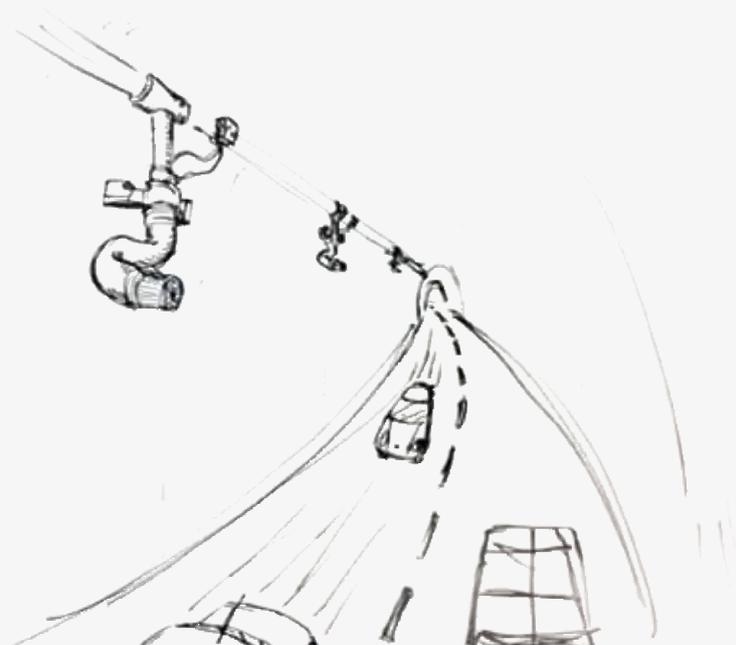


# TuDEM LEGIO

SISTEMA AUTOMATICO DI SPEGNIMENTO  
PER GALLERIE CON  
MONITORI TELECOMANDATI DISTRIBUITI





Le apparecchiature e impianti del sistema sono protette tra l'altro dai seguenti Brevetti:

- IT 000 1382038 del 30.09.2010
- IT 000 1387359 del 06.04.2011
- IT 000 1392070 del 09.02.2012
- IT 000 1396431 del 23.11.2012

dai seguenti Modelli di Utilità:

- IT 276757 del 04.10.2013

dai seguenti Brevetti in corso di concessione:

- MI 2013A001117 del 03.07.2103
- MI 2013A001382 del 09.08.2013

dai seguenti Modelli di Utilità in corso di concessione:

- MI 2013U000292 del 09.08.2013
- MI 2013U000034 del 24.01.2014
- MI 2013U000035 del 24.01.2014

Caccialanza & C. si riserva il diritto di cambiare o modificare senza preavviso qualunque dato o caratteristica allo scopo di apportare variazioni o modifiche volte a migliorare i prodotti presentati.



# INDICE

<b>Indice</b>	3
<b>Descrizione e caratteristiche tecniche del sistema</b>	4
<b>Gestione automatica del sistema</b>	5
<b>Gestione manuale remota del sistema mediante joy-stick dalla Control Room</b>	6
<b>Gestione manuale locale del sistema di comando radio a marsupio</b>	7
<b>Modalità operativa di intervento</b>	8
<b>Dimensionamento del sistema</b>	12
<b>Struttura del sistema</b>	14
<b>Caratteristiche delle stazioni di intervento e controllo con monitori antincendio</b>	16
<b>Affidabilità del sistema</b>	17
<b>Facilità di montaggio del sistema</b>	17
<b>Manutenzione</b>	18
<b>Utilizzo del sistema per impieghi produttivi di monitoraggio e per altre manutenzioni durante il normale esercizio della galleria</b>	19
<b>Risultati delle prove sperimentali</b>	19
<b>Note tecniche</b>	23
<b>Requisiti essenziali e specifici del sistema</b>	24



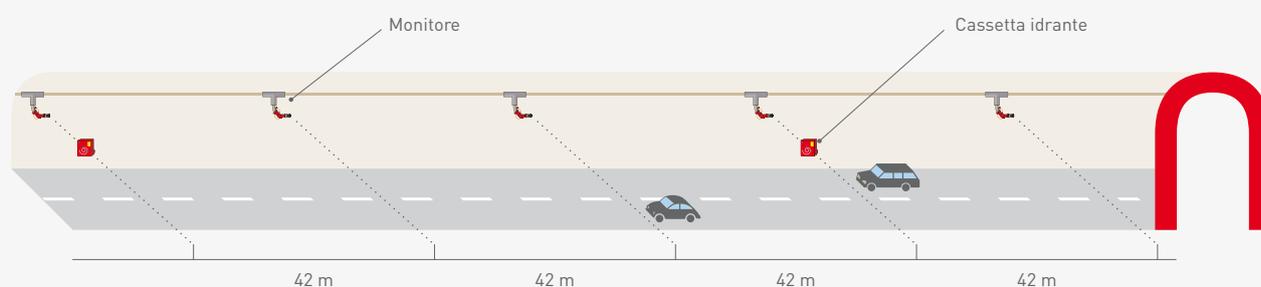
# Descrizione e caratteristiche tecniche del sistema

Innovativo sistema di spegnimento incendi in galleria in grado di operare sia in maniera totalmente automatica che con telecomando da operatore remoto. Il sistema si basa sulla collaudata tecnologia di spegnimento con monitori idroschiuma telecomandati, largamente diffusa a livello mondiale per lo spegnimento incendi in complessi industriali a grande rischio. A intervalli regolari (tipicamente 42 metri) lungo la parete della galleria sono distribuite stazioni di intervento e controllo costituite da un monitore telecomandato da 1.000 lt./min. con valvola motorizzata, un quadro elettrico, rilevatori di fiamma e telecamere a luce visibile e infrarossa.

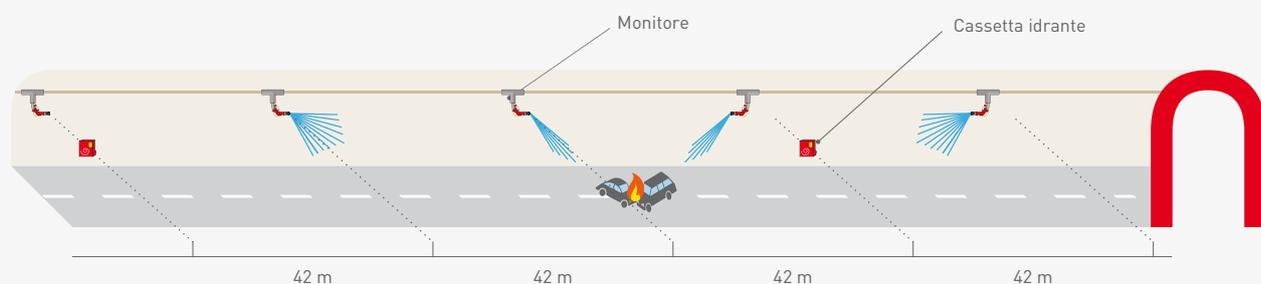
Le stazioni di intervento e controllo sono interconnesse da:

- una tubazione in pressione (~10 bar) per alimentazione di acqua o di miscela schiumogena antincendio;
- una linea di alimentazione elettrica di sicurezza;
- un bus seriale ridondante di trasmissione dati;
- un cavo termosensibile per la rilevazione dell'incendio (opzionale).

I monitori sono telecomandati elettricamente sia per i movimenti di alzo e rotazione che per la regolazione del bocchello da getto pieno a getto frazionato e per la apertura e chiusura della valvola a farfalla integrata. I comandi vengono inviati in maniera indipendente e selettiva per ciascun monitore utilizzando un unico bus seriale, con cavo speciale che permette anche la alimentazione elettrica di potenza delle unità.



Monitori a riposo.



Monitori in condizioni di intervento.



Il sistema è completato con una stazione di pressurizzazione e formazione della miscela schiumogena, costituita da un gruppo di pompaggio (generalmente una elettropompa ed una motopompa) e da un miscelatore schiuma a spostamento di liquido. In alternativa al miscelatore schiuma a spostamento di liquido è possibile utilizzare un miscelatore di linea e relative pompe per il liquido schiumogeno. Il dimensionamento della stazione di formazione della miscela schiumogena è naturalmente funzione della lunghezza e delle caratteristiche della galleria. Di norma la stessa stazione può essere utilizzata per i due forni della galleria o eventualmente per due gallerie contigue. È importante rilevare che nel sistema automatico di spegnimento con monitori telecomandati distribuiti può essere completamente integrato il sistema di spegnimento manuale con cassette idranti prescritto dalla vigente normativa. A tale scopo le cassette idranti vengono montate con un passo multiplo di quelle dei punti di osservazione, e quindi tipicamente 126 oppure 252 metri. Le cassette idranti sono direttamente derivate dalla linea di alimentazione idroschiuma ai monitori e sono dotate di una valvola riduttrice di pressione per ridurre la pressione idrica di erogazione alla lancia manuale a ca. 4÷5 bar. Anche la stazione di pompaggio viene in tal caso integrata con una pompa jockey, in grado di mantenere in rete a riposo la pressione richiesta per le lance manuali di 5 bar.



## Gestione automatica del sistema

La gestione automatica del sistema è realizzata da una unità principale di comando e controllo centralizzato installata nella Control Room della galleria o in altro idoneo locale tecnico. Per l'intervento automatico, il sistema di spegnimento è associato a un sistema di rilevazione di incendio a doppia tecnologia (temperatura e fiamma) distribuito su tutta la lunghezza della galleria. In caso di segnalazione di incendio nella galleria, il sistema individua in maniera automatica i due monitori più vicini (a monte e a valle) alla zona dell'incendio e di allarme, orientandoli automaticamente in maniera opportuna. I monitori iniziano a erogare acqua o schiuma sul punto dell'incidente con



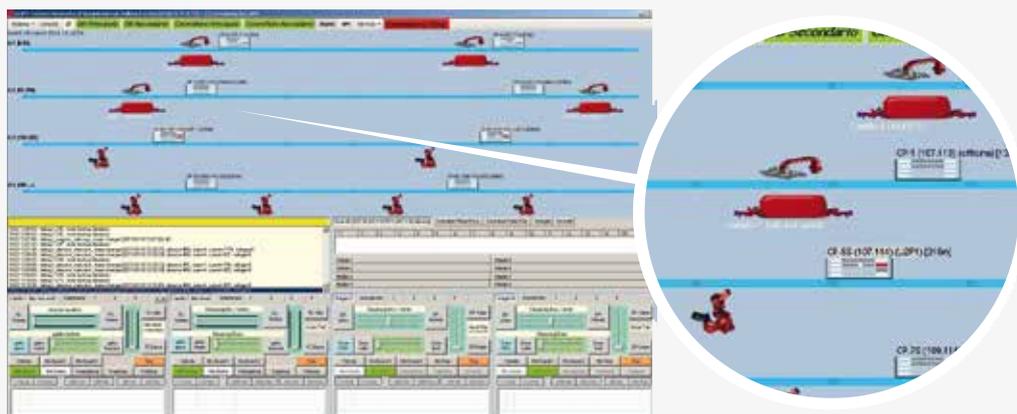
un getto regolabile in maniera continua da getto pieno (per massimizzare l'efficienza di spegnimento) a getto frazionato (per massimizzare la capacità di raffreddamento) come qui rappresentato:



Contemporaneamente, qualora necessario, anche i due monitori posizionati a monte ed a valle dei 2 monitori utilizzati per lo spegnimento cominciano a erogare acqua con getto frazionato (con cono di apertura del getto di 120°) con funzione di raffreddamento per abbattere lo sviluppo di calore nella galleria e di contenimento dei fumi dell'incendio. La procedura tipica complessiva è indicata nello schema della pagina 4.

## Gestione manuale remota del sistema mediante joy-stick dalla Control Room

Dalla unità principale di comando e controllo in Control Room è anche possibile, grazie a telecamere ad alta sensibilità ed ad infrarossi montate nelle stazioni di intervento e controllo, comandare i monitori a distanza mediante joy-stick orientandoli più precisamente sui focolai di incendio.



Questa operazione può essere fatta sia come completamento dell'intervento già iniziato in maniera automatica dal sistema, sia in seguito a una decisione dell'operatore



responsabile. In tal caso è sufficiente indicare al sistema con il mouse il punto della galleria in cui deve avvenire lo spegnimento per far attivare immediatamente tutta la procedura di selezione automatica della coppia di monitori per lo spegnimento e di quella per il raffreddamento. Le telecamere permettono di monitorare gli eventi in galleria dalla Control Room, utilizzando la tecnologia a luce visibile o all'infrarosso a seconda delle condizioni locali e delle grandezze che si desidera osservare.



Il sistema consente infine di coordinare al meglio le operazioni delle squadre di salvataggio, permettendo di conoscere istante per istante le condizioni nella zona del focolaio dell'incendio e nelle zone limitrofe.

## Gestione manuale locale del sistema di comando radio a marsupio

Per ottimizzare eventuali interventi di spegnimento da parte degli operatori specializzati e dei Vigili del Fuoco è previsto anche, in aggiunta al comando manuale remoto da luogo sicuro, anche la possibilità di un comando locale direttamente dalla galleria. A tal fine è disponibile un comando radio a marsupio che permette la selezione manuale del monitor desiderato ed il comando diretto manuale delle sue funzioni, oltre che la eventuale correzione locale delle attività di spegnimento in corso tramite comando centrale.

Come per il comando remoto il comando dei movimenti avviene mediante un joystick di precisione e le informazioni sullo stato del sistema sono disponibili tramite spie LED e display LCD a bordo del marsupio.



## Modalità operativa di intervento

1

Durante tutto il periodo di normale funzionamento della galleria i monitori stazionari distribuiti ad intervalli regolari (42÷50 m.) lungo la stessa, sono in posizione di riposo, contro la parete della galleria e monitorati in continuo dal sistema di controllo.

2

All'istante  $t = 0$  scoppia un incendio in galleria. L'incendio viene rilevato da uno o più sistemi di rilevazione presenti nella galleria. Il sistema TuDEM elabora l'informazione della zona dell'incendio e determina i 2 monitori a monte ed a valle più vicini.

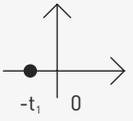
3

Per migliorare la rappresentazione viene modificata la scala dell'immagine. I 2 monitori a monte ed a valle dell'incendio selezionati si orientano verso l'incendio. Dall'istante  $t = 0$  sono trascorsi circa 2'.

4

I 2 monitori selezionati iniziano le operazioni di spegnimento. Il tempo complessivo trascorso dall'istante iniziale  $t = 0$  di insorgere dell'incendio è inferiore ai 3'.







5

Un ulteriore monitor, normalmente quello più vicino al monitor già in attività di spegnimento, può essere posizionato ed attivato per effettuare un'azione aggiuntiva di raffreddamento.



6

Esiste anche la possibilità di attivare un altro monitor (come nell'esempio sull'altro lato dell'incendio) che viene posizionato ed attivato per compiere la funzione di contenimento dei fumi.



7

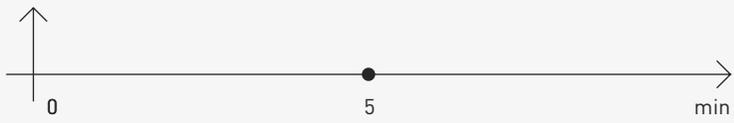
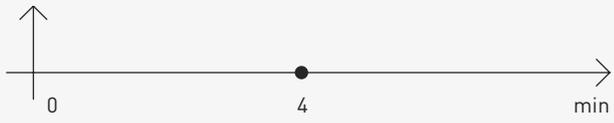
In alternativa al passo 6), è possibile anche (se operativamente più opportuno) scegliere un monitor sull'altro lato dell'incendio per compiere la funzione di contenimento dei fumi. La commutazione tra monitori attivi può avvenire anche durante l'intervento.



8

Le operazioni di spegnimento possono proseguire per tutto il tempo necessario, perché i monitori sono costantemente alimentati idricamente ed elettricamente. L'erogazione di ciascun monitor può essere interrotta, riattivata e regolata in maniera indipendente in base alle necessità. Al termine delle operazioni i monitori cessano di sparare e ritornano in posizione di riposo.





## Dimensionamento del sistema

Sono disponibili in letteratura alcuni studi di Enti di Ricerca e Laboratori di Vigili del Fuoco che riportano considerazioni sullo sviluppo di incendi tipici in galleria (sia sulla base di prove sperimentali che utilizzando modelli matematici basati su relazioni semi-empiriche) in particolare per quanto riguarda la curva temperatura-tempo per focolai con diverse potenze rilasciate.

Da queste analisi si rileva che le temperature massime vengono raggiunte dall'incendio in galleria dopo un tempo superiore ai dieci minuti e che nei primi 5 minuti le temperature raggiunte dall'incendio non si discostano in maniera significativa da quelle registrabili per un analogo incendio fuori dall'ambiente galleria. Al momento dell'intervento di idonee misure di spegnimento, la temperatura cessa inoltre di aumentare quasi istantaneamente.

È pertanto evidente che un efficiente impianto di spegnimento in galleria deve intervenire in un tempo inferiore ai 5 minuti.

Questi valori sono naturalmente da intendersi come valori tipici medi, essendo di volta in volta l'analisi di rischio per ciascuna galleria a determinare lo specifico valore per il progetto.

Il dimensionamento del sistema automatico di spegnimento con monitori telecomandati distribuiti con passo costante lungo la galleria è studiato per garantire un tempo complessivo tra l'insorgere dell'incendio e l'inizio dello spegnimento automatico inferiore ai 3 minuti.

Si considera che un tempo inferiore ai due minuti sia assegnato alla procedura di sicura discriminazione e validazione della presenza di incendio, e un tempo non superiore al minuto è riservato ai monitori per assumere la posizione di lavoro ed iniziare le operazioni di spegnimento.

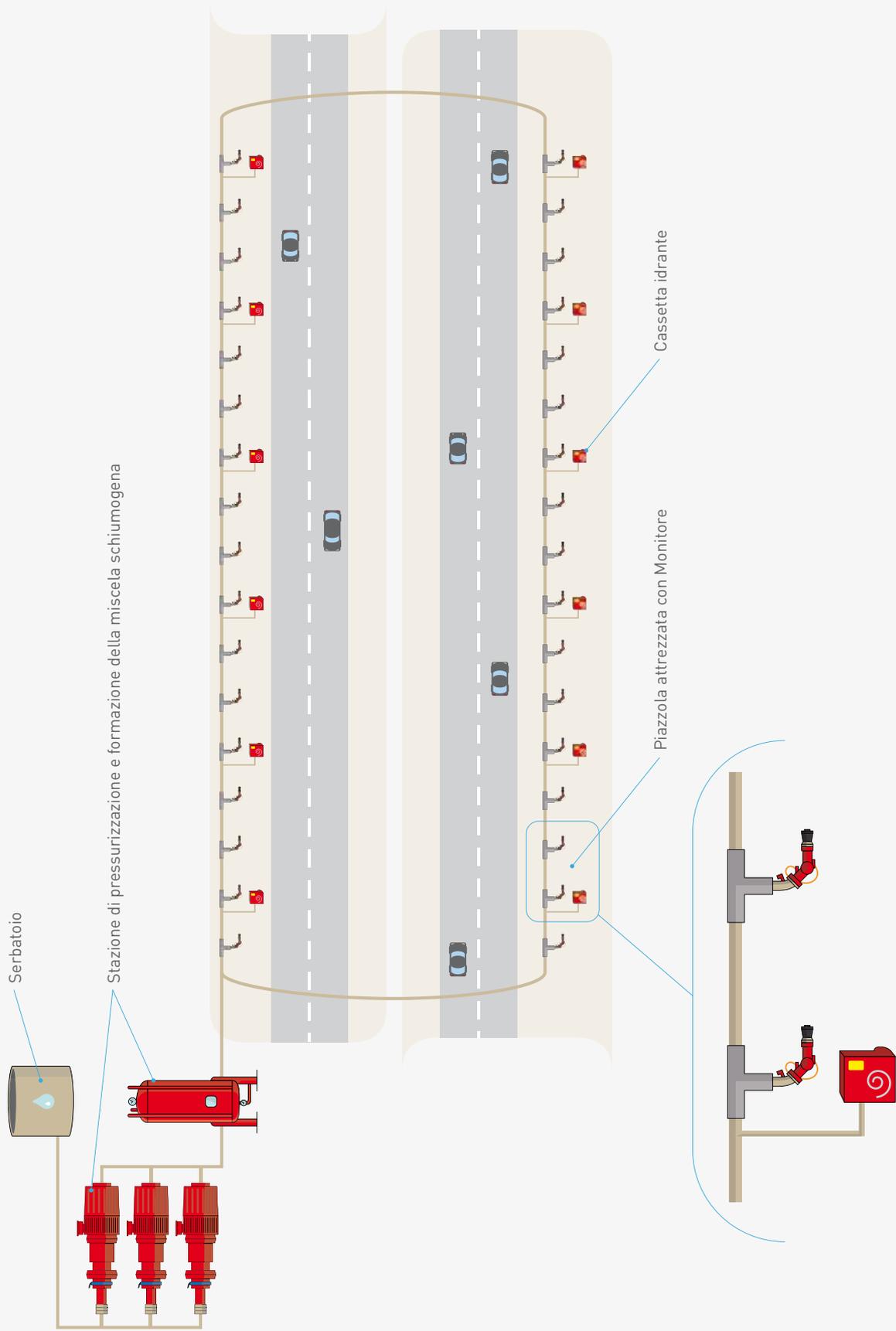
Il passo di installazione dei monitori lungo la parete della galleria è tipicamente di 42 metri e può essere dilatato fino a 50 metri.

Con intervento manuale la velocità di attivazione del sistema può essere ulteriormente incrementata.

Infatti nel momento stesso in cui l'operatore del Centro di Controllo locale o remoto identifica un incendio può far partire lo spegnimento che diventa operativo in un tempo inferiore ai 2 minuti.

Lo stesso vale quando l'operatore in base al segnale di allarme incendio di un singolo rilevatore di fiamma, dopo aver controllato via TVCC la situazione, decide di attivare lo spegnimento senza attendere anche la segnalazione di allarme del cavo termosensibile, normalmente più lento a intervenire.





## Struttura del sistema

Lungo l'intera galleria è installata una tubazione per l'alimentazione di acqua o miscela schiumogena antincendio, oltre al cavo di energia elettrica e la dorsale di trasmissione dati in fibra ottica (bus seriale).

Sia la alimentazione elettrica che la trasmissione dati sono realizzati a anello.

Con un passo costante, tipicamente dell'ordine dei 42 metri, sono installate lungo la galleria le stazioni di intervento e controllo, la cui distribuzione viene schematicamente rappresentata dalla figura riportata alla pagina 12. In ciascuna di queste stazioni di intervento e controllo è presente un quadro che sovrintende a tutte le funzioni, che viene riportato qui di seguito

Le stazioni di intervento e controllo rappresentano la dorsale del sottosistema di rilevazione incendio, sia per quanto riguarda i rilevatori di fiamma (concentrati a coppie presso ciascuna stazione) sia per il cavo termosensibile, suddiviso in vari spezzoni funzionali distinti e distribuito sull'intera lunghezza della galleria. I segnali dei sensori vengono elaborati nel rispettivo quadro protetto montato a parete della galleria, al quale vengono anche interfacciate le telecamere fisse di monitoraggio sia a luce visibile che a infrarosso orientate nelle due opposte direzioni lungo l'asse della galleria. Gli stessi quadri servono poi ad alimentare il monitore telecomandato e la relativa valvola di intercettazione.

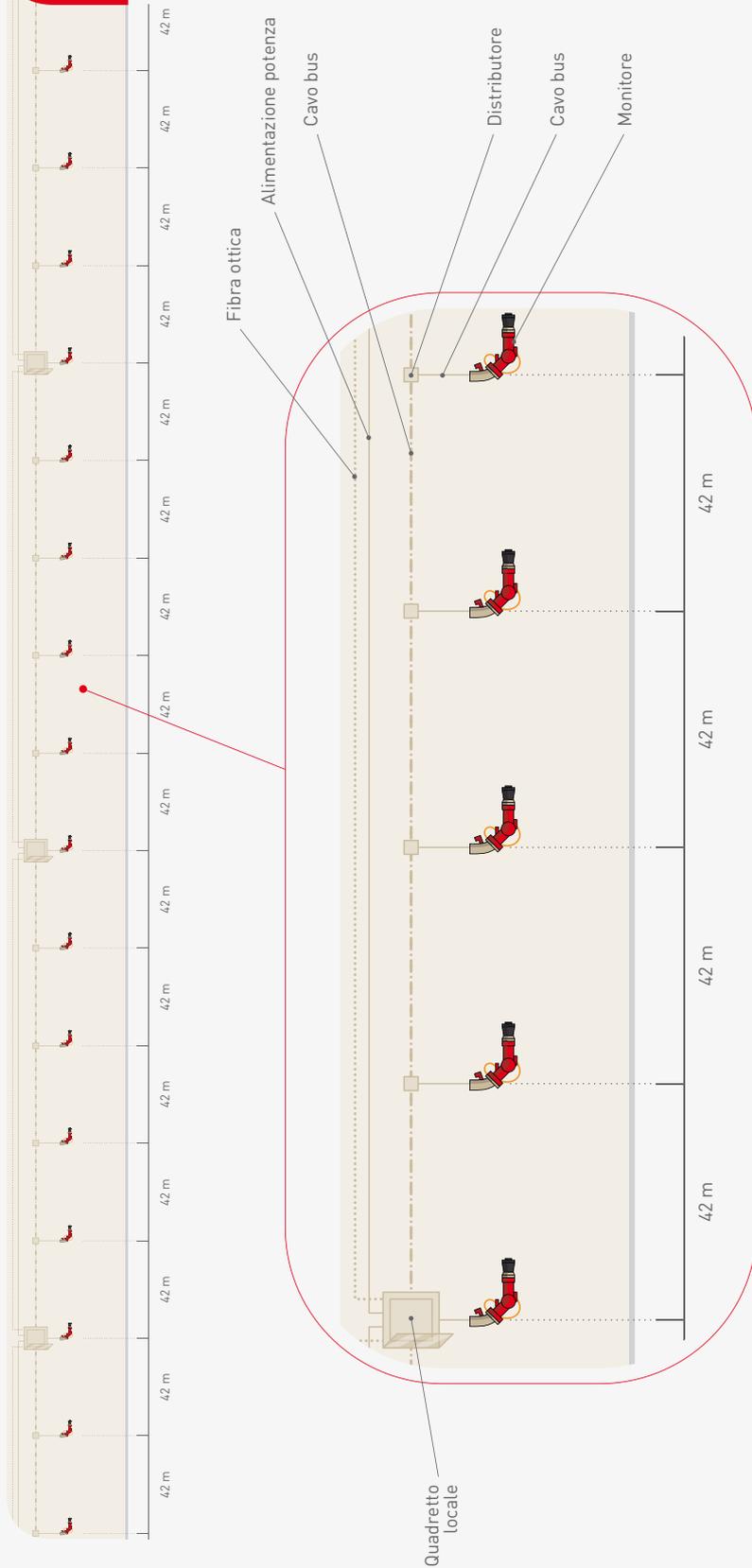
I monitori sono previsti per una portata idroschiuma di 1.000 lt./min. ognuno, largamente superiore quindi alla portata di spegnimento specifica dei mezzi sia fissi che mobili normalmente in dotazione per lo spegnimento di incendi in galleria.

La quantità complessiva di acqua necessaria al funzionamento del sistema resta peraltro paragonabile a quella di altri sistemi fissi per la protezione delle gallerie, perché in questo sistema tutta la portata di spegnimento disponibile viene concentrata nel punto in cui necessita e non viene dispersa in un tratto più o meno lungo di galleria. La figura nella pagina 13 mostra in maniera schematica la tipica distribuzione idrica del sistema, comprensiva anche dell'impianto di cassette idranti prescritto dalle norme. La figura nella pagina 15 mostra invece lo schema tipico dei collegamenti elettrici e di segnale con doppio anello ridondante, per garantire la funzionalità al 100% in caso di primo guasto in qualunque punto della galleria.



Monitore A2 EL con bocchello e valvola.





# Caratteristiche delle stazioni di intervento e controllo con monitori antincendio

Le stazioni di intervento e controllo presentano caratteristiche e prestazioni molto elevate e di vario tipo, quali:

- ingombro ridotto, per un agevole inserimento nelle sagome delle gallerie autostradali e ferroviarie;
- possibilità di montaggio e di funzionamento in qualunque posizione (orizzontale, verticale, inclinata) nella parte alta della sezione della galleria;
- alta affidabilità di funzionamento;
- costi contenuti;
- capacità di trasmettere la propria identificazione e la posizione di funzionamento progettazione mirata al funzionamento con acqua e schiuma.

Parametri	Descrizione
Lunghezza massima della tratta	Senza limitazione
Distanza tra le postazioni	tipico 42m, massimo 50m
Intervallo posizionamento quadri	250m tipico, massimo 500m
Numero attuatori per monitor	5
Tensione linea (primaria/secondaria) quadri	230V/50Hz
Tensione motori (potenza/controllo)	24V c.c.
Tensione elettrovalvola	24V
Resistenza alla fiamma cavi primari	180 minuti secondo IEC 60331 - 60332
Numero monitori	1 per ciascuna postazione
Portata monitori	1000 lt/min (ciascuno)
Angolo massimo frazionamento	120°
Pressione nominale bocchello	7 bar
Gittata max alla prestazione/portata nominale	52 m
Protezione termica passiva	costruzione completamente metallica
Protezione termica attiva (raffreddamento)	ugelli portata 4lt/m <sup>2</sup>
Dimensioni (in posizione riposo)	700Lx300Px600Hmm
Bus interno can open	secondo CiA401 - CiA402
Protocollo comunicazione ethernet (quadri)	secondo IEEE 802.3
Retroazione posizionamento monitor	doppia(alzo rotazione) encoder con valore relativo
Modalità di attivazione	automatico/semiautomatico/manuale remoto e locale
Rispondenza D.P.R. n.151 del 1.8.2012	integrata con cassette idranti passo 126 o 252m
Produttore	Caccialanza & C. Srl



## Affidabilità del sistema

Il mantenimento nel sistema della collaudata affidabilità di spegnimento dei monitori è ovviamente associato alla massima affidabilità dei suoi diversi componenti, tenendo conto delle particolarissime condizioni in cui deve avvenire l'intervento di emergenza. Per tutti i componenti critici si è scelta quindi la strada della ridondanza, associata all'utilizzo dei migliori materiali e componenti reperibili sul mercato e alla adozione delle tecniche di monitoraggio, comunicazione e controllo più moderne e affidabili. Per quanto riguarda la trasmissione dati in particolare è stata scelta una trasmissione TCP/IP, per permettere tra l'altro il diretto utilizzo delle strutture di comunicazione esistenti o che verranno via via create per ottenere senza costi aggiuntivi il monitoraggio di allarmi, comandi e controlli anche nelle Sale di Controllo centralizzate dei gestori delle gallerie.

Il sistema è progettato pertanto per risultare duale e ridondante in tutte le sue caratteristiche:

- lo spegnimento è affidato a due monitori sui due lati dell'incendio; un solo monitor è sufficiente per spegnere;
- il puntamento dei monitori avviene in maniera indipendente sui due lati dell'incendio;
- la alimentazione elettrica delle stazioni di intervento e controllo è realizzata in anello; può avvenire quindi in maniera separata e indipendente sui due lati della zona interessata dall'incendio;
- la comunicazione dei dati (sia in fibra ottica che in rame) è realizzata in doppio anello, in maniera quindi separata e indipendente sui due lati della zona interessata dall'incendio.

## Facilità di montaggio del sistema

Il sistema è applicabile anche a gallerie esistenti, non costringe cioè a mettere le stesse completamente fuori esercizio per l'intera durata dei lavori di installazione, e può essere indistintamente usato tanto per gallerie di tipo stradale e autostradale quanto per gallerie ferroviarie e metropolitane.



## Manutenzione

Come qualunque impianto antincendio il sistema necessita di una manutenzione periodica, in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente.

Le norme prevedono chiaramente che tutti i componenti attivi dell'impianto, sia centrali che periferici, siano soggetti a manutenzione e che avvengano prove funzionali periodiche. Nel caso del nostro sistema la manutenzione è resa particolarmente agevole da due fattori principali:

- tutti gli organi dell'impianto vengono monitorati in continuo dalla unità di controllo centrale del sistema, per cui eventuali problemi sono immediatamente segnalati e protocollati;
- la gran parte degli organi del sistema sono montati nelle stazioni di intervento e controllo, installate in punti di agevole accesso per le operazioni di manutenzione senza intralciare la operatività della galleria.

È importante segnalare come nell'intero sistema non siano presenti in alcun punto significative riduzioni dei diametri delle tubazioni oppure orifizi calibrati di piccola sezione, che risultano particolarmente sensibili alle impurità normalmente presenti nelle acque antincendio e di conseguenza richiedono una intensiva manutenzione per il loro corretto funzionamento.



## Utilizzo del sistema per impieghi produttivi di monitoraggio e per altre manutenzioni durante il normale esercizio della galleria

Si è data grande attenzione alla possibilità di utilizzo del sistema oltre alla naturale e primaria funzione di protezione dagli incendi.

Il sistema può infatti essere utilmente impiegato per scopi di monitoraggio e di manutenzione anche durante il normale esercizio della galleria.

I monitori dislocati sull'intera lunghezza della galleria possono venire attivati singolarmente e nella sequenza desiderata e possono essere orientati mediante telecomando in maniera continua come opportuno per le varie operazioni.



Le telecamere montate in corrispondenza delle stazioni di intervento e controllo possono essere utilizzate per scopi di controllo del traffico e di controllo della manutenzione, senza generare alcun costo supplementare per la loro installazione e manutenzione. I monitori possono anche essere utilizzati per operazioni di lavaggio o di bonifica ambientale, orientandoli in qualunque punto desiderato della galleria ed erogando fluidi specifici (detergenti, disperdenti, ecc.) opportunamente miscelati all'acqua. Le stazioni di intervento e controllo possono venire equipaggiate con sensori per la misura dell'inquinamento (CO, ecc.) e della esplosività in galleria che possono funzionare in continuo, monitorando sia l'andamento normale del traffico che le diverse condizioni di emergenza.

## Risultati delle prove sperimentali

Nelle pagine seguenti sono visualizzate alcune sequenze tratte da prove sperimentali effettuate in galleria. Le prove sono state effettuate nella galleria metropolitana sperimentale e nella galleria stradale sperimentale della Scuola di Formazione Operativa dei Vigili del Fuoco a Montelibretti (Roma) nonché nel Traforo del Gran Sasso sulla autostrada A24 tra l'Aquila e Teramo.





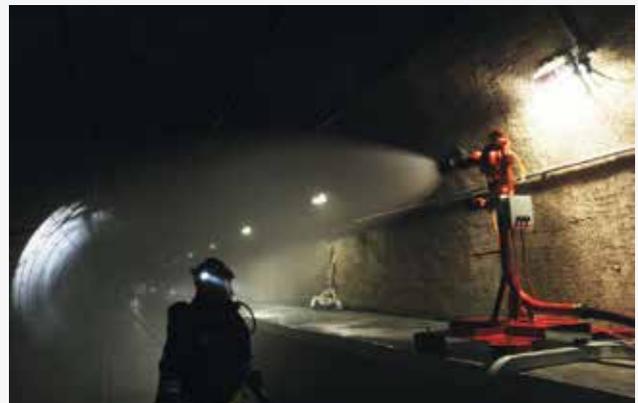
Galleria stradale Montelibretti (incendio autovettura)



Galleria stradale Montelibretti (incendio pozza)



Galleria metropolitana Montelibretti



Galleria autostradale A24 del Gran Sasso



## Note tecniche

La descrizione tecnica e funzionale delle prestazioni e caratteristiche dei sistemi automatici di spegnimento per gallerie con monitori telecomandati Caccialanza viene riportata nei seguenti prospetti specifici, ai quali si rimanda:

**TuDEM CAR**  
SISTEMA AUTOMATICO DI  
SPEGNIMENTO PER GALLERIE  
CON MONITORI TELECOMANDATI  
SU CARRELLO AEREO



**PRESTAZIONI TuDEM**  
PRESTAZIONI DEL SISTEMA  
AUTOMATICO DI SPEGNIMENTO  
CON MONITORI TELECOMANDATI  
IN INCENDI IN GALLERIA



**TuDEM ARIANNA**  
SISTEMA INTERATTIVO  
DI SEGNALAZIONE E GUIDA VISUALE  
PER LE VIE DI FUGA  
IN GALLERIE E AREE CONFINATE



# Requisiti essenziali e specifici del sistema TuDEM

Il sistema proposto risponde totalmente ai requisiti essenziali e specifici per un sistema di spegnimento incendi in gallerie qui di seguito elencati:

- altissima affidabilità nell'intervento di spegnimento;
- utilizzo della tecnologia antincendio disponibile più efficiente per la classe di incendio in oggetto;
- elevata riserva (sovradimensionamento) della portata di spegnimento specifica richiesta;
- possibilità di utilizzo del sistema di spegnimento per un tempo illimitato;
- attivazione automatica del sistema senza necessità di intervento diretto di personale;
- possibilità di intervento diretto da parte di un operatore remoto che da area sicura può ottimizzare le prestazioni del sistema di spegnimento;
- possibilità di utilizzo del sistema sia per gallerie stradali che ferroviarie e metropolitane;
- autodiagnosi automatica e continua dello stato del sistema, sia in condizioni di stand-by che in condizioni operative;
- insensibilità al guasto distribuita sull'intero sistema;
- possibilità di agevole installazione del sistema minimizzando le attività di montaggio locali e la sezione di ingombro nella galleria (per galleria in esercizio);
- minimizzazione della progettazione dettagliata specifica per ogni diversa installazione;
- minimizzazione delle attività di manutenzione e dei relativi costi;
- standardizzazione delle attività di manutenzione concentrate su pochi componenti specifici, realizzati in maniera da essere facilmente intercambiabili.



**CACCIALANZA & C.**   
SISTEMI ANTINCENDIO E DI SICUREZZA

CACCIALANZA & C Srl  
Via Pacinotti 10, I-20090 Segrate (Milano) Italy  
Tel. 0039 02 216918.1 – 2139851  
Email: support@caccialanza.it  
www.caccialanza.eu  
www.caccialanza.it

