



LA SICUREZZA ANTINCENDIO NEI BENI CULTURALI - SISTEMI ESTINGUENTI AD AEROSOL CONDENSATO

**Esempi di progettazione di Impianti realizzati in Biblioteche storiche secondo la
norma UNI ISO 15779:2012**

Organizzato da:
Rivista ANTINCENDIO - EPC Periodici

Mercoledì 1 Ottobre 2014
Sala C
FORUM DI PREVENZIONE INCENDI 2014

Dr. Roberto Bianchetti
Ing. Alberto Di Martino

FirePro System®

Definizioni

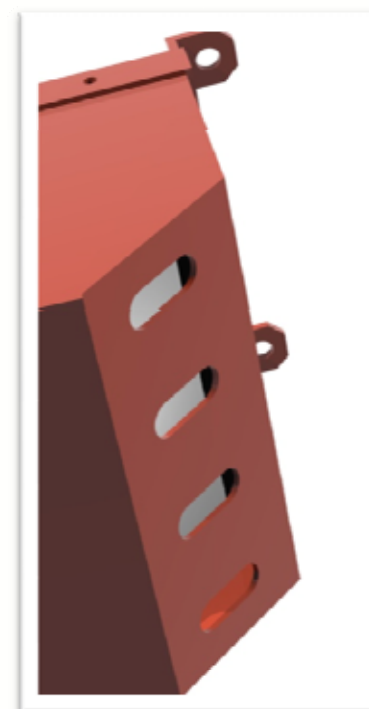
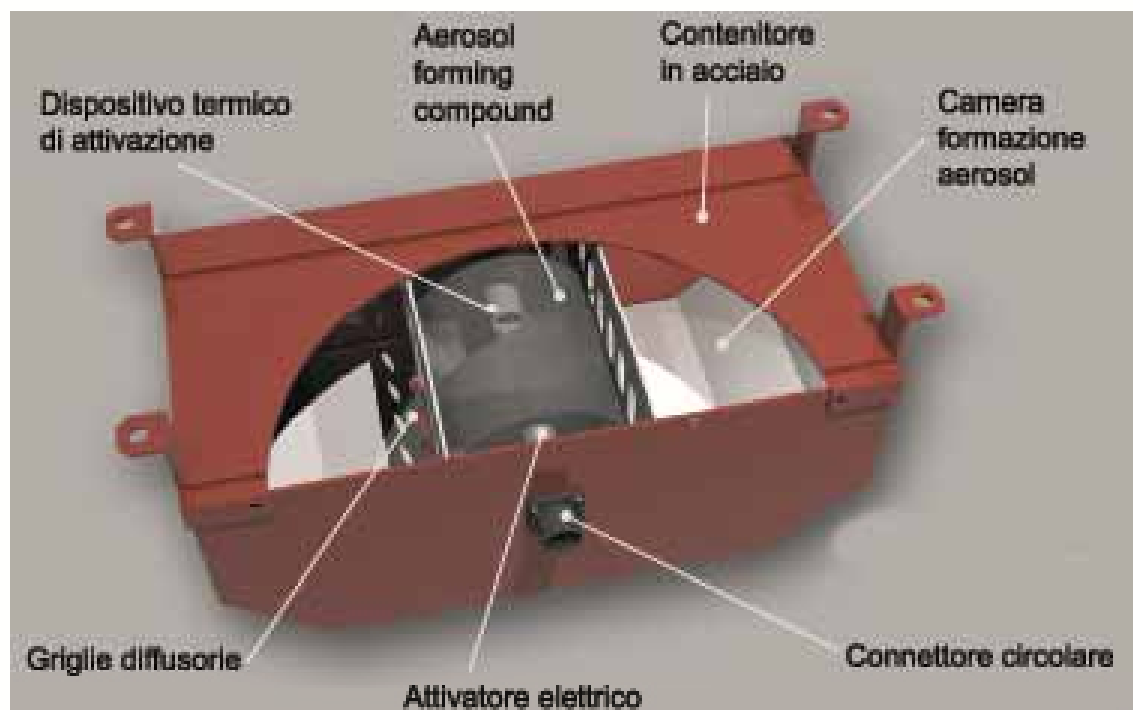
Gli estinguenti aerosol offrono un metodo unico di estinzione degli incendi per mezzo di una dispersione ultrafine di particelle condensate di carbonato di potassio e gas inerti.

Un fumo dunque.



Definizioni

I CONDENSED AEROSOL si basano sull'impiego, quale agente estinguente, di una miscela solida, definita "compound", contenuta in generatori metallici dotati di griglie e fori per l'espulsione in ambiente del prodotto. Una volta attivato, per mezzo di accenditori elettrici, si innesca un processo esotermico di trasformazione della massa estinguente in aerosol, contenente particelle di sali di potassio di piccolissime dimensioni veicolate da gas inerte.



Gli agenti estinguenti ad aerosol di Carbonato di Potassio

I sistemi ad aerosol a base di carbonato di potassio vengono inseriti all'interno del panorama degli impianti di spegnimento automatico. Si tratta di sistemi di **Protezione Attiva** il cui comando/attivazione è sempre relegato alla presenza di un impianto di rivelazione incendi e gestione spegnimento.

Gli Estinguenti Aerosol rappresentano una soluzione nel settore degli impianti antincendio di tipo “non distruttivo”, ponendosi come valida alternativa dalla messa al bando degli estinguenti alogenati quali gli halon.

Gli aerosol, in virtù della loro compatibilità ambientale, sono annoverati tra gli agenti “clean agent” . In particolare per:

- ✓ nessuna interazione sui processi di distruzione dell'ozono (ODP nullo)
- ✓ tempo di permanenza (ALT) e un potere di riscaldamento (GWP) insignificanti
- ✓ trascurabilità dei residui rilasciati



Dove applicare gli aerosol

✓ In diversi casi Regole Tecniche di Prevenzione Incendi impongono l'utilizzo di impianti di spegnimento automatico, tra cui si annoverano anche i Sistemi ad Aerosol Condensato.

UFFICI (Decreto 22 febbraio 2006)

Archivi e Depositi di Superficie > 200 m² o Carico Incendio > 60 Kg/m².

STRUTTURE SANITARIE (DM 18/09/02)

Depositi con Carico Incendio > 60 Kg/m².

SCUOLE (DM 26/08/92)

Depositi con Carico Incendio > 30 Kg/m².

ATTIVITA' COMMERCIALI (DM 22/07/10)

Depositi di Superficie > 1.000 m² o Carico Incendio > 600 MJ/m².

ALBERGHI (DM 09/04/94 e successive modifiche ed integrazioni)

Depositi con Carico Incendio > 60 Kg/m².



Dove applicare gli aerosol

✓ L'aerosol agisce sia come agente estinguente ad irrorazione diretta, per protezioni ad oggetto, che come un **agente a saturazione**, per applicazioni **total flooding**, essendo capace di spegnere focolai non irrorati direttamente ed avendo un lungo tempo di decadimento di questa capacità.



Dove applicare gli aerosol

- ✓ La tecnologia ad aerosol è idonea per l'estinzione di incendi di classe A, B, C ed E con particolare efficacia per la classe B ed E che riguarda gli incendi di materie plastiche e materiali derivati da idrocarburi.
- ✓ Non agendo per soffocamento e/o raffreddamento, sui fuochi di classe A la sua efficacia è legata alla tempestività di intercettazione dell'impianto di rivelazione e gestione spegnimento nell'evitare la formazione di braci profonde.



Dove applicare gli aerosol

✓ I campi di applicazione, al pari di altri agenti a saturazione, riguardano la protezione di beni e di dati per i quali sarebbe impensabile utilizzare tecnologie efficaci nello spegnimento, ma invasive nel danneggiamento indotto.

- ❖ Depositi librari, anche di pregio
- ❖ Archivi cartacei
- ❖ Locali CED, Server farm, centrali di telecomunicazioni
- ❖ Cabine elettriche
- ❖ Depositi di stoccaggio infiammabili
- ❖ Shelter

✓ Vi sono, inoltre, numerose applicazioni per la protezione di vani motore e vani tecnici nei trasporti su gomma, ferroviari e navali.



Norme e Standard applicabili

DM 20/12/2012 stabilisce nell'allegato:

- **REGOLA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI PER GLI IMPIANTI DI PROTEZIONE ATTIVA CONTRO L'INCENDIO INSTALLATI NELLE ATTIVITA' SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI.**
- **Introduzione nel paragrafo 6 del presente decreto del sistema di spegnimento ad aerosol condensato all'interno dei sistemi di protezione attiva con riferimento agli impianti di estinzione o controllo dell'incendio.**
- **Definizione delle norme da applicare per l'utilizzo dei suddetti sistemi.**

LETTERA CIRCOLARE Prot. 0014229 del 19 Novembre 2012:

IMPIEGO DI PRODOTTI E SISTEMI PER LA PROTEZIONE ANTINCENDIO DELLE COSTRUZIONI

Campo di applicazione per i prodotti innovativi, attualmente privi di apposita specificazione tecnica armonizzata e quindi di marcatura CE.



Norme e Standard applicabili

NORMA RITIRATA DALL'UNI:

- UNI CEN/TR 15276:2010 “Installazioni fisse antincendio – Sistemi estinguenti ad aerosol condensato” parte 1 e 2

NUOVA NORMA PUBBLICATA IL 22 Marzo 2012:

UNI ISO 15779:2012 “Installazioni fisse antincendio - Sistemi estinguenti ad aerosol condensato. Requisiti e metodi di prova per componenti, progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi - Requisiti generali”

Altri standard internazionali:

- IMO MSC.1/Circ. 1270 del 04 giugno 2008
- NFPA 2010 Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems



Norme e Standard applicabili

Il precedente rapporto tecnico UNI CEN/TR 15276 lasciava alla parte 2 il compito di definire i criteri di Progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi estinguenti ad aerosol condensato.

✓ L'attuale norma ISO 15779:2012 si differenzia per non dividere in due parti lo standard, ma lasciandolo separato in base a paragrafi che richiamano medesimi criteri.

✓ Nella Norma ISO sono specificati:

Campo di applicazione - Riferimenti Normativi – Termini e Definizioni

Utilizzo e Limitazioni – Requisiti di Sicurezza - Progetto del Sistema

Criteri di Installazione – Sistemi di Rivelazione, Allarme e Controllo

Messa in Servizio – Ispezione – Manutenzione – Formazione



Norme e Standard applicabili

✓ La Norma ISO tratta l'utilizzo dei sistemi di spegnimento ad aerosol condensato per applicazioni a saturazione totale in aree normalmente occupate, aree normalmente non occupate o non occupabili.

Il coefficiente massimo non dovrebbe superare il LOAEL per l'agente estinguente utilizzato, a meno che non sia installato un dispositivo di blocco.

Quando il locale è occupato, si raccomanda di impostare la modalità non automatica per i sistemi nei quali si prevede che sia superato il NOAEL.

Al variare dei livelli di LOAEL e NOAEL la norma fornisce il seguente prospetto

| Coefficiente Max | Dispos. Ritardo Temporale | Interruttore Autom./Manuale | Dispositivo di Blocco |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Fino al NOAEL | Richiesto | Non Richiesto | Non Richiesto |
| Tra NOAEL e LOAEL | Richiesto | Richiesto | Non Richiesto |
| Sopra al LOAEL | Richiesto | Richiesto | Richiesto |



Norme e Standard applicabili

- ✓ In **INTRODUZIONE** la norma UNI ISO 15779:2012 Indica che gli agenti estinguenti ad aerosol sono riconosciuti come mezzi efficaci per l'estinzione di particolari incendi di Classe A (incendi con combustione di materiali solidi) e incendi di Classe B e Classe C secondo la EN 2.
- ✓ Per la verifica di situazioni di non idoneità o pericolo nell'uso dell'agente estinguente, viene consigliato di contattare il fabbricante dei generatori e/o di chiedere informazioni alle autorità antincendio competenti, a quelle preposte alla salute e sicurezza.
- ✓ Viene sottolineata l'importanza della Manutenzione del Sistema e la corretta Gestione (Attrezzature Antincendio – Volume – Contenuto Protetto), a garanzia dell'efficacia della protezione e della salute degli eventuali occupanti.
- ✓ A titolo precauzionale viene raccomandato che il locale protetto sia evacuato in caso di incendio prima della scarica (in particolare per gli effetti dovuti alla riduzione di visibilità in fase di scarica).



Meccanismo di estinzione incendio

In un processo di combustione, gli elementi sempre presenti sono Ossigeno, Idrogeno e Carbonio, i quali generano anidride carbonica e vapore acqueo:



Oltre all'acqua e all'anidride carbonica, si generano radicali liberi OH⁻ fortemente instabili che permettono alla reazione di proseguire (Catalisi negativa).



Meccanismo di estinzione incendio



AZIONI DI SPEGNIMENTO

- 1) Rimozione del combustibile
- 2) Raffreddamento dei materiali
- 3) Soffocamento delle fiamme
- 4) Inibizione della reazione chimica



Meccanismo di estinzione incendio

L'azione di spegnimento degli estinguenti aerosol è di blocco dell'autocatalisi, che consiste nell'inibizione, a livello molecolare, dei radicali che sostengono la reazione di combustione, senza che ciò comporti nessuna riduzione del tenore di ossigeno presente nell'ambiente. Il carbonato di potassio immesso in ambiente interferisce con la catena di reazione del fuoco, di fatto spezzandola e comportando la inibizione istantanea dello stesso.

In particolare l'azione di spegnimento si attua attraverso due azioni:

✓ Fisica

Capacità del carbonato di potassio di attenuare l'energia della fiamma in virtù del processo di ionizzazione dello stesso in presenza del fuoco. Formazione di radicali di potassio K^+ . Questa reazione, indotta dalla fiamma stessa, è basilare per la successiva azione chimica.



Meccanismo di estinzione incendio

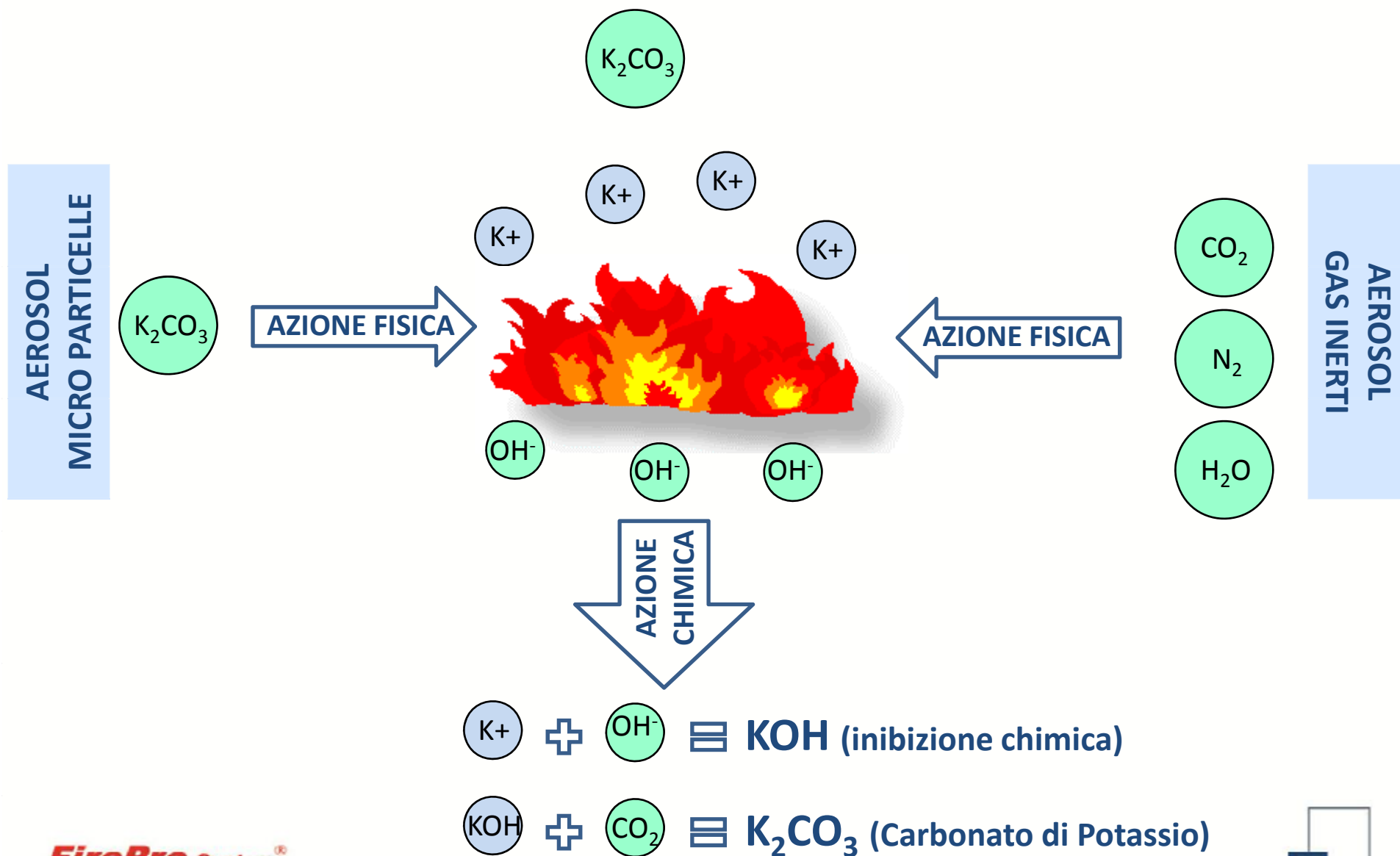
✓ Chimica (azione di inibizione)

Il potassio ionizzato **K+**, derivante dalla scissione dei sali di potassio (K_2CO_3 o KCl) interferisce con la catena di reazione della combustione rimuovendo i radicali liberi **OH·** (non più disponibili ad alimentare la combustione), attraverso la formazione di un composto stabile **KOH** con conseguente inibizione dell'incendio.

La presenza contemporanea sia dell'idrossido di potassio (KOH) che dell'anidride carbonica (prodotta sia dall'aerosol che dalla combustione) comportano un successivo legame e conseguente formazione di carbonato di potassio.



Meccanismo di estinzione incendio



Meccanismo di estinzione incendio

L'idrossido di potassio KOH che rimane tal quale nell'aerosol è pochissimo, nell'ordine dei microgrammi, infatti i valori di **PH**, registrati in un volume saturato con aerosol, sono circa **6,5** contro valori registrati in volumi saturi di idrossido di potassio, pari a circa **12**.

Le due reazioni avvengono a livello superficiale, per cui, sia la maggiore quantità che la minore dimensione delle particelle immesse, aumenta la loro superficie di reazione e quindi l'efficacia dello spegnimento.



Meccanismo di estinzione incendio

Le reazioni che garantiscono lo spegnimento dell'incendio, mediante blocco della catalisi negativa, possono avvenire soltanto grazie al contatto tra l'aerosol e la fiamma. Pur avendo un comportamento sul fuoco simile agli Halon, l'aerosol non è un gas che si distribuisce uniformemente in ambiente in base al rapporto tra quantità immessa e volume protetto.

A causa della elevata temperatura della componente gassosa, l'aerosol tenderà a stratificare verso l'alto per poi depositarsi nel successivo raffreddamento.

La sedimentazione del prodotto, non avvenendo in modo omogeneo - dipende anche dalla densità dell'aria - rischia di lasciare sacche di volume prive della corretta concentrazione di micro particelle.

Risulta fondamentale per garantire la distribuzione dell'estinguente nel volume protetto, l'utilizzo di generatori aerosol che siano in grado di distribuire, in virtù del loro lancio, l'agente estinguente compensando la sua naturale tendenza alla stratificazione.

Per garantire una corretta progettazione, il produttore della tecnologia dovrebbe specificare il lancio e l'altezza massima di installazione per ciascun prodotto oltre a indicare dei parametri correttivi in funzione della geometria del locale protetto.



Tecnologia degli Aerosol condensati

- ✓ Gli erogatori ad aerosol consentono l'immissione e la distribuzione in ambiente dell'aerosol proveniente dalla trasformazione, interna al generatore, della massa estinguente.
- ✓ La gamma di prodotti viene realizzata in funzione delle diverse applicazioni e dei relativi obiettivi da raggiungere in termini di concentrazioni di spegnimento, compattezza dimensionale, temperatura del flusso etc.

Per questo motivo il mercato offre generatori a volte molto differenti, con particolare riferimento a:

- forme e masse estinguenti differenti
- tecnologie per l'abbassamento della temperatura del getto
- vie di erogazione (radiali, assiali, mono e bi-direzionali)
- capacità di distribuzione dell'agente estinguente



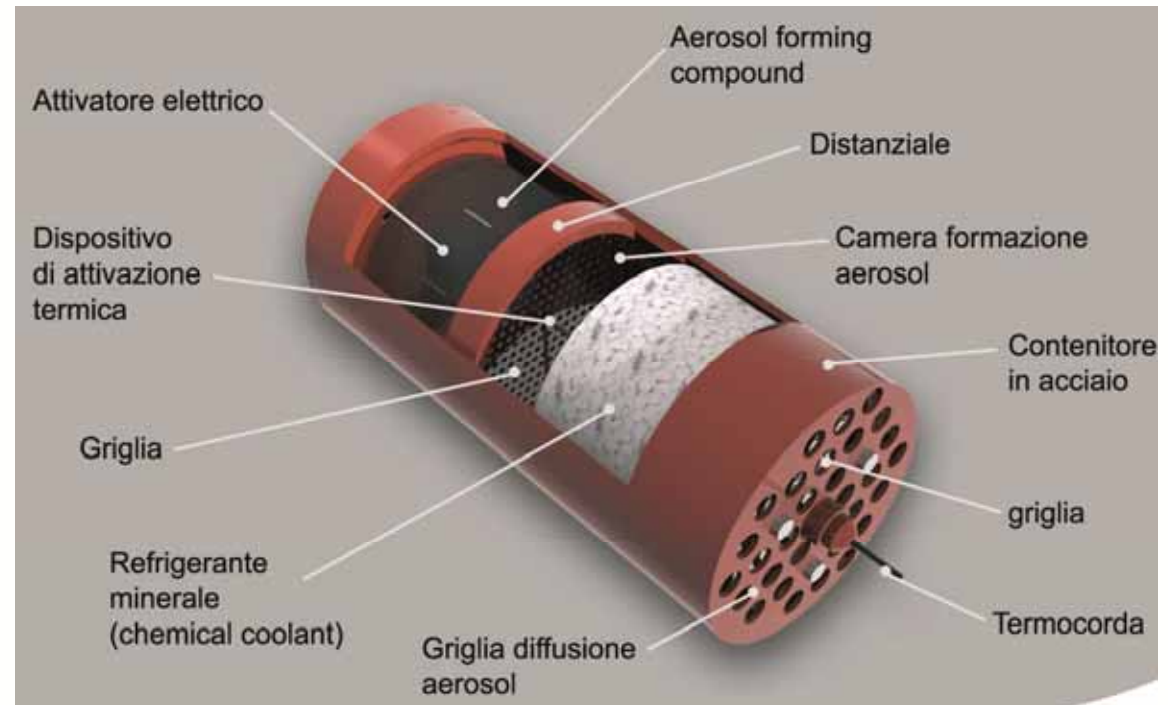
Tecnologia degli Aerosol condensati

- ✓ La costruzione di un generatore aerosol efficiente dipende dalla relazione tra corretta trasformazione della massa estinguente e dal meccanismo, attraverso il quale, si diminuisce la temperatura del flusso e del corpo del generatore.
- ✓ Le principali tecniche di raffreddamento utilizzate non riescono a mantenere efficiente la fase della trasformazione con la contemporanea riduzione della temperatura.
- ✓ Le tecniche di raffreddamento oggi conosciute sono:
 - ❖ Raffreddamento chimico mediante filtri a base di carbonato di calcio;
 - ❖ Raffreddamento meccanico/fisico mediante labirinti metallici interni al generatore.



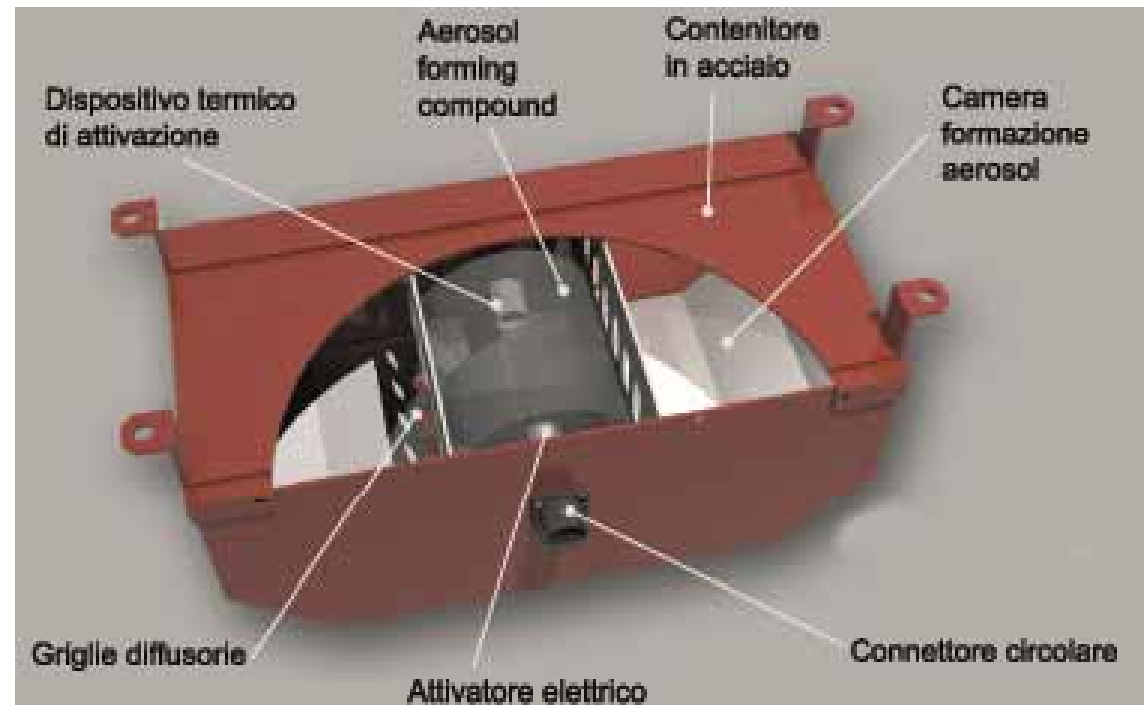
Raffreddamento mediante chemical coolant

- Il raffreddamento avviene mediante il passaggio dell'aerosol in un filtro termomeccanico costituito da carbonato di calcio
- Impedisce una corretta trasformazione del compound, bloccando parzialmente la fase di condensazione
- Consente costruzioni molto leggere e temperature del flusso molto basse
- Trattiene circa il 50% del particolato generato
- Decompone emettendo vapore acqueo
- Favorisce un fenomeno di coagulazione delle micro particelle con conseguente aumento dimensionale delle stesse e riduzione della capacità estinguente



Raffreddamento meccanico/fisico

- Raffreddamento mediante labirinti metallici che, grazie allo scambio termico tra aerosol trasformato nel volume e metallo, consentono di raffreddare il flusso durante il percorso di uscita, senza compromettere l'efficienza della trasformazione.
- Trattiene una piccolissima percentuale di particolato generato
- Lascia inalterata la dimensione delle particelle di sali di potassio, ne aumenta la superficie di reazione in rapporto al volume e ne determina la maggiore efficacia estinguente a parità di peso
- ingegnerizzazione dei generatori più complessa e pesi maggiori



Inquadramento normativo Progettazione e Installazione

✓ I sistemi di Spegnimento ad Aerosol Condensato vengono classificati dal Decreto 22 gennaio 2008 n°37 del Ministero dello Sviluppo Economico alla lettera:

g) Impianti di Protezione Antincendio: **Impianti di estinzione di tipo automatico e manuale**

Il progetto e l'installazione devono essere eseguiti a “Regola d’Arte” come richiesto dagli articoli 5) e 6) del succitato Decreto.

Per gli impianti di protezione antincendio che sono inseriti in un’attività soggetta al rilascio del CPI, in generale il progetto deve essere, obbligatoriamente, redatto da un Professionista iscritto nell'albo professionale secondo la specifica competenza tecnica richiesta.

Nel caso dei sistemi ad Aerosol Condensato, è sempre necessario che il progetto sia redatto da persona con completa esperienza nella progettazione dei sistemi di estinzione.



Requisiti generali di progettazione

Principali regole da seguire per la progettazione:

1. Analisi preliminare del volume da proteggere (fattori dimensionali, altezze, conformazione, non ermeticità, classe di fuoco etc.).
2. Calcolo della massa estinguente necessaria per la saturazione.
3. Scelta dei generatori aerosol più idonei in relazione ad altezze di installazione, raggio di azione di ciascuno, limiti di applicazione specificati dal produttore.
4. Predisposizione di un elaborato che riporti il posizionamento dei generatori in funzione degli arredi, della necessaria distribuzione ed il collegamento all'impianto di comando e gestione.



Progettazione secondo UNI ISO 15779:2012

✓ Trattandosi della traduzione di una norma ISO, i **RIFERIMENTI NORMATIVI** in esso richiamati sono:

EN 54 (tutte le parti) Fire detection and fire alarm systems

EN 12094-1 Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 1: Requirements and test methods for electrical automatic control and delay devices

EN 50110 Operation of electrical installations

✓ E' evidente che devono essere considerate anche norme nazionali, quali, ad esempio, quelle specifiche degli Impianti di Rivelazione Incendi

UNI 9795 Progettazione, Installazione ed Esercizio

UNI 11224 Controllo Iniziale e Manutenzione.



Progettazione secondo UNI ISO 15779:2012

✓ Vengono specificati i criteri di **PROGETTAZIONE**:

Volumi

La norma fornisce suggerimenti ed indicazioni per i Volumi Protetti, le Aperture, le Aperture non Chiudibili, la Ventilazione, i Requisiti di Sfiato.

Requisiti del coefficiente di progetto

Per gli incendi di Classe A, di Classe B, su apparecchiature elettriche ed elettroniche, il coefficiente minimo di progetto (gr/m^3) deve essere determinato moltiplicando il Coefficiente di Estinzione per il Coefficiente di Sicurezza pari ad 1,3.

Il coefficiente di sicurezza di 1,3 si riferisce all'incremento del 30% dal coefficiente di estinzione al coefficiente di progetto che comporta una quantità di agente estinguente aggiuntiva.



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

Quantità estinguente necessaria a garantire lo spegnimento di un determinato volume (viene individuata nella massa estinguente solida necessaria per proteggere 1 metro cubo (gr/m^3)).

Il fattore di progetto (**Design Application Density**) viene determinato dalla sommatoria:

- a) Extinguishing application density specifico per classe di fuoco e famiglia di prodotti (Coefficiente di estinzione indicato dal Costruttore)
- b) Safety factor (incremento del 30% o superiore in caso di rischi specifici)



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

Molteplici fattori influiscono sulla concentrazione estinguente di progetto (**Adjusted Design Application Density**):

a) Effetto dell'altitudine

Generalmente si lascia inalterato il coefficiente di progettazione per altitudini al di sopra del livello del mare, si incrementano al di sotto.

b) Effetto della temperatura ambientale

Generalmente si lascia inalterato il coefficiente di progettazione per temperature elevate, si incrementa per temperature sotto zero.

c) Effetto per non ermeticità e/o presenza di sistemi di ventilazione

I sistemi di ventilazione normalmente vengono arrestati prima della scarica. Nei casi in cui ciò non può avvenire è necessario incrementare il coefficiente di progetto.

Ragionamento analogo deve essere fatto per compensare perdite attraverso aperture del volume protetto (soprattutto quelle a soffitto o nelle porzioni più alte).



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

d) Durata della protezione

La norma ISO 15779 ha introdotto uno specifico test su un volume di 100 m³ per determinare la concentrazione di spegnimento che consenta, stabilito un coefficiente di non ermeticità, di ottenere uno spegnimento sicuro garantendo la durata della protezione non inferiore a 10 minuti.

Determinato il coefficiente di non ermeticità del locale oggetto della protezione, risultando inferiore a quello dichiarato del produttore si garantirà l'efficacia dello spegnimento e la conseguente compensazione delle perdite.

$$ELA / V_{room} \leq \text{leakage area to volume ratio,}$$

ELA= sommatoria delle aperture,

Vroom= volume lordo protetto



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

Se il coefficiente di non ermeticità risulta superiore a quello dichiarato allora si procederà:

1. Riduzione della superficie delle aperture;
2. Compensazione, con scariche successive alla prima, delle perdite al fine di mantenere la durata della protezione richiesta.

E' possibile utilizzare anche la metodologia utilizzata dalla normativa GOST che ci fornisce una formula per calcolare il coefficiente di ermeticità in funzione di differenti aperture.

$$K2 = 1 + U^* \times \tau$$

K2 - coefficiente di incremento per non ermeticità

U* - valore (tabellare) dell'intensità relativa della scarica dell'aerosol

τ - coefficiente dimensionale fisso, $\tau \approx 6$ secondi



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

Determinazione U*

U* viene determinato in funzione di due parametri:

δ - parametro di non ermeticità dell'ambiente da proteggere calcolato come il rapporto della superficie complessiva delle aperture permanenti $\sum F$ con il volume dell'ambiente da proteggere V, $\delta = \frac{\sum F}{V}$,

ψ - parametro di distribuzione di non ermeticità a seconda dell'altezza dell'ambiente da proteggere, calcolato come il rapporto tra la superficie delle aperture permanenti che si trovano nella parte superiore dell'ambiente da proteggere F_s e la superficie complessiva delle aperture permanenti nell'ambiente, $\psi = \frac{F_s}{\sum F} \times 100, \%$.



Rettifica del Coefficiente di progetto (Concentrazione di spegnimento)

| Parametro di non ermeticità | Valore U* dell'intensità relativa dell'alimentazione dell'aerosol con determinati valori del parametro di non ermeticità d e del parametro di diffusione di non ermeticità in altezza nell'ambiente, % | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| d, m-1 | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 0,000 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 |
| 0,001 | 0,0056 | 0,0061 | 0,0073 | 0,0098 | 0,0123 | 0,0149 | 0,0173 | 0,0177 | 0,0177 | 0,0148 | 0,0114 | 0,0091 |
| 0,002 | 0,0063 | 0,0073 | 0,0096 | 0,0146 | 0,0195 | 0,0244 | 0,0291 | 0,0299 | 0,0299 | 0,0244 | 0,0176 | 0,0132 |
| 0,003 | 0,0069 | 0,0084 | 0,0119 | 0,0193 | 0,0265 | 0,0337 | 0,0406 | 0,0416 | 0,0416 | 0,0336 | 0,0237 | 0,0172 |
| 0,004 | 0,0076 | 0,0095 | 0,0142 | 0,0240 | 0,0334 | 0,0428 | 0,0516 | 0,0530 | 0,0530 | 0,0426 | 0,0297 | 0,0211 |
| 0,005 | 0,0082 | 0,0106 | 0,0164 | 0,0286 | 0,0402 | 0,0516 | 0,0623 | 0,0639 | 0,0639 | 0,0513 | 0,0355 | 0,0250 |
| 0,006 | 0,0089 | 0,0117 | 0,0187 | 0,0331 | 0,0468 | 0,0602 | 0,0726 | 0,0745 | 0,0745 | 0,0597 | 0,0413 | 0,0288 |
| 0,007 | 0,0095 | 0,0128 | 0,0209 | 0,0376 | 0,0532 | 0,0685 | 0,0826 | 0,0847 | 0,0847 | 0,0679 | 0,0469 | 0,0326 |
| 0,008 | 0,0101 | 0,0139 | 0,0231 | 0,0420 | 0,0596 | 0,0767 | 0,0923 | 0,0946 | 0,0946 | 0,0759 | 0,0523 | 0,0362 |
| 0,009 | 0,0108 | 0,0150 | 0,0254 | 0,0463 | 0,0658 | 0,0846 | 0,1016 | 0,1042 | 0,1042 | 0,0837 | 0,0577 | 0,0399 |
| 0,010 | 0,0114 | 0,0161 | 0,0275 | 0,0506 | 0,0719 | 0,0923 | 0,1107 | 0,1135 | 0,1135 | 0,0912 | 0,0630 | 0,0434 |
| 0,011 | 0,0120 | 0,0172 | 0,0297 | 0,0549 | 0,0779 | 0,0999 | 0,1195 | 0,1224 | 0,1224 | 0,0985 | 0,0681 | 0,0470 |
| 0,012 | 0,0127 | 0,0183 | 0,0319 | 0,0591 | 0,0838 | 0,1072 | 0,1281 | 0,1311 | 0,1311 | 0,1057 | 0,0732 | 0,0504 |
| 0,013 | 0,0133 | 0,0194 | 0,0340 | 0,0632 | 0,0896 | 0,1144 | 0,1363 | 0,1396 | 0,1396 | 0,1126 | 0,0781 | 0,0538 |
| 0,014 | 0,0139 | 0,0205 | 0,0362 | 0,0673 | 0,0952 | 0,1214 | 0,1444 | 0,1477 | 0,1477 | 0,1194 | 0,0830 | 0,0572 |
| 0,015 | 0,0146 | 0,0216 | 0,0383 | 0,0713 | 0,1008 | 0,1282 | 0,1522 | 0,1557 | 0,1557 | 0,1260 | 0,0878 | 0,0605 |
| 0,016 | 0,0152 | 0,0227 | 0,0404 | 0,0753 | 0,1062 | 0,1349 | 0,1598 | 0,1634 | 0,1634 | 0,1324 | 0,0924 | 0,0638 |
| 0,017 | 0,0158 | 0,0237 | 0,0425 | 0,0792 | 0,1116 | 0,1414 | 0,1672 | 0,1709 | 0,1709 | 0,1386 | 0,0970 | 0,0670 |
| 0,018 | 0,0165 | 0,0248 | 0,0446 | 0,0831 | 0,1169 | 0,1477 | 0,1744 | 0,1781 | 0,1781 | 0,1448 | 0,1015 | 0,0702 |
| 0,019 | 0,0171 | 0,0259 | 0,0467 | 0,0870 | 0,1220 | 0,1540 | 0,1814 | 0,1852 | 0,1852 | 0,1507 | 0,1059 | 0,0733 |
| 0,020 | 0,0177 | 0,0269 | 0,0487 | 0,0908 | 0,1271 | 0,1600 | 0,1882 | 0,1921 | 0,1921 | 0,1565 | 0,1103 | 0,0764 |
| 0,021 | 0,0183 | 0,0280 | 0,0508 | 0,0945 | 0,1321 | 0,1660 | 0,1948 | 0,1988 | 0,1988 | 0,1622 | 0,1145 | 0,0794 |
| 0,022 | 0,0190 | 0,0291 | 0,0528 | 0,0982 | 0,1370 | 0,1718 | 0,2012 | 0,2053 | 0,2053 | 0,1677 | 0,1187 | 0,0824 |



Calcolo della Quantità di progetto

$$M^* = V \times C$$

M: Massa estinguente di progetto (Design Quantity), in gr.

V: Volume lordo protetto, in mc

C: Adjusted Design Application Density (Fattore di Progetto Rettificato)



Calcolo della distribuzione dell'agente estinguente nel locale

E' necessario distribuire uniformemente l'aerosol nel volume protetto al fine di miscelare il particolato nel volume, di garantire i tempi di saturazione e la concentrazione necessaria in ogni parte dello stesso.

$$n = m/m_g$$

n: numero, arrotondato all'unità superiore, dei generatori aerosol

m: massa estinguente di progetto

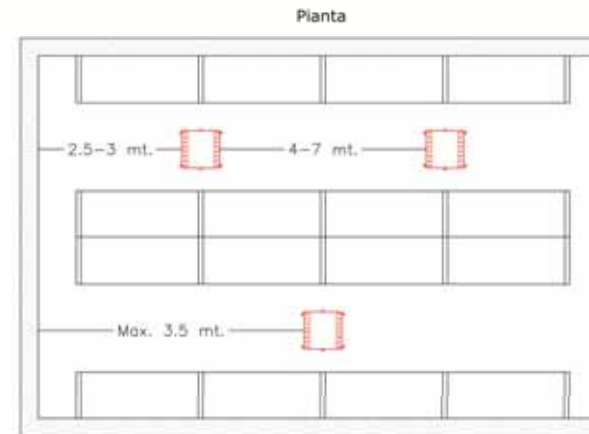
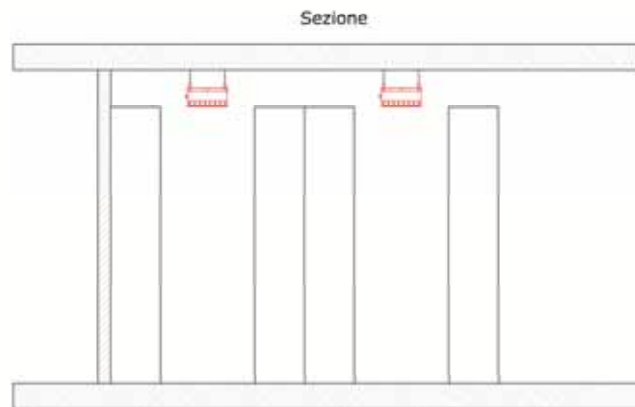
m_g : massa di compound del singolo generatore

Molteplici fattori influiscono sulla distribuzione in ambiente:

- a. Scelta del prodotto in rapporto alla tecnologia utilizzata
- b. Quantità di compound contenuta nel generatore



- c. Raggio di azione in funzione delle vie di erogazione
- d. Altezza minima e massima di installazione dei singoli generatori in funzione del lancio
- e. Temperature del flusso
- f. Presenza, tipologia e posizionamento degli arredi interni



Scelta delle Dimensioni dei Generatori

In caso siano necessari più generatori di aerosol per proteggere un volume, utilizzare generatori della stessa famiglia.

Rispettare massima distanza, area di copertura e limiti di altezza minima indicate dal costruttore.

Dovrebbero essere applicati i criteri generali seguenti:

- per i luoghi nei quali può essere presente del personale, la distanza minima in funzione del calore dovrebbe essere riferita a una temperatura non maggiore di 75 °C;
- per i luoghi nei quali possono esservi attrezzature o materiali combustibili, la distanza minima in funzione del calore dovrebbe essere riferita a una temperatura non maggiore di 200 °C;
- per i luoghi nei quali possono esservi attrezzature non combustibili, la distanza minima in funzione del calore dovrebbe essere riferita a una temperatura non maggiore di 400 °C.



Durata della Protezione

È importante non soltanto ottenere un coefficiente di progetto efficace, ma anche mantenerlo per un periodo di tempo sufficiente per permettere di intraprendere delle misure di emergenza efficaci. Questo ha la stessa importanza in tutte le classi di incendio, dato che una fonte persistente di accensione (per esempio un arco, una sorgente di calore, un cannello ossiacetilenico o un incendio "con braci profonde") può portare al riverificarsi dell'evento iniziale una volta che l'agente estinguente si è dissipato.

È essenziale determinare il periodo probabile durante il quale sarà mantenuto il coefficiente di estinzione all'interno del volume protetto.

Questo è noto come tempo di permanenza.

Il tempo di permanenza dovrebbe essere non minore di 10 min.



Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Analisi delle problematiche:

Per realizzare un impianto di spegnimento in un Data Center di grandi dimensioni occorre tener presente e considerare, già nella fase di calcolo dimensionale, molteplici fattori di rischio per lo spegnimento.

In particolare le principali problematiche da risolvere sono:

- determinazione delle perdite legate alla presenza dei plenum per la ripresa dell'impianto di free cooling;
- corretta compartimentazione delle aperture legate al passaggio canaline cavi e alla presenza dei canali per il sistema di climatizzazione;
- posizionamento e distribuzione dei generatori aerosol in ambiente;
- posizionamento e distribuzione dei generatori aerosol nel pavimento flottante;
- presenza di correnti e flussi d'aria molto violente con difficoltà per la saturazione;



Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Calcolo dimensionale:

Le problematiche legate alla presenza dei plenum si risolvono nella determinazione delle concentrazione di progetto.

Di seguito si indicano le formule per l'ottenimento della massa estinguente di progetto:

$$C = K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * q$$

C: Adjusted design factor (concentrazione di progetto adeguata alle esigenze specifiche di ciascun locale)

K1: Coefficiente riduttivo volume (detrazione per volumi fissi nell'ambiente)

K2: Coefficiente non ermeticità dell'ambiente (aumento percentuale in funzione delle aperture e/o dei ricambi d'aria del locale nel periodo di scarica dell'aerosol)

K3: Coefficiente di sicurezza impianto (Safety Factor)

K4: Coefficiente di inertizzazione (tempi di inertizzazione diversi in base ai valori rilevati dal diagramma)

K5: Coefficiente di incremento per altezza del locale (valore rilevato dal diagramma 2)

q: Coefficiente di efficienza (extinguishing factor) delle singole unità estinguenti (il coefficiente q viene rilevato dalle schede tecniche dei prodotti), in gr./mc.



Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Calcolo dimensionale:

In particolare l'ipotesi di calcolo effettuata era la seguente:

| Descrizione locale | Superficie, m ² | Volume, m ³ |
|--------------------|----------------------------|------------------------|
| SALA IO AMBIENTE | 627,09 | 2508,34 |
| SALA IO SOTTOPAV. | 627,09 | 602,00 |

| Descrizione locale | q, g/m ³ | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | C, g/m ³ |
|--------------------|---------------------|------|------|------|------|------|---------------------|
| SALA IO AMBIENTE | 25,00 | 1,00 | 1,35 | 1,30 | 1,15 | 1,10 | 55,50 |
| SALA IO SOTTOPAV. | 25,00 | 1,00 | 1,35 | 1,30 | 1,15 | 1,00 | 50,50 |

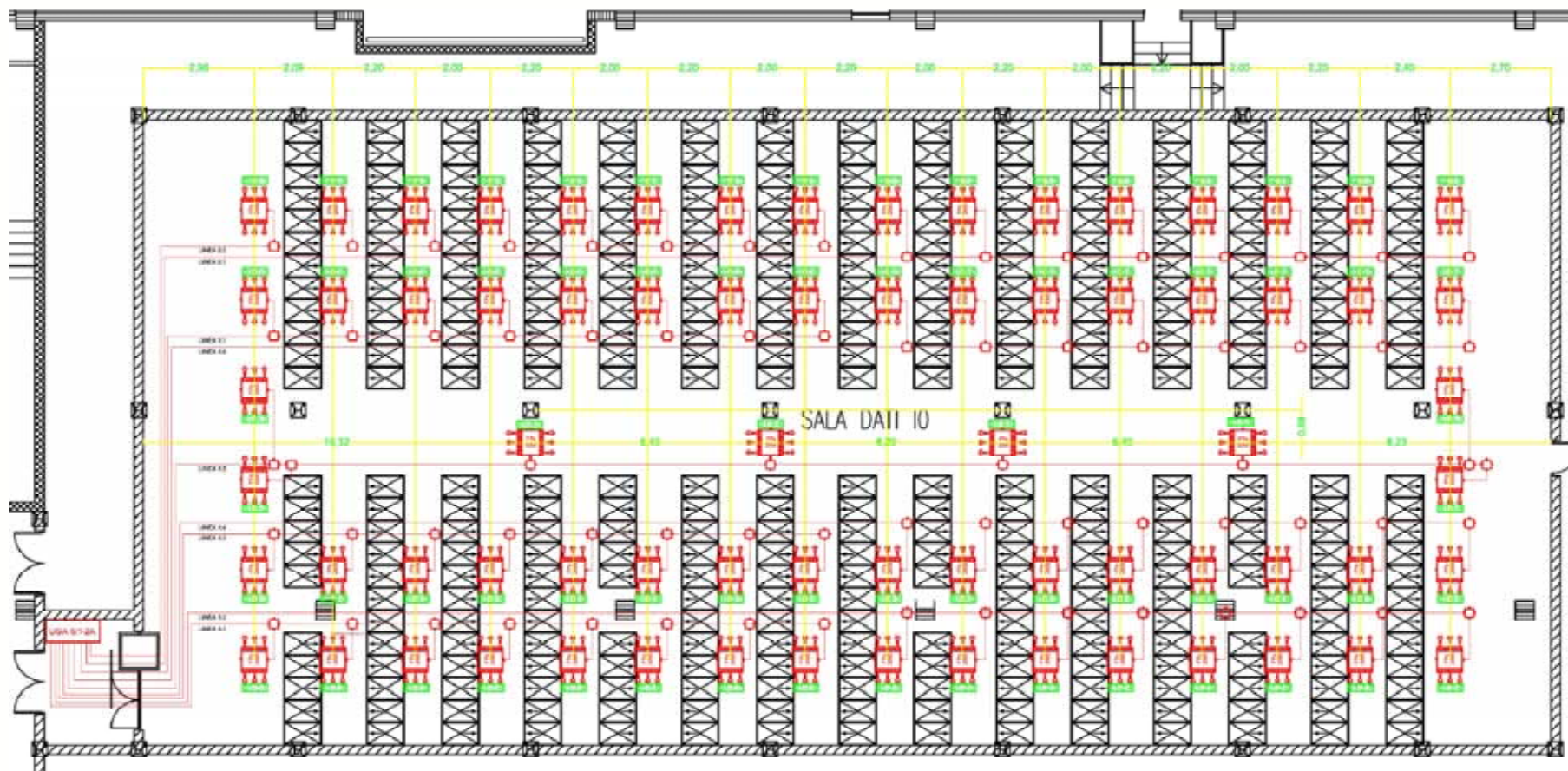
| Descrizione locale | Superficie, m ² | Volume, m ³ | M, kg | n | C _{EI} , g/m ³ |
|--------------------|----------------------------|------------------------|--------|----|------------------------------------|
| SALA IO AMBIENTE | 627,09 | 2508,34 | 140,46 | 72 | 57 |
| SALA IO SOTTOPAV. | 627,09 | 602,00 | 33,43 | 18 | 60 |

| Descrizione locale | Zone di spegnimento | FPa 1000 | FPa 2000 | UGA 8/1 | BCX 01 |
|--------------------|---------------------|----------|----------|---------|--------|
| SALA IO AMBIENTE | A1 | - | 72 | 1 | 72 |
| SALA IO SOTTOPAV. | | - | 18 | | 18 |



Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Distribuzione Ambiente



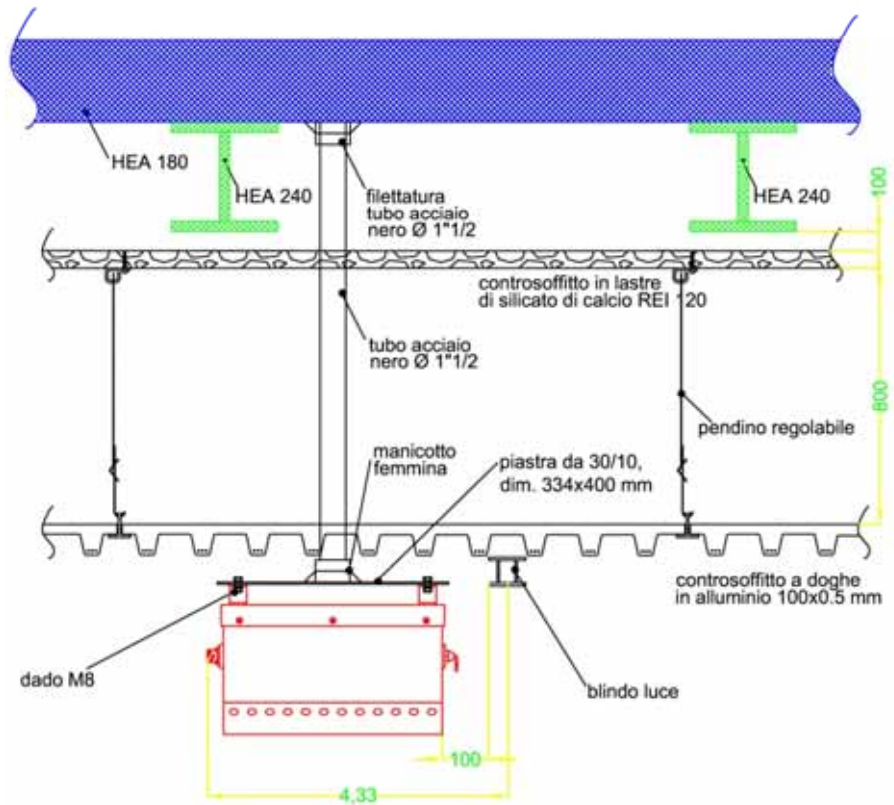
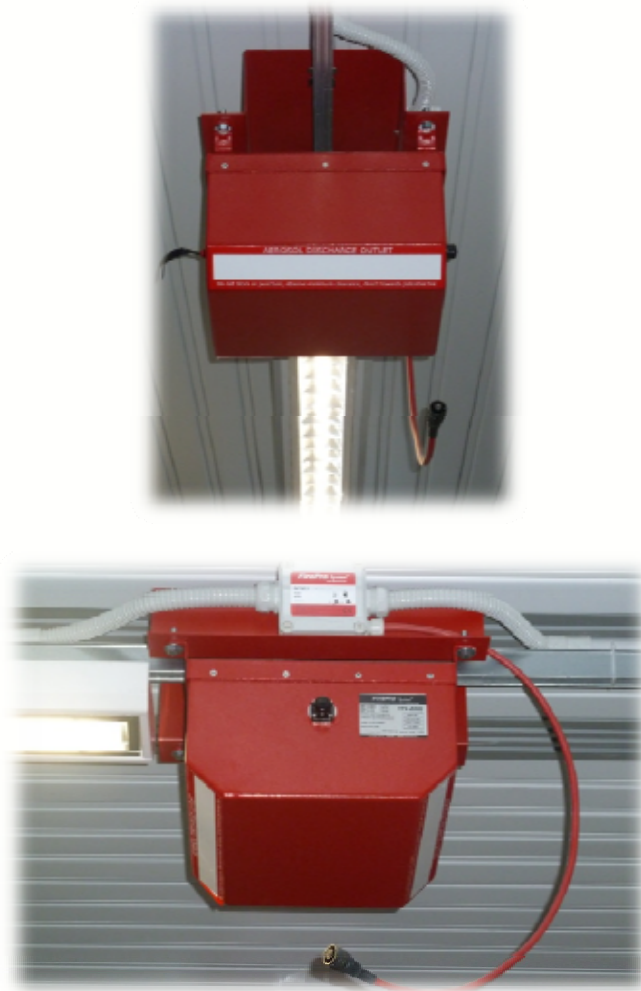
Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Distribuzione Ambiente



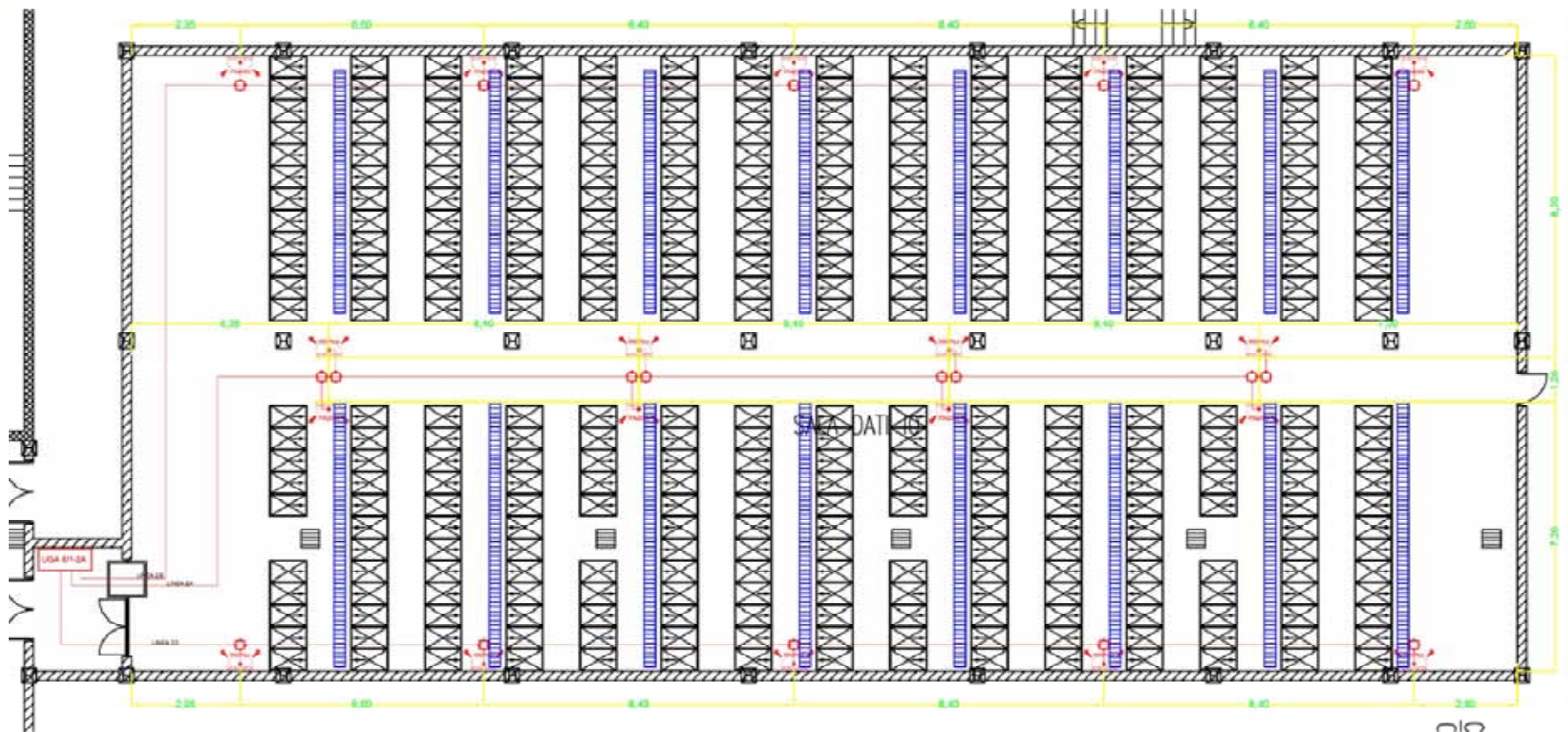
Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Particolari di fissaggio a soffitto



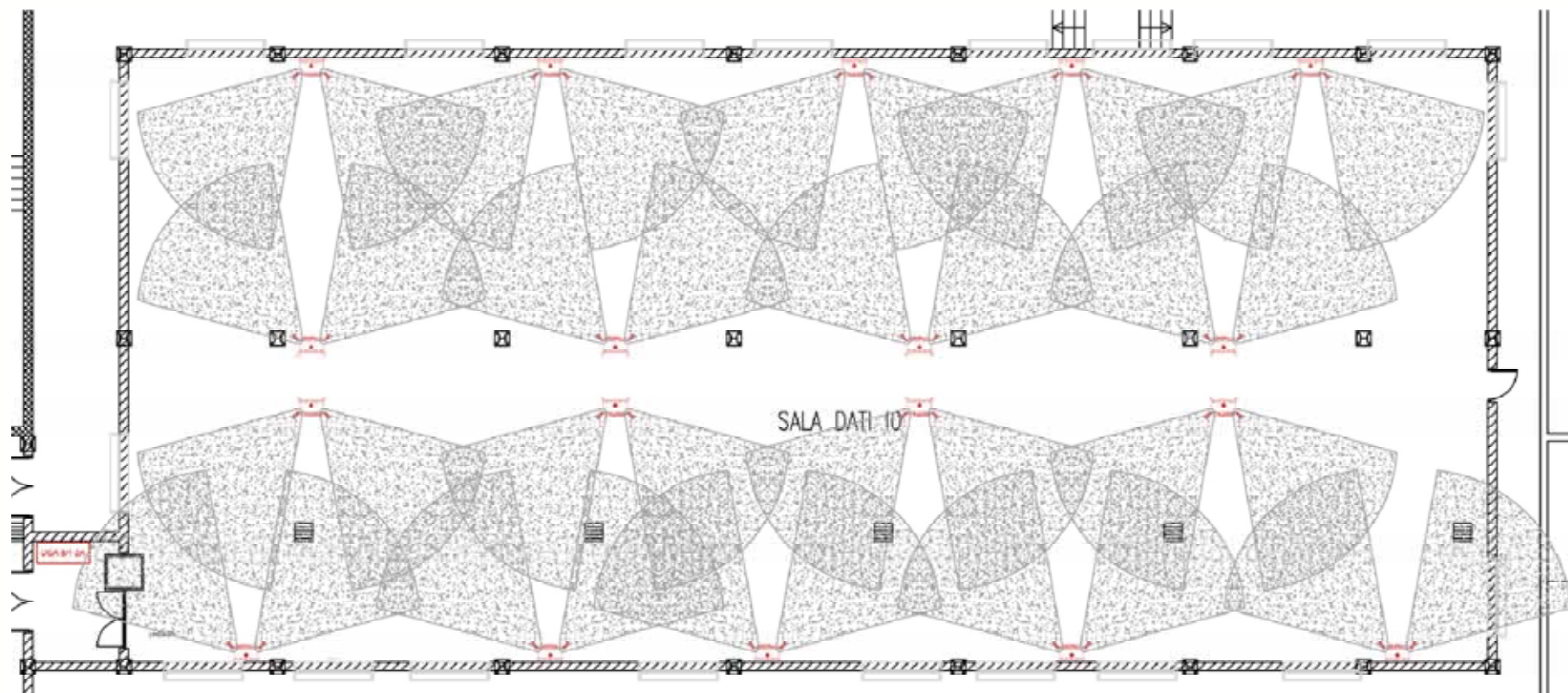
Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Distribuzione Pavimento Flottante



Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Distribuzione Flusso Pavimento Flottante

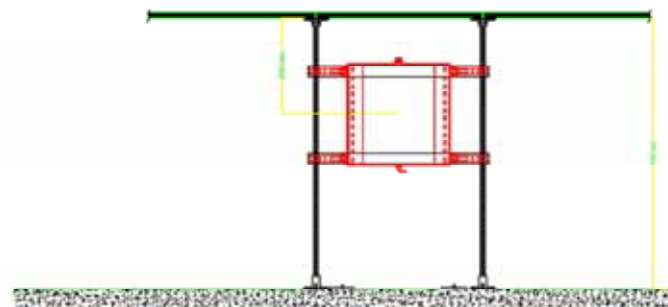


Progettazione Data Center Telecom Italia SpA

Particolari di fissaggio pavimento flottante



Fissaggio del generatore FPa 2000 nel sottopavimento
vista longitudinale



Documentazione di progetto da predisporre

Il progetto deve essere preparato da persona di completa esperienza nella progettazione dei sistemi di estinzione e deve essere accompagnato dai seguenti documenti:

- a. Relazione tecnica con indicazione caratteristiche essenziali e logica di funzionamento dell'impianto
- b. Calcolo dimensionale con indicazione della concentrazione di progetto, dei fattori di aggiustamento e della tipologia e dimensione dei generatori
- c. Elaborato grafico (piante e sezioni) del volume protetto con indicazione del posizionamento dei generatori aerosol e dei componenti elettronici di gestione
- d. Elaborato grafico con schema a blocchi di collegamento, particolari dimensionali degli erogatori e del sistema di ancoraggio
- e. Data sheets di tutti i componenti
- f. Manuali di uso, installazione e manutenzione
- g. Scheda di sicurezza del prodotto estinguente e certificazioni
- h. Manuale operatore per la gestione dell'impianto



Installazione del Sistema

Disposizione dei Generatori

Nell'installare un sistema di generatori di aerosol in applicazioni a saturazione si deve tener conto di:

- materiali interessati;
- natura dell'incendio previsto;
- geometria del volume.

Bisogna fornire idonee staffe o altri mezzi di fissaggio per i generatori.

La disposizione dei generatori di aerosol deve essere tale da renderli accessibili per l'ispezione, il collaudo e la manutenzione.

Verificare che non ci siano attrezzature o materiali combustibili entro la distanza minima dall'uscita di scarica del singolo generatore.

Verificare che in condizioni operative in servizio, la temperatura, l'umidità e le vibrazioni rientrino negli intervalli specificati dal fabbricante.



Installazione del Sistema

Raccomandazioni per l'installazione

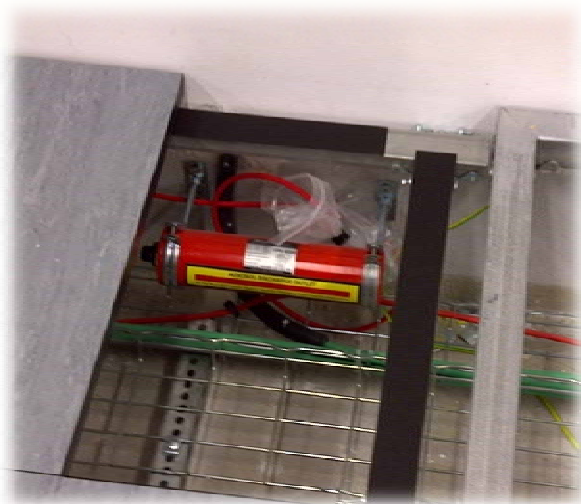
- a) posizionare generatori in modo tale da orientare la scarica di aerosol in zona libera da ostacoli e non attraversare qualunque via di esodo;
- b) se vi sono aperture come uscite, porte e aperture non chiudibili, la scarica di aerosol dovrebbe essere diretta attraverso la zona con probabilità di incendio e non verso tali aperture;
- c) se vi sono ostacoli che potrebbero ostruire il libero flusso dell'aerosol, è preferibile installare diversi piccoli generatori anziché un generatore grande, qualora le limitazioni di progetto per le unità più piccole consentano tale sostituzione. Se ciò non fosse possibile, la distanza dall'ugello all'ostacolo dovrebbe essere non minore della distanza minima indicata.
- d) il generatore di aerosol dovrebbe essere montato in modo da rendere possibile il libero deflusso dell'aerosol. Il fabbricante dovrebbe definire la distanza minima dall'uscita del generatore al primo ostacolo.



Foto applicazioni



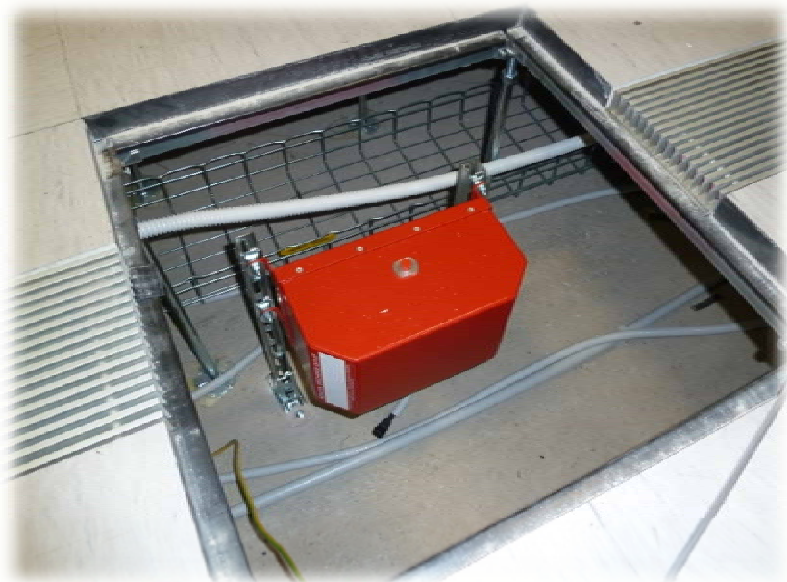
Foto applicazioni





FirePro System[®]

Foto applicazioni

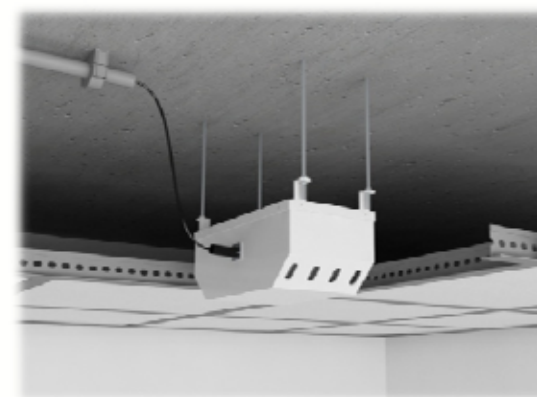


FirePro System®



Vantaggi e Caratteristiche

- abbattimento dei costi e dei tempi di installazione
- semplice fissaggio del generatore e collegamento all'impianto di rivelazione e comando gestione spegnimento
- flessibilità dell'impianto, ai cambiamenti dimensionali e/o degli arredi
- Assenza di parchi bombole in pressione, tubazioni, collettori ed ugelli e quindi dei relativi ingombri e pesi
- Costi di manutenzione impianto fortemente ridotti e service life del prodotto entro 10/15 anni



Messa in Servizio e Accettazione

Prove

Il sistema, una volta completato, dovrebbe essere esaminato e collaudato da una persona competente per ottenere l'approvazione dell'autorità competente.

AVVERTENZA - Dovrebbe essere azionato un dispositivo di blocco che inibisca la scarica dei generatori di aerosol condensato prima dell'accesso al volume protetto.

Controllo del volume

Stabilire se il volume protetto è complessivamente conforme ai progetti.

Esame dei componenti meccanici

Verificare la conformità del numero, delle dimensioni unitarie e dell'orientamento dei generatori di aerosol condensato rispetto al progetto del sistema ed al relativo coefficiente di progetto.

L'agente estinguente non dovrebbe colpire direttamente le zone in cui può trovarsi il personale nella tipica area di lavoro o eventuali oggetti liberi, scaffali, parti alte di armadietti o superfici.



Messa in Servizio e Accettazione

Esame dell'integrità del volume

E necessaria nei sistemi a saturazione totale per localizzare e quindi sigillare efficacemente qualunque significativa perdita d'aria che potrebbe portare all'incapacità del volume di mantenere il livello specificato del coefficiente dell'agente estinguente per il periodo di permanenza.

Esame dei componenti elettrici

Le linee di collegamento a corrente alternata e corrente continua non devono essere affiancate in un tubo protettivo comune, a meno che non siano adeguatamente schermate e messe a terra.

Provare tutti i collegamenti elettrici per accertare se vi siano guasti di terra e condizioni di corto circuito.



Messa in Servizio e Accettazione

Controllare i dispositivi di rivelazione, di rilascio manuale, gli interruttori elettrici principali e di riserva (ove sussistono),

Controllare che il pannello di controllo sia correttamente installato e facilmente accessibile.

Controllare che gli interruttori di isolamento del sistema siano ubicati almeno a un'entrata di accesso all'area protetta, adeguatamente installati e chiaramente identificati.



Messa in Servizio e Accettazione

Prove funzionali preliminari

Scollegare le linee di collegamento a ciascun generatore di aerosol in modo che l'attivazione del circuito di rilascio non attivi i generatori.

Ricollegare il circuito di rilascio con un dispositivo funzionale che possa simulare il funzionamento del meccanismo di rilascio di ciascun generatore di aerosol.

Per i meccanismi di rilascio azionati elettricamente, questi dispositivi possono essere lampade idonee, lampade per lampi di luce o interruttori automatici.

In tutti i casi, fare riferimento alle raccomandazioni del fabbricante.

Controllare che ciascun rilevatore ripristinabile risponda correttamente.

Controllare di aver osservato la polarità su tutti i dispositivi di allarme e i relè ausiliari polarizzati.

Controllare che tutti i dispositivi di fine linea siano stati installati.

Controllare tutti i circuiti soggetti a sorveglianza se forniscono una risposta corretta ai guasti.



Messa in Servizio e Accettazione

Prova operativa funzionale del sistema

Azionare i circuiti che attivano la rilevazione.

Dovrebbero attivarsi tutte le funzioni di allarme secondo le specifiche di progetto.

Azionare il circuito necessario per attivare un secondo circuito di allarme, se presente.

Verificare che si attivino tutte le funzioni del secondo allarme secondo le specifiche di progetto.

Azionare il dispositivo di rilascio manuale.

Verificare che si attivino le funzioni di rilascio manuale secondo le specifiche di progetto.

Azionare l'interruttore di isolamento del sistema, quando installato.

Verificare che si attivino le funzioni secondo le specifiche di progetto.

Confermare che l'indicazione sia correttamente fornita.

Controllare l'integrità delle apparecchiature pneumatiche, quando montate, per garantire il loro funzionamento corretto.



Messa in Servizio e Accettazione

Operazioni di monitoraggio a distanza (se applicabili)

Scollegare l'alimentazione principale di corrente, quindi azionare un dispositivo di ingresso per ogni tipo con inserita l'alimentazione di emergenza. Dopo avere azionato il dispositivo, controllare che sia ricevuto un segnale di allarme sul pannello di controllo a distanza.

Ricollegare l'alimentazione principale di corrente.

Azionare ciascun tipo di condizione di allarme e verificare che la condizione di guasto sia ricevuta alla stazione remota.

Alimentazione principale di corrente del pannello di controllo

Verificare che il pannello di controllo sia collegato a un circuito dedicato non commutato e sia adeguatamente etichettato.

Questo pannello dovrebbe essere facilmente accessibile, ma l'accesso dovrebbe essere limitato solo al personale autorizzato.

Simulare un guasto nell'alimentazione elettrica principale in conformità alle specifiche del fabbricante con il sistema completamente alimentato dalla sorgente di emergenza.



Messa in Servizio e Accettazione

Completamento delle prove funzionali

Una volta completate tutte le prove funzionali, ricollegare ciascun generatore di aerosol in modo che il circuito di rilascio sia pronto per rilasciare l'agente estinguente.

Riportare il sistema alla sua condizione di progetto completamente operativa.

Notificare alla stazione centrale di allarme e a tutto il personale interessato presso l'impianto dell'utente finale che la prova del sistema antincendio è stata ultimata e che il sistema è stato riportato alla sua condizione di pieno servizio seguendo i procedimenti indicati nelle specifiche del fabbricante.

Certificato di completamento e documentazione

L'installatore deve fornire all'utilizzatore un certificato di completamento dei lavori, una documentazione completa di istruzioni, calcoli e disegni che illustrino il sistema installato e una dichiarazione che il sistema è conforme a tutti i requisiti appropriati del presente documento e fornire i dettagli di eventuali scostamenti dalle raccomandazioni appropriate. Il certificato deve riportare i coefficienti di progetto e i rapporti di eventuali prove aggiuntive, nel caso in cui queste siano state eseguite.



Ispezione

Sia in fase di Ispezione che di Manutenzione da parte di una persona competente devono essere disponibili le istruzioni per l'uso trasmesse dall'installatore all'utilizzatore.

Frequenza minima delle Ispezioni annuale con prova da personale competente, per verificare il corretto funzionamento del sistema.

Rapporto di ispezione archiviato presso l'utilizzatore.

Almeno ogni 6 mesi, i generatori di aerosol sono controllati per verificare:

- che gli involucri dei generatori e gli attuatori non siano danneggiati;
- che i generatori siano saldamente montati;
- che i generatori non presentino tracce di corrosione;
- la durata in servizio del generatore.

Annualmente si verifica se è stato modificato il volume protetto in modo da influire sulla tenuta e sulla capacità estinguente (in tal caso il sistema deve essere nuovamente progettato per fornire il grado di protezione originario).



Manutenzione

L'installatore, mediante la Tabella di Manutenzione, fornisce all'utente un programma di ispezione e manutenzione.

Il programma ha lo scopo di rilevare i guasti a uno stadio iniziale per consentirne la correzione prima che il sistema possa essere chiamato a operare.

Tipo di programma adeguato:

a) Settimanalmente: controllare a vista il pericolo e l'integrità del volume protetto per accertare se vi sono variazioni che potrebbero ridurre l'efficienza del sistema.

Eeguire un controllo visivo per accertare che non vi siano danni evidenti alle tubazioni e che tutti i comandi e i componenti operativi siano correttamente regolati e non risultino danneggiati.

b) Mensilmente: controllare che tutto il personale che può essere chiamato ad azionare le apparecchiature o il sistema sia regolarmente addestrato e autorizzato a farlo e, in particolare, che i nuovi dipendenti siano stati istruiti al suo utilizzo.



Manutenzione

| DEFINIZIONE DELLE TEMPISTICHE DI INTERVENTO | | |
|---|-----------------------|---------------------------------|
| Fasi | Periodicità | Competenza |
| Sorveglianza/Ispezione | Settimanale e mensile | A cura dell'utente |
| Controllo periodico | Semestrale e annuale | A cura di azienda specializzata |
| Manutenzione ordinaria | Occasionale | A cura di azienda specializzata |
| Manutenzione straordinaria | Occasionale | A cura di azienda specializzata |
| Revisione Programmata | Ogni 10 anni | A cura di azienda specializzata |
| Sostituzione degli erogatori | Ogni 15 anni | A cura di azienda specializzata |



Criteria di manutenzione

E' previsto che, con cadenza settimanale o mensile, l'utilizzatore effettui delle prove "in bianco" per accertarsi del corretto funzionamento di tutto il sistema di gestione, secondo quanto prescritto dal manuale operatore. Dovranno essere presenti meccanismi di inibizione della scarica al fine di consentire tali verifiche.

Nel caso di attivazione automatica, la manutenzione semestrale dell'impianto ad aerosol viene, generalmente, effettuata in concomitanza di quella per il sistema di rivelazione fumi e gestione spegnimento.

In particolare le operazioni da eseguire per la parte di spegnimento riguardano:

- a. Verifica dell'ancoraggio dei generatori
- b. Verifica dell'assenza di ostruzioni delle vie di erogazione
- c. Verifica del rispetto del layout di progetto
- d. Controllo del valore di resistenza degli attivatori
- e. Prova di "scarica in bianco" mediante led in dotazione
- f. Controllo della segnalazione di guasto dell'unità di gestione aerosol mediante distacco dei sistemi di connessione



Formazione

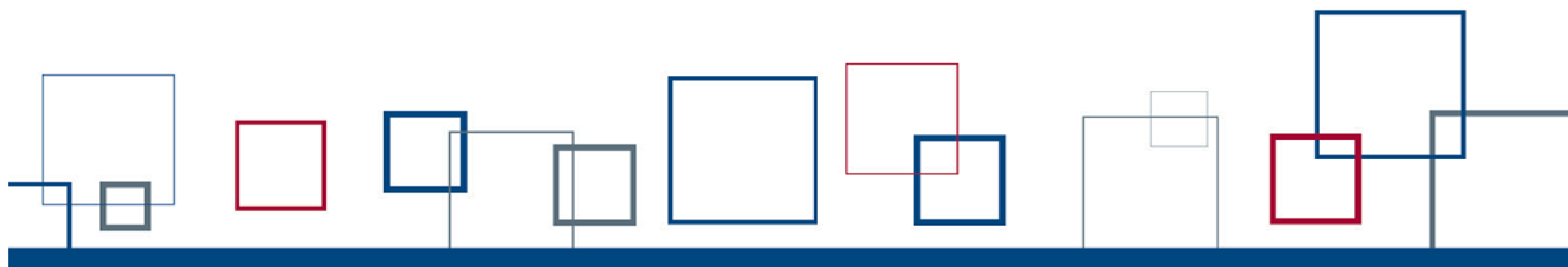
Tutte le persone che possono essere incaricate di ispezionare, collaudare, sottoporre a manutenzione o far funzionare sistemi di estinzione devono essere addestrate alle funzioni da svolgere ed essere mantenute costantemente aggiornate.

Il personale che lavora in un volume protetto mediante un agente estinguente ad aerosol deve essere addestrato al funzionamento ed all'uso del sistema, in particolare in materia di sicurezza.





FirePro System[®]



Fir.Ex. S.r.l.
Via Ciciliano, 10 - 00156 Roma
Tel. +39 0640800574 - Fax. +39 0640800575
www.firexsrl.it - info@firexsrl.it