

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

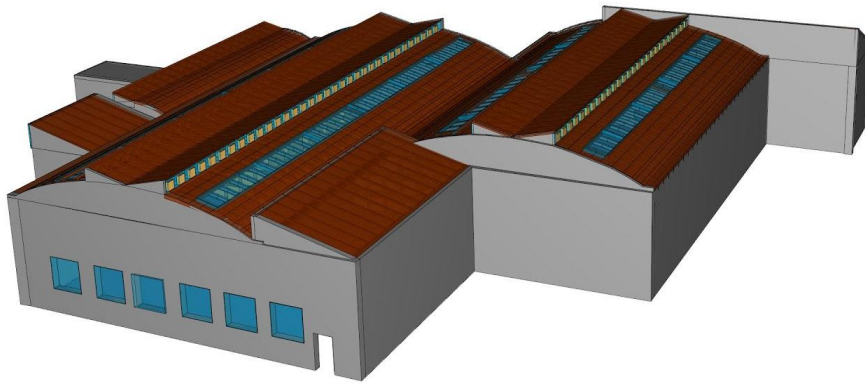


FSE – Fire Safety Engineering

- di Ing. A. La Malfa, Ing. G. Basile e Maurizio Antonelli

La Fire Safety Engineering FSE è definita come (norma ISO/TR 13387):

“Applicazione di principi ingegneristici, di regole e di giudizi esperti basati sulla valutazione scientifica del fenomeno della combustione, degli effetti dell'incendio e del comportamento umano, finalizzati alla tutela della vita umana, alla protezione dei beni e dell'ambiente, alla quantificazione dei rischi di incendio e dei relativi effetti ed alla valutazione analitica delle misure antincendio ottimali, necessarie a limitare entro livelli prestabiliti le conseguenze dell'incendio.”



A cosa serve la soluzione alternativa?

L'approccio alternativo consente una valutazione quantitativa del livello di sicurezza antincendio rispetto a prestabilite soglie prestazionali e prende come riferimento, ipotizzati scenari d'incendio ritenuti ragionevolmente credibili. L'effetto di ogni misura alternativa può essere quantificato e valutato attraverso l'uso di modelli rispetto a valori minimi delle prestazioni richieste. Si ha quindi un maggiore controllo del rapporto rischi/misure di sicurezza

Col metodo FSE si possono risolvere due tipologie di problemi:

- **Salvaguardia della vita.** Problema pre-flashover, dipende essenzialmente dal movimento di fumi e calore nell'edificio ed è legato in prima approssimazione all'HRR ed alla qualità del focolare.
- **Stabilità strutturale.** Problema post-flashover, dipende essenzialmente dal cimento termico della struttura ossia, dall'energia prodotta dall'incendio (carico d'incendio) e dalle condizioni di ventilazione.

Con la FSE e l'approccio prestazionale è possibile valutare:

- il fenomeno dello sviluppo delle fiamme;
- la propagazione e la dispersione dei fumi;
- il corretto funzionamento dei sistemi di rivelazione, allarme ed estinzione presenti nella struttura;
- il comportamento degli elementi strutturali e della compartimentazione alle alte temperature.

FSE come soluzione alternativa

D.M. 9 maggio 2007 e Codice di Prevenzione Incendi

In Italia la metodologia prestazionale è stata intro-dotta con il D.M. 9 maggio 2007 "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio", in vigore dal 20/8/2007.

Il Decreto è formato da N°8 articoli che stabiliscono le procedure per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio:

- art. 1 Oggetto;
- art. 2 Campo di applicazione;
- art. 3 Domanda di parere di conformità sul progetto;
- art. 4 Domanda di deroga;
- art. 5: Dichiarazione di inizio attività;
- art. 6: Sistema di gestione della sicurezza antincendio;
- art. 7: Osservatorio per l'approccio ingegneristico;
- art. 8: Disposizioni finali.

E un allegato tecnico suddiviso in 5 punti che indicano il processo di valutazione e progettazione nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio. Si applica a insediamenti di tipo complesso o a tecnologia avanzata e in edifici di particolare rilevanza architettonica e/o costruttiva:

- Edifici pregevoli per arte o storia.
- Edifici ubicati in ambiti urbanistici di particolare specificità.

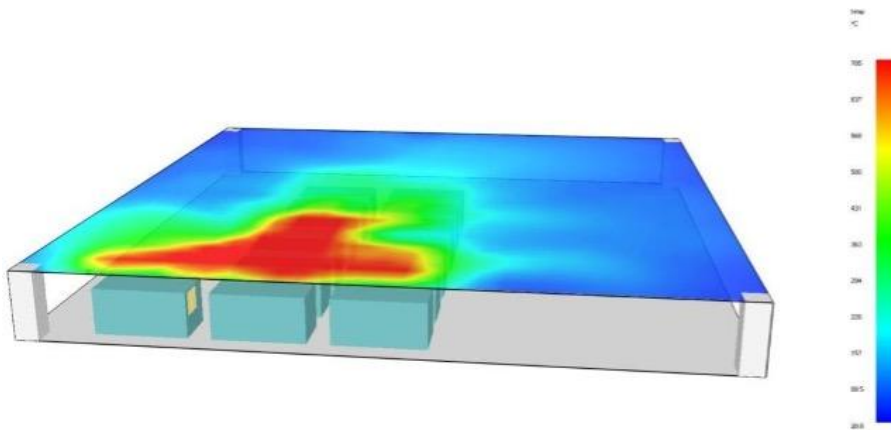
Successivamente è stato chiarito che tale indicazione non deve essere intesa in senso limitativo, ma vuole indirizzare l'uso dello strumento prestazionale, più sofisticato e raffinato e quindi più complesso e costoso, per la progettazione di attività per le quali può essere maggiormente valorizzato. Viene introdotto l'obbligo aggiuntivo di elaborare il programma per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio (SGSA).

In seguito la FSE è stata inserita nella sezione M del Codice di prevenzione incendi, di cui al D.M. 3 agosto 2015, in vigore dal 18 novembre 2015:

- M.1 Metodologia,

- M.2 Scenari d'incendio,
- M.3 Salvaguardia della vita umana.

“La FSE è un progetto cucito addosso la struttura”



Lo studio della FSE

Il codice, al paragrafo M.1.2, specifica che l'approccio prestazione si divide in due fasi:

Analisi preliminare Individuazione delle condizioni più rappresentative di rischio dell'attività e i livelli di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire. Una fase nella quale vengono esplicitati i passi che portano a fissare le principali condizioni di rischio al quale l'attività è soggetta.

Analisi quantitativa Fase nella quale, mediante l'utilizzo di modelli di calcolo, vengono eseguite analisi quali-quantitative degli effetti dell'incendio mettendoli in relazione con gli obiettivi da perseguire. I risultati ottenuti verranno confrontati con le soglie di prestazione già acquisite permettendo la definizione del progetto sarà sottoposto ad approvazione definitiva.

Modelli matematici

L'evoluzione dell'incendio nel tempo e nello spazio può essere determinata adoperando un'ampia varietà di modelli di calcolo: modello di campo FDS (simulatore dinamico degli effetti del fuoco, sviluppato e distribuito con la formula del pubblico dominio dal NIST, www.nist.gov). I modelli computazionali più utilizzati sono i modelli a zone e i modelli di campo.

Si rimanda a un articolo su FDS per approfondire l'argomento: <https://www.pro-fire.org/articoli-tecnici/399-simulatore-fds-per-la-fire-safety-engineering-2>



Analisi preliminare

Il **professionista antincendio** identifica e documenta i principali aspetti del **progetto**:

1. **destinazione d'uso** dell'attività;
2. **caratteristiche degli occupanti** in relazione alla tipologia di edificio e alla destinazione d'uso prevista;
3. eventuali **vincoli progettuali** derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività;
4. **finalità della progettazione** antincendio prestazionale.

Successivamente si identificano ed esplicitano gli **obiettivi di sicurezza antincendio** in conformità alle vigenti disposizioni in materia di prevenzione incendi ed in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame, ivi compresa la sicurezza delle squadre di soccorso.

In relazione agli obiettivi di sicurezza individuati, il progettista deve indicare quali sono i parametri significativi presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi. Gli obiettivi antincendio vengono tradotti in **soglie di prestazione** rispetto alle quali operare una **valutazione quantitativa del livello di sicurezza antincendio**. Tali soglie di prestazione devono poter essere utilizzate nella seconda fase della progettazione per discriminare in modo oggettivo le soluzioni progettuali che soddisfano gli obiettivi antincendio da quelle che invece non raggiungono le prestazioni richieste.

Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100m ² : 5 m	ISO 13571:2007, punto 9., nota 2.
	Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100m ² : 2,5 m	[1]
FED, <i>fractional effective dose</i> massima di esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,3	ISO 13571:2007, punto 5.2 e 6.
	Soccorritori: nessuna valutazione	
Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571:2007, punto 8.1
	Soccorritori: 80°C	[1]
Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571:2007, punto 8.2, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
	Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]

Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Altezza minima dei fumi stratificati dal piano di calpestio al di sotto del quale permanga lo strato d'aria indisturbata	Occupanti: 2 m	Ridotto da ISO TR 16738:2009, section 11.2
	Soccorritori: 1,5 m	[1]
Temperatura media dello strato di fumi caldi	Occupanti: 200°C	ISO TR 16738:2009, section 11.2
	Soccorritori: 250°C	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per *soccorritori* si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

(Allegato M.3 Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale)

Infine, tramite lo sviluppo e l'individuazione degli **scenari di incendio** che vengono **identificati, selezionati e quantificati**, il professionista antincendio deve specificare se lo scenario d'incendio ipotizzato sia relativo ad una condizione di pre-flashover oppure ad una condizione di post-flashover, a seconda dell'obiettivo da raggiungere.

Scenari di incendio

Gli scenari di incendio rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività in relazione alle caratteristiche di:

- incendio (focolare),
- attività (edificio),
- occupanti.

Si identificano tutti i possibili scenari d'incendio che possono svilupparsi durante la vita utile dell'attività, considerando tutte le condizioni di esercizio ragionevolmente prevedibili e si sviluppa successivamente uno specifico albero degli eventi a partire da ogni evento iniziatore pertinente e credibile.

Volendo schematizzare:

1. Identificazione configurazioni, allestimenti, layout.
2. Sviluppo albero degli eventi qualitativo o quantitativo.
3. Caratteristiche dell'incendio, attività e occupanti.
4. Scenario pre/post flashover.
5. Analisi storica dell'incendio: iniziazione, propagazione, impianti, azioni e occupanti (e squadre di soccorso).

Le soluzioni progettuali, nel rispetto delle soglie di prestazione richieste nell'ambito degli scenari d'incendio di progetto, garantiscono lo stesso grado di sicurezza anche nei confronti di tutti gli altri scenari d'incendio.

(NB. La selezione degli scenari d'incendio non dispone di un quadro normativo nazionale a cui fare riferimento. La NFPA 101 elenca scenari a cui si può fare riferimento).



Analisi quantitativa

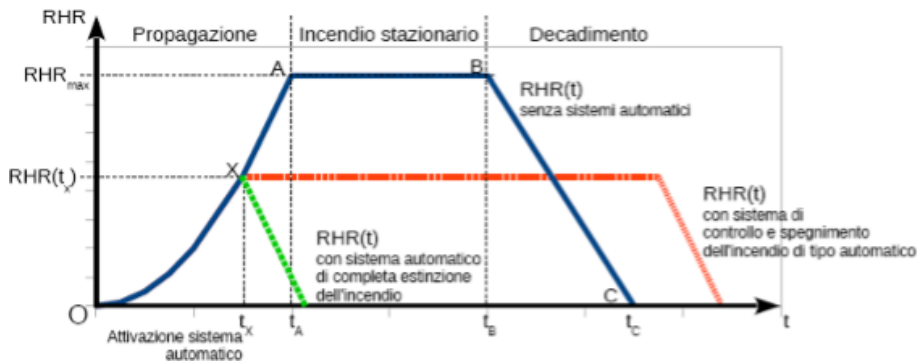
Il professionista antincendio elabora una o più soluzioni progettuali per l'attività, congruenti con le finalità da sottoporre alla successiva verifica di soddisfacimento degli obiettivi di sicurezza antincendio. In questa fase il professionista antincendio calcola gli **effetti che gli scenari d'incendio** di progetto determinerebbero nell'attività per ciascuna soluzione progettuale elaborata.

A tal fine il professionista antincendio impiega un **modello di calcolo analitico o numerico**: l'applicazione del modello fornisce i risultati quantitativi che consentono di descrivere l'evoluzione dell'incendio e dei suoi effetti sulle strutture, sugli occupanti o sull'ambiente, secondo le finalità della progettazione.

Ottenuti i risultati della modellazione, si verifica il rispetto **delle soglie di prestazione** per le soluzioni progettuali per ciascuno scenario d'incendio di progetto. Le soluzioni progettuali che non rispettano tutte le soglie di prestazione per ogni scenario di incendio di progetto devono essere scartate.

Valutazione delle soluzioni progettuali

La curva RHR si pone come uno dei modelli di descrizione disponibili attualmente dell'evoluzione temporale di una caratteristica rappresentativa di un incendio (la potenza termica) in determinate condizioni.



Valutazione del rischio di incendio

Paragrafo G.2.6.1 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019

Per ciascun compartimento antincendio in cui si articola l'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi, ai sensi del D.P.R. 151/2011, bisogna eseguire una specifica analisi sulle più severe ma credibili ipotesi d'incendio e procedere alla:

- individuazione dei pericoli d'incendio (sorgenti d'innesco, carico incendio, formazione atmosfere esplosive, ecc.);
- descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti (condizioni di accessibilità e viabilità, caratteristiche degli edifici, superfici, altezza, isolamento, superficie di ventilazione utile allo smaltimento di fumi e di calore, ecc.);
- determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio (affollamento, anziani, ecc.);
- individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio (prodotto finito, macchinari, ecc.);

Una volta definiti gli obiettivi della progettazione, si definisce la **durata minima degli scenari**: dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro, oppure, dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale in fase di raffreddamento al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi



Casi ricorrenti

Caso 1 - Strategia antincendio capitolo S.2 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019 - Resistenza al fuoco

Deposito isolato di materiali combustibili vari (l'opera da costruzione più vicina facente capo allo stesso responsabile dell'attività si trova a circa 30 m) con strutture in acciaio, avente superficie in pianta di 3500 m² ed altezza massima al colmo di 10 m, posto ad una distanza minima di 6 m dal confine di proprietà e nel quale, in relazione ai quantitativi presenti ed alle misure di protezione antincendio e gestionali presenti, si realizza un valore del carico d'incendio specifico di progetto pari a 1150 MJ/m².

- E. valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente (effetti sull'organismo umano, danni a recettori sensibili, ecc.);
- F. individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi (divieti, controlli, ecc.).

**Caso 2 - Strategia antincendio
capitolo S.3 dell'Allegato 1 al
D.M. 18/10/2019 -
Compartimentazione**

Edificio industriale avente superficie in pianta di 3000 m² ed altezza massima al colmo di 11 m, che si trova sul lato ovest ad una distanza minima di 5 m da un altro edificio dello stesso complesso industriale afferente ad un unico responsabile dell'attività, dotato di aperture di ventilazione ricavate prevalentemente nella parte alta delle pareti; sul lato est, ad una distanza di 8 m dall'edificio, è presente un deposito esterno di pallet di legno che occupa una superficie in pianta di circa 300 m². L'edificio è adibito a deposito di materiale cellulosico che, in relazione ai quantitativi presenti ed alle misure di protezione antincendio e gestionali presenti, realizza un valore del carico d'incendio specifico di progetto pari a 1250 MJ/m².

**Caso 3 - Strategia antincendio
capitolo S.4 dell'Allegato 1 al
D.M. 18/10/2019 - Esodo**

1. Stabilimento industriale per la lavorazione di materie plastiche avente superficie in pianta di 11400 m² e altezza massima al colmo di 8 m, nel quale, a causa della particolare disposizione dei macchinari facenti parte del ciclo produttivo, si ha una lunghezza massima di esodo di 80 m.
2. Palazzina uffici a tre piani fuori terra (altezza di piano di 3 m e superficie in pianta di circa 400 m²) nella quale sono presenti complessivamente 67 persone e dotata di una sola scala aperta larga 1,20 m.

Attribuzione dei profili di rischio

Paragrafo G.2.6.2 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019

- **R_{vita}**, profilo di rischio relativo alla salvaguardia della vita umana.
- **R_{beni}**, profilo di rischio relativo alla salvaguardia dei beni economici.
- **R_{ambiente}**, profilo di rischio relativo alla tutela dell'ambiente dagli effetti dell'incendio.

Profilo di rischio R_{vita}

G.3.2 Profilo di rischio R_{vita}

G.3.2.1 Determinazione

1. Il profilo di rischio R_{vita} è attribuito in relazione ai seguenti fattori:

δ_{occ} : caratteristiche prevalenti degli occupanti;

Nota Per "prevalenti" si intendono le caratteristiche degli occupanti che per numerosità e tipologia sono più rappresentative dell'attività svolta nell'ambito considerato in qualsiasi condizione d'esercizio. Ad esempio, un ufficio in cui vi sia modesta presenza solo occasionale e di breve durata di pubblico può essere classificato $\delta_{occ} = A$.

δ_a : velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio, riferita al tempo t_a in secondi, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW.

Nota Per "prevalente" si intende la caratteristica rappresentativa del rischio di incendio in qualsiasi condizione d'esercizio. Ad esempio, la presenza nelle attività civili di limitate quantità di prodotti infiammabili per la pulizia adeguatamente stoccati non è considerata significativa e dunque neanche prevalente.

Le tabelle G.3-1 e G.3-2 guidano il progettista nella selezione dei fattori δ_{occ} e δ_a .

2. Il progettista può selezionare il valore di t_a anche ricorrendo ad una delle seguenti opzioni:

- a. dati pubblicati da fonti autorevoli e condivise,
- b. determinazione diretta della curva RHR (*rate of heat release*) relativa ai combustibili effettivamente presenti e nella configurazione in cui si trovano, secondo le indicazioni del capitolo M.2 o tramite misure presso laboratorio di prova, secondo protocolli sperimentali consolidati.

Nota Le definizioni di RHR e di laboratorio di prova sono riportate nel capitolo G.1. Ad esempio, utili riferimenti per la determinazione sperimentale della curva RHR sono le norme della serie ISO 9705, la norma ISO 24473, la norma ISO 16405, ...

3. Il valore di δ_a , valutato in assenza di sistemi di controllo dell'incendio, può essere ridotto di un livello se l'attività è servita da misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V (capitolo S.6).
4. Il valore di R_{vita} è determinato come combinazione di δ_{occ} e δ_a , come da tabella G.3-3.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo pubblico
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana

[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_c [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra- rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono *non significative* ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.

[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.
[2] Con h altezza d'impilamento.

Tabella G.3-2: Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_a			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra- rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non ammesso [1]
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [2]	C1	C2	C3	Non ammesso [1]
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non ammesso [1]
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non ammesso [1]
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Ciii1	Ciii2	Ciii3	Non ammesso [1]
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	Non ammesso [1]	Non ammesso
E	Occupanti in transito	E1	E2	E3	Non ammesso [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_a può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.
[2] Quando nel presente documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3.

Tabella G.3-3: Determinazione di R_{vita}

Tipologie di destinazione d'uso	R_{vita}
Palestra scolastica	A1
Autorimessa privata	A2
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, centro sportivo privato	A2-A3
Attività commerciale non aperta al pubblico (es. all'ingrosso, ...)	A2-A4
Laboratorio scolastico, sala server	A3
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2
Autorimessa pubblica	B2
Ufficio aperto al pubblico, centro sportivo pubblico, sala conferenze aperta al pubblico, discoteca, museo, teatro, cinema, locale di trattenimento, area lettura di biblioteca, attività espositiva, autosalone	B2-B3
Attività commerciale aperta al pubblico (es. al dettaglio, ...)	B2-B4 [1]
Civile abitazione	Ci2-Ci3
Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti	Cii2-Cii3
Camera d'albergo	Ciii2-Ciii3
Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria	D2
Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana	E2

[1] Per raggiungere un valore ammesso fra quelli indicati alla tabella G.3-3, δ_a può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.

Tabella G.3-4: Profilo di rischio R_{vita} per alcune tipologie di destinazione d'uso

Caso 4 - Strategia antincendio capitolo S.8 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019 - Controllo di fumi e calore

Stabilimento industriale di lavorazione del legno avente superficie in pianta di 5500 m² ed altezza massima al colmo di 9 m, nel quale, a causa della adiacenza ad un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi di altro responsabile dell'attività, ha una disuniforme distribuzione delle aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza che comporta un valore di r_{offset} maggiore di 20 m.

Caso 5 - Strategia antincendio capitolo S.1 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019 - Reazione al fuoco

Attività ricettiva a quattro piani fuori terra nella quale sono stati installati dei materiali che non hanno i requisiti minimi di reazione al fuoco richiesti per una soluzione progettuale conforme.



Caso studio FSE misura S.4 - scuola

Tratto dalla pubblicazione INAIL "Metodi per l'ingegneria della sicurezza antincendio"

L'edificio in esame, ospitante una scuola, si sviluppa su 4 piani fuori terra di altezza 4,50 e presenta un piano seminterrato di altezza 3,80 m. In relazione alle misure di compartimentazione (S.3) ed esodo (S.4) non è possibile adottare una soluzione conforme per quanto riguarda, rispettivamente, la

Strategia antincendio

Applicazione di tutte le misure antincendio

Paragrafo G.2.6.3 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019

1. Reazione al fuoco
2. Resistenza al fuoco
3. Compartimentazione
4. Esodo
5. Gestione della sicurezza antincendio
6. Controllo dell'incendio
7. Rivelazione ed allarme
8. Controllo di fumi e calore
9. Operatività antincendio
10. Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

Attribuzione dei livelli di prestazione per alcune misure antincendio

Paragrafo G.2.6.4 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019

Strategia antincendio "Resistenza al fuoco"

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella S.2.1: Livelli di prestazione

Strategia antincendio "Controllo dell'incendio"

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Estinzione di un principio di incendio
III	Controllo o estinzione manuale dell'incendio
IV	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività
V	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a tutta l'attività

Tabella S.6.1: Livelli di prestazione

Individuazione della soluzione progettuale

Paragrafo G.2.6.5 dell'Allegato 1 al D.M. 18/10/2019

- a) Le **soluzioni progettuali conformi** sono solo quelle proposte nei pertinenti paragrafi della sezione Strategia antincendio e delle regole tecniche verticali dell'allegato al D.M. 18/10/2019.

compartimentazione delle scale (par. S.3.4.2) e il verso di apertura delle porte lungo le vie di esodo (tab. S.4-3).



Con l'applicazione della **FSE come soluzione alternativa** si vuole dimostrare che i compartimenti contenenti le scale di esodo protette possono essere assimilati a compartimenti a prova di fumo proveniente dal resto dell'attività.

Per la soluzione alternativa FSE si tiene conto di due diversi scenari di incendio: uno prevede il principio di incendio nei piani fuori terra, l'altro nel seminterrato.

Scenario S1, incendio nei piani diversi dal seminterrato

Si inizia con il calcolo di RSET. Data la semplicità geometrica dell'edificio la somma dei tempi di rivelazione e allarme è pari a 120 s. Il tempo di pre-movimento, tenendo conto della ISO/TR 16738 e del livello di prestazione II per la S.5 GSA, è pari a 60 s. Il tempo di presentazione, valutato come quoziente tra la massima lunghezza d'esodo e la velocità di traslazione orizzontale, è pari a 20 s; mentre il tempo di coda dell'ultimo occupante all'apertura del piano è calcolato essere pari a 250 s.

Sommando questi tempi si ottiene un RSET di 450 s. Con simulazioni in CFAST si ottiene un ASET pari a 515 s per altezza fumi che diventa inferiore a 2 m nel corridoio nel quale si trovano gli accessi alle scale di esodo. Il

- b) Il progettista che fa ricorso alle **soluzioni progettuali alternative** è tenuto a dimostrare il raggiungimento del collegato livello di prestazione, impiegando uno dei metodi di progettazione della sicurezza antincendio indicati nel paragrafo G.2.7.
- c) **Soluzioni in deroga.**

Nella quasi totalità dei casi, quando il professionista antincendio adotta una soluzione progettuale alternativa, per dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione, impiega il **metodo dell'ingegneria della sicurezza antincendio**.

Sono numerosi i casi in cui, tramite la corretta applicazione del metodo dell'ingegneria della sicurezza antincendio, per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio stabiliti dalle vigenti disposizioni legislative si consegue **una razionalizzazione delle risorse disponibili con notevole risparmio degli investimenti da dedicare per conseguire una efficace sicurezza antincendio in un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi** ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 01/08/2011 n. 151.

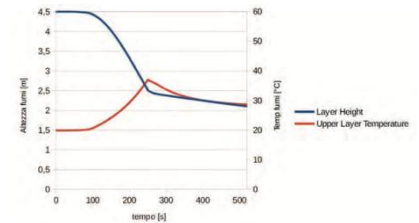
Conclusioni

Problemi di edifici con geometrie complesse, presenza di vincoli storico-architettonici, layout industriali critici, quantitativi di materiale combustibile importanti, possono tutti trovare una soluzione "su misura" analizzando lo scenario d'incendio reale, per tarare le misure di sicurezza antincendio più adeguate al livello di rischio presente. Questo approccio risulta come un vestito "cucito" addosso la struttura di riferimento in quanto permette di trattare diversi fenomeni che spaziano tra le fasi dello sviluppo di un incendio che potrà realmente verificarsi all'interno della struttura trattata, ma anche il successivo comportamento della struttura durante il processo di evoluzione del fenomeno.

Bibliografia

1. ISO 23932:2009, FSE - General principles
2. ISO/TR 13387-1:1999 FSE - Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives
3. BS 7974:2001 Application of FSE principles to the design of buildings - Code of practice
4. BS PD 7974-0:2002 Application of FSE principles to the design of buildings - Part 0: Guideto design framework and FSE procedures
5. SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection, 2nd ed., 2007
6. Lett. circ. prot. n. 4921 del 17/7/2007: Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico - Primi indirizzi applicativi
7. Lett. circ. prot. n. DCPST/427 del 31/3/2008: Approccio ingegneristico - Trasmissione linee guida per l'approvazione dei progetti e della scheda rilevamento dati
8. D.M. 9 maggio 2007, Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio (GU Serie Generale n. 117 del 22-6-2007)
9. Sezione M (M.1, M.2, M.3) del Codice di prevenzione incendi D.M. 3 agosto 1005
10. Corso FSE Master Training, 18/19/21 marzo 2024, Ing. A. La Malfa, Ing. Michele Rainieri, Ing. Carlo Corradi, Associazione Pro-Fire
11. Nozioni di base sulla FSE esodo, Ing. Nicola Clemento, FSE Italia, 4 luglio 2023
12. Codice di prevenzione incendi sezioni M.1, M.2 e M.3, Ing. Pietro Pireneo, 30 ottobre 2023

marginale di sicurezza è pari a 65 s, equivalente al 26% di RSET.

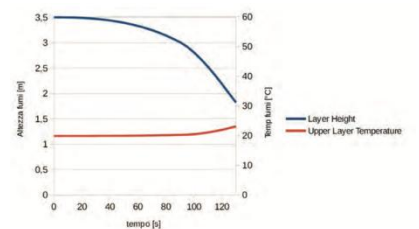


ALTEZZA DEI FUMI E TEMPERATURE NEL CORRIDOIO PER LO SCENARIO S1 NEL TEMPO

Scenario S2, incendio al piano seminterrato

Si procede in maniera analoga allo scenario S2, tenendo conto delle geometrie ridotte e del ridotto affollamento rispetto al caso precedente.

Il tempo RSET risulta pari a 65 s, dalle simulazioni in CFAST si ricava un ASET di 120 s: qui il margine è di 55 s, equivalente al 85% di RSET.



ALTEZZA DEI FUMI E TEMPERATURE NEL CORRIDOIO PER LO SCENARIO S2 NEL TEMPO

Grazie alle verifiche positive ottenute, la soluzione progettuale ipotizzata è idonea al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato.

direzione@pro-fire.org

