

GESTIONE INTELLIGENTE DELLE GALLERIE STRADALI

LA REDAZIONE HA INCONTRATO L'ING. LUIGI CARRARINI, RESPONSABILE INFRASTRUTTURAZIONE TECNOLOGICA E IMPIANTI DELLA DOCT DI ANAS SPA, IN OCCASIONE DI UNA PRESENTAZIONE TENUTASI A ROMA LO SCORSO OTTOBRE. ABBIAMO APPROFITTATO DELLA SUA DISPONIBILITÀ PER RIVOLGERGLI ALCUNE DOMANDE SULLO STATO DELLE GALLERIE IN GESTIONE, SUGLI INVESTIMENTI PREVISTI E SUGLI ADEGUAMENTI A NORMA IN ESSERE E FUTURI

"Strade & Autostrade": "In allegato al fascicolo n° 61 di "S&A", nel Gennaio 2007 pubblicammo la prima versione delle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali", poi aggiornate nel 2009; stante il costante sviluppo delle tecnologie, è in previsione un nuovo aggiornamento?"

"Luigi Carrarini": "A distanza di sei anni dall'emanazione dell'ultima versione delle Linee Guida ANAS sulla sicurezza nelle gallerie stradali è necessaria una profonda revisione delle stesse, attualmente in fase di elaborazione, che tenga conto sia dell'inserimento di nuove tecnologie, volte in gran parte alla standardizzazione e all'efficientamento energetico, sia del recepimento



1. La via di fuga della galleria Passo del lupo sulla S.S. 36 Racc "del Lago di Como e dello Spluga"

di nuove Normative, nel frattempo emanate ed entrate in vigore. Tra le novità normative più importanti abbiamo:

- D.P.R. 151/2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi";
- D.Lgs. n° 1 24/01/2012 "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività";
- nuova Norma CEI 64-20 "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

Per quanto riguarda le gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m, tra le attività soggette a prevenzione incendi restano incertezze sulla regola tecnica da applicare nelle gallerie non appartenenti alla rete transeuropea, in particolare sulla necessità di installare costosi e non sempre realizzabili impianti idrici antincendio nelle gallerie di lunghezza fino a 1.000 m.

Il Decreto Legge 24 Gennaio 2012, n° 1, coordinato con la Legge di conversione 24 Marzo 2012, n° 27 riporta all'art. 53 delle disposizioni in merito all'allineamento alle Norme europee della regolazione progettuale delle infrastrutture ferroviarie e stradali e disposizioni in materia di gallerie stradali: il comma 4 del citato articolo recita che "Non possono essere applicati alla progettazione e costruzione delle nuove gallerie stradali e autostradali nonché agli adeguamenti di quelle esistenti, parametri e standard tecnici e funzionali più stringenti rispetto a quelli previsti dagli accordi e dalle Norme dell'Unione Europea".

Su tali aspetti sia il D.Lgs. 264/2006 che il D.M. 05/11/01 non presentano una formulazione organica differenziata per tipologia di strada, ma si limitano a dettare aspetti di carattere generale e, pur fornendo un importante quadro di riferimento normativo nel campo della sicurezza stradale in galleria, queste Norme presentano tuttavia alcune lacune e alcuni punti di sovrapposizione interpretativa.



2. Impianti SOS e antincendio presso la galleria Valsassina sulla S.S. 36 "del Lago di Como e dello Spluga"

Le nuove Linee Guida ANAS dovranno armonizzare i due decreti specificando, per tipologia di strada e di galleria (monodirezionale e bidirezionale), tutte le caratteristiche strutturali e impiantistiche, cercando nel contempo di colmare il vuoto normativo in materia di sicurezza delle gallerie bidirezionali, avvicinandone i requisiti minimi a quelli richiesti per le gallerie a doppio fornice. Infine, è doverosa una rivisitazione delle Linee Guida che permetta di individuare sistemi e tecnologie volte alla standardizzazione e alla minimizzazione della manutenzione ordinaria e di inserire nuove tecnologie volte soprattutto al contenimento dei consumi energetici".

"S&A": "Comprese le ultime aperture, ANAS gestisce oltre 800 km di gallerie: come vengono monitorate?"

"LC": "Negli ultimi anni, ANAS sta concentrando sempre di più la propria attenzione sulla natura delle tecnologie installate nelle gallerie stradali e sulla necessità di ottenere una corretta gestione sia in esercizio ordinario che durante le possibili fasi di emergenza. Nel corso degli ultimi anni, per la logica degli appalti, nella maggior parte delle gallerie stradali sono stati implementati dei sistemi SCADA, sostanzialmente stand-alone, con "remotizzazione" mediante software client di proprietà terza, che consentono la visualizzazione e gestione di tutti i segnali di allarme dalle sale operative compartimentali, in modo di avere un quadro generale dello stato di funzionamento dei sistemi impiantistici della singola galleria.

Questa impostazione, propedeutica per la programmazione delle attività di manutenzione impiantistica, va implementata nelle funzionalità di una Sala Operativa moderna. Con questo intendo una gestione centralizzata e contemporanea di più arterie stradali al cui interno sono presenti più gallerie, al fine di poter definire delle procedure alternative in caso di necessità, un vero e proprio esperto supporto nelle decisioni.

ANAS si sta dotando di un sistema unico in grado di dialogare con i diversi SCADA presenti sul territorio e di consentire al personale della sala operativa nazionale e delle sale operative compartimentali, di predisporre degli scenari predeterminati, in relazione all'esercizio da impostare o all'evento accidentale occorso, tenendo conto di tutte le situazioni ambientali del contesto".

"S&A": "Cosa si intende per analisi di rischio in tempo reale?"

"LC": "È un nuovo modo di valutare in tempo reale la "salute" di una galleria, ovvero la risposta che la stessa può dare nel caso in cui si verificano determinati eventi pericolosi. Quando il comportamento della galleria in esercizio si discosta da quello virtuale, ovvero quando lo stato dei sistemi impiantistici, di esercizio, gestionali e ambientali di riferimento viene a degradarsi, allora si potrebbe riscontrare un aumento del rischio e quindi una diminuzione del livello di sicurezza dell'infrastruttura.

Tramite la valutazione del rischio in tempo reale ("analisi di rischio dinamica"), è possibile definire il grado di rischio di una galleria nelle condizioni di esercizio, facendo riferimento allo stato reale della galleria, al flusso di traffico e all'efficienza dei sistemi di sicurezza.

In particolare, l'analisi prende in considerazione eventi pericolosi come ad esempio l'incidente generico, quello con merci pericolose e/o infiammabili, e stabilisce una scala di probabilità di accadimento correlandola a fattori monitorati istantaneamente.

Nelle sale operative giungerà quindi un livello di sicurezza per ogni galleria, variabile su una scala da 1 a 10, che fa riferimento allo stato attuale dell'infrastruttura.

L'indice del livello di sicurezza, che l'analisi fornisce come risultato, può essere riferito sia a un intervallo di tempo molto breve (ad esempio un'ora), che su base temporale più ampia (ad esempio un anno) e in entrambi i casi esso dovrà risultare al di sotto di una determinata soglia definita dal gestore. Qualora il livello di sicurezza dovesse essere al di sotto della soglia, i sistemi automatici e/o gli operatori di sala potranno ripristinare i livelli ottimali inserendo misure supplementari di mitigazione dei rischi, modificando le tempistiche di manutenzione o attuando delle adeguate misure di esercizio come chiudere momentaneamente la galleria stessa.

Un sistema di feedback verificherà in tempo reale l'efficacia delle azioni impostate.

Il modello può, in genere, essere applicato, a titolo di esempio, alle seguenti tipologie di eventi:

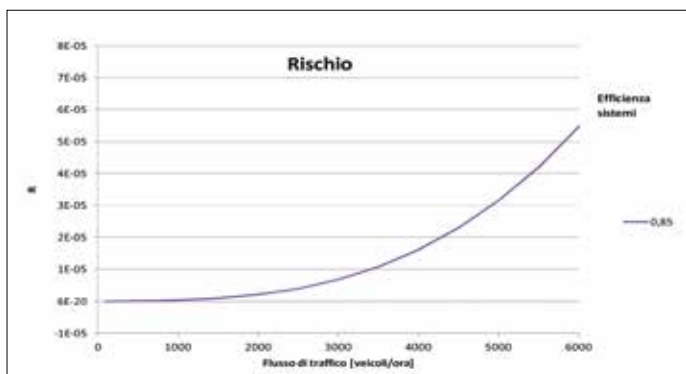
- incidente generico;
- incendio;
- incidente merci pericolose.

Pertanto, sono calcolati parallelamente tre valori di rischio che restituiscono una indicazione numerica, ad esempio su una scala normalizzata da 1 a 10, e visiva del livello di sicurezza della galleria. Il modello è definibile per la singola galleria per mezzo di costanti, del flusso di traffico, dell'efficienza dei sistemi. Tali valori sono aggiornati periodicamente in funzione dei dati accumulati al fine di rendere più affidabile il modello.

Il rischio stimato in tempo reale per una generica galleria monodirezionale a doppia canna di lunghezza 1.000 m e dotata dei requisiti minimi di sicurezza è espresso in termini di fatalità/ora e la relazione che lega il rischio al flusso di traffico è mostrato dalla curva riportata nella Figura 4.

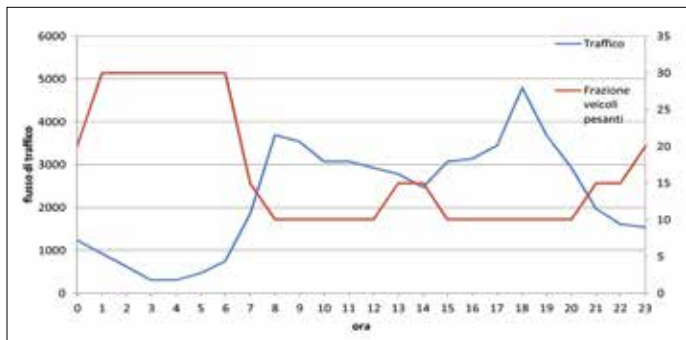


3. La raffigurazione dell'indice di sicurezza

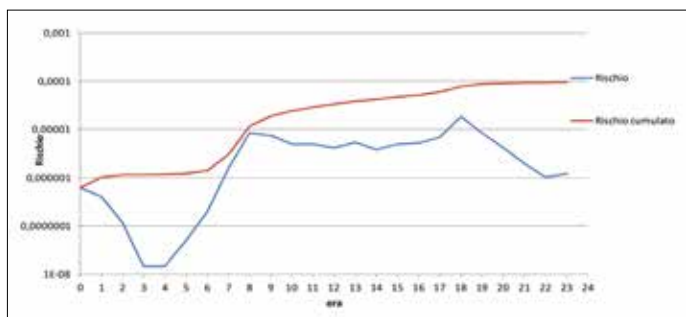


4. L'indice di rischio in funzione del traffico

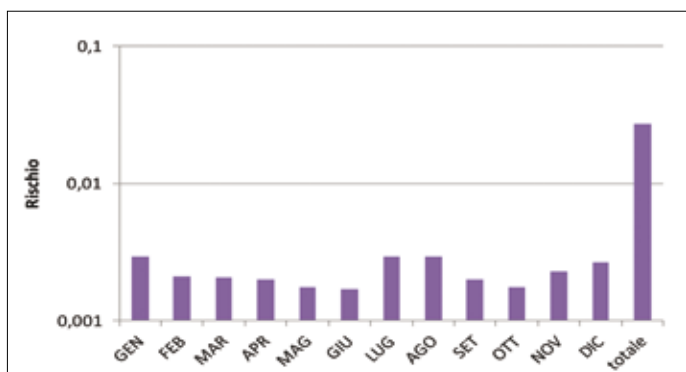
A partire da una distribuzione del traffico nota si può calcolare quale è il rischio istantaneo per ciascuna ora del giorno, nonché il rischio cumulato sulla giornata e così via fino all'anno, come mostrato nelle Figure 5, 6 e 7.



5. Il traffico su base oraria



6. L'indice di rischio su base oraria



7. Il rischio cumulato su base mensile e annuale



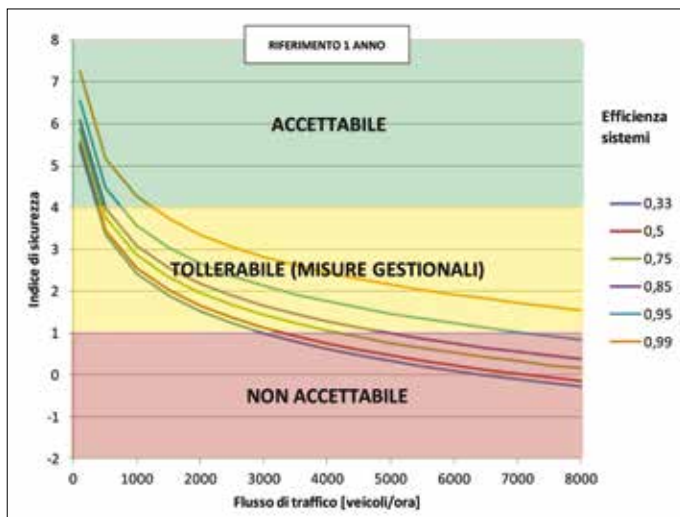
8. Il fornace a traffico unidirezionale (tre corsie più emergenza)

La proiezione del livello di rischio istantaneo su un orizzonte temporale pari a un anno può essere utile per ottenere un target di riferimento, al fine di poter svolgere delle analisi comparative delle condizioni di sicurezza della galleria.

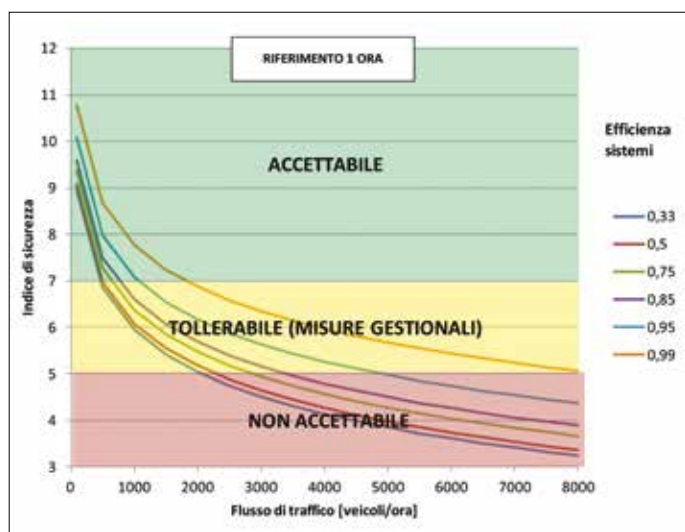
Il modello è tarato sulla base delle caratteristiche geometriche e architettoniche della galleria e delle prestazioni dei sistemi di sicurezza.

L'analisi di rischio in tempo reale può essere utilizzata anche per programmare interventi di adeguamento o di manutenzione straordinaria dell'opera, soprattutto nei casi in cui si verificano delle condizioni degradate come il malfunzionamento degli impianti o delle condizioni che riducono il livello di sicurezza come il traffico bidirezionale.

Nel caso in cui si verifichi una crescita del rischio cumulato sull'anno in corso, tramite degli interventi di compensazione e l'applicazione delle misure di sicurezza di tipo gestionale seguendo il



9. L'indice di sicurezza in funzione del livello di traffico su base annuale



10. L'indice di sicurezza in funzione del traffico su base oraria

noto principio ALARP, è possibile mitigare il rischio e far sì che il valore risulti globalmente al di sotto del limite di tollerabilità.

A partire dal rischio, in tempo reale viene definito un indice di sicurezza: un valore basso indica sicurezza bassa e un valore alto indica sicurezza alta.

Le Figure 9 e 10 riportano l'indice di sicurezza in funzione del volume di traffico e dell'efficienza dei sistemi di sicurezza per cui è possibile verificare se le condizioni di esercizio portano a un rischio accettabile, tollerabile o non accettabile. La Figura 9 si riferisce a un orizzonte temporale annuo, mentre la seconda (Figura 10) a un'ora di esercizio.

L'analisi di rischio in tempo reale viene infine implementata nel software di gestione della galleria che, in funzione del volume di traffico rilevato e dello stato dei singoli impianti, da cui deriva l'efficienza globale dei sistemi, determina se il livello di sicurezza è accettabile o se sia necessario introdurre delle misure integrative, quali: il contingentamento del traffico (dove possibile), la manutenzione degli impianti e dei sistemi, l'imposizione di limiti di velocità e divieti, misure di sicurezza gestionali quali pattugliamento da parte degli Enti istituzionali o presidio squadre di soccorso aziendali.



11. Un particolare di ventilatori e fonoassorbenti in calotta presso la galleria Valsassina

È inoltre possibile avvisare preventivamente Enti coinvolti quali la prefettura e i Vigili del Fuoco delle condizioni di rischio in tempo reale. Non ultimo, senza creare allarmismi, la comunicazione può essere data all'utente al fine di stimolare maggiore prudenza.

L'analisi di rischio "dinamica" risulta quindi essere un ottimo strumento che permette al gestore di verificare il livello di sicurezza delle proprie gallerie, su orizzonti temporali ben definiti, in funzione delle reali condizioni di esercizio, dello stato attuale dell'opera e degli impianti".

"S&A": "In riferimento al piano pluriennale di investimenti per adeguare le gallerie ai requisiti minimi di sicurezza, quanti tunnel riguarderà? Quanti sono già stati tecnologicamente adeguati, o sono in fase di aggiornamento tecnologico?"

"LC": "La maggior parte delle oltre 1.300 gallerie gestite da ANAS sono state realizzate in periodi in cui la tecnologia e la regola dell'arte non consentivano di dotare le gallerie di tutta una serie di impianti e di sistemi che, col passare del tempo e con le vicende dei gravi incidenti avvenuti nel passato, si sono dimostrati indispensabili per la sicurezza degli utenti.

Normativamente, lo spartiacque tra una galleria "corta" e una "lunga" è la lunghezza di 500 m e la dotazione impiantistica dei due gruppi è notevolmente differente.

In ANAS abbiamo circa 400 gallerie di lunghezza superiore ai 500 m. Di queste, 70 risultano già adeguate o in fase di adeguamento grazie a ben 45 interventi appaltati negli ultimi due anni e in via di conclusione.

Per il periodo 2016-2019 sono stati programmati interventi di adeguamento impiantistico per 140 gallerie per circa 400 milioni di Euro. Gli interventi riguarderanno l'adeguamento completo al D.L. 264/2006 per le gallerie appartenenti alla rete TEN-T, l'adeguamento dell'impianto antincendio a quanto previsto dal DPR 151/2011, l'adeguamento dell'impianto di illuminazione, con un'attenzione particolare alle migliori soluzioni tecnologiche anche ai fini del risparmio energetico.

Sono stati inoltre pianificati anche gli interventi per tutte le gallerie di lunghezza inferiore ai 500 m. Interventi che riguardano quasi esclusivamente l'adeguamento dell'impianto di illuminazione".



12. Il condotto dell'aria viziata in calotta presso la galleria Valsassina



13. La segnaletica orizzontale e luminosa della galleria Valsassina in direzione Milano

“S&A”: “Quali sono i principali adeguamenti e migliorie cui si sta mirando?”.

“LC”: “I principali adeguamenti normativi delle gallerie riguardano il DPR 151/2011 in materia di prevenzione incendi e il D.Lgs. 264/2006 in materia di sicurezza delle gallerie appartenenti alla rete TEN-T. Naturalmente ANAS non dimentica le gallerie fuori dai campi di applicazione delle Normative richiamate con una particolare attenzione alle gallerie “lunghe” non appartenenti alla rete TEN. Come noto, con le “Linee Guida ANAS per la progettazione della sicurezza delle gallerie stradali”, l’Azienda si è dotata di uno strumento per superare il vuoto normativo. Ritengo opportuno che il Legislatore faccia un passo in avanti per completare il quadro normativo per tutte quelle gallerie, non meno importanti, che oggi non fanno parte della rete TEN.

In ogni caso, ci stiamo orientando verso quelle tecnologie che consentono di garantire la sicurezza degli utenti della strada unitamente a un significativo risparmio energetico.

Per esempio l’illuminazione a LED, che ormai è diventata per ANAS uno standard, è prevista in tutti i progetti di adeguamento. Oltre a questo ANAS sta implementando un nuovo sistema che permetta di effettuare un controllo puntuale dei corpi illuminanti in modo da adeguare realmente il livello di luminanza della galleria alle condizioni di luce esterna.

Un altro intervento migliorativo riguarda l’introduzione di sistemi di regolazione della ventilazione con jet-fan costituiti da variatori di frequenza, per ottenere uno startup graduale dei singoli acceleratori, una migliore gestione del flusso in caso d’incendio nonché un significativo risparmio energetico.

Nel campo dell’antincendio, in alcune gallerie è stato previsto anche un sistema di mitigazione automatica dell’incendio che, come risultato dalle analisi del rischio condotte, consente di aumentare il livello di sicurezza di alcune gallerie. I sistemi che sono stati introdotti sono sostanzialmente:

- un sistema di mitigazione a monitori puntuali;
- un sistema di mitigazione a sprinklers con valvole a diluvio.

L’attenzione su questi sistemi è significativamente giustificata dalla ricerca di soluzioni complementari e alternativi alla realizzazione di vie di esodo, spesso di costo importante e non sempre realizzabili soprattutto nelle gallerie in esercizio.

L’altro grande obiettivo è quello di raggiungere una completa conoscenza in tempo reale di tutti i sistemi in galleria mediante una sensoristica capillare sperimentando nuovi sistemi di connessione a basso impatto manutentivo con un occhio attento su quelli a

trasmissione radio, a esempio ZigBee, Bluetooth, Wifi, ecc. Una diffusa sensoristica consentirà di attuare una vera e propria telemanutenzione capace di individuare la curva di vita di tutti i componenti dei sistemi di sicurezza e di intervenire in logica predittiva e non su guasto”.

“S&A”: “Il D.Lgs. 264/2006 prescrive dei requisiti minimi per le gallerie facenti parte della rete TERN e per ANAS si tratterebbe di verificare e adeguare 107 gallerie. Sarà rispettata la scadenza del 2019?”.

“LC”: “Nell’ultimo biennio ANAS, grazie al Decreto del Fare, alla Legge di Stabilità 2014 e al Decreto Sblocca Italia, ha portato a termine i lavori di adeguamento tecnologico di molte gallerie, in larga parte appartenenti alla rete TEN-T.

Data l’importanza che l’Azienda sta ponendo al tema della sicurezza in galleria e alla progettazione degli impianti, da quest’anno ANAS ha creato un pool interno che sta realizzando i progetti di adeguamento impiantistico, garantendo così uno standard unico e il rispetto della scadenza del 2019.

La maggior parte delle gallerie appartenenti alla rete TERN di prima emissione, circa metà, sono situate lungo l’autostrada Salerno-Reggio Calabria. Buona parte di esse sono ricomprese nell’ambito dei lavori di ammodernamento dell’autostrada e, anche se il progetto risale a un periodo precedente al 2006, risultano, per effetto di varianti in corso d’opera, in linea con i requisiti del D.Lgs. 264/2006 come emerso anche durante le ispezioni della Commissione Permanente per le Gallerie appositamente istituita presso il Ministero delle Infrastrutture.

Ulteriori gallerie, tra cui cinque in Sicilia e due in Umbria, sono state già adeguate al D.Lgs. 264/2006. Anche le nove gallerie sulla S.S. 76 saranno adeguate nell’ambito dei lavori di realizzazione dell’itinerario “Quadrilatero Marche-Umbria”.

Per tutte le gallerie ancora da adeguare, ANAS ha redatto le analisi del rischio per evidenziare le difformità rispetto ai requisiti minimi previsti nel decreto. I risultati di queste analisi hanno consentito di pianificare gli interventi da realizzare entro il termine del 30 Aprile 2019 stabilito dal Decreto.

Questi ultimi adeguamenti sono stati inseriti nel Contratto di Programma 2015, fra gli interventi finanziati dalla Banca Europea per gli Investimenti e nel Piano degli interventi 2016-2019; per quest’ultimo, le gallerie di rete TEN sono anticipate al 2016. Per rispondere brevemente alla domanda: sì, crediamo di centrare l’obiettivo comunitario”.