

Fire-detector, Ice-detector e innovazioni per le emergenze

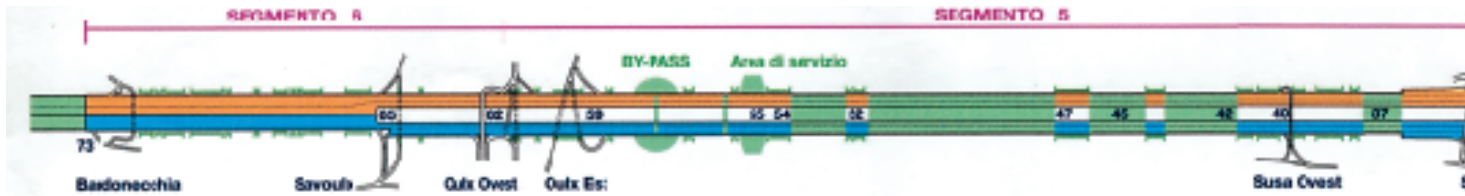
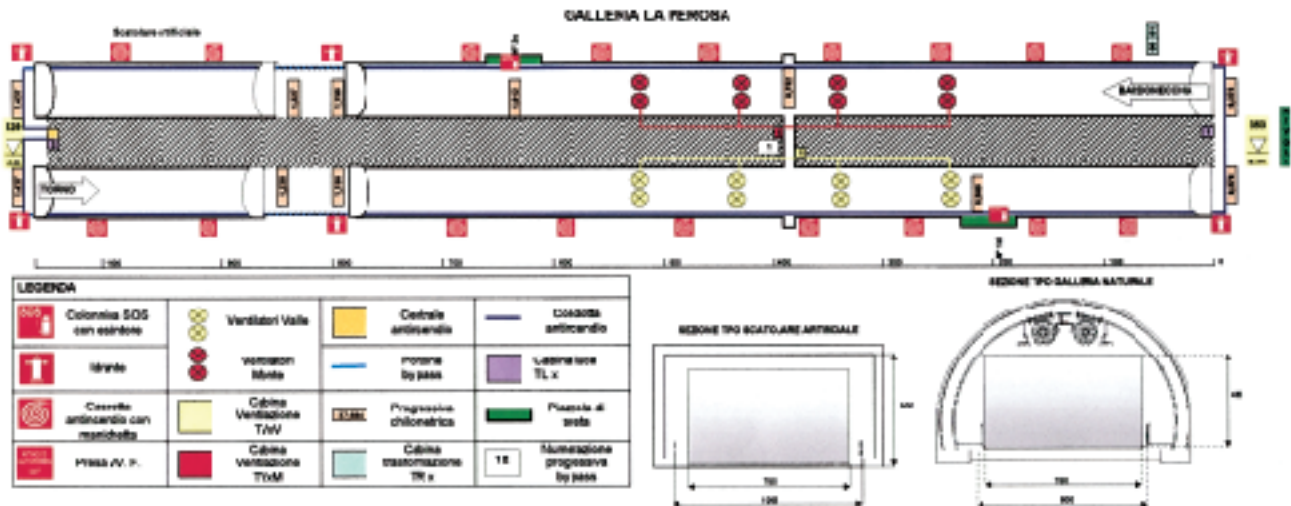
Le due opere autostradali che costituiscono l'itinerario del Fréjus sul versante italiano, l'autostrada A32 Torino-Bardonecchia e il Traforo autostradale del Fréjus (T4), entrambi in concessione alla Sitaf, sotto l'aspetto tecnico gestionale si presentano con connotazioni aventi peculiarità e specificità del tutto singolari: la A32 è un tronco autostradale sostanzialmente analogo a qualsiasi altro segmento della rete nazionale e valgono, per il suo esercizio e quindi per la pianificazione e la gestione delle emergenze, le prassi ordinariamente seguite; il T4 è un'opera internazionale affidata a due concessionarie di diverse nazionalità, ed è costituita da un'unica galleria a doppio senso di marcia, con un notevole sviluppo e necessità di pianificazione e gestione delle emergenze preordinatamente concordate tra le due parti, costituite sia dalla società di gestione sia dagli organismi governativi preposti alla sicurezza nelle rispettive competenze territoriali.

Si delineano quindi due netti scenari, assolutamente diversi, nelle ipotesi di analoghi incidenti, a seconda che questi si verifichino sull'A32 o nel Traforo del Fréjus; di conseguenza l'approccio organizzativo degli interventi è stato, sin dall'origine, sostanzialmente diverso. Queste particolari condizioni (territoriali, strutturali e politiche) fanno sì che questo collegamento autostradale possa essere considerato come il laboratorio nel quale è possibile definire e verificare concretamente ogni procedura di emergenza; in questo senso le Concessionarie italiana e francese si sono già mosse, sviluppando alcuni progetti finalizzati al miglioramento delle condizioni di sicurezza delle gallerie stradali, in particolare di quelle a doppio senso di circolazione.

Quindi, per quanto riguarda gli indirizzi generali sulla gestione delle emergenze, mentre sull'autostrada il compito della Concessionaria è limitato al solo supporto degli organismi esterni incaricati, al Traforo le due Concessionarie hanno l'obbligo di dotarsi di squadre proprie destinate ad effettuare il primo intervento che debbono essere adeguatamente organizzate, formate, equipaggiate e dotate di necessari mezzi di intervento in galleria, in condizioni estreme.

Definite le competenze, sono state elaborate, d'intesa con gli organismi nazionali o internazionali, le necessarie pianificazioni che, in funzione degli scenari e delle loro evoluzioni, definiscono le procedure di allarme e di intervento (accesso – evacuazione – soccorso – attacco) e i ruoli svolti da ogni entità aziendale ed extra aziendale.

Particolare di immagine termografica del frontale di un autotreno, effettuata mediante il nuovo sistema Fire-detector in fase di sperimentazione al Traforo del Fréjus, finalizzato a individuare situazioni anomale di calore all'interno dei veicoli in transito.



La definizione delle procedure ha comportato una notevole attività, fondamentalmente legata alla necessità di armonizzare, nel modo più semplice ed efficace, i compiti demandati ai singoli attori. Gli scenari incidentati sono quindi stati estremamente ridotti:

- a) incidente in assenza di fumo;
- b) incidente con presenza di fumo o coinvolgenti merci pericolose;
- c) incendio alle installazioni autostradali.

Nel caso di evento al Traforo del Fréjus, le Prefetture hanno il compito di coordinare gli interventi attraverso apposito Centro di coordinamento operativo (Cco) che viene immediatamente istituito in presenza di un evento incidentale, in ragione della gravità e della sua probabile evoluzione.

Il Cco è costituito dai dirigenti di tutti i soggetti intervenenti (Società concessionarie/Organismi di polizia/Vigili del fuoco/Servizio sanitario) che, sotto la direzione della Prefettura, definiscono ed attuano le necessarie operazioni dettate dall'emergenza.

L'operatività coordinata consente in ogni momento, il governo della situazione massimizzando le conoscenze e l'utilizzazione delle risorse sia interne che esterne.

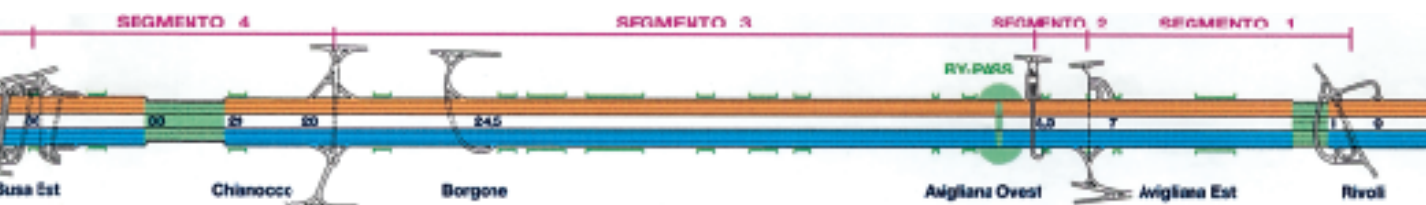
A questo va aggiunto un progressivo supporto di sistemi di sicurezza integrati, sviluppati all'interno del più ampio Piano integrato per la sicurezza del Traforo e dell'autostrada A32 messo a punto dalla Sitaf, fra i quali si distinguono, in particolare, due interventi sperimentali particolarmente innovativi nel loro genere: i sistemi Fire-detector e Ice-detector per la rilevazione preventiva, rispettivamente,

Competenze negli interventi di emergenza

	<i>Autostrada A32</i>	<i>Traforo del Fréjus (T4)</i>
Circolazione	monodirezionale	bidirezionale
Ventilazione		
- Ordinaria	longitudinale	longitudinale
- In caso di incendio	longitudinale	pseudo trasversale, con estrazione puntuale dei fumi
Gestione delle emergenze		
- Supervisione coordinamento allarme	a cura della Concessionaria (attraverso il Posto centrale di controllo)	cura della Concessionaria (attraverso il Pcc)
- Primo intervento in galleria	Vigili del fuoco nazionali	squadra antincendio aziendale
- Successivi interventi	ulteriori organismi territoriali preposti alla sicurezza	organismi esterni preposti alla sicurezza, italiani e francesi

Pianificazione degli interventi di soccorso

<i>Livelli</i>	<i>A32 - autostrada nazionale</i>	<i>T4 - traforo internazionale</i>
Livello aziendale	Prescrizioni e consegne tecniche di esercizio	Prescrizioni e consegne tecniche di esercizio
Livello generale	Piano di emergenza autostradale (Pea)	Piano di emergenza binazionale I/F del Traforo (Pet)



delle possibili fonti d'incendio all'interno dei veicoli in transito nel traforo e della formazione di ghiaccio lungo l'autostrada.

Il sistema integrato di sicurezza

Parallelamente alla produzione delle nuove misure volte a migliorare la sicurezza dell'autostrada e del Traforo, la Sitaf, in collaborazione con altri soggetti (Sai, Tri e Sinelec), sta sviluppando il progetto generale di Sistema integrato per la sicurezza e il controllo di tratti autostradali in galleria o all'aperto sull'intero asse del Fréjus. Questo sistema è costituito da differenti sottosistemi ad alta tecnologia e si propone il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- prevenire nel modo più ampio e completo possibile incidenti di qualunque genere nei tratti autostradali di importanza rilevante;
- gestire in maniera ottimizzata gli eventi accidentali che possono avere luogo in autostrada, in particolare nei tratti in galleria.

Il raggiungimento di tale finalità è attuabile attraverso l'installazione ed il coordinamento integrato di impianti per:

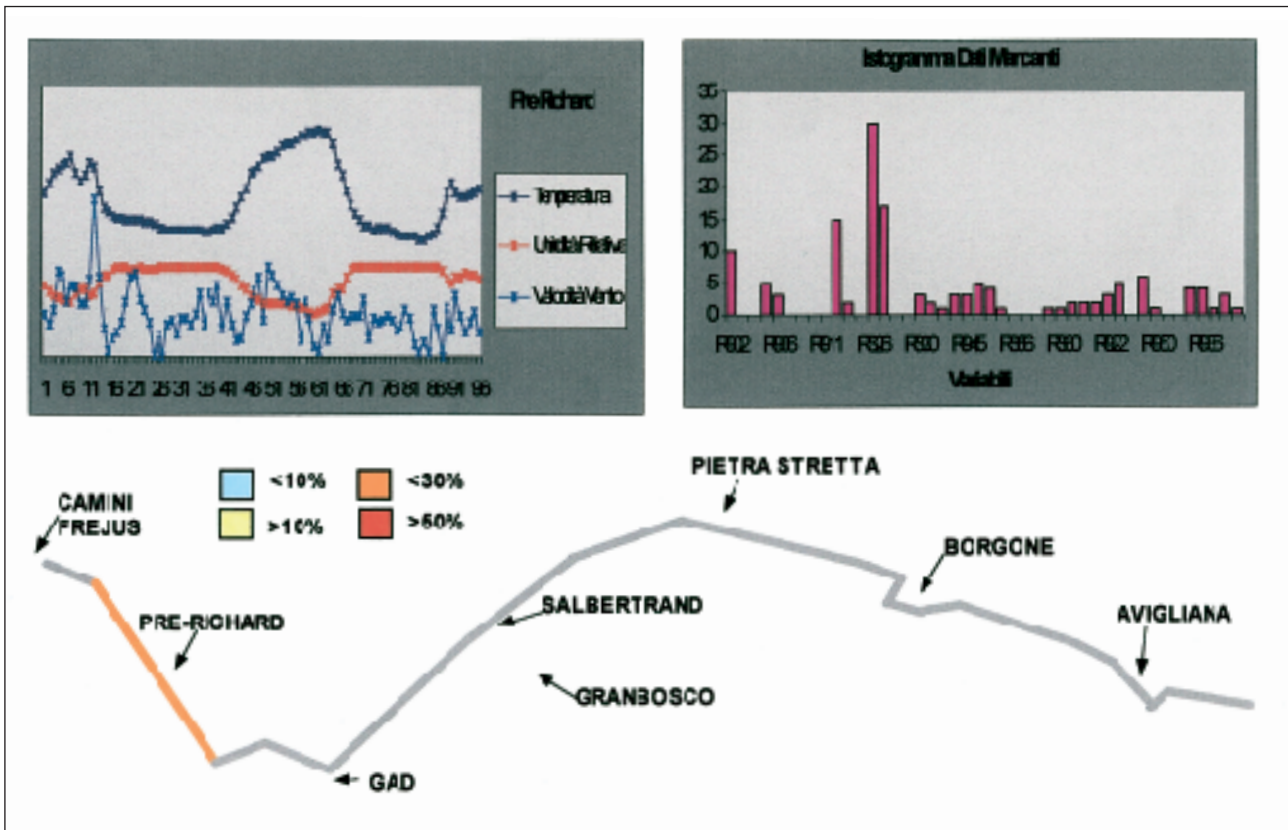
- incremento della sicurezza nei tunnel;
- controllo attivo sul traffico dei veicoli di interesse (automezzi per trasporto merci, persone ecc.);
- gestione ottimizzata degli eventi accidentali e delle emergenze;
- comunicazione tempestiva di situazioni anomale di percorribilità dei tratti sotto controllo.

Le funzionalità peculiari del sistema sono:

- classificazione ed individuazione univoca di ogni veicolo di inte-

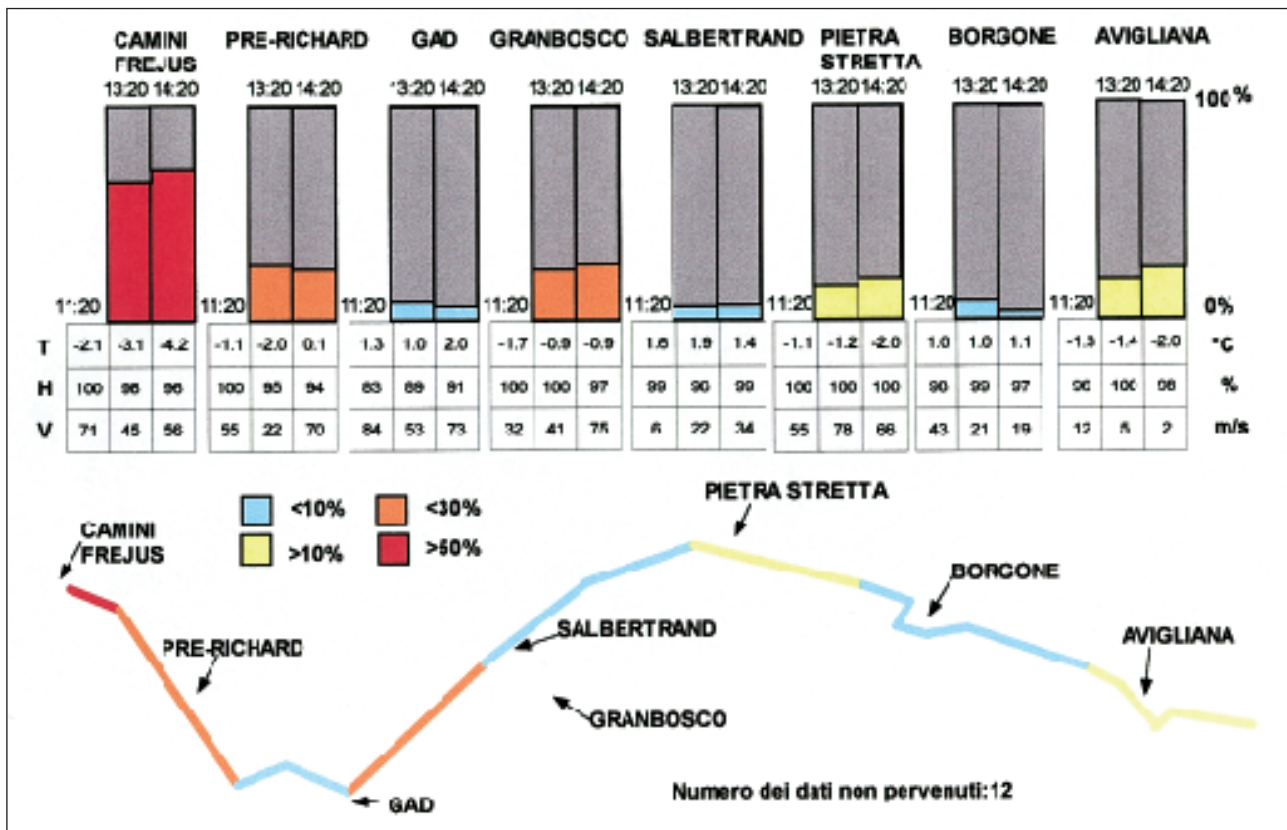
Schema generale dell'autostrada A32 con l'insieme dei segmenti e dei punti d'accesso previsti dal Piano di emergenza.

In alto, nella pagina accanto, schema delle dotazioni d'emergenza della galleria La Perosa, nel segmento 1 della A32, fra Rivoli e Avigliana est.



resse attraverso l'abbinamento ad un dispositivo elettronico attivo (transponder) in grado di immagazzinare informazioni e di rispondere ad interrogazioni;

- individuazione di ogni veicolo d'interesse in settori più o meno estesi, delimitati dalle stazioni di controllo e di comunicazione dotate di antenne per il rilievo dei transponder di identificazione;
- controllo termico statico all'interno della galleria mediante sensori ad infrarosso in modo che nel caso più sfortunato di incidente o incendio si potrà visualizzare e trasmettere in tempo reale la situazione non influenzata da fumi ed oscurità facilitando le attività di soccorso;
- controllo termico ad alta definizione sull'ingresso del tunnel;
- segnalazione all'interno dell'abitacolo del conducente, dotato di transponder, di condizioni anomale di traffico o condizioni anomale di marcia del veicolo stesso;
- previsione di condizioni pericolose del manto stradale (gelate);
- comunicazione per mezzo di pannelli luminosi a messaggio variabile delle condizioni anomale di traffico sia generale che individuale (presenza ghiaccio, inosservanza dei limiti imposti, anomalie sul veicolo, istruzioni generali e di emergenza);
- mitigazione automatica degli incendi;
- gestione ottimizzata ed informata delle squadre e dei mezzi di emergenza in caso di incidente conforme alle indicazioni del manuale operativo di emergenza;
- dotazione ai mezzi antincendio di telecamere ad infrarosso direzionabili per rendere più efficiente il sistema di soccorso in situazioni di fumi ed oscurità.



Schema di funzionamento del sistema

Il funzionamento fondamentale del sistema integrato è il seguente:

- tutti i veicoli commerciali in transito su ambo i lati del traforo (italiano e francese) verranno dotati di un “transponder”, in versione “adesivo parabrezza”, in grado di immagazzinare dati e di rispondere ad interrogazioni;
- tutti i veicoli dotati di transponder dovranno transitare attraverso il/i portali di analisi termografica prima di accedere al tunnel;
- all’inizio del portale termico saranno posizionati dei “totem” (distanza di lettura 10 metri circa) in grado di leggere il codice identificativo del transponder e di comunicarlo al Sistema di analisi termografica, in modo che questo possa recuperare dalla propria base dati la “storia termica” del veicolo e adeguare conseguentemente l’analisi con la garanzia di un risultato confortato da un maggior numero di informazioni;
- a valle del portale i mezzi proseguiranno lungo una tratta canalizzata per un tratto sufficiente a consentire l’elaborazione delle misure acquisite dai sensori termici (si ipotizzano circa 40-50 metri); al termine della tratta saranno posizionati dei “totem”, collegati in rete con il sistema di esazione pedaggio, in grado di agire sulla memoria del transponder;
- il sistema di analisi termografica, nel rilevare una situazione di potenziale pericolo, oltre ad emettere un’opportuna segnalazione sonora nei tre “luoghi” di interesse (centrale di analisi termografica, centrale di controllo del traforo, centrale di esazione pedaggi) informerà mediante opportuno “messaggio” telematico, il Sistema di esazione pedaggio che, attiverà il totem interessato in

Qui e a sinistra, esempi del sistema di elaborazione dati “Ice-detector” per la previsione della formazione di ghiaccio lungo l’asse autostradale del Fréjus.

modo da marciare in modo opportuno il transponder a bordo del veicolo interessato;

- in questo modo, in qualsiasi pista (che dovranno quindi essere corredate di totem) si presenti il veicolo, sia essa in funzionamento automatico o manuale, il sistema di esazione pedaggio avrà modo di riconoscere la situazione di pericolo ed arrestare il mezzo sino a quando non intervenga il personale preposto a farsi carico dell'evento;
- il personale preposto potrà quindi giungere sulla pista interessata, disattivare la segnalazione acustica, sbloccare la sbarra, acquisire dal conducente informazioni relative al tipo di carico trasportato (eventualmente classificazione ADR) e scortare il mezzo nella zona di intervento più idonea, dove il mezzo verrà sottoposto alle specifiche procedure che verranno nel frattempo definite;
- attraverso la lettura del transponder è possibile determinare il settore di autostrada o di galleria in cui è posizionato il veicolo;
- il transponder è dotato di led luminosi per attirare l'attenzione su condizioni anomale di traffico generale o di condizioni anomale di marcia del veicolo stesso;
- pannelli luminosi a messaggio variabile posti a valle di portali di lettura possono dare messaggi generali relativi alle condizioni di traffico e messaggi specifici relativi al veicolo in prossimità del pannello.

Interventi del sistema

Le azioni preventive messe in atto dal sistema sono:

- verifica di condizioni anomale dei veicoli di interesse presso gli ingressi della galleria (portale termico lento);
- blocco e gestione del veicolo in condizioni anomale;
- verifica di condizioni anomale del manto stradale (gelate);
- comunicazione di condizioni anomale di traffico;
- verifica del rispetto della velocità e della distanza di sicurezza;
- comunicazione al veicolo interessato da infrazione alle disposizioni sul traffico.

Le azioni di controllo e di mitigazione delle emergenze sono:

- rilievo tempestivo dell'evento incidentale;
- comunicazione ai centri di gestione dei dati rilevanti (posizione del tratto, tipo di incidente, numero dei veicoli coinvolti, tipologia dei veicoli coinvolti con particolare interesse ai pullman ecc.);
- comunicazione agli utenti del tratto incidentato delle azioni da intraprendere;

- blocco del traffico esterno al tratto interessato dall'incidente;
 - disponibilità presso tutte le stazioni operative del manuale operativo di emergenza;
 - controllo delle attuazioni disponibili (sistemi idraulici ed a schiuma, ventilazione, carrelli di soccorso ecc).
- Infine, un ruolo importante rivestono i sottosistemi integrati che sono:
- un sistema "Ice-detector" di previsione formazione di ghiaccio o brina sulla superficie stradale;
 - un portale termico a bassa velocità, collocato sia sul lato Italia che sul lato Francia;
 - ponte radio per la trasmissione in diretta di immagini termiche su carichi pericolosi (Adr);
 - un sistema di rivelazione incendi nel tunnel;
 - la sala operativa centrale;
 - il controllo merci pericolose (Adr);
 - studio del sistema di mitigazione degli incendi.

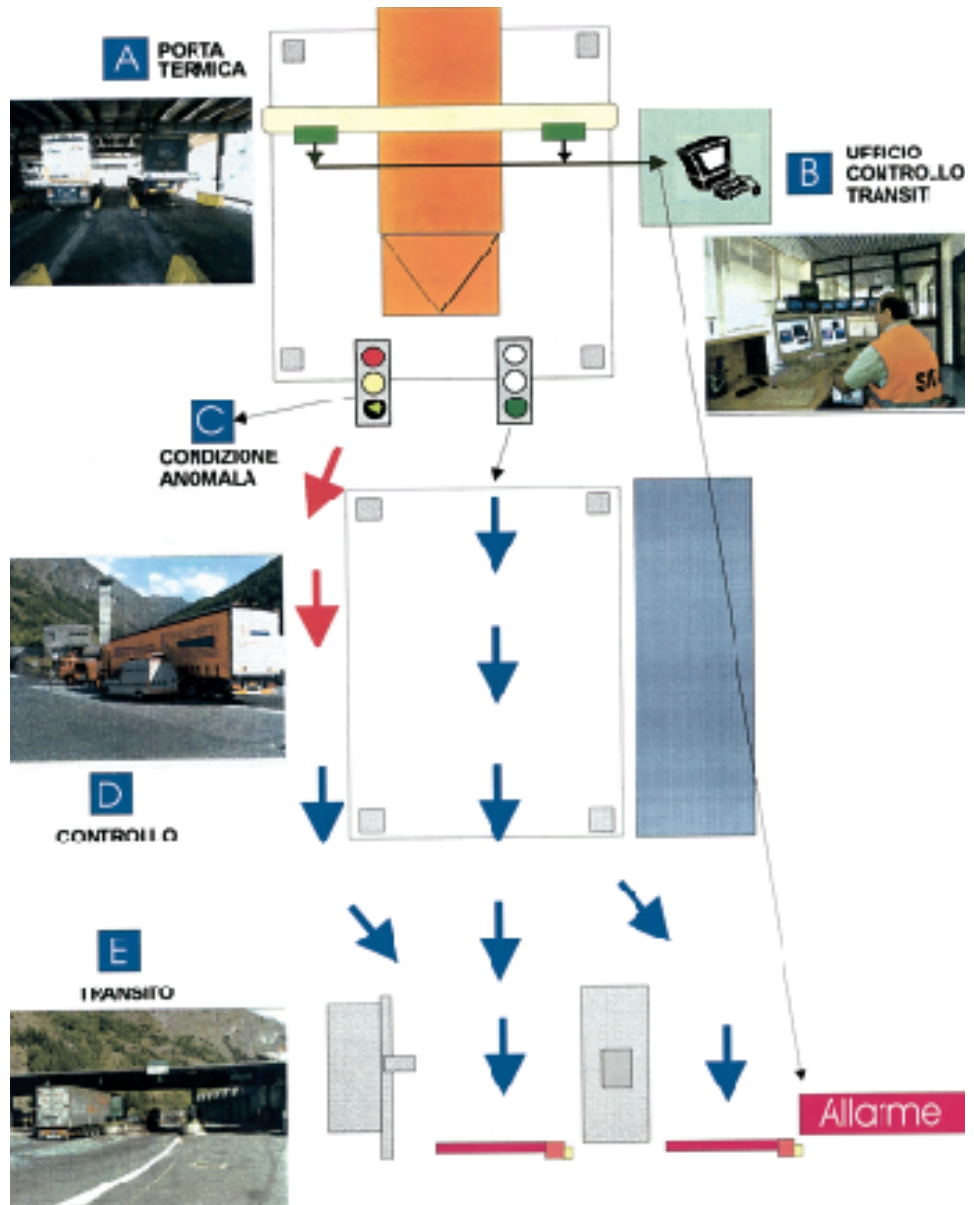
L'Ice-detector della A32

Un secondo sistema di sicurezza attualmente in fase di sviluppo – è in corso l'installazione presso la Sala Operativa A32 di Salbertrand – riguarda la prima fase del sistema per la previsione della formazione del ghiaccio sull'A32.

Il sistema fornisce una stima di tipo probabilistico riferito alla situazione del manto stradale (con almeno un'ora di anticipo), ripartita su segmenti omogenei dell'autostrada, analoghi a quelli definiti in sede di organizzazione del servizio di sgombrò neve e trattamenti antigelivi.

I dati verranno visualizzati agli operatori del Posto di controllo centralizzato attraverso apposite pagine contenenti grafici indicanti sia le evoluzioni meteo sia le previsioni probabilistiche di formazione del ghiaccio. Questi dati sono collegati con opportune operazioni di prevenzione, con un anticipo temporale rispettoso della compatibilità dei tempi di intervento.

La predizione della formazione di ghiaccio, brina o "verglace" sulla superficie stradale con un anticipo di una o due ore ha una notevole utilità nel permettere l'attivazione puntuale e ottimizzata dei servizi di trattamento con agenti antigelo nonché per segnalare in modo non generico ai conducenti dei veicoli la probabile presenza attuale o imminente di tratti stradali con bassa aderenza.



Schema di funzionamento del "Fire-detector", il sistema per il controllo e la prevenzione degli incendi attualmente in corso di sperimentazione al Traforo del Fréjus.

Nella pagina accanto, simulazioni al computer della porta di rilevazione termica e dei suoi sensori, posti ai lati, in alto e in basso rispetto ai veicoli in transito.

L'applicazione di tecniche di calcolo numerico avanzato permette di realizzare un sistema informativo che utilizza i dati micro-meteorologici trasmessi dalle centraline di misura per effettuare una stima predittiva della possibilità di formazione di uno strato ghiacciato sulla superficie stradale.

È stata definita una struttura di modellazione numerica che permette di costruire una stima probabilistica obiettiva della possibilità di formazione di ghiaccio con un anticipo di almeno due ore.

Il sistema basato sulle informazioni locali in tempo reale consente di ottenere prestazioni predittive tali da migliorare drasticamente la gestione del pericolo di incidenti da ghiaccio e si presta ad essere ulteriormente migliorato anche con l'estensione a periodi predittivi di maggior respiro mediante l'integrazione di informazioni meteorologiche su scala regionale (mappe prodotte dal centro meteo europeo di Reading, immagini satellitari ecc.).

I modelli numerici proposti per questa applicazione vengono "addestrati" mediante serie di dati meteorologici "storici" per alcuni anni

e consentono di effettuare predizioni basate sull'osservazione della dinamica meteorologica storica locale anziché sull'applicazione di tecniche di calcolo "ab initio".

Di fatto vengono modellate separatamente le diverse condizioni fisiche che portano alla formazione di ghiaccio (ghiacciamento di acqua già presente sul suolo stradale o raffreddamento di aria supersatura) e quindi affacciate alla sala operativa attraverso il sistema informatico dedicato.

Il nuovo sistema Fire-detector per il Traforo del Fréjus

Nel quadro del miglioramento continuo delle condizioni di sicurezza del Traforo del Fréjus, la Sitaf ha infatti avviato un primo progetto sperimentale di "Portale Termico", che ha come obiettivo il rilievo di situazioni di anomalia sui veicoli pesanti in ingresso al Traforo. Il sistema, installato utilizzando la scansione del campo infrarosso, rileva la presenza di surriscaldamenti anomali e/o di principi di incendio nei camion prima che questi accedano alla barriera di esazione e quindi impegnino il tunnel.

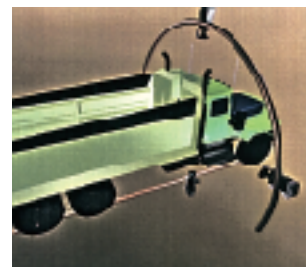
Il sistema presenta all'operatore del Posto centrale di controllo le immagini termiche dei veicoli in transito e segnala all'operatore stesso la presenza di punti termicamente anomali e quindi potenzialmente pericolosi.

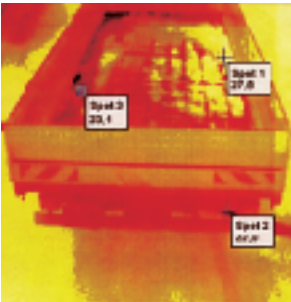
Il progetto è stato articolato in più fasi in modo da consentire una introduzione rapida delle tecnologie di base e permettere quindi una immediata verifica sul campo delle funzionalità e prestazioni del sistema, in modo da poter inoltre modulare le fasi successive in funzione dei risultati delle precedenti.

Come detto, il sistema è installato sulle corsie adibite al passaggio obbligato per l'accesso al tunnel – lato Italia – e utilizza la scansione del campo infrarosso per rilevare la presenza di surriscaldamenti anomali e di principio di incendio nei veicoli pesanti prima che essi accedano alle operazioni di pagamento del pedaggio e del transito nel Tunnel.

Per ogni portale il sistema di rilevamento termico governa due corsie; ogni corsia utilizza tre telecamere radiometriche ad infrarosso e tre telecamere convenzionali visive per monitorare il lato inferiore del veicolo, il fianco esterno e il lato superiore del mezzo in transito.

Il monitoraggio della parte laterale interna del veicolo è effettuata mediante un array di pirometri ottici a causa dell'esiguo spazio esi-





Dall'alto, sequenza di rilevamento termico di un autotreno, con una visione frontale, un'analisi posteriore con possibilità di controllo del carico e l'eventuale individuazione dei punti caldi nei quali si rileva il superamento della soglia di allarme.

stente tra le due corsie di transito per l'accesso al tunnel.

Il sistema così costituito fornisce all'operatore un'immagine del mezzo ottenuta dalla sovrapposizione dell'immagine visiva e di quella ad infrarosso; in questo modo è possibile individuare univocamente il mezzo transitante e nel contempo riconoscere mediante la scansione ad infrarosso la presenza di punti termicamente anomali. Nel caso in cui il sistema individui la presenza di surriscaldamenti del mezzo, superiori alle soglie impostate, il sistema fornisce un allarme all'operatore addetto alla sala di controllo, al personale preposto al pedaggio e ad una postazione centrale per la gestione degli allarmi e quindi i conseguenti interventi di controllo e di intervento.

Ponte radio per trasmettere in diretta immagini termiche

In riferimento al controllo di merci pericolose denominate ADR e dei mezzi ritenuti pericolosi al passaggio del vaglio della porta termica il sistema in oggetto prevede l'utilizzo di un ponte radio analogico per la trasmissione delle immagini in diretta in sala di controllo.

Il ponte radio consiste di un trasmettitore fisso da applicare sul retro della telecamera IR portatile e diverse antenne riceventi (stimate in numero di tre) collegate ad un unico ricevitore per la ricezione del segnale video proveniente dalla telecamera, qualora l'operatore effettua una scansione dei soli mezzi ADR.

Un ponte radio aggiuntivo alla frequenza di 10 GHz sarà necessario per la trasmissione delle immagini dal posto di controllo alla zona denominata antincendio (attuale zona parcheggio lato Italia e Francia) per l'analisi dei mezzi ritenuti in allarme in fase di scansione mediante portale termico a bassa velocità.

Il ponte radio funzionante alla frequenza di 10 GHz funzionerà in postazione fissa (traliccio) e consiste di un trasmettitore posizionato nei pressi della zona di controllo dei mezzi in allarme e di un ricevitore installato all'interno della sala di controllo. La trasmissione dell'immagine termografica video verrà effettuata in bianco e nero e successivamente mediante un PC in sala di controllo riportata in modalità colori (Pal).

Il sistema di rilevazione incendi nel Traforo

Per il Traforo del Fréjus, il sistema di rilevazione incendi sarà affidato ad un sistema di 30 telecamere infrarosse non termometriche affiancate alle telecamere visive già posizionate in galleria per la

copertura di tutti i settori interni ad essa. Le immagini raccolte dalle telecamere infrarosse sono analizzate dai sistemi di elaborazioni e ritrasmesse alla Sala operativa centrale e alle stazioni di controllo tramite rete dati elettrica o in fibra ottica. Le condizioni di allarme sono tempestivamente comunicate a tutti i centri operativi autorizzati (compresi centri remoti quali le stazioni dei Vigili del fuoco) accompagnate da tutti i dati utili (immagini visibili ed infrarosse, dati sulla posizione sull'entità dell'incendio, numero e tipologia dei mezzi coinvolti e presenti nel settore di interesse ecc.). Le condizioni di allarme provocano nel Sistema di controllo generale delle emergenze l'avvio di tutte le procedure automatiche e semiautomatiche di gestione degli eventi incidentali (avvio impianti antincendio, attivazione squadre di emergenza, attivazione Vigili del fuoco ecc.).

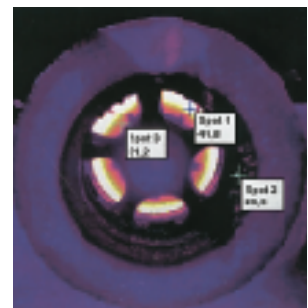
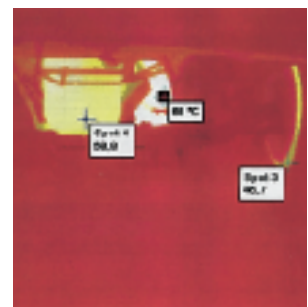
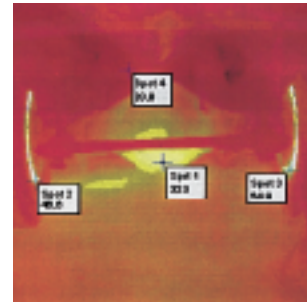
Controllo merci pericolose (Adr)

Il controllo delle merci pericolose e carichi speciali non sottoposti alla scansione termografica mediante portale termico a bassa velocità verrà effettuato con una telecamera IR termometrica portatile; un operatore addetto a questo tipo di controllo dovrà effettuare mediante questa telecamera un'analisi delle parti critiche del mezzo quali ceppi dei freni, carico e cabina di guida e ogni parte che è ritenuta critica dal punto di vista termico.

Con l'utilizzo della stessa telecamera IR portatile l'operatore dovrà effettuare un'analisi termografica dei mezzi in allarme ritenuti pericolosi in fase di scansione mediante il portale termico a bassa velocità. Le immagini termiche così rilevate saranno immagazzinate in una scheda Pcmcca e potranno essere riviste ed eventualmente analizzate su un PC in sala di controllo. In questo modo si potrà creare un archivio di immagini termiche dei mezzi Adr e dei mezzi ritenuti critici al taglio del portale termico a bassa velocità.

Studio del sistema di mitigazione degli incendi

L'impiego di ogni ragionevole misura preventiva non può comunque azzerare il rischio di incendio con gravi conseguenze nei trafori e nei tunnel ed è quindi opportuno selezionare una combinazione delle tecnologie preventive e di quelle protettive (attive e passive) che consentano congiuntamente la maggior riduzione del rischio per gli utenti nell'ambito della sostenibilità dei relativi costi (investimenti e funzionamento). I sistemi di spegnimento o di mitigazione dell'in-



In alto, rilevamento termico del differenziale posteriore e del sistema frenante di un autotreno.

Al centro, analisi del serbatoio dell'olio e dello scarico.

In basso, scansione di un disco frenante e misurazione delle temperature presenti.

incendio nei tunnel stradali sono attualmente molto insoddisfacenti e comunque non permettono un intervento rapido in grado di mitigare o estinguere l'incendio nella sua fase iniziale né consentono la protezione dei veicoli vicini né la protezione degli utenti che si trovino nelle vicinanze del focolaio.

La schiuma ad alta espansione rappresenta un mezzo ottimale per la protezione dei tunnel poiché consente al tempo stesso di:

- estinguere o comunque moderare l'incendio "primario";
- evitare la propagazione dell'incendio agli automezzi adiacenti;
- proteggere utenti e automezzi dalla radiazione infrarossa delle fiamme;
- proteggere gli occupanti di automezzi bloccati dal rischio mortale di intossicazione da monossido di carbonio;
- ridurre drasticamente il rischio di esplosione da vapori di idrocarburi a seguito dell'estinzione di un incendio con spargimento di carburante leggero a terra;
- consentire ai mezzi di soccorso di giungere sul luogo dell'incidente e di procedere in modo sicuro all'evacuazione di eventuali utenti bloccati nei propri mezzi.

La schiuma ad alta espansione agisce sull'incendio limitando l'afflusso di aria, contrastando la combustione, evitando l'evaporazione di liquidi infiammabili, assorbendo calore e creando una zona sicura di atmosfera respirabile ove è possibile sopravvivere nell'attesa dei soccorsi. I generatori ad alta espansione consentono tipicamente di produrre 100-800 m³ di schiuma al minuto con un consumo di acqua additivata di schiumogeno (miscelato al 3-6%) di circa 200-1.500 l/min. L'installazione di generatori a distanze di poche decine di metri consente quindi di creare una coltre protettiva locale entro alcuni minuti. Nel caso una persona si trovi avvolta dalla schiuma ad alta espansione non si hanno fenomeni di soffocamento né di intossicazione; qualora i soccorritori desiderino distruggere la coltre di schiuma, questo è possibile in poche decine di secondi con una normale lancia ad acqua frazionata. La schiuma ad alta espansione è già largamente utilizzata in alcune applicazioni di nicchia quali alcuni tipi di magazzini ed i ponti automezzi dei traghetti. Si propone quindi di investigare sperimentalmente l'efficacia della schiuma ad alta espansione per gli incendi in tunnel autostradali e l'elaborazione di linee guida per la realizzazione di impianti di questo tipo in galleria nonché la valutazione dei costi per la realizzazione di tali impianti.