



La **sovrapressione** negli impianti antincendio ad estinguenti gassosi

■ Massimo Bettati, Francesco Dignatici

L'abstract

La norma UNI EN 15004 sui sistemi fissi antincendio ad estinguenti gassosi, che introduce il fenomeno della sovra - o sottopressurizzazione che si crea in un volume confinato in fase di scarica dell'impianto, non contiene criteri di calcolo utili per la valutazione degli incrementi di pressione e per la progettazione dei necessari dispositivi di sfiato.

Per colmare, almeno in parte, tale lacuna normativa, l'ISO ha recentemente affidato ad uno dei propri Gruppi di Lavoro il compito di approfondire questo aspetto, partendo dai risultati già resi disponibili da enti coinvolti nel campo della sicurezza antincendio e riconosciuti a livello internazionale.

I fenomeno degli incrementi di pressione durante la scarica dell'estinguente all'interno di un volume protetto è un fatto noto e di notevole rilevanza per varie tipologie di sistemi antincendio. Esistono riferimenti normativi riguardo a questo aspetto, in particolare:

- UNI EN 15004 (capitolo 7.4.1) per sistemi a gas inerti (azoto, argon e miscele) e halocarbon (HFC 227ea, HFC 125 e HFC23);
- NFPA 12 (capitolo 5.6) per sistemi a CO₂;
- UNI ISO 15779 (capitolo 7.2.4) per sistemi ad aerosol condensato.

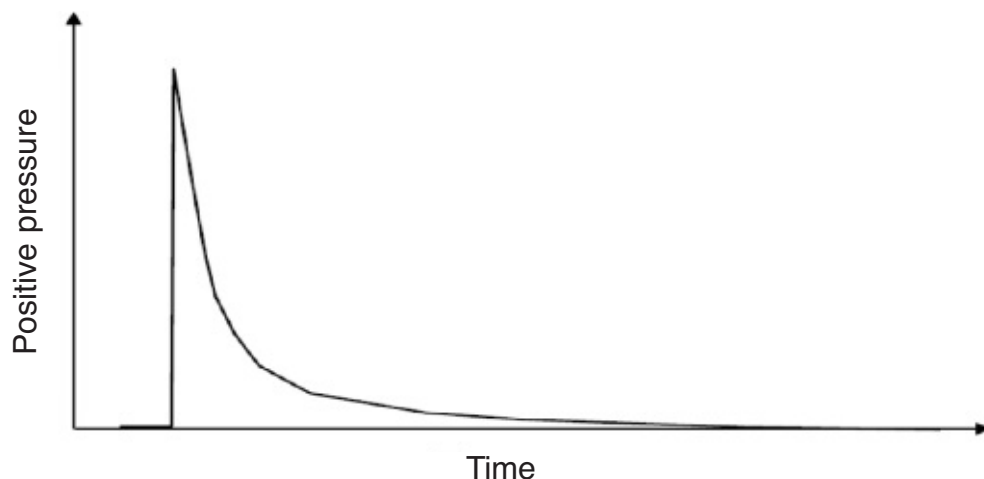


Figura 1 - Andamento tipico delle escursioni di pressione nel locale protetto in fase di scarica (sistemi a GAS INERTI) (Fonte: Fire Industry Association)

La norma UNI EN 15004 sui sistemi fissi antincendio ad estinguenti gassosi sottolinea come una sufficiente integrità strutturale del locale protetto sia un requisito imprescindibile. Allo stesso modo, sulla norma viene specificato come i calcoli sulla pressurizzazione e sui relativi dispositivi di sfogo debbano costituire parte integrante della documentazione tecnica di lavoro; nonostante questa introduzione, bisogna specificare come la norma non contenga criteri di calcolo utili ai fini della valutazione degli incrementi di pressione e della progettazione dei necessari dispositivi di sfogo¹.

Al fine di colmare, almeno in parte, tale lacuna normativa, l'ISO (Organizzazione Internazionale per la Normazione) ha recentemente affidato ad uno dei propri Gruppi di Lavoro (working group ISO-TC-21-SC-8) il compito di approfondire questo aspetto non certo trascurabile e di notevole impatto, partendo

dai risultati già resi disponibili da enti coinvolti nel campo della sicurezza antincendio ed internazionalmente riconosciuti.

Proprio alla luce delle più recenti linee guida emesse dalla Fire Industry Association (Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems) vengono di seguito chiariti alcuni aspetti inerenti la valutazione e l'ottenimento della necessaria area di sfogo (Total vent area) da considerare in sede di progettazione e di illustrare come tale parametro debba essere monitorato durante la vita utile dell'impianto. Per semplicità, si fa riferimento ad impianti antincendio utilizzando gas non liquefatti (siamo nel caso degli impianti a gas inerti), i quali generano una sovrappressione (incremento positivo) durante la scarica all'interno del volume protetto; si ipotizza inoltre una condizione di esercizio per cui lo scambio di gas conse-

¹ Malgrado la norma europea di riferimento non fornisca criteri di calcolo, sono disponibili da vari anni documenti tecnici emessi da enti accreditati che hanno approfondito questo aspetto, prime fa tutte FIA (Fire Industry Association, UK) e VdS (Vertrauen durch Sicherheit, Germania).

guente alla sovrapressione avvenga solamente fra il locale protetto ed un ambiente esterno non confinato ed alla pressione di riferimento, sulla base della quale vengono considerati gli scostamenti.

La presente trattazione vuole proporsi anche come richiamo e complemento dell'articolo elaborato dall'Ingegnere Michele Maria La Veglia ed apparso su questa rivista (numero di dicembre 2013), nel quale si è illustrato un evento riconducibile ad un'anomalia nella progettazione del sistema di sfiatione della sovrapressione in un archivio protetto da un impianto di spegnimento a gas inerte; nella fattispecie, la scarica generata dall'intervento dell'impianto ha provocato lo sfondamento del portone di ingresso ed il danneggiamento di alcuni controsoffitti.



Pur enfatizzando il carattere distruttivo di una simile circostanza (il termine “esplosione”, che appare più volte nel suddetto articolo, può essere associato allo scoppio di una bombola di estinguente in pressione, il che non riguarda il caso in esame), l'elaborato dell'Ingegnere La Veglia, basato sull'evidenza di un fatto reale, ha il merito di documentare alcune possibili e gravi conseguenze che possono essere innescate dalla non implementazione dei necessari apprestamenti tecnici nell'ambito della salvaguardia dell'integrità strutturale, con riferimento alle escursioni di pressione indotte dai sistemi antincendio a saturazione totale di gas. È ben noto come l'efficacia di un impianto di spegnimento a gas dipenda, in parte, dal mantenimento della concentrazione di agente estinguente

all'interno del locale protetto in seguito alla scarica, lungo un periodo (“hold time”, secondo la normativa UNI EN 15004 sugli impianti di spegnimento a gas) di durata minima pari a 10 minuti.

Tale obiettivo richiede la riduzione degli scambi della miscela aria-estinguente attraverso le superfici che separano il volume protetto dall'ambiente circostante. In altri termini, risulta necessario, ai fini del mantenimento, minimizzare le aperture nelle superfici che delimitano il volume e che permettono lo scambio di gas con l'ambiente esterno.

D'altro canto, è altresì noto come la riduzione delle aree di sfogo favorisca, all'interno del volume protetto, la variazione della pressione che si genera durante la scarica di agente estinguente.

Talvolta tale variazione può eccedere i limiti di resistenza strutturale di una o più superfici ad essa soggette, causando

danni anche gravi all'edificio nel quale l'impianto di spegnimento è installato.

Si può dunque dedurre come la buona progettazione di un impianto di spegnimento a saturazione totale imponga, tra i vari obiettivi, il soddisfacimento contemporaneo di due target distinti: l'ottenimento dell'hold time ed il rispetto delle massime variazioni di pressione ammissibili. Il raggiungimento del primo obiettivo implica la verifica dell'integrità del locale rispetto alle "fughe" di gas, attuabile attraverso la prova sperimentale del Door Fan Integrity Test, come da norma UNI EN 15004 - Appendice E; il secondo obiettivo può tradursi, qualora necessario, nell'installazione di dispositivi calibrati che limitino l'incremento di pressione ad un valore prestabilito.

Nella sua linea guida, la Fire Industry Association (FIA), illustra i concetti base che governano le escursioni di pressione causate da impianti antincendio a saturazione totale in condizioni di scarica, sottolineando come la garanzia dell'integrità strutturale sia un fattore fondamentale in tema di sicurezza. Vengono poi introdotte le più comuni tipologie di serrande per la compensazione dei differenziali di pressione e ne vengono presentate caratteristiche e parametri progettuali; il documento illustra anche alcune linee guida sull'installazione di tali dispositivi. Sulla scelta dei componenti, è importante specificare quanto segue: tra i dispositivi in commercio è corretto orientarsi su modelli dotati di certificazione specifica per applicazioni antincendio.

Come accennato in precedenza, un paragrafo importante riguarda la definizione dell'area totale di sfogo (Total Vent Area)² richiesta per un locale protetto da un impianto che utilizza gas non liquefatti.

Evitando di entrare nel dettaglio della for-

Come accertarsi che le caratteristiche di tenuta di un locale dotato di impianto antincendio a saturazione totale rimangano invariate nel tempo? Una risposta può essere dedotta dalla norma UNI 11280 sul controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di estinzione incendi ad estinguenti gassosi

mula, si evince come questo parametro costituisca il dato più importante per il calcolo del numero e della dimensione delle serrande; il valore della Total Vent Area dipende, oltre che dalle proprietà dell'estinguente, dalla concentrazione di progetto, dalle condizioni di esercizio e dalla massima portata di gas prevista, anche dal valore limite di sovrappressione imposto per un dato locale.³

È utile sottolineare quanto segue: l'area totale di sfogo (Total Vent Area) è equivalente alla somma dell'area effettiva di apertura delle serrande (Free Vent Area) e della superficie equivalente che quantifica le aperture naturali presenti sulle superfici delimitanti il volume protetto (Natural Leakage Area); la Free Vent Area dipende dalle caratteristiche geometriche e funzionali del dispositivo installato e deve essere specificata dal costruttore; la Natural Leakage Area può essere determinata sperimentalmente dalla prova del Door Fan Integrity Test.

Come riportato esplicitamente anche nel documento della FIA, si può dunque dedurre come tenere conto delle aperture naturali al fine del calcolo dell'area "aggiuntiva"

note

- 2 Il valore determinato della Total Vent Area in fase di progettazione può subire variazioni a seconda di quale, fra le relazioni di calcolo disponibili nella letteratura tecnica e proposte dai vari enti accreditati, si sceglie di adottare.
- 3 E' altresì bene specificato come la determinazione della resistenza del locale protetto sia responsabilità del committente e non del fornitore dell'impianto antincendio.

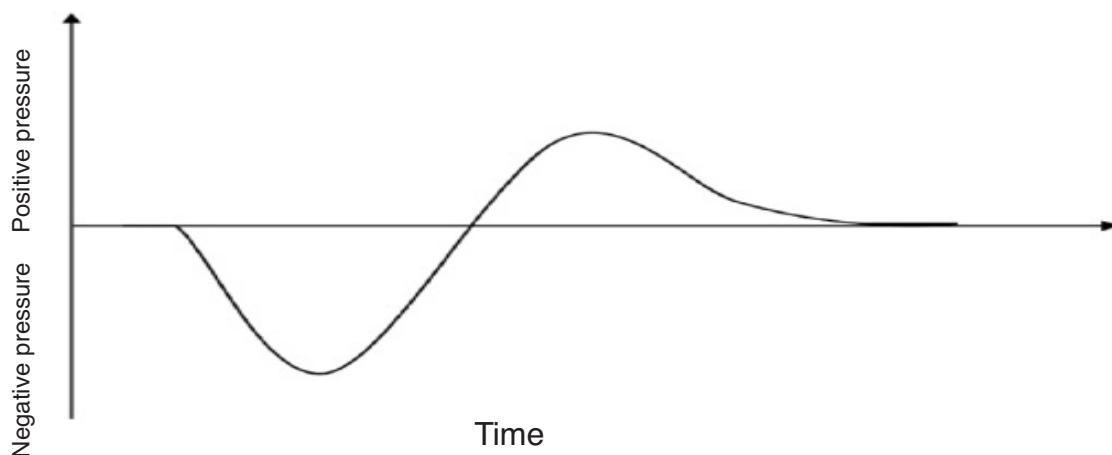


Figura 2 - Andamento tipico delle escursioni di pressione nel locale protetto in fase di scarica (sistemi a GAS HALOCARBON) (Fonte: Fire Industry Association)

da garantire tramite l'installazione delle serrande di sovrappressione sia un approccio accettabile.

In altre parole, ai fini del calcolo dell'area utile complessiva delle serrande di sovrappressione da installare, è possibile sottrarre all'area totale richiesta la superficie equivalente che quantifica le aperture già presenti nel locale protetto.

Alla luce di quanto illustrato fino ad ora, è

legittimo interrogarsi su quanto segue: come accertarsi che le caratteristiche di tenuta di un locale dotato di impianto antincendio a saturazione totale rimangano invariate nel tempo?

Una risposta può essere dedotta dalla norma UNI 11280 sul controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di estinzione incendi ad estinguenti gassosi.

Sul documento, con riferimento all'elenco



Figura 3 - Esempio di danno provocato dalla scarica di un impianto a saturazione totale: in questo caso, non sono stati previsti i necessari dispositivi di sfogo

delle procedure previsto per il controllo periodico (almeno semestrale) si può leggere quanto segue:

“Nel caso in cui siano disponibili i rapporti di prova dell'integrità del locale e la dichiarazione del responsabile dell'impianto che nulla è stato variato dalla data del suddetto rapporto, non è richiesta la ripetizione della prova con ventilatore sulla porta. In caso contrario, ai fini della verifica dell'integrità del locale deve essere effettuata la prova con ventilatore sulla porta come specificato nell'appendice E della UNI EN 15004-1:2008, o una prova di scarica completa. Dove la prova di integrità riveli che il locale non sia in grado di contenere l'agente estinguente per il necessario tempo di permanenza, si devono attuare immediate azioni correttive ed eventuale nuova progettazione e conseguente modifica dell'impianto”. Dalla lettura della norma, risulta dunque evidente che le caratteristiche di tenuta del locale debbano essere periodicamente monitorate e controllate al pari degli altri aspetti tecnici che riguardano la progettazione, l'installazione e la vita utile dell'impianto antincendio. Nel caso vengano rilevate discrepanze rispetto ai dati iniziali, può essere necessario implementare azioni cor-



Figura 4 - Serranda di sovrapressione (certificata per applicazioni antincendio)

rettive.

Tali azioni possono essere mirate, a seconda dei casi, al miglioramento della tenuta del locale nel caso in cui i tempi di permanenza previsti scendano sotto il valore minimo raccomandato (come indicato sulla UNI EN 15004-Appendice E) oppure ad un adeguamento del sistema di serrande calibrate nel caso in cui eventuali modifiche effettuate sul locale protetto (al fine di garantire una migliore ermeticità) facciano prevedere escursioni di pressione non ammissibili.



Figura 5 - Set-up per l'esecuzione di un Door Fan Integrity Test

L'attenzione alle caratteristiche di tenuta del locale, unita alla conoscenza dei fenomeni di sovrappressione, rappresenta dunque un aspetto fondamentale di cui sia i progettisti che gli addetti alla manutenzione dei sistemi di spegnimento a gas devono tenere conto.

Questo approccio è necessario sia ai fini di garantire l'efficacia dell'impianto di spegnimento, sia nell'ottica della sicurezza per persone ed immobili.

Dimensionamento delle serrande di sovrappressione: esempio applicativo

Nella *Tabella 1* si illustra un esempio di dimensionamento, al fine di rendere più chiari alcuni concetti espressi nella parte precedente.

Le relazioni di calcolo utilizzate derivano dalle più recenti linee guida della Fire Industry Association (FIA).

Bibliografia

- UNI EN 15004-1 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi a estinguenti gassosi - Parte 1: Progettazione, installazione e manutenzione- ed. 2008
- UNI 11280 - Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di estinzione incendi ad estinguenti gassosi - ed. 2012
- Fire Industry Association - Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems- ed. 2012
- Michele Maria La Veglia - Esplosione in archivio: anomalia nella progettazione di un sistema di spegnimento - rivista Antincendio n.12 - Dicembre 2013
- NFPA 12 - Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems - ed. 2011
- UNI ISO 15779 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi estinguenti ad aerosol condensato - Requisiti e metodi di prova per componenti e progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi - Requisiti generali - ed. 2012

Dati di ingresso	
Volume protetto	V: 260 m ³
Agente estinguente:	IG55
Concentrazione di progetto C:	45,2 [%]
Nr. bombole di estinguente da 80 L a 300 bar:	7
Quantità di gas nelle bombole Q _{gas} :	224,63 kg
Temperatura T:	20°C
Massima sovrappressione ammissibile	P: 500 pa ⁴
Volume specifico IG55 fase gassosa a 20 °C e pressione atmosferica S:	0,7081 m ³ /kg ⁵
Volume specifico aria a 20 °C e pressione atmosferica S _{air} :	0,8305 m ³ /kg
Tempo di scarica previsto t _s :	60 s
Superficie di sfogo naturale (rilevata dal Door Fan Integrity Test) ELA:	0,025 m ²
Calcolo dell'area totale di sfogo richiesta	
Il valore dell'area totale di sfogo richiesta (Total Vent Area) è data dalla seguente relazione, valida per estinguenti gassosi non liquefatti:	
$A = \frac{M \cdot S}{\sqrt{P \cdot S_H}} \quad (1)$	
In cui:	
M è la portata massima prevista dal sistema espressa in kg/s in relazione al tipo di estinguente (IG55) ed alla durata della scarica (60 s), viene assunta una portata massima ⁶ con valore pari al 3% della quantità totale presente nelle bombole:	
M = Q _{gas} · 0,03 = 6,74 kg/s	

Tabella 1 - Esempio di dimensionamento serrande in sovrappressione

S_H è il volume specifico della miscela omogenea aria – estinguente nelle condizioni di riferimento, calcolato come segue

$$S_H = \frac{C \cdot S}{100} + \left(\frac{100-C}{100} \right) \cdot S_{AIR} \quad (2)$$

Il valore di S_H risulta pertanto pari a 0,7752 m³/kg.

Dalla relazione (1) si ricava il valore dell'area totale di sfogo richiesta (Total Vent Area):

$$A = 0,242 \text{ m}^2$$

Calcolo del numero di serrande di sovrappressione

Come già precedentemente illustrato, l'area totale richiesta è pari alla somma dell'area equivalente alle aperture naturali rilevate dal Door Fan Integrity Test (ELA) e dell'area aggiuntiva effettiva da garantire tramite l'installazione delle serrande di sovrappressione (FVA_{TOT}):

$$A = FVA_{TOT} + ELA \quad (3)$$

da cui:

$$FVA_{TOT} = A - ELA \quad (4)$$

Dalla relazione (4) e dai risultati già ricavati è possibile ricavare il valore dell'area (minima) effettiva da garantire tramite l'installazione delle serrande di sovrappressione:

$$FVA_{TOT} = 0,217 \text{ m}^2$$

Il numero e le dimensioni delle serrande di sovrappressione da prevedere dipendono da quale fra i diversi modelli reperibili in commercio si sceglie di adottare e dalle caratteristiche tecniche rese disponibili dal costruttore.

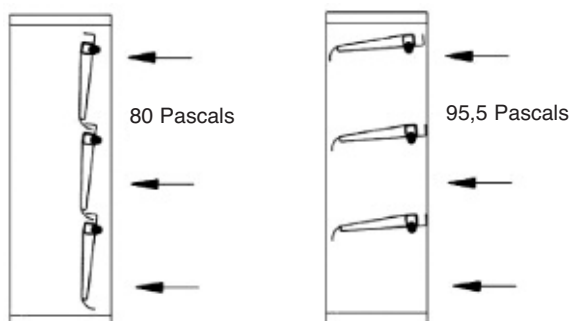


Figura 6 - Apertura di una serranda di sovrappressione: nell'esempio in figura, l'apertura raggiunge il suo grado massimo con 95,5 pa a monte

Nella fattispecie, viene scelto un modello di serranda di dimensioni 300 x 300 mm, ognuna delle quali presenta un'area di apertura effettiva ($FVAs$, fornita dal costruttore⁷) pari a 0,076 m². Arrotondando per eccesso, si ottiene il numero di dispositivi di sovrappressione (Ns) da installare nel caso in esame:

$$Ns = FVA_{TOT} / FVAs = 2,86 \approx 3$$

⁴ Valore considerato ammissibile nella pratica per molte applicazioni comuni.

⁵ Dato reperibile sulla norma UNI EN 15004 – parte 9.

⁶ un valore più accurato della massima portata di gas prevista, può essere fornita da chi ha progettato il sistema, con particolare riferimento ai calcoli sul flusso di gas nella linea di distribuzione.

⁷ il valore dichiarato dell'area di sfogo effettiva da considerare per un dispositivo è sempre riferito ad un valore di pressione, tipicamente inferiore alla massima pressione imposta (esempio: 0,076 m² a 100 pa); è bene comunque valutare tutte le informazioni fornite dal costruttore al fine di verificare la corretta apertura del dispositivo nelle condizioni di funzionamento previste.