

“Digitalizzazione e gestione del rischio: i protagonisti della mobilità sostenibile”

Genova - Palazzo Ducale - P.zza G. Matteotti, 9

7 novembre 2022

Misura della sicurezza dei trasporti: approccio prescrittivo e approccio prestazionale

Gabriele Malavasi
Sapienza Università di Roma a.r.

INDICE

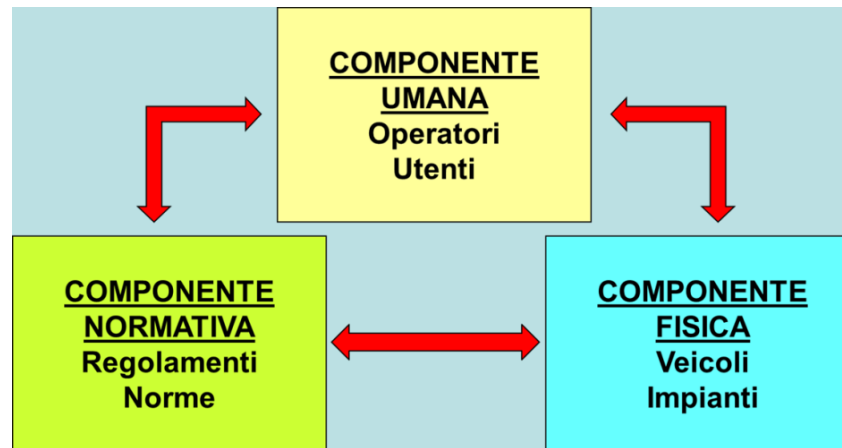
1. Sicurezza dei sistemi di trasporto
2. Sicurezza probabilistica
3. Esempi di definizioni qualitative e quantitative
4. Approccio prescrittivo
5. Approccio prestazionale
6. Considerazioni conclusive

1. Sicurezza dei sistemi di trasporto

- I sistemi di trasporto sono sistemi **complessi** ad alto contenuto tecnologico.
- La collettività trae molteplici **benefici** dal loro uso e ne definisce i requisiti: velocità, capacità, disponibilità, comfort, sicurezza, sostenibilità.
- Alcuni requisiti sono definiti in termini **quantitativi** (prestazioni di velocità, capacità. ...), altri in termini **qualitativi** (requisiti che dipendono da giudizi di valore, sostenibilità ambientale, sicurezza).
- Le **misure di sicurezza**, in fase progettuale (es. ridondanza dei dispositivi) ed in fase gestionale (provvedimenti operativi), hanno rilevanza oltre che sulla sicurezza anche sull'efficienza tecnico-economica
- La **verifica** della rispondenza ai requisiti prescritti deve essere **dimostrata** sia in fase progettuale, sia in fase gestionale.
- La dimostrazione di rispondenza ai requisiti di sicurezza è **difficoltosa** quando i requisiti sono di tipo **qualitativo**.

2. Sicurezza probabilistica

- Nei sistemi di trasporto interagiscono componenti **tecnologiche** (veicoli e impianti), componenti **umane**, componenti **normative** (regolamenti, codici di buona pratica) soggetti ad avarie o malfunzionamenti.
- Nessun sistema può assicurare un **rischio nullo**



- La **componente normativa** potrebbe avere effetti sulla sicurezza. La probabilità di corretta applicazione è legata alla chiarezza, complessità, completezza, esaustività, **applicabilità**. Possono esserci **marginii di soggettività** nella valutazione da parte del soggetto che le deve applicare.
- La **dimostrazione** di rispondenza ai requisiti di sicurezza è difficoltosa quando i requisiti sono di tipo **qualitativo**.

3. Esempi di definizione qualitative e quantitative

DPR 753 11-07-1980

Art. 8. Nell'esercizio delle ferrovie si devono **adottare le misure e le cautele** suggerite dalla tecnica e dalla pratica, **atte ad evitare sinistri**.

FREQUENZA	EN50126-2000	REG UE 1136/2015
Improbabile	Improbabile che accada ma possibile. Si può assumere che la situazione pericolosa possa presentarsi eccezionalmente .	Improbabile è il verificarsi di un guasto ad una frequenza minore o uguale a 10^{-7} per ora di funzionamento

FREQUENZA	EN50126	REG UE 1136/2015
Inverosimile	Estremamente improbabile che accada. Si può assumere che la situazione pericolosa possa non presentarsi .	Estremamente improbabile è il verificarsi di un guasto ad una frequenza minore o uguale a 10^{-9} per ora di funzionamento

4. Approccio prescrittivo

- La sicurezza viene garantita dall'osservanza di **norme e prescrizioni** che regolamentano sia la **progettazione** (coefficienti di sicurezza, criteri di sicurezza intrinseca o fail-safe, ridondanze, ecc.) sia la **gestione** del sistema di trasporti (esercizio, monitoraggio, manutenzione preventiva basata sul tempo o sulla percorrenza, ecc.).
- La prestazione della sicurezza è **dimostrata** dalla verifica della ottemperanza alle norme e prescrizioni.
- In presenza di **eventi incidentali** la verifica dell'osservanza delle prescrizioni consente di definire l'eventuale casualità dell'evento o individuare le responsabilità.

4. Approccio prescrittivo

Esempi di approccio prescrittivo alla sicurezza

- Codici di buona pratica
- Coefficienti di sicurezza nelle costruzioni (norme NTC)
- Programmi di manutenzione (scadenze in funzione del tempo e della percorrenza)
- ...

Limiti dell'approccio prescrittivo

- Il livello di sicurezza del sistema **non è noto a priori** ma è noto a posteriori mediante l'analisi delle situazioni incidentali rilevate (ISTAT, Relazioni annuali ANSFISA).
- Le norme e le prescrizioni vengono definite sulla base dell'esperienza. In presenza di **sistemi innovativi** l'esperienza è limitata e non sufficiente per definire norme e standard progettuali e gestionali. Per la dimostrazione della sicurezza è necessario disporre di soglie di **accettabilità** del rischio.

5. Approccio prestazionale

- La sicurezza viene fissata a priori. Il livello di sicurezza è una **prestazione** da rispettare sia in fase progettuale in relazione ad una soglia di rischio accettabile predefinita.

Indicatori di approccio prestazionale

A. Rischio individuale

B. Rischio sociale o collettivo

Tab. 1 Soglia di accettabilità e soglia di non accettabilità del rischio individuale [1]

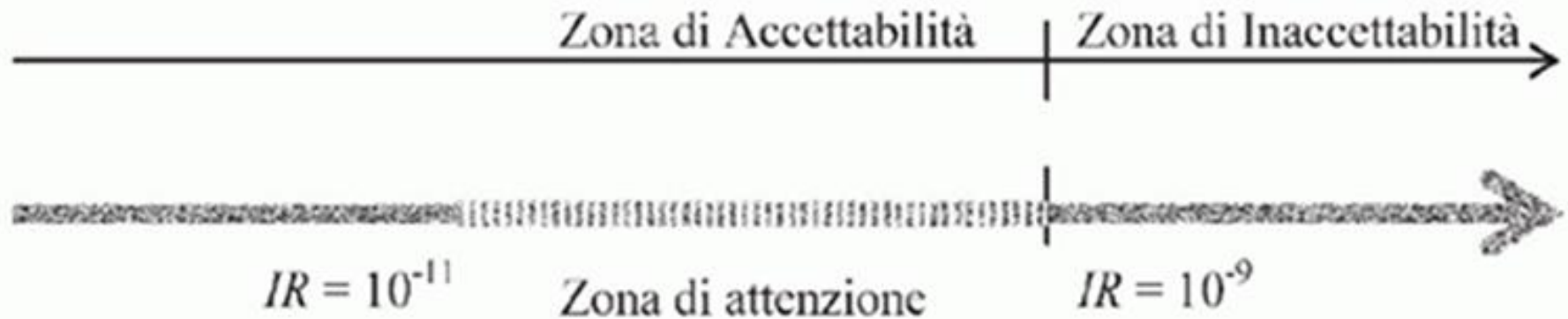
	RI (morti/anno/per sona) Soglia di Accettabilità	RI (morti/anno/persona) Soglia di Non Accettabilità
Olanda	10^{-6}	10^{-5}
UK	10^{-6}	10^{-4} (pubblico)- 10^{-3} (lavoratori)
Canada	10^{-6}	10^{-4}
Australia	10^{-6}	Non Utilizzato
Russia	10^{-6}	10^{-4}
Hong Kong	10^{-5}	Non Utilizzato

(rapporto tra decessi annui e popolazione italiana dell'ordine di 10^{-2})

[1] Carpignano A., Tuninetti S. Tuninetti, Analisi comparativa dei criteri di accettabilità del rischio e considerazioni sul D.M. 9 Maggio 2001- Fonte internet

5. Approccio prestazionale - Rischio individuale

DM Ministero dei Trasporti 28-10-2005 Sicurezza nelle gallerie ferroviarie
*.../ Secondo dati di letteratura per i rischi liberamente assunti viene registrato statisticamente un rischio individuale per anno compreso tra 10^{-1} e 10^{-5} , mentre per quelli involontari si va da 10^{-6} a 10^{-8} . ipotizzando, in modo cautelativo, che ciascun utente percorra in media 1000 km/anno sul sistema ferroviario, il valore di rischio individuale in galleria viene fissato in **10^{-9} fatalità / (passeggeri*km*anno)**.*

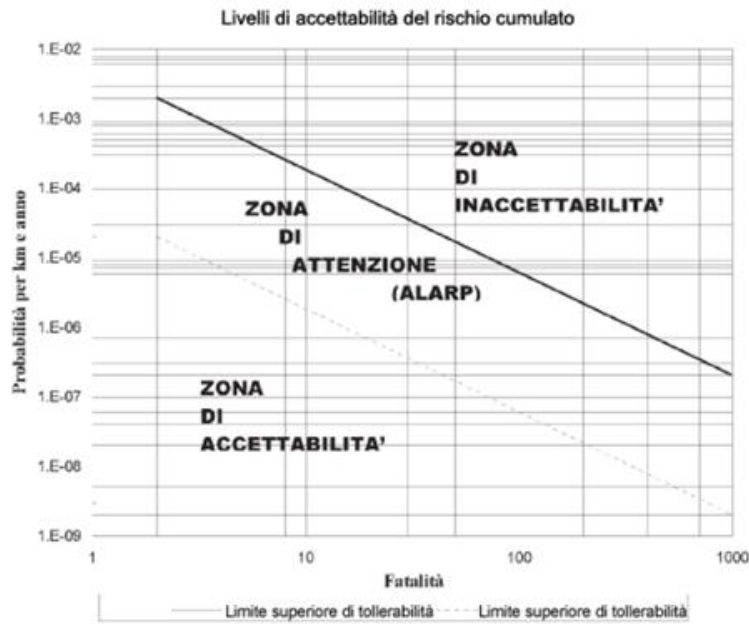


5. Approccio prestazionale - Rischio collettivo-sociale

DM Ministero dei Trasporti 28-10-2005 Sicurezza nelle gallerie ferroviarie

Curva F-N

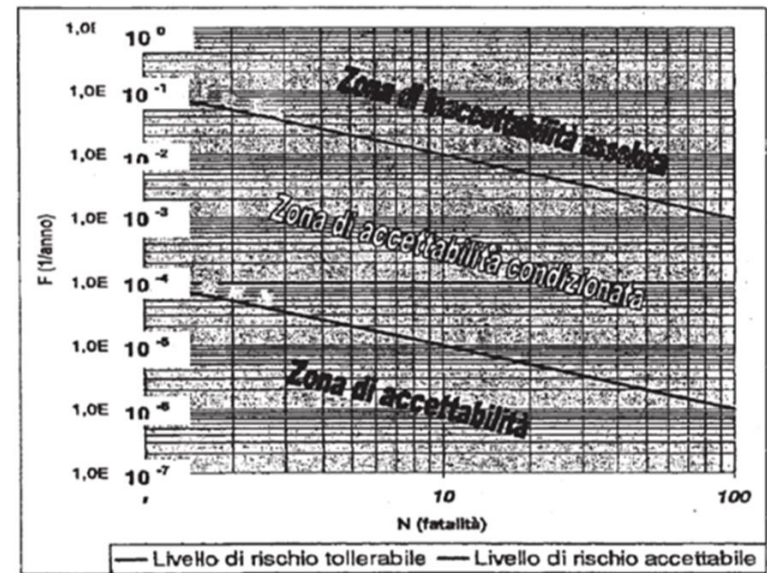
Frequenza per anno e per km in funzione del Numero di fatalità.



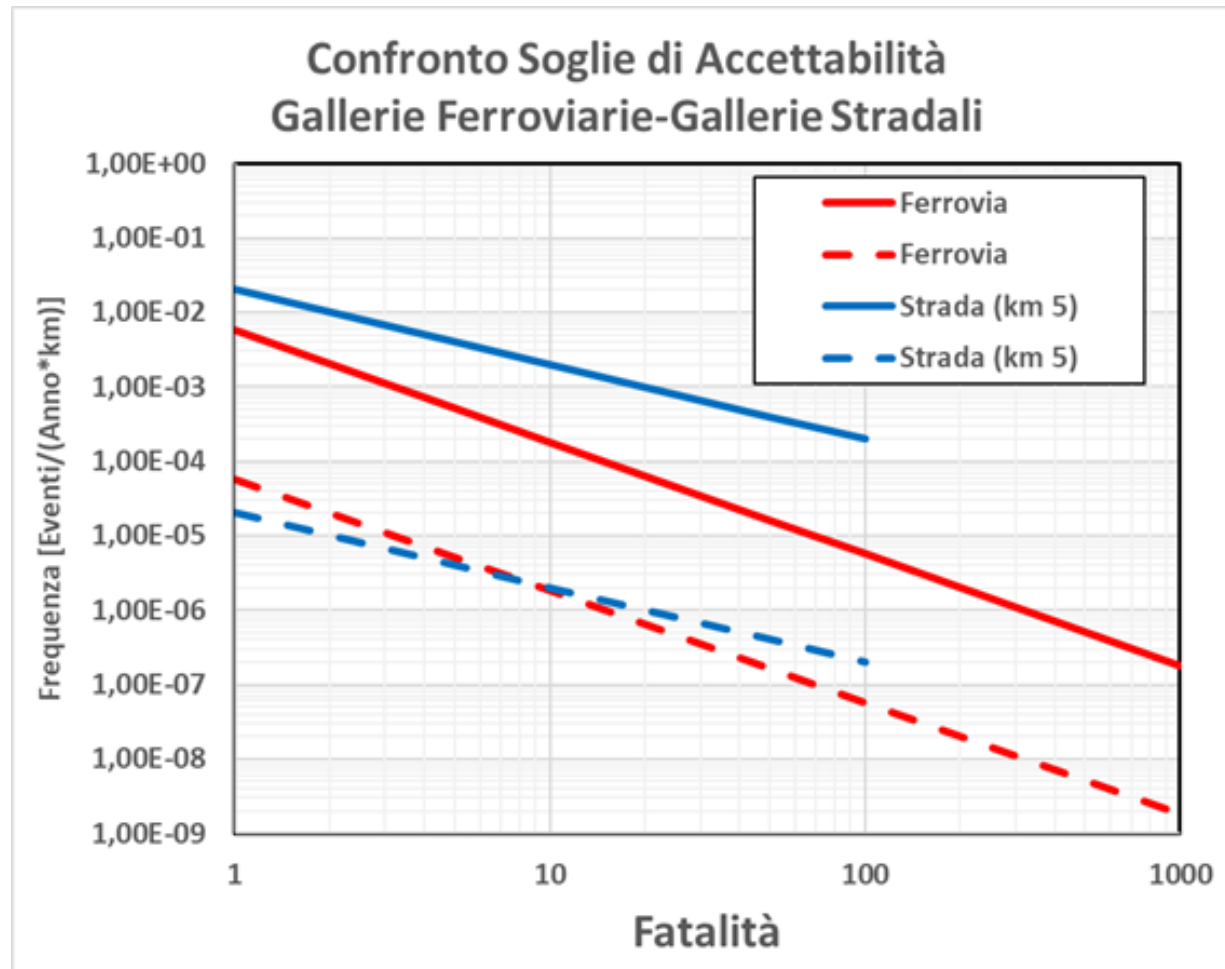
DLgs 5-10-2006 Sicurezza delle gallerie per la rete stradale transeuropea

Curva F-N

Frequenza per anno in funzione del Numero di fatalità



5 Approccio prestazionale - Confronto tra soglie di accettabilità gallerie ferroviarie e gallerie stradali



6. Considerazioni conclusive

- Il progettista ed il gestore dovrebbero essere messi in condizioni di operare le scelte progettuali e operative in un quadro normativo chiaro, preciso e sostenibile che riduca al minimo i margini di **soggettività** e che consenta di **dimostrare** la coerenza con le norme e la sicurezza attesa.
- Il livello di sicurezza dovrebbe essere considerato come **prestazione** insieme alle altre prestazioni (efficienza tecnico economica, impatto ambientale) per garantire un livello di sicurezza **noto a priori** ed evitare rischi di overdesign.
- La **digitalizzazione** può apportare utili contributi alla conoscenza dei fenomeni e dei comportamenti e consentire l'adozione di misure di sicurezza progettuali e operative atte a non superare le soglie di accettabilità dei rischi.
- Il livello del rischio accettabile essendo un giudizio di valore deve essere definito dal **decisore pubblico** rappresentante della collettività.

Grazie per l'attenzione