

Articoli sul mondo della prevenzione incendi

ALL'INTERNO

Le scoperte del mese

Individuiamo le tematiche più interessanti

Newsletter aziendale

Ogni mese ci trovate online sul sito di ProFire

L'osservatore

Collaboriamo con professionisti, aziende e vigili del fuoco



Gli impianti antincendio a disponibilità superiore

- di **Maurizio Antonelli** e **Massimo Lommano**

Una delle novità delle Norme tecniche di prevenzione incendi, DM 03/08/2015 come aggiornato dal DM 18/10/2019, è il concetto di disponibilità superiore di sistemi o impianti di protezione attiva a servizio dell'attività.

Un sistema o impianto a disponibilità superiore, in particolare un impianto di spegnimento automatico dell'incendio, è un elemento di progetto che può ridurre in maniera significativa le richieste di prestazioni della resistenza al fuoco della struttura portante di un edificio.

È quindi importante affrontare con la dovuta attenzione questo aspetto del progetto antincendio, sia per quanto riguarda il progetto degli impianti che quello della struttura portante dell'attività e della sua compartimentazione.

Ai sensi delle Norme tecniche di prevenzione incendi la presenza di un sistema o impianto a disponibilità superiore a servizio di un'attività può ridurre significativamente il numero degli scenari di incendio che devono essere analizzati nella progettazione di una soluzione alternativa (scenari di incendio di progetto), nel caso in cui si riesca a dimostrare che gli scenari relativi all'evento di non funzionamento o di fallimento dell'impianto siano non significativi. Per dimostrare tale caratteristica non bastano però previsioni progettuali generiche, definite al di fuori dell'applicazione dei metodi dell'ingegneria antincendio, ma deve essere condotta l'intera applicazione dell'analisi del rischio prevista da tale metodologia. È bene infatti evidenziare che in una specifica

progettazione non tutti i sistemi o impianti progettati per avere maggiore affidabilità saranno a disponibilità superiore, ma solo quelli che renderanno non credibili gli scenari d'incendio di progetto nei quali tali sistemi o impianti non sono funzionanti.

Quindi sistema o impianto a disponibilità superiore e scenari d'incendio di progetto non credibili, nei quali tali sistemi o impianti non sono funzionanti, sono due fattispecie biunivocamente legate: se una delle due non è vera, anche l'altra non lo è.

Alcune recenti pubblicazioni non hanno inquadrato correttamente questo nuovo concetto presente nelle Norme tecniche di prevenzione incendi, in quanto si afferma in maniera semplicistica e senza argomentazioni tecniche e analitiche adeguate "che finalmente può essere considerato un impianto "sempre funzionante" e pertanto non risulta più necessario considerare lo scenario di incendio in sua assenza.



Gestione della sicurezza antincendio per la disponibilità superiore

Mentre per la parte impiantistica antincendio abbiamo importanti riferimenti normativi nazionali e internazionali, per la gestione della sicurezza si realizza un sistema su misura per il committente e l'attività secondo le specifiche esigenze nella gestione ordinaria e, soprattutto, in quella emergenziale.

Il Codice di prevenzione incendi al paragrafo **M.1.8 Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio** individua che:

1. [...]devono essere previste **specifiche misure di gestione della sicurezza antincendio** affinché **non** possa verificarsi la **riduzione del livello di sicurezza** assicurato inizialmente.

2. Le **specifiche misure** di gestione della sicurezza antincendio devono essere **riferite agli aspetti trattati** nella progettazione prestazionale, con particolare riguardo a:

- **specifiche soluzioni progettuali;**
- **misure antincendio di prevenzione e protezione adottate;**
- **mantenimento delle condizioni di esercizio** da cui discendono i valori di **parametri di ingresso** nella progettazione prestazionale.

3. Specifiche misure di gestione della sicurezza antincendio sono sottoposte a **verifiche periodiche** da parte del

Impianti a disponibilità superiore

Caratteristiche principali degli impianti antincendio a disponibilità superiore

1. **Affidabilità e continuità operativa:** Gli impianti devono essere progettati per rimanere operativi in situazioni di emergenza, anche in caso di guasti o malfunzionamenti di componenti principali. Questo può includere la presenza di sistemi di backup, come generatori di energia, batterie di supporto e pompe ridondanti.
2. **Ridondanza dei sistemi:** Per garantire una disponibilità superiore, i componenti principali, come pompe, serbatoi d'acqua, valvole e sistemi di allarme, sono duplicati o triplicati. In caso di guasto di uno dei componenti, un altro sistema prende automaticamente il suo posto.
3. **Sistemi di alimentazione indipendenti:** Questi impianti devono essere equipaggiati con sistemi di alimentazione di riserva (come gruppi elettrogeni o UPS - Uninterruptible Power Supply) che assicurano che l'impianto non perda potenza durante il picco di emergenza.
4. **Monitoraggio continuo e manutenzione preventiva:** Gli impianti a disponibilità superiore sono dotati di sistemi di monitoraggio remoto che consentono di verificare costantemente lo stato di salute del sistema. La manutenzione preventiva è fondamentale per evitare guasti durante le emergenze. In questo modo, le anomalie vengono rilevate tempestivamente e possono essere risolte prima che il sistema entri in crisi.
5. **Tecnologie avanzate:** Per garantire una maggiore disponibilità ed efficienza, questi impianti possono integrare tecnologie come sensori di rilevamento avanzati (fumo, temperatura, gas), automatismi che riducono al minimo l'intervento manuale e sistemi di comunicazione che avvisano immediatamente i responsabili della sicurezza in caso di malfunzionamenti.

6. **Compliance alle normative:** Gli impianti antincendio a disponibilità superiore devono essere progettati e realizzati in conformità con le normative locali e internazionali (ad esempio, le norme UNI, EN, NFPA). Queste normative stabiliscono i requisiti di prestazione e sicurezza degli impianti.
7. **Pianificazione per scenari critici:** La progettazione di questi impianti include simulazioni e test in scenari di emergenza per verificare che il sistema possa resistere in condizioni avverse come blackout prolungati, incendio di grandi dimensioni o eventi naturali.

Tipologie di impianti con disponibilità superiore

- **Impianti sprinkler ad alta disponibilità:** Sistemi di irrigazione automatica che si attivano quando vengono rilevati incendi. La disponibilità superiore implica una manutenzione periodica e l'uso di sistemi di backup per garantire l'attivazione tempestiva.
- **Impianti di spegnimento a gas (come CO₂ o agenti estinguenti):** Questi sistemi vengono utilizzati in ambienti dove l'acqua non può essere utilizzata, come nelle sale server. L'impianto deve essere progettato per rispondere rapidamente anche in caso di guasti
- **Sistemi di allarme e rilevazione avanzata:** Sistemi che monitorano in tempo reale i rischi di incendio, fornendo informazioni tempestive ai responsabili della sicurezza. L'affidabilità è fondamentale per evitare falsi allarmi e garantire una risposta rapida in caso di incendio.

responsabile dell'attività secondo le **cadenze temporali** già definite nel progetto.

5. Qualora i sistemi di protezione attiva siano considerati ai fini della riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio RHR(t) o comunque contribuiscano a mitigare gli effetti dell'incendio, devono essere installati sistemi a **disponibilità superiore**.

“Per ‘disponibilità’ si intende la probabilità che un sistema sarà operativo a un tempo predefinito ‘t’ (UNI EN 13306)”

G.1.14.19

Secondo il Codice di prevenzione incendi (G.2.10.2.) la disponibilità superiore per sistemi o impianti può essere ottenuta tramite:

- migliore affidabilità,**
- maggiore manutenibilità e supporto logistico alla manutenzione.**

Inoltre, al fine di mantenere il livello di sicurezza assicurato all'attività, per sistemi o impianti a disponibilità superiore deve essere prevista la gestione degli **stati degradati** o dello **stato di indisponibilità** del sistema.

Tutto questo deve essere garantito tramite la **GSA**.



Analisi di affidabilità

Analisi di affidabilità dei componenti non riparabili

Esaminiamo un caso considerando la letteratura [1][2]. Prendiamo come esempio i sistemi automatici di tipo sprinkler, che hanno una affidabilità generica in condizioni normali standard di manutenzione, come si può osservare dalla Tabella 74.1 del SFPE HB.

Table 74.1 Generic reliability values for automatic sprinklers [8]

Residential	Institutional	Commercial	General	Combined
96.6	96.6	88.1 < 93.1 < 98.1	93.9 < 96 < 98.1	92.2 < 94.6 < 97.1

In tale situazione è necessaria la **sostituzione** del componente e l'unico modo in cui è possibile intervenire da principio è la scelta della **componentistica** conforme agli **standard UL/FM** e marcati **CE**.



Analisi di affidabilità dei componenti riparabili

Affrontiamo l'esempio di analisi di affidabilità di una **motopompa diesel** reperito in letteratura [1] per comprendere come svolgere l'analisi di affidabilità di un componente riparabile.

Esempio di un sistema dotato di singola motopompa diesel

Si consideri, quindi, il caso di una pompa antincendio sottoposta a test settimanali come raccomandato da NFPA 25.

La durata del test è approssimata a 1 giorno. I dati di affidabilità per la pompa suggeriscono un MTBF (Main Time Between Failure) di 36 mesi

Maggiore manutenibilità

*“La caratteristica di disponibilità, per gli impianti di protezione attiva, è definita come la **probabilità di successo su richiesta** ovvero, per il caso in oggetto, di **funzionamento in caso di emergenza**”*

Per ottenere la caratteristica di **disponibilità superiore** il sistema deve essere sottoposto ad attività di maggiore manutenibilità, cioè attività di ispezione, controllo e manutenzione con **frequenze superiori** rispetto ad un sistema a disponibilità standard.

In merito la RTO al punto G.2.10.2.b suggerisce di seguire le indicazioni riportate nello Standard NFPA25 “Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems” che tuttavia **risulta essere già un obbligo** per un impianto progettato secondo gli Standard NFPA 13 e NFPA 20.

Al fine di migliorare ulteriormente le prestazioni di disponibilità si è scelto di intervenire con una **frequenza maggiore sul componente principale dell'impianto** individuato come riparabile di cui all'analisi dell'esempio di un sistema dotato di due motopompe diesel.

Nella fattispecie, considerando che lo standard NFPA 25:2020

e una probabilità del 5% che l'ispezione e le attività di test individuino problemi alla pompa tali da richiedere una riparazione. Si considera, inoltre, che il MTTR (Main Time To Repair) della pompa è pari a 1 settimana. Vogliamo sapere qual è la disponibilità della pompa.

L'enunciato del problema suggerisce quanto segue:

1. il tasso di guasto λ è $1/36$ mesi⁻¹;
2. il tasso di riparazione μ è $1/0,25$ mesi⁻¹ (circa 1 settimana come 0,25 mesi);
3. il tasso di ispezione τ è $1/0,25$ mesi⁻¹;
4. il tasso al quale le pompe tornano in servizio dopo l'ispezione e il collaudo è $1/0,033$ mesi⁻¹, circa 1 giorno come $1/30$ mesi;
5. il tasso con il quale i problemi alla pompa che richiedono una riparazione vengono rilevati durante ispezione e test è $0,05 \cdot \tau$.

Questi valori sono riassunti nella matrice di transizione mostrata nella Tabella 74.9.

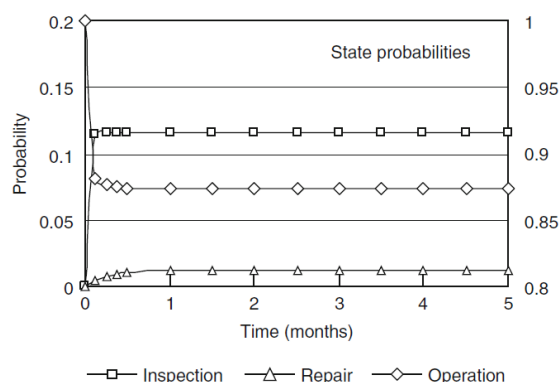
Table 74.9 Transition matrix for Example 6 (all units in months⁻¹)

	Operational	Test	Repair
Operational		$\tau = 1/0.25$	$\lambda = 1/36$
Test	$\psi = 1/0.033$		$\gamma = 0.05 \cdot \tau$
Repair	$\mu = 1/0.25$		

Risolvendo per via numerica un sistema di equazioni differenziali con i valori riportati nella Tabella 74.9 si ottengono i risultati riportati nel diagramma della Figura 74.21.

Guardando il diagramma, osserviamo che la probabilità stazionario di essere nello stato operativo (rombi) è di 0,873.

Fig. 74.21 Graphical solution for Example 6. Steady-state probabilities: operational = 0.873 (read in the right y-axis), inspection = 0.116, repair = 0.012



indica una frequenza di controlli sulle motopompe diesel con cadenza trimestrale, si prevede di aumentare tale frequenza con cadenza mensile.

Le vie di comunicazioni rendono efficiente anche l'approvvigionamento dei componenti di ricambio dell'impianto sprinkler che eventualmente si dovessero rendere necessari per la sostituzione dei componenti guasti.



Supporto logistico alla manutenzione

Il contratto con il responsabile dell'impianto incaricato di effettuare le attività di ispezione, controllo e manutenzione prevederà la **dotazione dei pezzi di ricambio listati dal manuale di uso e manutenzione** fornito dal costruttore delle motopompe diesel da conservare sempre a disposizione per ridurre i tempi di intervento.



GSA Esercizio - MOC

MANUTENZIONI
ORDINARIE/STRAORDINARIE -
INTERVENTI DI MODIFICA

Il **responsabile dell'attività** è l'unico soggetto che autorizza queste attività.

Per ogni autorizzazione che dovrà essere fatta in forma scritta informando il Datore di Lavoro, il RSPP e il DDS, a mezzo e-mail, sarà descritta l'individuazione dei

Esempio di un sistema dotato di due motopompe diesel



Adesso consideriamo l'analisi di affidabilità di due motopompe diesel, una primaria e una di riserva. I dati sono i seguenti:

- Il MTBF della pompa primaria è di 24 mesi. Pertanto, il tasso di guasto, λ_p , è $1/24$ mesi⁻¹;
- Il MTBF della pompa di riserva è di 36 mesi. Pertanto, il tasso di guasto, λ_{sb} , è $1/36$ mesi⁻¹;
- Il MTTR del primario o della pompa di riserva è di 2 settimane. Quindi, il tasso di riparazione, μ , è di $1/0,5$ mesi⁻¹;
- Il tempo medio per il guasto del gruppo è 60 mesi. Pertanto, il tasso di guasto, λ_{cc} , è $1/60$ mesi⁻¹;
- Il MTTR di entrambe le pompe è di 3 settimane. Perciò, il tasso di riparazione, μ_s , è di $1/0,75$ mesi⁻¹.

Questi valori sono riassunti nella matrice di transizione mostrata nella Tabella 74.10.

Table 74.10 Transition matrix for Example 7 (all units in months⁻¹)

	State 1	State 2	State 3	State 4
State 1		$\lambda_{sb} = 1/36$	$\lambda_p = 1/24$	$\lambda_{cc} = 1/60$
State 2	$\mu = 1/0.5$			$\lambda_p = 1/24$
State 3	$\mu = 1/0.5$		$\mu = 1/0.5$	$\lambda_{sb} = 1/36$
State 4	$\mu_s = 1/0.75$	$\mu = 1/0.5$		

Risolviendo per via numerica lo stesso sistema di equazioni differenziali del primo esempio con i valori della Tabella 74.10, si ottengono i risultati riportati nel diagramma della Figura 74.22.

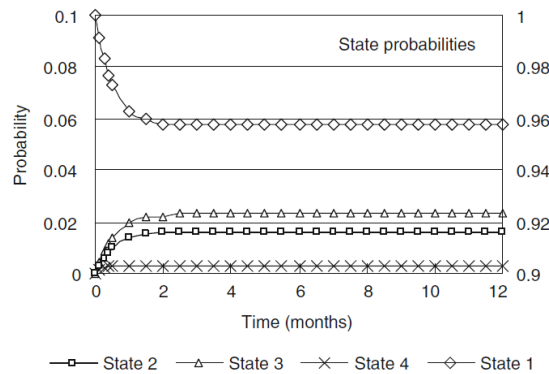


Fig. 74.22 Graphical solution for Example 7. State probabilities: State 1 = 0.958 (read in the right y-axis), State 2 = 0.016, State 3 = 0.023, State 4 = 0.0032

Assumendo il sistema all'istante 0 già nello stato operativo, la probabilità stazionaria di essere nello stato operativo è pari alla somma:

$$0,958 + 0,016 + 0,023 = \mathbf{0,997}.$$

pericoli e la valutazione dei rischi legati all'intervento di modifica o di manutenzione, con particolare attenzione agli **stati degradati** e agli **stati di indisponibilità** del sistema sprinkler.

Viene inoltre previsto:

- per i componenti non riparabili, in linea con lo standard di manutenzione, di impiegare unicamente la componentistica conforme agli standard UNI EN e marcati CE;
- di incrementare la frequenza, da semestrale a mensile, del controllo periodico del sistema SEFFC previsto dallo standard di manutenzione UNI 9494-3;
- di contrattualizzare con il responsabile dell'impianto, incaricato di effettuare le attività di ispezione, controllo e manutenzione, la dotazione dei pezzi di ricambio dei componenti non riparabili da conservare sempre a disposizione al fine di ridurre i tempi di intervento.

Entrambi gli esempi utilizzano il metodo della modellazione di Markov [1] per la soluzione del sistema di equazioni differenziali con metodi numerici.

In seguito agli esempi si può concludere che la soluzione progettuale dell'impianto prevede un sistema NFPA 13 ed. 2022, alimentato da gruppo di pompaggio NFPA 20 con 2 motopompe. Tale configurazione risulta essere migliore di quanto previsto dallo standard NFPA 20 che ammette la possibilità di installare una sola motopompa diesel:

0,997 > 0,873.

Conclusioni

Gli impianti antincendio a disponibilità superiore sono progettati per garantire un alto livello di sicurezza e continuità operativa anche nelle situazioni più critiche. L'affidabilità di questi sistemi è fondamentale in ambiti ad alto rischio dove ogni minuto può fare la differenza nella gestione dell'emergenza e nella protezione di persone, beni e strutture. La tecnologia avanzata, la ridondanza dei sistemi e la manutenzione continua sono essenziali per garantire l'efficacia di tali impianti.

Bibliografia

1. Morgan J. Hurley, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Fifth Edition, 2016.
2. R. Bukowski, E. Budnick, and C. Schemel, Estimates of the Operational Reliability of Fire Protection Systems, in Proceedings for the Third International Conference on Fire Research and Engineering, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD (1999).
3. IMPIEGO DI UN IMPIANTO A DISPONIBILITÀ *Fondazione Promozione Acciaio*

direzione@pro-fire.org

