

La gestione del rischio in ambito ferroviario
23 Giugno 2026

Approccio prescrittivo e gestionale alla sicurezza ferroviaria

Alcuni spunti di riflessione

Prof. Gabriele Malavasi
Sapienza Università di Roma f.r.

Roma 23-06-2026

INDICE

- 1. Premessa*
- 2. Approccio alla sicurezza*
- 3. Soglie di rischio accettabile*
- 4. Considerazioni*

1.1 Premessa - Rischio accettabile

- *L'uso di un sistema di trasporto pubblico, quale quello ferroviario, deve offrire un livello di rischio accettabile per l'utente.*
- *Il rischio accettabile è un giudizio di valore, può variare da persona a persona, risente di margini di soggettività.*
- *Il rischio nell'uso di un sistema di trasporto pubblico è una caratteristica funzionale del sistema, per essere valido per tutti gli utenti deve essere scelto dalla collettività.*
- *Il rischio accettabile di un sistema di trasporto plurimodale dovrebbe essere lo stesso per i diversi modi di trasporto che compongono lo spostamento.*

1.2 Premessa - Metodi

- *La sicurezza accettabile può essere ottenuta mediante
 - *norme che prescrivono criteri progettuali e gestionali finalizzati alla protezione dai rischi;*
 - *norme che definiscono le prestazioni di sicurezza, in termini di rischio accettabile, e le modalità di calcolo.**
- *Il monitoraggio ed il tracciamento continuo della circolazione consente di valutare a posteriori la sicurezza del sistema ferroviario ed individuarne la sensibilità rispetto ai parametri tecnici e gestionali.*
- *La valutazione a priori della sicurezza si basa sulle probabilità di assenza di avarie del sistema e di conforme comportamento degli operatori.*

1.3 Premessa – Limiti e criticità

- *La sicurezza percepita, dovuta anche alla rarità degli eventi incidentali, può portare a ritenere troppo restrittive o inadeguate le regole e condurre a comportamenti non conformi.*
- *In presenza di degrado del sistema di comando e controllo la logica della sicurezza non è più assicurata dai dispositivi tecnologici e rientra nella sfera operativa degli operatori.*
- *L'autonomia operativa e gestionale riconosciuta dalla norma, con l'attribuzione delle responsabilità, favorisce l'efficacia delle scelte ma costituisce difficoltà nella dimostrazione della coerenza con la sicurezza delle scelte operate, specialmente in occasione di eventi incidentali.*

2.1 Approccio prescrittivo

- *Il livello di sicurezza ottenibile con il rispetto delle norme si presuppone sia accettabile. Il sistema in esercizio ha una sicurezza accettabile, altrimenti dovrebbe essere interrotto.*
- *Riduce i margini di soggettività nelle scelte progettuali e gestionali.*
- *Facilita la dimostrazione della sicurezza in presenza di eventi incidentali.*
- *Il livello di sicurezza del sistema non è noto a priori.*
- *Le norme sono definite solo dopo l'esperienza: costituisce un limite alla innovazione (es. automazione integrale).*
- *Gli scenari evolutivi in situazioni di degrado tecnologico sono difficoltosi da normare in modo puntuale e dettagliato.*
- *Soggettività nella interpretazione delle norme generiche.*

2.2 Approccio prestazionale

- *Il livello di rischio accettabile deve essere definito a priori dalla collettività (norma con valore di legge).*
- *Le misure di sicurezza di progettazione e gestionali devono essere scelte e definite per ottenere il livello di rischio accettabile e limitare l'overdesign.*
- *Calcolo del rischio in termini di frequenza e danno, basate sull'individuazione dei pericoli, delle cause che possono produrli, degli scenari evolutivi, [6], [10] .*
- *Procedure e dati validati e certificati per limitare la soggettività.*
- *Applicabilità a qualsiasi sistema anche sistemi innovativi.*
- *Per i sistemi tecnici sono definiti i valori di affidabilità da considerare in relazione alla tipologia di incidente prevedibile [2].*

2.3 Evoluzione verso l'approccio prestazionale

- *Interventi non economicamente sostenibili per rispettare le norme prescrittive (es. ferrovie isolate, ferrovie turistiche).*
 - *Es. Dlgs 14 maggio 2019, n. 50. Art 16 ... bb) ... A tal fine, l'ANSFISA valuta le misure mitigative o compensative proposte dai richiedenti sulla base di una analisi del rischio che tenga conto delle caratteristiche della tratta ferroviaria, dei veicoli e del tipo di esercizio.*
- *Approccio ingegneristico (simulazione fluidodinamica degli incendi)*
 - *Es. DM 21 ottobre 2015 [3]. Il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio ... deve essere conseguito mediante una progettazione di tipo prestazionale...*

2.3 Evoluzione verso l'approccio prestazionale

- *Interventi non economicamente sostenibili per rispettare le norme prescrittive (es. ferrovie isolate, ferrovie turistiche).*
 - *Es. Dlgs 14 maggio 2019, n. 50. Art 16 ... bb) ... A tal fine, l'ANSFISA valuta le misure mitigative o compensative proposte dai richiedenti sulla base di una analisi del rischio che tenga conto delle caratteristiche della tratta ferroviaria, dei veicoli e del tipo di esercizio.*
- *Approccio ingegneristico (simulazione fluidodinamica degli incendi)*
 - *Es. DM 21 ottobre 2015 [3]. Il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio ... deve essere conseguito mediante una progettazione di tipo prestazionale...*

3.1 Impostazione delle soglie di accettabilità

Indipendenza dai costi

- es. DPR 753 art. 8 ...applicare adottare le misure e le cautele suggerite dalla tecnica e dalla pratica atte ad evitare sinistri...
- Costituzione Italiana Art. 32 La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti.

Dipendenza dai costi

- es. 2018 ERA Risk management framework for inland transport of dangerous goods TGD
- ...The risk estimation results can be used in combination with relevant economic data to estimate the Safety/Economy indicator for ranking the efficiency of potential risk control measures...

3.2.1 Indicatori di accettabilità del rischio

Rischio individuale

<i>Fonte</i>	<i>Accettabilità</i>	<i>Inaccettabilità</i>	<i>Note</i>
DM MIT 4-3-2025 [8]	10^{-11} fatalità/(pass*km)	10^{-9} fatalità/(pass*km)	Danni persone
ERA – NRV [7]		$0,26 \cdot 10^{-9}$ fatalità /(pass*km)	Danni passeggeri
HSE 2001 [1]	10^{-6} fatalità/pass		Danni persone

3.2.2 Indicatori di accettabilità del rischio

Rischio sociale

Fonte	Accettabilità	Inaccettabilità	Note
DM MIT 4-3-2025 [8]	$8 \cdot 10^{-6}$ fatalità/(km*anno)	$8 \cdot 10^{-4}$ fatalità/(km*anno)	
HSE 2001 [1]		10^{-2} fatalità/anno	

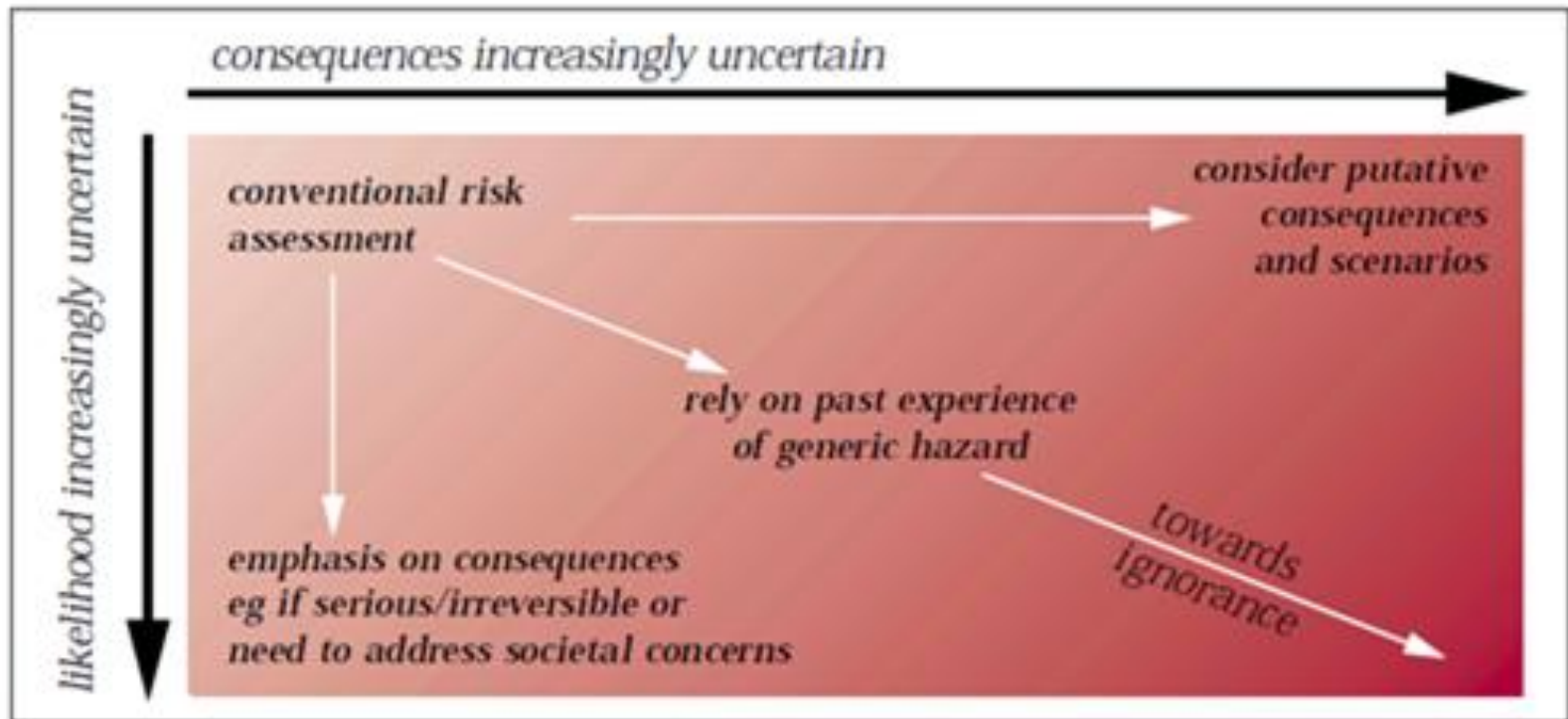
3.2.3 Indicatori di affidabilità dei sistemi tecnici

Soglie per sistemi tecnici

Fonte	Accettabilità	Inaccettabilità	Note
Reg UE 402/2023 [2]		10^{-7} avarie/(ora funz.)	Almeno un decesso da avarie sistemi tecnici
Reg UE 402/2023 [2]		10^{-9} avarie/(ora funz.)	Numerosi decessi da avarie sistemi tecnici

3.4 Incertezza nel calcolo del rischio

L'incertezza nella stima della frequenza e del danno condiziona il calcolo del rischio ed il confronto con il rischio accettabile.



Fonte [1]

4 Considerazioni

- *Entrambi gli approcci prescrittivo e prestazionale sono necessari per la progettazione e la gestione in sicurezza.*
- *Difficoltà nella redazione delle norme*
 - *Vincoli posti dalla normativa comunitaria (interoperabilità e concorrenza)*
 - *Margini di soggettività, autonomia progettuale e gestionale e dimostrazione della sicurezza*
- *Aspetti da approfondire*
 - *Sicurezza percepita (tempi ristretti, vincoli temporali)*
 - *Fattore umano*
 - *Ricadute economiche delle misure di sicurezza (analisi benefici-costi)*

Riferimenti bibliografici

- [1] (2001) Health and Safety Executive (HSE). Reducing risks, protecting people HSE's decision-making process.
- [2] Reg UE 402/2013 del 30 aprile 2013 relativo al metodo comune di sicurezza per la determinazione e valutazione dei rischi e s.m.i.
- [3] DM del Ministero dell'interno del 21-10-2015. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- [4] Dir (UE) 2016/798 dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie.
- [5] (2016) Ronzino C.D., Carillo D., Malavasi G., Ricci S., Genovesi P., Parente A. (2016) The human factor in the designing process of the Italian operational rules. In WCRR 2016.
- [6] (2018) ERA Risk management framework for inland transport of dangerous goods. Framework guide. Guide for risk estimation. Multimodal
- [7] European Union Agency for Railways (ERA) Assessment of achievement of safety targets – 2023. Main figures based on CSI data (up to 2021). March 2023
- [8] DM MIT 4-3-2025. Approvazione delle linee guida in materia di sicurezza ferroviaria
- [9] Bruner M. Costanza G. Rizzetto L. Rossi G. Human and organisational factors in railways between European regulations and Italian experience. Ingegneria Ferroviaria 1-2026
- [10] (2019) Guerrucci L. Procedure di valutazione del rischio dei sistemi ferroviari.
Guarascio M., Lombardi M., Rossi G., Metodi di analisi del rischio
In Sicurezza dei Trasporti Teoria e Gestione. A cura di Malavasi G. Egaf Edizioni srl

Grazie per l'attenzione