ha 90% diurno e 10% notturno.

I dati di traffico utilizzati, visti gli andamenti di decrescita sulle ultime previsioni, si ritengono comunque a favore di sicurezza.

Per quanto riguarda l'occupazione dei treni passeggeri si fa riferimento alla Linea Guida sull'applicazione dell'analisi di rischio estesa, che individua, quali valori da utilizzare per le analisi, un numero di viaggiatori pari a 420 per i treni a lunga percorrenza (LP) e 180 per i treni regionali, corrispondenti rispettivamente ad una capienza di 700 passeggeri per treni LP e di 300 per treni regionali (coefficiente di riempimento pari a 0,6). La capacità dei treni merci è invece posta pari a 2 (i macchinisti).

La velocità dei treni è assunta pari a 250 km/h per i treni passeggeri e 160 km/h per i treni merci.

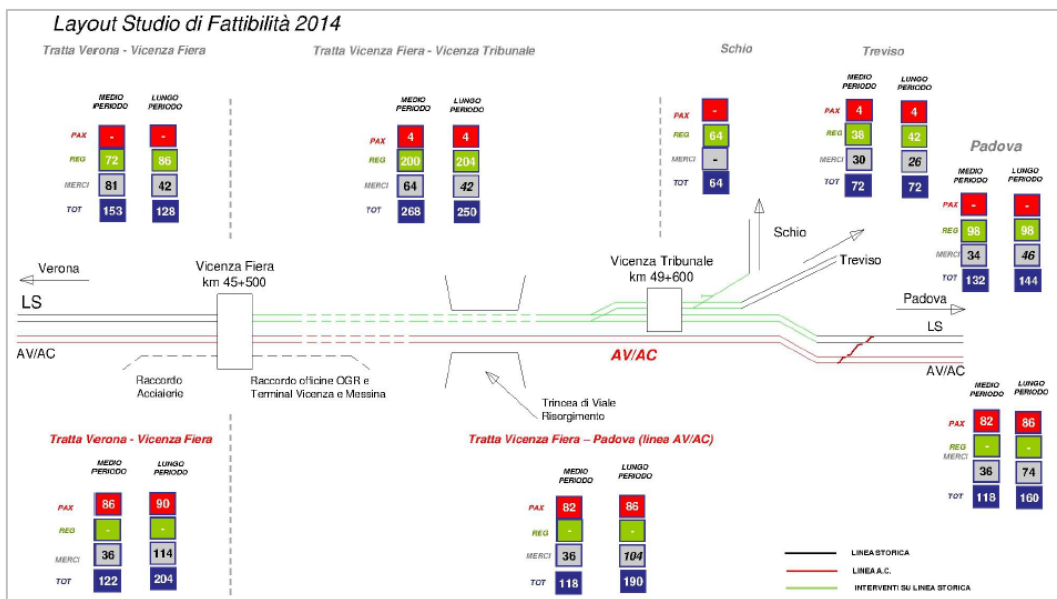


Fig. 6 – Scenari di traffico

La percentuale dei convogli merci con trasporto di merci pericolose è del 7,5%, determinata dalla media degli ultimi anni dei dati percentuali presenti nel Conto Nazionale dei Trasporti (v. fig. 7).

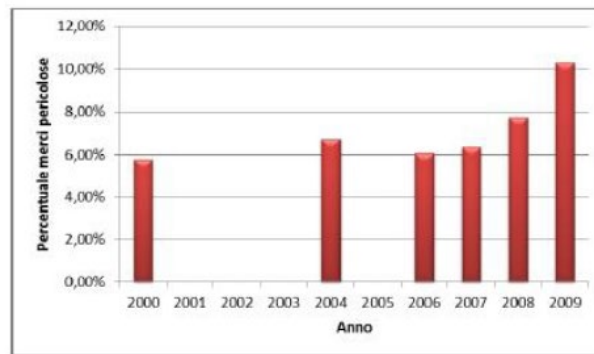


Fig. 7 – Trasporto merci pericolose

2.7 Confronto caratteristiche galleria tra PD e PE

Nel presente capitolo si mettono a confronto le caratteristiche principali della Galleria San Martino in fase di Progetto Esecutivo con le ipotesi assunte in fase di Progetto Definitivo per la redazione dell’analisi di vulnerabilità e dell’analisi di rischio all’interno del progetto della sicurezza.

Il confronto delle grandezze geometriche utili ai fini dell’analisi di rischio è riportato nella tabella seguente:

grandezza	PD	PE
lunghezza	1.900 m	1.900 m
uscita di emergenza	metà galleria 937,47m < >962,53m	metà galleria 997,47m < >902,53m
pendenza longitudinale	corda molle	corda molle
ampiezza marciapiedi	1,20 m	1,25 m
altezza sezione tipo	7,00 m	7,00/7,28 m
larghezza tra i piedritti sezione tipo	10,90 m	10,40 m

Tab. 1 – Confronto grandezze geometriche PD e PE

Relativamente a dotazioni impiantistiche e dati di traffico si acquisiscono e si confermano i dati di Progetto Definitivo, in quanto invariati rispetto il Progetto Esecutivo.

2.8 Requisiti minimi e integrativi

Nel presente capitolo si riporta una sintesi delle verifiche effettuate ai fini della sicurezza in fase di Progetto Definitivo, nell’ambito dell’analisi di vulnerabilità.

In tab. 2 si riporta il riepilogo dei **requisiti essenziali** delle STI-SRT relativi al sottosistema infrastruttura e al sottosistema energia.

Riferimento Allegato STI SRT	Specifiche funzionali e tecniche dei sottosistemi	Galleria San Martino
4.2.1	INFRASTRUTTURA	
4.2.1.1	Impedire l'accesso non autorizzato alle uscite di emergenza e ai locali tecnici	✓
4.2.1.2	Resistenza al fuoco delle strutture della galleria	✓
4.2.1.3	Reazione al fuoco del materiale da costruzione	✓
4.2.1.4	Rilevamento degli incendi nei locali tecnici	✓
4.2.1.5.1	Strutture di evacuazione - Area di sicurezza	✓
4.2.1.5.2	Strutture di evacuazione - Accesso all'area di sicurezza	✓
4.2.1.5.3	Strutture di evacuazione - Dispositivi di comunicazione nelle aree di sicurezza	✓
4.2.1.5.4	Strutture di evacuazione - Illuminazione di emergenza nelle vie di esodo	✓
4.2.1.5.5	Strutture di evacuazione - Segnaletica di emergenza	✓
4.2.1.6	Marciaipiedi per l'esodo	✓
4.2.1.7	Punti antincendio	✓
4.2.1.8	Comunicazione nelle emergenze	✓
Riferimento Allegato STI SRT	Specifiche funzionali e tecniche dei sottosistemi	Galleria San Martino
4.2.2	ENERGIA	
4.2.2.1	Sezionamento della linea aerea o della rotaia conduttrice	∅
4.2.2.2	Messa a terra della linea aerea o della rotaia conduttrice	✓
4.2.2.3	Alimentazione di energia elettrica	✓
4.2.2.4	Requisiti per i cavi elettrici nelle gallerie	✓
4.2.2.5	Affidabilità delle installazioni elettriche	✓

 Specifica applicabile
  Specifica non applicabile

Tab. 2 – Riepilogo requisiti essenziali STI-SRT

La Tab. 3, invece, mostra il riepilogo dei **requisiti minimi di sicurezza del DM 28/10/2005** relativi all'infrastruttura.

Riferimento Allegato II DM	Requisiti Minimi di Sicurezza	Galleria San Martino
1.1	INFRASTRUTTURA Prevenzione Incidenti	
1.1.1	Sistema di radiocomunicazione	✓
1.1.2	Limitazione deviatori in galleria	✓
1.1.3	Controllo sistematico dello stato del binario	✓
1.1.4	Protezione e controllo accessi	✓

Riferimento Allegato II DM	Requisiti Minimi di Sicurezza	Galleria San Martino
1.1.5	Ispezione regolare dello stato della galleria	✓
1.1.6	Piano manutenzione galleria	✓
1.2	INFRASTRUTTURA Mitigazione Conseguenze Incidenti	
1.2.1	Requisiti di resistenza e reazione al fuoco: generali	✓
1.2.1	Requisiti di resistenza e reazione al fuoco: R > 120	∅
1.2.2	Affidabilità delle installazioni elettriche	✓
1.2.3	Impianto idrico antincendio	∅
1.3	INFRASTRUTTURA Facilitazione Esodo	
1.3.1	Marciapiede: larghezza > 50 cm	∅
1.3.1	Marciapiede: larghezza > 90 cm	∅
1.3.2	Corrimano	✓
1.3.3	Segnaletica di emergenza	✓
1.3.4	Illuminazione di emergenza nella galleria	∅
1.3.5	Uscite/accessi: collegamenti trasversali ogni 500 m in gallerie a doppia canna	∅
1.3.5	Uscite/accessi: accessi non carrabili ogni 2 km in aree urbane	∅
1.3.5	Uscite/accessi: finestre carrabili ogni 4 km	∅
1.3.6	Realizzazione uscite/accessi	✓
1.3.6	Realizzazione uscite/accessi: accessi intermedi con percorsi pedonali di larghezza utile tra 90 e 120 cm	∅
1.3.7	Sistema di controllo fumi nelle vie di esodo	✓

Riferimento Allegato II DM	Requisiti Minimi di Sicurezza	Galleria San Martino
1.3.8	Impianto telefonico di emergenza e di diffusione sonora	✓
1.4	INFRASTRUTTURA Facilitazione Soccorso	
1.4.1	Piazzale di emergenza	∅
1.4.2	Area di triage	∅
1.4.3	Piazzole per l'elisoccorso	∅
1.4.4	Strade di accesso	✓
1.4.5	Impianto di radiopropagazione in galleria per i soccorsi	✓
1.4.6	Disponibilità di energia elettrica per le squadre di soccorso	∅
1.4.7	Postazioni di controllo	∅
1.4.8	Sezionamento linea di contatto	∅
1.4.9	Sistema di interruzione e messa a terra linea di contatto	✓

✓ Specifica applicabile

✓ Requisito applicabile parzialmente





Specifica non applicabile

Tab. 3 – Riepilogo requisiti minimi DM 28/10/2005

Infine, la tab. 4 mostra il riepilogo dei **requisiti integrativi** di sicurezza del DM 28/10/2005 relativi all'infrastruttura.

Riferimento Allegato II	Requisiti Integrativi di Sicurezza	Galleria San Martino
1.1	INFRASTRUTTURA – Prevenzione Incidenti	
1.1.1	Monitoraggio della velocità/sistema di segnalamento	✓
1.1.2	Individuazione del treno (conta assi, circuito binario)	✓
1.1.3	Impianti fissi per il controllo dello stato del treno	✓
1.1.4	Indipendenza dei binari in galleria	∅
1.2	INFRASTRUTTURA – Mitigazione delle conseguenze degli incidenti	
1.2.1	Requisiti di resistenza e reazione al fuoco (cavi elettrici)	✓
1.2.2	Uscite/accessi	✓
1.2.3	Sezione collegamenti trasversali	∅
1.2.4	Rivelazione di incendio, fumo e gas nei locali tecnici	✓
1.2.5	Sistemi di controllo a distanza TVCC	✓
1.2.6	Sistemi di estinzione incendio	∅

1.2.7	Sistemi di estrazione fumi/sistema di ventilazione	∅
1.3	INFRASTRUTTURA – Facilitazione dell'esodo	
1.3.1	Nicchie	∅
1.3.2	Galleria parallela di servizio e di sicurezza	∅
1.4	INFRASTRUTTURA – Facilitazione del soccorso	
1.4.1	Accessibilità per veicoli stradali	✓
1.4.2	Mezzi di soccorso	✓
2.1	MATERIALE ROTABILE – Facilitazione dell'esodo	
2.1.1	Equipaggiamento delle carrozze per facilitare l'esodo dei passeggeri e l'accesso delle squadre di soccorso	✓
3.1	PROCEDURE OPERATIVE – Prevenzione Incidenti	
3.1.1	Orario/programma di esercizio (specialmente treni passeggeri/ treni merci pericolose)	✓
3.1.2	Regolamenti per il trasporto di merci pericolose	✓

 Specifica applicabile
  Requisito applicabile parzialmente
  Specifica non applicabile

Tab. 4 – Riepilogo requisiti integrativi DM 28/10/2005

2.9 Fattori per la scelta della tipologia di analisi di rischio

La normativa prevede la possibilità di effettuare un'Analisi di Rischio Base (ARB) o un'Analisi di Rischio Estesa (ARE) in base ad una serie di fattori di rischio, come di seguito specificato:

- le gallerie comprese tra 1000 m e 2000 m, corredate dei requisiti minimi e caratterizzate da volume di traffico non superiore a 220 treni/giorno e andamento planimetrico senza inversioni di pendenza non vanno sottoposte ad analisi di rischio,
- le gallerie comprese tra 1000 m e 2000 m, corredate dei requisiti minimi e non caratterizzate da volume di traffico non superiore a 220 treni/giorno e andamento planimetrico senza inversioni di pendenza, vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Base;
- le gallerie di lunghezza compresa tra 2000 m e 9000 m, corredate dai requisiti minimi e caratterizzate da volume di traffico non superiore a 220 treni/giorno e andamento planimetrico senza inversioni di pendenza, vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Base;
- le gallerie di lunghezza compresa tra 2000 m e 9000 m, corredate dei requisiti minimi e non caratterizzate da volume di traffico non superiore a 220 treni/giorno e andamento planimetrico senza inversioni di pendenza, vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Estesa;
- le gallerie maggiori di 9000 m vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Estesa;
- le gallerie ove non sia possibile escludere la contemporaneità di treni trasportanti merci pericolose e treni passeggeri vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Estesa;
- le gallerie in cui sono presenti aree a rischio specifico in prossimità degli imbocchi vanno sottoposte ad Analisi di Rischio Estesa.

La Galleria San Martino presenta le seguenti peculiarità relative ai parametri per la determinazione della tipologia di analisi di rischio:

- lunghezza di 1900 m < 2000m
- traffico: 204 treni/giorno < 220 treni/giorno
- andamento altimetrico a corda molle (con inversione di pendenza)
- contemporaneità di treni trasportanti merci pericolose e treni passeggeri

- assenza di aree a rischio specifico in prossimità degli imbocchi.

La galleria pertanto deve essere sottoposta ad un'analisi di rischio estesa (ARE).

2.10 Probabilità di accadimento degli eventi pericolosi

Gli eventi pericolosi oggetto di analisi quantitativa dei rischi sono i seguenti:

- deragliamento;
- collisione tra treni;
- incendio di materiale rotabile ed eventi connessi al trasporto di merci pericolose.

In analogia e per uniformità di giudizio con l'analisi di rischio effettuate per le gallerie appartenenti alla tratta in esame, a vantaggio di sicurezza, e in considerazione dei dati a disposizione della scrivente, sono stati utilizzati i dati di incidentalità relativi alle banche dati degli anni 1995-2010.

2.11 Esito dell'analisi di rischio

Il presente paragrafo riporta i valori di Rischio Individuale e Rischio Totale per la Galleria San Martino.

Viene riportato il grafico delle Curve Cumulate Complementari per i singoli eventi analizzati.

In fig. 8 sono rappresentate le curve F-N separatamente per il rischio comportato da deragliamenti, collisioni, incendio di materiale rotabile, merci e passeggeri, comprensivo di rilasci, incendi ed esplosioni derivanti dal trasporto di merci pericolose.

La fig. 9 rappresenta la curva F-N cumulata complementare.

La curva del Rischio Cumulato si attesta all'interno della zona di attenzione ALARP e il valore del rischio individuale risulta pari a $1,92 \text{ E-}11$, rientrando nella zona di accettabilità condizionata del rischio (v. fig. 10).

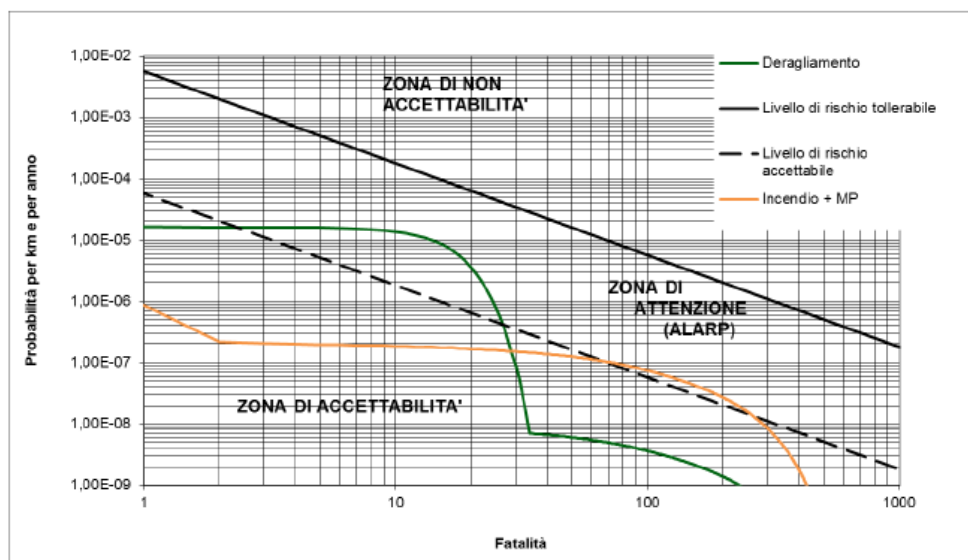


Fig. 8 – Curve F-N per i diversi rischi

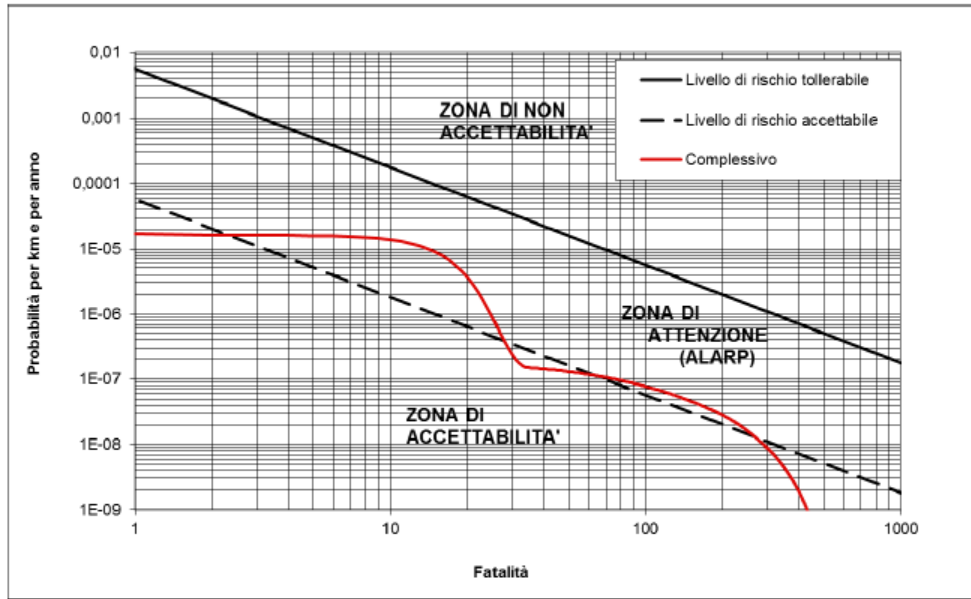


Fig. 9 – Curva F-N cumulata complementare

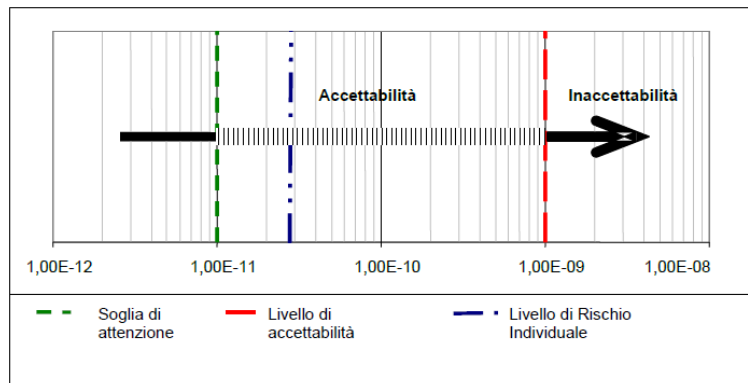


Fig. 10 – Soglia di accettabilità del rischio

2.12 Incidentalità ferroviaria

L'analisi di rischio redatta sul Progetto Definitivo (datata 2018) adotta dati di incidentalità fino al 2010: la fig. 11 riporta una sintesi dei risultati del report ANSFISA "La sicurezza ferroviaria nel 2018, rapporto preliminare" ed evidenzia come il trend degli incidenti e del tasso di incidentalità siano in una fase di stabilizzazione.

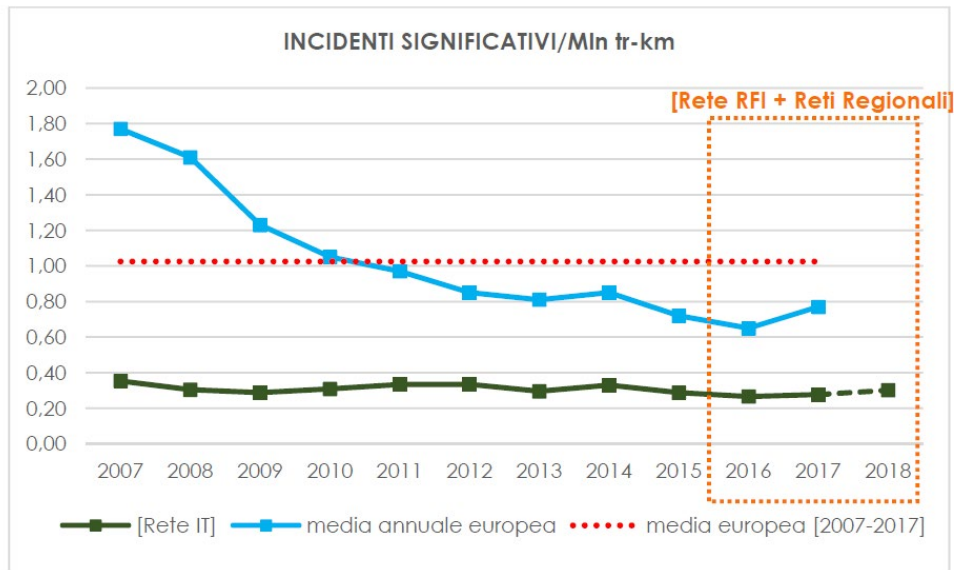


Fig. 11 – Trend incidentali da ANSFISA

Le successive figure riportano i risultati dell’elaborazione dei dati Istat prelevati dal datawarehouse I.Stat (<http://dati.istat.it/>) relativi all’incidentali ed al traffico ferroviario merci e passeggeri.

L’analisi è stata effettuata per singoli eventi di collisione, deragliamento, incendio di rotabile e complessivo (ottenuto prendendo tutti gli incidenti e sottraendo quelli legati ai passaggi a livello ed ai danni alle persone da materiale rotabile); per le collisioni sono stati inseriti solo gli incidenti considerati gravi con vittime o feriti.

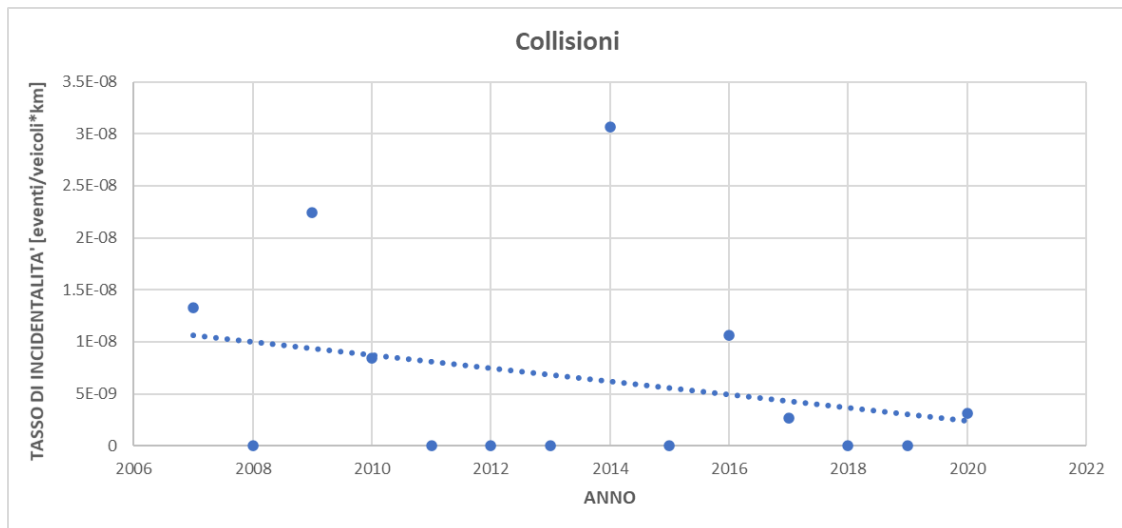


Fig. 12 – Trend del tasso di accadimento di eventi di collisione

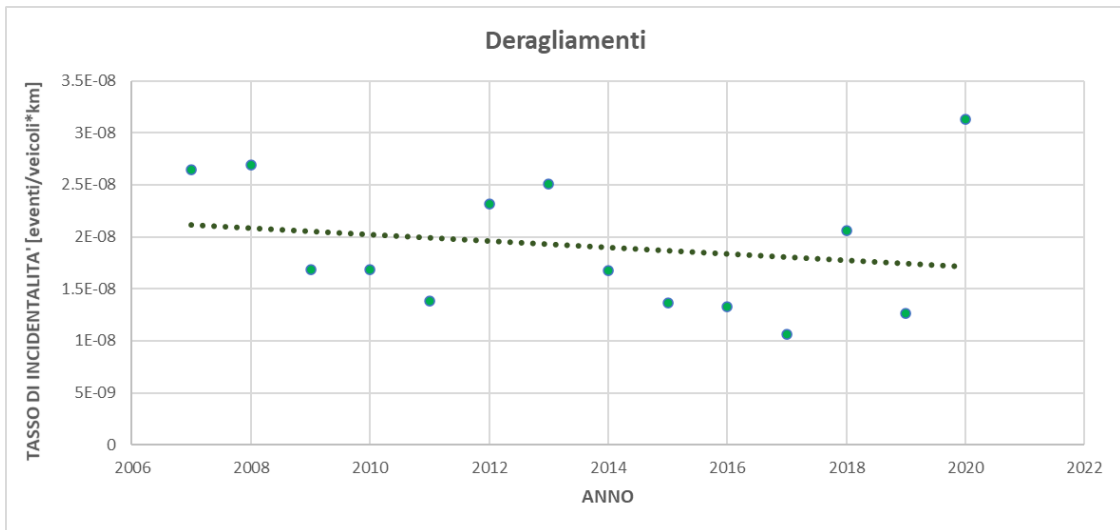


Fig. 13 – Trend del tasso di accadimento di eventi di deragliamenti

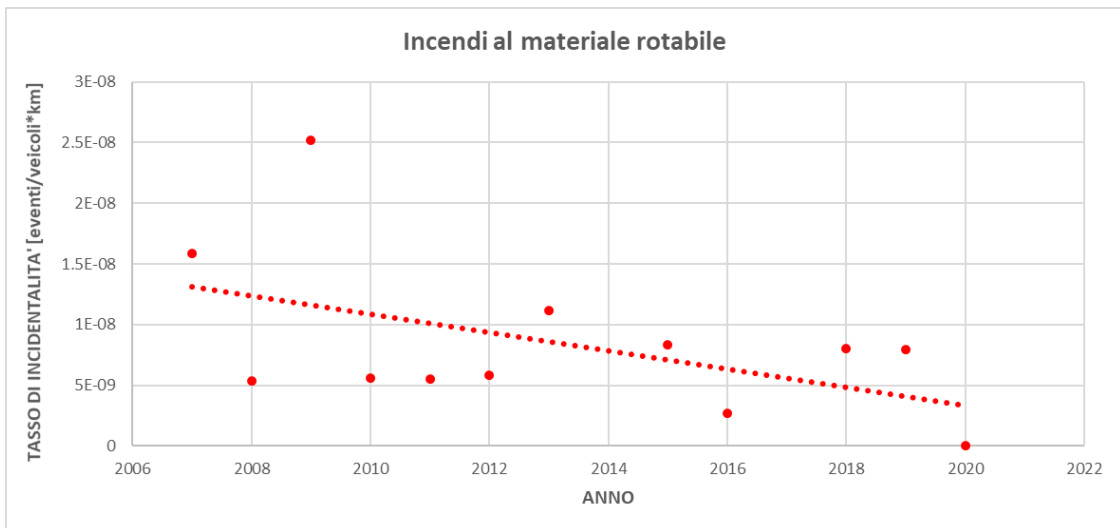


Fig. 14 – Trend del tasso di accadimento di eventi di incendio al materiale rotabile

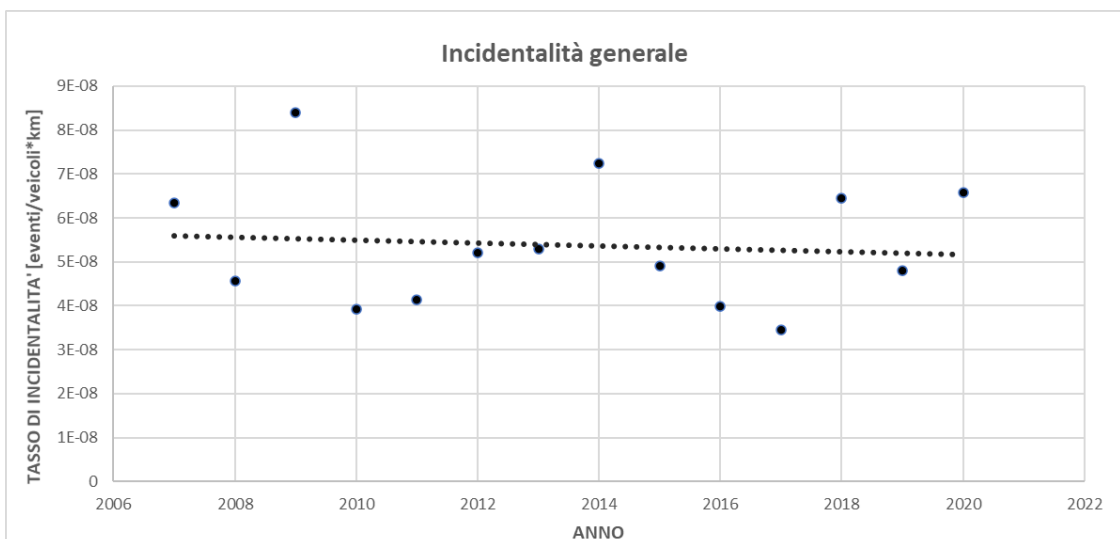


Fig. 15 – Trend del tasso di accadimento di incidenti significativi riferibili alle gallerie

Il trend risulta leggermente in diminuzione e il valore al 2020 è compatibile con i valori medi utilizzati nello studio del progetto definitivo come riportato nella successiva tab. 5.

Evento	Tasso PD (2010)	Tasso 2020
<i>Collisione</i>	n. 5 eventi/Gtreno km	n. 4 eventi/Gtreno km
<i>Deragliamento</i>	n. 20 eventi/Gtreno km	n. 17 eventi/Gtreno km
<i>Incendio</i>	n. 20 eventi/Gtreno km*	n. 4 eventi/Gtreno km
* media ponderata sulla frazione media nazionale di treni merci		

Tab. 5 – Trend incidentalità

3. Conclusioni

Considerato che le variazioni architettonico-strutturali apportate dal progetto esecutivo alla galleria non sono tali da determinare una variazione sensibile dei parametri di calcolo del rischio, si può ritenere valida e confermata l'analisi di rischio redatta in sede di progettazione definitiva.

L'analisi di rischio estesa (ARE) redatta in sede di progetto definitivo con metodo probabilistico tipo Monte Carlo indica che il rischio individuale e il rischio sociale rientrano nella zona di accettabilità condizionata.

L'analisi di vulnerabilità del PD facente parte della documentazione di sicurezza contiene anche un'analisi di scenario di tipo CFD, che, per via delle lievi variazioni dei parametri architettonici può essere ritenuta valida anche nella configurazione di PE, rientrando nell'ambito delle incertezze connesse ai modelli fluidodinamici.

Inoltre, la galleria risulta conforme ai requisiti minimi di sicurezza previsti dal DM 28/10/2005, nonché ai requisiti essenziali della STI del 2014, oltre a prevedere una serie di requisiti integrativi.

Per quanto sopra si ritiene di poter acquisire l'analisi di rischio del progetto definitivo ritenendola valida anche per il progetto esecutivo: la sostanziale conformità alle STI rende eventuali disallineamenti rispetto al DM 28/10/2005, per via della preminenza del criterio di *overdesign*, non trattabili come non conformità alla normativa vigente.

3.1 Considerazioni specifiche sulla localizzazione dell'uscita di emergenza

La localizzazione dell'uscita di emergenza nella configurazione di PE prevede uno spostamento dalla p.k. 5.880,00 alla p.k. 5.940,00, ossia di circa 60m: tale modifica si è resa necessaria per ottimizzare la funzionalità delle uscite in superficie, in quanto nella soluzione di PD l'uscita risultava ubicata in un'area interclusa sul sedime di uno svincolo autostradale, non idonea per essere attrezzata ai fini della gestione dei soccorsi e come punto di raccolta.

Le distanze dagli imbocchi passano da [937,47 m < > 962,53 m] a [997,47 m < > 902,53 m]: il requisito relativo all'interdistanza massima di 1.000 m per le vie di esodo risulta pertanto rispettato anche nella configurazione di PE.

La nuova posizione è adatta all'evacuazione degli utenti in sicurezza, in quanto la via di esodo sfocia in un'area di parcheggio, che consente la raccolta degli utenti in sicurezza, agevolando la gestione dei soccorsi, grazie alla migliore accessibilità del sito.

A fronte della modesta variazione di localizzazione dell'uscita di emergenza, si riscontra che:

- non vi sono significative variazioni del tempo di esodo in caso di incendio di treno passeggeri;
- non si prevedono incrementi del numero di fatalità per gli scenari specifici nelle diverse condizioni di esodo per incendi connessi a treni merci e merci pericolose;
- non si prevedono incrementi del rischio, né la necessità di introdurre misure di sicurezza integrative nell'ambito del criterio ALARP;
- si evidenziano condizioni di sicurezza significativamente migliorative in relazione agli aspetti logistici delle vie di esodo e dei punti di raccolta.