

Metodi bayesiani classici

Per determinare il livello di rischio delle gallerie

L'applicazione dell'analisi di rischio nella progettazione della sicurezza nelle gallerie ha fornito una risposta metodologica innovativa all'esigenza di un miglioramento sostanziale della sicurezza nei tunnel, avvertita con forza dall'opinione pubblica in seguito ai gravi incidenti avvenuti negli ultimi anni (Monte Bianco, Gottardo).

Le nuove normative, sia a livello europeo che nazionale, hanno dato risposta a questa esigenza e hanno fatto propria una nuova impostazione progettuale, che permette una valutazione quantitativa del rischio connesso ad un progetto di sicurezza per un sistema di trasporto in sotterraneo: si sono così creati i necessari presupposti per avviare un imponente programma di interventi di messa in sicurezza dei tunnel stradali, ferroviari e metropolitani.

Queste misure contribuiranno a collocare ancora una volta il nostro Paese, che da solo detiene oltre il 60% delle gallerie in Europa, all'avanguardia nel mondo rispetto alla progettazione ed alla realizzazione delle gallerie (*tunnelling project*).

Si vuole focalizzare l'attenzione sulla metodologia di analisi di rischio che deve essere adottata al fine di ottemperare completamente ai dettami di legge codificati nei decreti emanati dallo Stato Italiano sulla progettazione della sicurezza delle gallerie stradali e ferroviarie, stante l'importanza del tema coinvolgente la sicurezza degli utenti e degli addetti dei sistemi di trasporto in sotterraneo.

Molto spesso le metodologie di analisi di rischio proposte ed applicate non risultano esaustive per quanto riguarda l'analisi dei dati incidentali finalizzata all'individuazione dei tassi di accadimento degli eventi critici e risultano semplificate nello sviluppo dell'analisi delle conseguenze derivanti dagli scenari rilevanti considerati.

Infatti spesso nella stima dei tassi di accadimento degli eventi iniziatori vengono adottati coefficienti correttivi non sostanziati in termini di rappresentatività statistica sulla base di valutazioni soggettive legate alla sensibilità dell'analista, mentre le misure di rischio sociale non vengono caratterizzate in termini di verosimiglianza statistica, in quanto per gli scenari rilevanti analizzati,

non vengono considerate le incertezze aleatorie connesse alle variabili di rappresentazione del rischio (frequenza di accadimento, conseguenze attese) né le incertezze epistemiche connesse ai modelli semplificati utilizzati nella stime delle conseguenze (incertezze connesse all'utilizzo di funzioni probit). L'analisi di scenario può essere condotta formulando idonei modelli di simulazione del flusso del pericolo, risolti con tecniche di integrazione deterministiche e statistiche, al fine di determinare la severità delle conseguenze sulla popolazione esposta, a partire da un insieme probabilistico di scenari rilevanti. Essa non consente, tuttavia, di ottemperare alla norma se la quantificazione delle conseguenze non sia ottenuta simulando gli scenari di esodo della popolazione esposta mediante modelli di tipo statistico.

Tali semplificazioni nella scelta della metodologia di analisi di rischio portano ad una informazione sul livello di rischio sociale, fornito dalla curva cumulata complementare tracciata interconnettendo coppie di valori corrispondenti ad un numero limitato di scenari rilevanti, che può risultare insufficiente dal punto di vista della verosimiglianza statistica delle stime effettuate ai fini del confronto con i criteri di accettazione del rischio (localizzazione della curva cumulata complementare derivata in zona di accettabilità ovvero in zona di attenzione. I risultati ottenuti da una siffatta analisi di rischio possono essere considerati accettabili in fase di progetto preliminare della sicurezza; essi dovrebbero essere approfonditi secondo le indicazioni fornite, per essere considerati sufficienti a garantire che il progetto della sicurezza sviluppato soddisfi in termini statistici i criteri di accettazione del rischio fissati dalla norma.

Un'esaustiva valutazione del rischio può essere ottenuta solo adottando un approccio bayesiano classico con analisi delle incertezze che risulta essere una metodologia analitica e ben definita idonea per determinare il livello di rischio proprio delle gallerie sia stradali che ferroviarie.

L'inferenza bayesiana è un approccio all'inferenza statistica in cui le probabilità non sono interpretate come frequenze, proporzioni o concetti analoghi, ma piuttosto come

livelli di fiducia nel verificarsi di un dato evento. Il nome deriva dal teorema di Bayes, che costituisce il fondamento di questo approccio.

L'inferenza bayesiana ha a lungo rappresentato una corrente minoritaria nella teoria della statistica a causa delle difficoltà algebriche che essa pone: il calcolo delle probabilità a posteriori è basata sulla soluzione di integrali non esprimibile in termini di funzioni elementari.

Queste difficoltà hanno fino a pochi anni fa limitato la capacità della statistica bayesiana di produrre modelli realistici della realtà; oggi grazie alla maggiore disponibilità di risorse informatiche è stato possibile superare tali difficoltà. È infatti possibile risolvere gli integrali per via numerica, aggirando i problemi algebrici, nella maggior parte delle applicazioni su un qualsiasi personal computer. Questa possibilità ha permesso l'applicazione alla statistica Bayesiana di metodi numerici sviluppati in altri contesti, come quelli basati sulla simulazione (metodo Monte Carlo, algoritmi del Gibbs sampler e di Metropolis-Hastings), nonché lo sviluppo di metodi nuovi nell'ambito della statistica bayesiana stessa. La metodologia IRAM (Italian Risk Analysis Method) sviluppata dalla Prometeoengineering.it Srl ed utilizzata dal Consorzio FASTIGI prevede che l'Analisi di Rischio sia condotta secondo l'approccio bayesiano classico con analisi delle incertezze per risultare la metodologia analitica e ben definita identificata come idonea per determinare il livello di rischio proprio delle gallerie presenti sulla rete stradale e ferroviaria italiana recependo le raccomandazioni contenute nella Direttiva 2004/54/CE e nel relativo D. Lgs 264 del 5/10 2006 sulla sicurezza delle gallerie stradali e nel DM 28/10/2005 sulla sicurezza delle gallerie ferroviarie.

Grazie all'approccio sistemico adottato nella metodologia di analisi di rischio sviluppata, è possibile la determinazione della salvabilità degli utenti per scenari di esodo possibili conseguenti agli eventi incidentali considerati critici nello specifico ambiente galleria e la quantificazione del rischio associato alla singola galleria su un fissato lasso temporale. ■■



FASTIGI
Formazione
Addestramento
Scienza Tecnologica
Ingegneria Gallerie
e Infrastrutture

Sede operativa:
Via Flaminia Vecchia,
489/491
00191 ROMA
Tel. 06.3331326
E-mail:
info@fastigi.com
www.fastigi.com

**Alessandro
Focaracci**