

di **Maurizio Livraghi**, Tecnoprogen s.r.l.

UN CASO DI STUDIO

VENTILAZIONE ED ESTRAZIONE FUMI

LA VENTILAZIONE PUÒ COSTITUIRE UNO DEI METODI ATTI A RIDURRE LA PROPAGAZIONE DEGLI INCENDI. COME DIMOSTRA IL CASO DI STUDIO DELL'IMPIANTO DI ESTRAZIONE FUMI REALIZZATO PER UN GRANDE MAGAZZINO NEL CENTRO DI MILANO, NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI ADEGUAMENTO AI FINI DELLA PREVENZIONE INCENDI.

Per lungo tempo la compartimentazione di un locale vasto mediante la creazione di muri tagliafuoco è stato ritenuto l'unico sistema valido per impedire la propagazione del fuoco sul piano orizzontale. Si riteneva anche che fosse più conveniente impedire ogni ventilazione del locale, almeno per quelli di dimensioni non molto grandi, fino a quando non si fossero approntati i mezzi d'estinzione e ciò al fine di ridurre la propagazione dell'incendio. Le esigenze delle moderne attività, che per la loro funzionalità richiedono di disporre di spazi molto ampi senza compartimentazione alcuna, ed un più accurato studio dei fenomeni, hanno portato alla conclusione che è conveniente provocare un'efficace ventilazione sin dalle prime fasi dell'incendio, come cercheremo di illustrare con queste note. Un incendio che avvenga in un edificio industriale di grandi dimensioni senza compartimentazioni può rendere difficile e pericoloso l'esodo delle persone nonché l'opera di spegnimento, a causa del fumo e del calore che rimane bloccato sotto il soffitto e che può propagarsi con una velocità dell'ordine di un metro al secondo. Si verifica sempre che, anche se l'incendio è modesto, la quantità di fumo è comunque rilevante e dopo breve tempo riduce la visibilità impedendo di individuare il focolaio e di

colpirlo con i getti d'acqua. Inoltre l'aria diventa irrespirabile quando il fumo raggiunge la percentuale del 4% nell'aria.

L'incendio si sviluppa in maniera diversa a seconda la natura della copertura: se questa è combustibile o rivestita con materiali combustibili, si avrà una diffusione molto rapida dell'incendio, sia per il calore radiante, sia per la caduta di parti della copertura infiammata, che propagheranno l'incendio ai materiali combustibili sul pavimento e potranno anche costituire un pericolo per i vigili del fuoco. Se la copertura è invece realizzata in struttura metallica senza protezione, entro breve tempo, non appena sia raggiunta la temperatura di circa 500 °C, si avrà il crollo della struttura stessa.

Quando il fumo raggiunge il soffitto si diffonde subito al di sotto di questo, formando uno strato che in un certo senso galleggia su quello sottostante d'aria fredda più pesante. In assenza di aperture sul soffitto lo strato dei gas caldi e del fumo aumenta progressivamente fino a quando ha invaso l'intero locale.

Se nella copertura, immediatamente sopra il focolare, esiste un'apertura ed il locale dispone di altre aperture per l'immissione dell'aria, è possibile che tutti i gas ed il fumo che si formano fuoriescano. Una tale situazione si verificherà difficilmente in pratica perché sarebbero necessarie aperture di ventilazione o sfoghi di dimensioni troppo grandi.

Quando invece, come accade più sovente nella pratica, lo sfogo non si viene a trovare sopra il focolare dell'incendio o è di dimensioni più piccole, si forma uno strato di gas caldi sotto il soffitto,



La ventilazione degli ambienti in caso di incendio può essere realizzata con un impianto di estrazione fumi canalizzato.



I grandi magazzini, come quello oggetto del caso di studio illustrato nell'articolo, rappresentano una delle tipologie di edificio per le quali gli impianti di ventilazione ed estrazione fumi possono costituire un efficace mezzo di sicurezza antincendio.

analogamente a quanto avviene in assenza di sfoghi. Tuttavia una parte dei gas caldi di combustione uscirà attraverso la superficie di sfogo in misura tanto maggiore quanto maggiore sarà lo strato di gas caldi sottostante, che in effetti costituisce come un camino il cui tiraggio corrisponde all'altezza dello strato dei gas caldi. Man mano che lo strato dei gas caldi aumenta, diminuisce la zona di contatto fra la colonna ascendente dei gas caldi e l'aria fredda circostante, che viene trascinata quindi in minore quantità, con la conseguenza di un aumento della temperatura della colonna montante dei gas di combustione e quindi dell'effetto camino e della quantità di gas che fuoriescono dallo sfogo sulla copertura. Ad un certo punto, se l'incendio non procede sempre più velocemente, si raggiungerà un equilibrio: la quantità di gas che viene emessa dal combustibile e quella che fuoriesce dalla copertura sono eguali ed anche lo strato dei gas caldi resta costante. È intuitivo che tanto più grande è la superficie di sfogo, a parità di altre circostanze, tanto più basso sarà lo strato dei gas caldi sotto il soffitto.

Quanto esposto illustra il concetto dell'utilità degli sfoghi di fumo e di calore nella copertura di un locale poiché, riuscendo a mantenere una zona vicina al pavimento alta circa 2 metri libera dal fumo e dal calore, potrà essere possibile ai vigili del fuoco di vedere l'incendio e combatterlo efficacemente da vicino.

Il grande numero di variabili che determinano l'andamento dell'incendio rende impossibile determinare con precisione una formula per il calcolo delle superfici di ventilazione. La rapidità con cui avviene una combustione dipende dalla natura del combustibile, dal suo

stato idrometrico, dal suo stato di suddivisione (più è alto il rapporto superficie/peso, minore è il tempo che impiega a bruciare), dal modo com'è confezionato, dalla natura dei recipienti nei quali è eventualmente conservato (gli armadi o le scatole metalliche chiuse ritardano od ostacolano la combustione) e da tanti altri fattori. Le quantità di calore e di fumo che devono essere allontanate variano entro limiti piuttosto ampi, difficilmente determinabili. Sono state elaborate alcune teorie in relazione alla quantità di combustibile presumibilmente incendiabile nella fase iniziale dell'incendio, ma i valori ottenuti possono servire solo d'orientamento. Anche prove sperimentali hanno un valore relativo, in quanto applicabili soltanto al caso studiato od ad altri ad esso molto simili. Gli effetti della ventilazione hanno utile efficacia solo quando si tratti di situazioni con carichi d'incendio non troppo elevato e di materiali a normale velocità di combustione, in modo che lo sviluppo dell'incendio si mantenga entro limiti contenuti almeno sino a quando non si possa intervenire per l'azione di spegnimento.

La ventilazione

La ventilazione dei locali può essere ottenuta con vari sistemi. A titolo di esempio, ne citiamo alcuni.

I lucernari a soffitto possono essere ad apertura comandata dello sportello o ad apertura per rottura del vetro, che deve allora essere del tipo semplice. In alcuni casi, quando non è necessario il riscaldamento dei locali sottostanti, la ventilazione tramite il lucernario può essere permanente a mezzo di persiane.

I FATTORI DI RISCHIO

Diversi sono i fattori potenziali di rischio derivanti da un incendio:

- produzione di gas tossici e sostanze irritanti prodotti dalla combustione, con effetti di lacrimazione ed incapacità di fuga;
- sviluppo di fumo (sospensione di cenere nell'aria) con conseguente

visibilità ridotta o impedita;

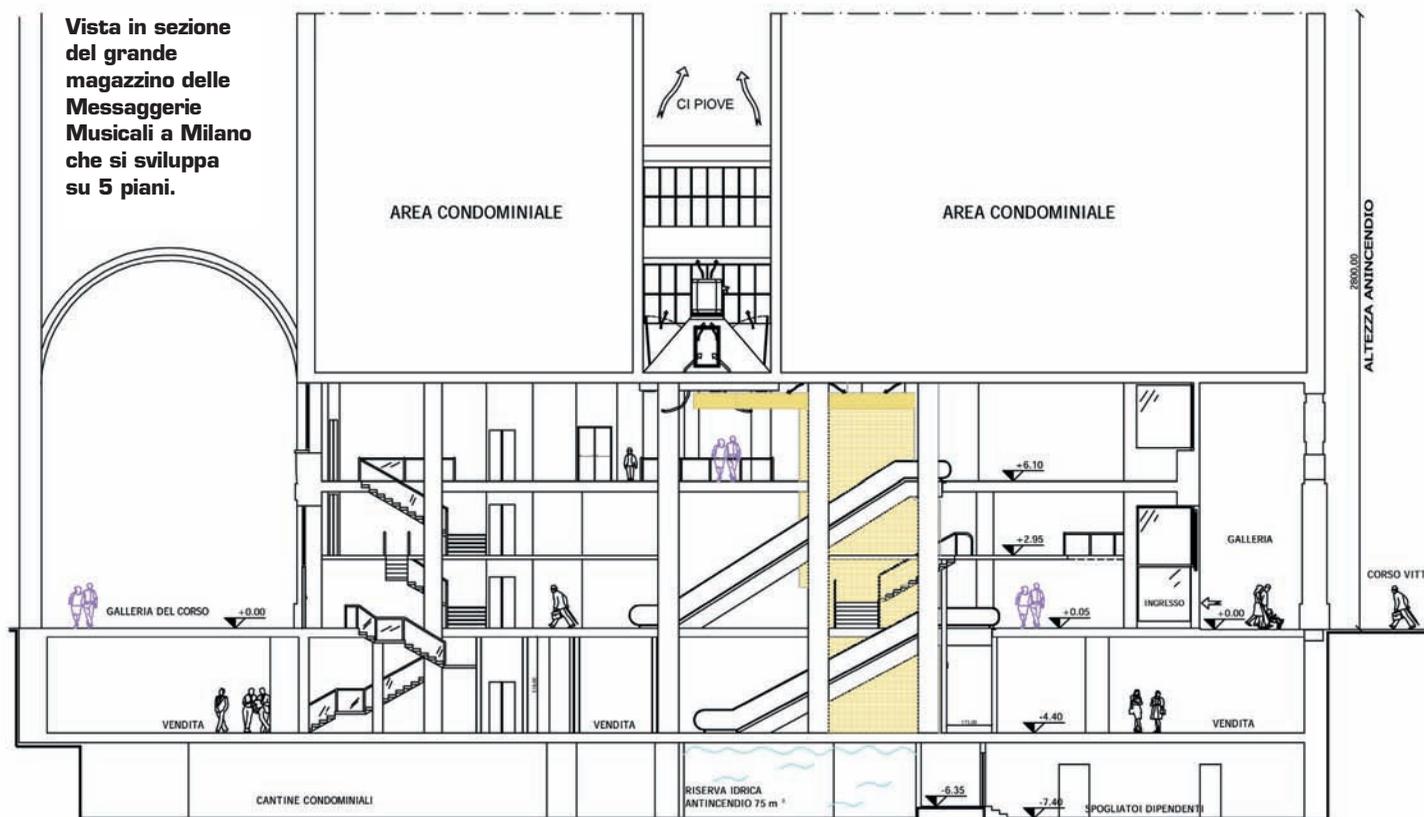
- sviluppo di alte temperature;
- diminuzione della concentrazione dell'ossigeno necessario all'incendio e aumento ossido di carbonio, con effetti quali la perdita di conoscenza e la morte per asfissia;

Con i ventilatori statici continui la ventilazione avviene attraverso delle fessure laterali continue. L'ingresso dell'acqua è impedito da schermi e cappucci opportunamente disposti. In taluni casi questo tipo è dotato di chiusura costituita da una serie di sportelli con cerniera centrale o laterale, la cui apertura avviene automaticamente in caso d'incendio per la rottura di un fusibile.

Gli sfoghi di calore e di fumo veri e propri hanno un funzionamento in genere automatico a mezzo di fusibili od altri congegni. La loro apertura può anche essere manuale. Hanno dimensioni e distanze comprese entro determinati limiti. È preferibile avere il maggior numero possibile di sfoghi, al fine di ottenere che il sistema di ventilazione entri in funzione al più presto possibile e che la distanza fra l'incendio e lo sfogo più vicino sia la più piccola possibile.

Le struttura a shed si possono prestare ad ottenere dei risultati soddisfacenti, se vengono predisposti degli sportellini di adeguate dimensioni ad apertura automatica o manuale.

L'installazione di vetri semplici che si rompano sotto l'effetto del calore può essere adottata a condizione che sia evitata la caduta dei pezzi di vetro per rottura accidentale mediante una rete metallica di protezione. Anche le finestre ordinarie, purché dotate di vetri semplici e disposte in alto, a filo del soffitto, possono assolvere alla funzione della ventilazione a condizione che l'edificio sia di larghezza limitata. Nel caso di edifici a più piani, solo per l'ultimo piano possono essere adottati tutti i sistemi, mentre per i piani sottostanti l'unico metodo è quello di canalizzare i fumi, con le limitazioni di cui si è detto e con il rischio della propagazione dell'incendio ai piani superiori.



Vista in sezione del grande magazzino delle Messaggerie Musicali a Milano che si sviluppa su 5 piani.

■ panico delle persone presenti. Secondo le statistiche più dei 2/3 delle vittime degli incendi muoiono a causa di soffocamento o avvelenamento da fumo, per inalazione di gas nocivi, quali ossido di carbonio, acido cianidrico e composti organici.

La ventilazione in caso di incendio svolge le seguenti funzioni:

- permettere l'accesso alle vie di evacuazione come scale e vani di disimpegno;
- evitare che il fumo si propaghi ad altri piani;
- facilitare l'opera di spegnimento dei Vigili del Fuoco;
- ritardare e prevenire l'incremento di temperatura;
- limitare il pericolo di collasso

delle strutture e dei materiali;
■ ridurre i danni causati dal fuoco e dai gas nocivi.

L'aria immessa deve entrare al più basso livello possibile per evitare che si misceli al fumo. La velocità dell'aria che penetra all'interno dell'edificio attraverso le porte non dovrebbe superare 3 m/s. Gli impianti di ventilazione

meccanica presentano i seguenti vantaggi:

- portata aria garantita;
- spazi contenuti per i ventilatori;
- possibilità canalizzare gli estrattori;
- possibilità di estrarre fumi freddi;
- possibilità di funzionamento a doppia velocità.

Le superfici di ventilazione

Terminiamo la trattazione della ventilazione in caso di incendio con una serie di considerazioni che sono da ritenere particolarmente utili per una più completa valutazione del fenomeno e dei provvedimenti pratici da adottare. La progettazione delle superfici di ventilazione si può effettuare sulla base delle percentuali già dette: deve tuttavia tenersi ben presente che la superficie di ventilazione dipende fondamentalmente dalla presumibile area che può essere interessata da un incendio, piuttosto che dal carico d'incendio medio del locale. Per un'efficace ventilazione è necessario che siano predisposte, oltre che le superfici per l'evacuazione del fumo e del calore, delle altre di grandezza pressoché equivalente per l'entrata d'aria fresca. Solo nella prima fase dell'incendio si può ritenere sufficiente la presenza di fessure negli infissi o sotto le porte e la porosità dei muri. Subito dopo occorrerà la presenza di porte, finestre od aperture apposite poste preferibilmente in basso. Sempre che la superficie dell'incendio sia contenuta in determinati limiti, si può pensare che le fiamme si mantengano basse e che i gas di combustione trascinino nel loro moto ascendente notevoli quantità d'aria così da raffreddarsi in modo sufficiente a contenere la propria temperatura al di sotto dei 500 °C per garantire la stabilità delle strutture d'acciaio od addirittura al di sotto dei 200 °C per evitare l'emissione di gas infiammabili da parte di materiali cellulosici combustibili. Anche nel caso più sfavorevole che le superfici di ventilazione non riescano appieno nella loro funzione e che il fumo invada tutto il locale sino a terra, si otterrà sempre il positivo effetto di mantenere il locale stesso in depressione e di evitare la fuoriuscita di gas caldi da porte od altre comunicazioni con gli ambienti vicini, restando la propagazione dell'incendio limitata al solo calore radiante.

I vantaggi della ventilazione

Come già accennato in precedenza, alcuni osservano che la ventilazione fa sviluppare più rapidamente l'incendio. Ciò non è assolutamente vero nella prima fase, in quanto per la vastità del locale e per la non perfetta tenuta degli infissi, l'aria presente è sem-



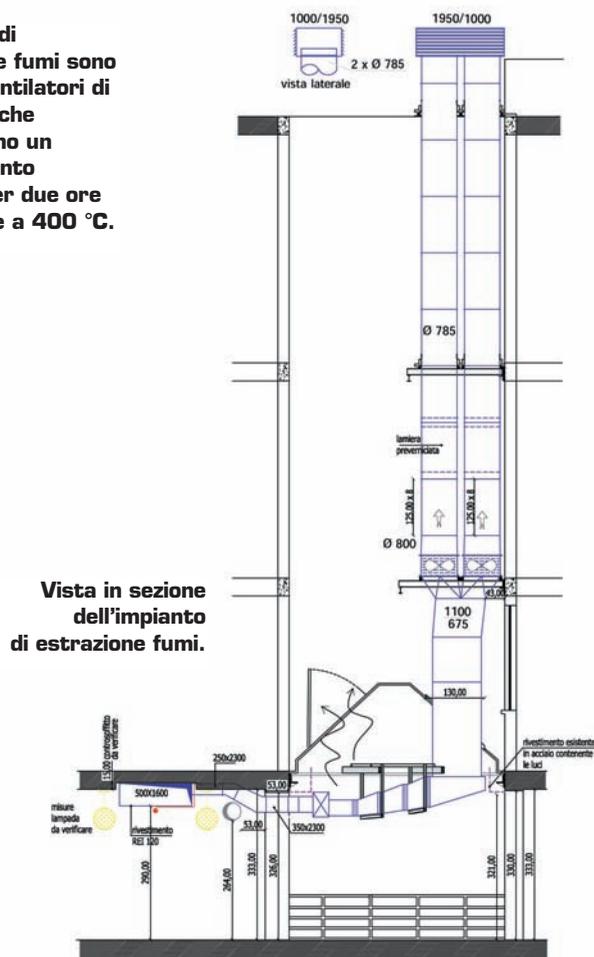
Le canalizzazioni circolari per l'estrazione dei fumi sono dotate di serrande comandate dal sistema di rivelazione fumi.



I plenum a sezione rettangolare alla base dei montanti sono rivestiti con materiali REI 120 e verniciati.



I montanti di evacuazione fumi sono dotati di ventilatori di estrazione che garantiscono un funzionamento continuo per due ore consecutive a 400 °C.



pre più che sufficiente per una normale combustione: solo dopo un certo tempo si può verificare, in assenza di superfici di ventilazione, il fenomeno di un parziale soffocamento dell'incendio.

Tuttavia, a vantaggio della ventilazione si può dire che, anche nel caso non si intervenga tempestivamente, l'incendio si sviluppa maggiormente, ma, a causa del tiraggio esercitato dallo sfogo, si hanno maggiori temperature in prossimità di questo e temperature minori nelle zone più lontane. I maggiori danni in prossimità della superficie di sfogo saranno quindi compensati da minori danni nelle zone più lontane. Resta comunque il grande vantaggio di poter mantenere sgombrata dal fumo una zona bassa vicino al pavimento, per consentire l'avvicinamento delle squadre di soccorso, il cui intervento, se effettuato in breve tempo, dovrebbe evitare l'estendersi del danno.

Ci si rende subito conto che esistono non poche difficoltà per ottenere dei risultati positivi e quindi dell'importanza fondamentale che sin dai primi momenti dell'incendio la ventilazione sia in funzione. Ne segue la necessità che l'apertura degli sfoghi avvenga automaticamente. Per poter consentire un rapido intervento delle squadre antincendio e per ridurre la possibilità di propagazione del fuoco che potrebbe essere provocata dalla fuoriuscita di fiamme dagli stessi sfoghi, è indispensabile che, oltre che l'apertura di que-

sti, i dispositivi automatici provochino un segnale di allarme. Poiché non può escludersi che le fiamme possano fuoriuscire dallo sfogo, è necessario che una fascia intorno a questo, e larga quanto lo sfogo stesso, sia costituita da materiale incombustibile.

Nella realizzazione della prevista superficie di ventilazione è da ritenere preferibile l'installazione del maggior numero possibile di sfoghi. Ciò riduce la distanza probabile fra la zona dell'incendio e la più vicina superficie di sfogo con un'apertura più rapida di questo e riduce anche la velocità di fuoriuscita dei gas con minori possibilità di trasporti di tizzoni ardenti e con minore trasmissione del calore agli edifici eventualmente posti nelle vicinanze.

Un'ulteriore sicurezza è garantita dalla presenza di un impianto di spegnimento automatico a pioggia. È infatti indispensabile che l'impianto entri in funzione prima dell'apertura della superficie di ventilazione, diversamente potrebbe succedere che le correnti che si formano verso l'apertura impediscano un sufficiente accumulo di calore in corrispondenza delle testine dell'impianto a pioggia che potrebbero restare chiuse troppo a lungo.

Tale risultato viene ottenuto facendo azionare i due sistemi da rilevatori termici funzionanti a temperature diverse, quelle più alte per gli evacuatori di fumo.

Particolare dell'impianto di nebulizzazione acqua ad ugelli orizzontali e verticali per il raffreddamento del montante verticale.

Un caso di studio

Le opere descritte si riferiscono all'adeguamento ai fini della Prevenzione Incendi di un edificio esistente, costituito dal negozio delle Messaggerie Musicali nel centro di Milano, con uno spazio destinato all'attività commerciale con vendita diretta al pubblico di libri, compact disc, strumenti musicali e affini. L'immobile è composto da 3 piani fuori terra e da 2 piani interrati, con un'area coperta di circa 4.330 m² ed una cubatura complessiva di circa 17.320 m³. L'attività è articolata sui 5 piani nel modo seguente:

- II° interrato: scorta merci, spogliatoi e locali tecnici;
- I° interrato: scorta merci, uffici e zona vendita CD;
- soppalco piano I° interrato: ufficio segreteria;
- piano terra: zona vendita riviste, libri, gadget e biglietteria;
- piano ammezzato: zona vendita libri;
- piano primo: zona vendita libri.

L'attività di vendita è ubicata in un complesso condominiale con destinazione residenziale e terziario. Il fabbricato in cui sono ubicati i locali destinati all'attività di vendita è costruito con strutture classiche in muratura portante dotata di resistenza al fuoco non inferiore a REI120, essendo un edificio storico dell'inizio secolo scorso. Il piano ammezzato è stato ricavato dall'altezza del piano terra e realizzato in strutture metalliche, opportunamente trattate, ma può considerarsi parte integrante con il piano terra sia per utilizzo che per definizione strutturale in quanto i due piani risultano completamente integrati. L'area commerciale prospetta per tutti e quattro i lati direttamente all'esterno e su di essi sono ricavate le uscite di sicurezza dell'intero complesso: due ai piani interrati e due fuori terra. Per la definizione della densità di affollamento si è fatto riferimento alla Lettera Circolare prot. 5210/4118/4 del 17.2.1975. L'attività di vendita, classificata come grande magazzino, occupa locali disposti al piano interrato e su più piani fuori terra. La stessa è suddivisa in aree destinate alla vendita ed in aree destinate ad uffici e scorta merci giornaliera. Il numero delle persone presenti su ciascuno dei piani, è stato calcolato considerando i seguenti valori di densità di affollamento:

Grandi magazzini:

- 0,4 persone/m² per i piani interrati ed il piano terra;
- 0,2 persone/m² per i piani superiori;
- 0,1 persone/m² per le aree adibite ad uffici e servizi.

Aziende specialistiche:

- 0,1 persone/m² per i piani interrati ed il piano terra;



- 0,05 persone/m² per i piani superiori;
- 0,05 persone/m² per le aree adibite ad uffici e servizi.

Il sistema di aerazione ed estrazione fumi

Il sistema di aerazione è del tipo naturale ed è determinato dalle porte e dalle vetrine presenti al piano terra, direttamente in comunicazione con il piano ammezzato (vetrine a doppia altezza apribili automaticamente), mentre le zone scorte merci sono ventilate direttamente dall'esterno. Ad ulteriore protezione per le persone presenti all'interno dell'attività, è stato realizzato un sistema di estrazione meccanica dei fumi in caso d'incendio che garantisce un ricambio d'aria pari a 6 vol/h. L'impianto prevede l'installazione all'interno degli ambienti di canali circolari installati a vista, dotati di serranda comandata dall'impianto di rivelazione fumi.

I plenum a sezione rettangolare sono rivestiti con materiali aventi grado di protezione REI 120 (lastre in silicato di calcio), come pure i canali montanti verticali di evacuazione fumi. L'impianto è dotato di speciali ventilatori di estrazione che garantiscono un funzionamento continuo per due ore consecutive a 400 °C, in grado di smaltire all'esterno lo strato di gas caldo e i fumi che verrebbero a crearsi al di sotto del soffitto stesso dell'attività in caso d'incendio. I montanti fanno capo ad un torrino di evacuazione esterno. Una linea elettrica preferenziale alimenta gli estrattori meccanici e consente contemporaneamente l'apertura dei lucernari per l'evacuazione naturale dei fumi, a maggior sicurezza del sistema meccanico. L'apertura automatica delle vetrine (anch'essa collegata sotto linea preferenziale) garantisce la necessaria immissione di aria esterna che, per effetto ascendente, convoglia i gas caldi al di fuori della cupola posta a cielo libero nel cavedio dello stabile. Per il raffreddamento del montante verticale è stato previsto un impianto di nebulizzazione acqua ad ugelli orizzontali e verticali con una vasca di accumulo di 100 m³.

Si ringraziano per la divulgazione dei dati: Tecnoprogen, Milano; Messaggerie Musicali S.p.A., Milano.