

# Tunnel sicuri: la sfida della protezione delle infrastrutture critiche in Italia e in Europa

di Marco Censi, Regional Sales Manager Italia & Andrea Tiberti, Pre Sales Technical Consultant - Italia

---



I tunnel rappresentano un elemento strategico e imprescindibile per le infrastrutture di trasporto europee, e l'Italia – con la sua geografia complessa e il ruolo centrale nelle rotte commerciali continentali – ne è uno degli snodi principali. Queste opere ingegneristiche velocizzano il trasporto di merci e persone, collegano comunità, ospitano reti di comunicazione e contribuiscono alla competitività economica del Paese e dell'intera Unione Europea. Proprio per la loro rilevanza, cresce l'attenzione – da parte delle istituzioni e delle aziende – sulla loro sicurezza.

Sempre più reti di trasporto vengono realizzate in gallerie sotterranee, per ridurre l'impatto ambientale e acustico nelle aree urbane e naturali. Ma queste opere sono anche sempre più lunghe e profonde: il Tunnel di Base del Brennero, che collegherà Innsbruck a Fortezza, è lungo 55 km, mentre l'HS2 britannico arriva a 90 metri di profondità. Sono numeri che raccontano una trasformazione in atto.

Se gli incidenti gravi sono fortunatamente rari, quelli minori – ma comunque costosi – sono frequenti. Secondo i dati della Commissione Europea, nel 2023 si sono verificati 1.567 incidenti ferroviari significativi, con 841 vittime e 569 feriti gravi. Più della metà delle vittime erano intrusi, spesso senz'attono, vandali o writer. Anche quando non ci sono feriti, atti vandalici o intrusioni possono causare deragliamenti, collisioni o incendi. In Spagna, nel solo 2022, si sono registrati 3.559 atti di vandalismo e graffiti sulla rete ferroviaria, con costi stimati attorno ai 25 milioni di euro per la compagnia Renfe. In Austria, ÖBB spende 3,2 milioni l'anno per la rimozione dei graffiti; SNCB, in Belgio, ne spende 6.

## La sfida dell'intrusione: visibilità e complessità

All'interno di una galleria ferroviaria, buia, umida e angusta, è estremamente difficile per un macchinista accorgersi per tempo di una presenza non autorizzata. Rilevare correttamente una persona all'interno di un tunnel è di per sé complesso, e lo è ancora di più se il tunnel è in funzione, con più treni in movimento contemporaneamente. È qui che le tecnologie di rilevamento giocano un ruolo decisivo.

Per decenni, il monitoraggio si è basato esclusivamente sulle telecamere di sorveglianza. Ma sistemi analogici e primi modelli digitali richiedevano l'osservazione costante da parte degli operatori. L'arrivo dell'analisi video intelligente (VCA – Video Content Analysis) ha rappresentato una svolta: i sensori delle videocamere, grazie ad algoritmi evoluti, analizzano le immagini in tempo reale e generano allarmi automatici in caso di intrusione, guidando gli operatori sulla scena del potenziale pericolo.

Tuttavia, anche questa tecnologia non è immune a limiti. Gli intrusi più esperti hanno imparato ad aggirare i sistemi, ad esempio camuffando l'aspetto o sfruttando il passaggio del treno per entrare inosservati. Inoltre, in ambienti ostili come i tunnel, con elevata umidità e temperature variabili, anche la scelta di tecnologie basate su radar o microonde possono generare falsi allarmi a causa dell'interferenza dei treni in movimento.



### La precisione dei sensori LiDAR di OPTEX

La nuova generazione di sensori basati su tecnologia LiDAR rappresenta un'evoluzione importante. Questi dispositivi, come quelli della serie REDSCAN di OPTEX, utilizzano un laser invisibile per mappare l'ambiente, indipendentemente dalle condizioni ambientali e di luce. Non risentono della presenza di forti fonti di luce, riflessi o ombre e permettono il tracciamento continuo di un oggetto o persona, anche in totale oscurità.

Una delle caratteristiche più avanzate è il **filtraggio dinamico degli eventi**: il sistema non si limita a rilevare un movimento, ma analizza il comportamento. Ad esempio, distingue un treno da una persona (anche nel caso in cui il passaggio sia simultaneo) sulla base di sequenze temporali, dimensioni, velocità e posizione. Se rileva un treno, "ignora" il passaggio. Se rileva una persona o un gruppo, invia un allarme in tempo reale alla centrale operativa e, se necessario, al macchinista, permettendo di rallentare o fermare il convoglio per evitare incidenti.

Un singolo sensore può monitorare un'area di 100 metri suddivisa in otto zone distinte, con la possibilità di configurare la sensibilità per ignorare oggetti piccoli (come pietre) ma rilevare quelli potenzialmente pericolosi (persone, animali o grandi ostacoli). Il sistema fornisce inoltre le coordinate esatte di ogni oggetto rilevato, permettendo un intervento rapido e mirato da parte delle squadre di sicurezza.

### Ambienti ostili: come proteggere i sensori

Un aspetto spesso sottovalutato è l'aggressività dell'ambiente tunnel. L'umidità, i detriti metallici sollevati dal passaggio dei treni, i fumi e gli oli possono danneggiare le ottiche o ostruire i sensori. Le più recenti soluzioni OPTEX integrano un algoritmo che misura in tempo reale il livello di opacizzazione della lente e avvisa automaticamente il centro di controllo quando è necessario un intervento di pulizia. Inoltre, l'uso di speciali pellicole protettive autorigeneranti previene l'accumulo di sporcizia e prolunga la vita utile dei sensori, riducendo i costi di manutenzione.

### Progettare sistemi su misura

Ogni tunnel è unico e richiede una progettazione dedicata. La fase di sopralluogo iniziale serve a definire il numero di sensori e telecamere necessarie per coprire adeguatamente l'intera struttura. In gallerie ferroviarie di medie dimensioni, ad esempio, i sensori laser vengono posizionati ai lati della linea, mentre nelle gallerie più larghe si aggiunge una terza linea centrale.

È importante valutare quali minacce si vogliono monitorare: intrusioni, atti vandalici, graffiti, o anche solo la presenza di animali. Solo con un sistema configurato correttamente si possono evitare falsi allarmi, ottenere rilevamenti precisi e, soprattutto, prevenire danni a cose e persone.

### Verso un'infrastruttura più sicura

La sicurezza dei tunnel non può prescindere dall'evoluzione tecnologica. Le nuove soluzioni di monitoraggio, combinate in modo intelligente, permettono di costruire sistemi realmente efficaci, capaci di adattarsi a ogni esigenza e contesto. Per l'Italia e l'Europa, proteggere queste infrastrutture significa tutelare la mobilità, la logistica e il benessere delle comunità. E ogni passo avanti nella sicurezza è un investimento per il futuro del continente.



Contatti:  
OPTEX  
Tel. +39 351 9272789  
enquiry-it@optex-europe.com  
www.optex-europe.com/it