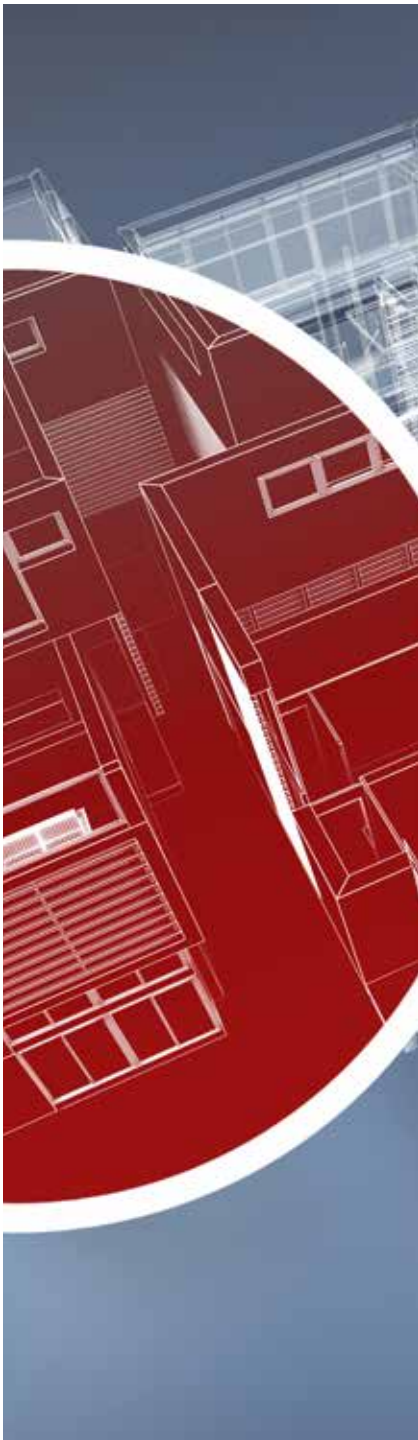




Sintesi guidata del Decreto Ministeriale 03/08/2015 “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi”

A cura di Luca Talamona



SOMMARIO

PREFAZIONE	1
CAPITOLO 1	
Il Decreto Ministeriale 3 agosto 2015	
1.1 Introduzione	2
1.2 Struttura del Decreto	4
CAPITOLO 2	
Sezione G - Generalità	
2.1 I profili di rischio	5
2.1.1 Il profilo di rischio R_{vita}	5
2.1.2 Il profilo di rischio R_{beni}	8
2.1.3 Il profilo di rischio $R_{ambiente}$	8
CAPITOLO 3	
Sezione S - Strategie antincendio	
3.1 Reazione al fuoco	9
3.2 Resistenza al fuoco	11
3.3 Compartimentazione	14
3.4 Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio	20
3.4.1 Procedura con determinazione tabellare	21
3.4.2 Procedura con determinazione analitica	24
3.5 Esodo	25
3.6 Gestione della sicurezza antincendio	29
3.7 Controllo dell'incendio	33
3.8 Rivelazione ed allarme	37
3.9 Controllo di fumo e calore	39
3.10 Operatività antincendio	41
3.11 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	42
CAPITOLO 4	
Regole tecniche verticali	
4.1 Aree a rischio specifico	43
4.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive	43
4.3 Vani ascensori	44
CAPITOLO 5	
Metodi	
Metodi	45



CAPITOLO 6
Esempio d'applicazione

6.1 Breve descrizione dell'officina 48

6.2 Valutazione del rischio 49

 6.2.1 Profilo di rischio R_{vita} 49

 6.2.2 Profilo di rischio R_{beni} 50

 6.2.3 Profilo di rischio $R_{ambiente}$ 50

6.3 Definizione delle strategie antincendio 51

 6.3.1 Reazione al fuoco 51

 6.3.2 Resistenza al fuoco 51

 6.3.3 Compartimentazione 61

 6.3.4 Distanza di separazione 61

 6.3.5 Esodo 71

 6.3.6 Gestione della sicurezza antincendio 76

 6.3.7 Controllo dell'incendio 77

 6.3.8 Rilevazione ed allarme 78

 6.3.9 Controllo di fumi e calore 80

 6.3.10 Operatività antincendio 81

 6.3.11 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio 81

6.4 Regole tecniche verticali considerate 81

 6.4.1 Aree a rischio specifico 81

 6.4.2 Aree a rischio per atmosfere 81

 6.4.3 Vani degli ascensori 81

BIBLIOGRAFIA 82

PREFAZIONE

Nell'ambito del Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, di cui al D.Lgs. 08/03/2006, n.139¹, con quanto specificato all'Art.15, viene evidenziato per le Norme Tecniche di Prevenzione Incendi, il concetto di rischio. E' proprio su tale concetto che il D.M. 03/08/2015 *"Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139"* poggia le sue basi. Da qui un documento che denota grande apertura, uscendo dai rigidi schemi prescrittivi dando al Professionista la possibilità di cucire un vestito il più possibile aderente all'attività che sta analizzando. Anzitutto il D.M. 03/08/2015 è applicabile alle attività non normate, come atto volontario, quindi identifica l'ambito di applicazione più o meno restrittivo in relazione al rischio calcolato con modalità data, ovvero fa scaturire da questo risultato i limiti che i vari parametri progettuali dovranno rispettare per essere considerati "conformi". Il nuovo Decreto fornisce inoltre la possibilità di non essere "conformi" adottando le misure definite "alternative" in cui il progettista è tenuto a dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione collegato al rischio calcolato. In quest'ultimo caso la modalità di calcolo di riferimento in materia è costituita dalla Fire Safety Engineering (FSE), strumento principe per la progettazione prestazionale, la cui possibilità di utilizzo evidenzia la volontà di permettere al professionista di non seguire necessariamente lo schema prescrittivo. Tale scenario imporrà sul mercato la necessità di investimento formativo da parte dei professionisti, indispensabile per utilizzare in modo corretto tali strumenti, estremamente efficaci ma non certo di immediata applicazione. Inoltre nel Decreto rimane disponibile il percorso in deroga come previsto anche nella vigente normativa.

Le Norme Tecniche di Prevenzione Incendi (NTPI) presentano pertanto tre punti particolarmente qualificanti:

- analisi del rischio, necessarie per costruire un "vestito su misura" alla pratica da esaminare;
- strategie, legate alle singole problematiche (reazione al fuoco, resistenza e così via) e necessarie al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza fissato, nonché legate alla modalità di raggiungimento dell'obiettivo stesso;
- soluzioni conformi che di fatto recuperano la vecchia modalità prescrittiva dando tuttavia la possibilità di scegliere altre soluzioni all'interno di un paniere pre-impostato, ovvero poter sostituire il meccanismo della deroga per talune mancanze alle soluzioni conformi attraverso le soluzioni alternative.

Nei capitoli successivi verranno analizzate le parti principali del Decreto, senza aver la pretesa di voler creare una guida all'utilizzo, ma cercando di metterne in luce la logica anche attraverso l'applicazione ad un esempio. Si raccomanda comunque agli operatori del settore di non trascurare un'attenta lettura del Decreto stesso. Il riferimento al Decreto Ministeriale del 3 agosto 2015, nelle pagine successive, a volte è indicato come NTPI, a volte come Codice o come Decreto.

¹ D.Lgs. 08/03/2006, n. 139: "Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, a norma dell'articolo 11 della legge 29 luglio 2003, n. 229"

CAPITOLO 1

Il Decreto Ministeriale 3 agosto 2015

1.1 Introduzione

Il Codice assegna ai Professionisti la responsabilità della scelta delle misure di prevenzione incendi da adottare. E' pertanto dato più spazio al Professionista che, meno rigidamente vincolato dai dettami normativi, avrà la possibilità di intraprendere azioni di progetto specifiche purché adeguatamente giustificate.

Con l'emanazione del D.P.R. 01/08/2011 n. 151, *"Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"* il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ha avviato il processo di rinnovamento impostato anche sulla semplificazione dei procedimenti amministrativi legati alle pratiche di Prevenzione Incendi per le attività soggette. L'idea di semplificare senza tuttavia ridurne i livelli di sicurezza, ha comportato maggiori responsabilità per i professionisti antincendio scaricando, in parte, i Comandi.

L'impostazione generale del documento ha le seguenti caratteristiche:

- Generalità: esplicate nella prima parte del documento che mettono in luce le premesse su cui si basa tutto il resto del documento.
- Semplicità: a parità di sicurezza può essere adottata la soluzione più semplice.
- Modularità: l'intero documento è organizzato in moduli di agevole interpretazione.
- Flessibilità: diverse soluzioni progettuali applicabili, prescrittive o prestazionali.
- Standardizzazione: il linguaggio usato risulta conforme agli standard internazionali.
- Inclusione: punto chiave è sempre la sicurezza delle persone, anche in relazione alle eventuali diverse abilità.
- Contenuti: il documento è basato sull'esperienza maturata negli anni e sulla ricerca.
- Aggiornabilità: il documento è redatto in modo da poter essere facilmente aggiornato e, volendo, adattato ad attività ad oggi non comprese nello stesso.

Il documento si compone di cinque articoli e un allegato tecnico composto da quattro sezioni che disciplinano complessivamente l'intera materia, ovvero:

- Sezione Generalità (G): contiene i principi fondamentali per la progettazione della sicurezza antincendio applicabili alle diverse attività soggette.
- Sezione Strategia antincendio (S): identifica le misure antincendio di prevenzione, protezione e gestionali applicabili a tutte le attività in funzione del livello di rischio.
- Sezione Regole Tecniche Verticali (RTV): fornisce indicazioni specifiche per alcune tipologie di attività.
- Sezione Metodi (M): introduce metodologie di progettazione antincendio innovative ed alternative rispetto a quelle tradizionali.

Le prime due sezioni del documento costituiscono la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) che, per come è strutturata, presenta le caratteristiche di adattabilità anche alle attività con propria Norma Verticale.

Gli obiettivi del Codice riguardano:

- la sicurezza della vita umana e l'incolumità delle persone;
- la tutela dei beni;
- la tutela dell'ambiente.

Questi obiettivi possono essere raggiunti:

- garantendo la sicurezza di occupanti e soccorritori;
- minimizzando le cause di incendio e limitandone l'eventuale propagazione;
- garantendo la stabilità delle strutture;
- dando continuità alle opere strategiche;
- tutelando l'arte e la storia negli edifici e limitando il danno ambientale.

Ai fini di attuare le misure di cui sopra è indispensabile ricorrere all'adozione di misure di prevenzione, di protezione e gestionali definite "strategie antincendio".

Queste strategie (indicate nel Codice con "S") dovranno chiaramente essere vincolate all'elaborazione della soluzione progettuale attraverso l'attribuzione del "livello di prestazione".

1.2 Struttura del Decreto

- Art. 1: Approvazione e modalità applicative delle norme tecniche di prevenzione incendi;
- Art. 2: Campo di applicazione;
- Art. 3: Impiego dei prodotti per uso antincendio;
- Art. 4: Monitoraggio;
- Art. 5: Disposizioni finali.

- Allegato tecnico:

- **Sezione G** - Generalità:

- Termini, definizioni e simboli grafici
 - Progettazione per la sicurezza antincendio
 - Determinazione dei profili di rischio delle attività

- **Sezione S** - Strategia antincendio:

- Reazione al fuoco
 - Resistenza al fuoco
 - Compartimentazione
 - Esodo
 - Gestione della sicurezza antincendio
 - Controllo dell'incendio
 - Rivelazione ed allarme
 - Controllo di fumi e calore
 - Operatività antincendio
 - Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizi

- **Sezione V** - Regole tecniche verticali:

- Aree a rischio specifico
 - Aree a rischio per atmosfere esplosive
 - Vani ascensori

- **Sezione M** - Metodi:

- Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio
 - Scenari di incendio per la progettazione prestazionale
 - Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale

CAPITOLO 2

Sezione G - Generalità

La sezione G, oltre a riportare le definizioni comuni di prevenzione incendi, definisce la metodologia generale del documento basata sul raggiungimento degli obiettivi primari di sicurezza antincendio, ovvero la sicurezza della vita umana, la tutela dei beni e dell'ambiente. Tale metodologia consiste:

- nella **valutazione del rischio di incendio** dell'attività determinando i seguenti profili di rischio:
 - R_{vita} : relativo alla salvaguardia della vita umana, attribuito per ciascun compartimento ed individuato mediante la combinazione del fattore δ_{occ} , caratteristiche prevalenti degli occupanti e del fattore δ_o , velocità prevalente di crescita dell'incendio relazionata al tempo necessario per raggiungere una potenza di 1000 kW. In relazione alla combinazione di δ_{occ} e δ_o attraverso una tabella riportata nel Decreto si identifica il profilo di rischio;
 - R_{beni} : relativo alla salvaguardia dei beni, attribuito per l'intera attività ed individuato mediante la combinazione tra le caratteristiche dell'opera da costruzione, ovvero se considerata strategica e/o vincolata. Anche in questo caso la determinazione avviene a mezzo di apposita tabella;
 - $R_{ambiente}$: relativo alla tutela dell'ambiente, attribuito per l'intera attività e considerato già nella determinazione dei due profili di rischio appena citati, escludendo le operazioni di soccorso dei VVF.
- nell'applicazione delle **strategie antincendio**, composte dalle misure antincendio di prevenzione, di protezione e gestionali, con l'obiettivo di mitigare il rischio di incendio valutato;
- nella definizione dei **livelli di prestazione**, identificati con numero romano (es. I, II, III, ...) ed individuati, mediante i criteri di attribuzione, in funzione della valutazione del rischio di incendio e delle caratteristiche dell'attività;
- nel raggiungimento di ogni livello di prestazione attraverso l'applicazione di una delle soluzioni progettuali, ovvero **soluzioni conformi ed alternative**; per quest'ultime il raggiungimento del livello di prestazione avviene impiegando uno dei metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio evidenziati nella sezione G.2.6 del Codice. Sono previste anche le soluzioni in deroga nel caso non sia possibile applicare le altre due tipologie.

2.1 I profili di rischio

2.1.1 Il profilo di rischio R_{vita}

Il profilo di rischio R_{vita} è determinato per compartimento in relazione ai seguenti fattori:

- δ_{occ} : caratteristiche prevalenti degli occupanti (vedi tabella 1);
- δ_o : velocità di crescita dell'incendio riferita al tempo t_o in secondi impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW. Circa la modalità di scelta della velocità caratteristica si rimanda alla seguente tabella 2.

Come riferimento per identificare il primo parametro considerare:

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, 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
C ¹	Gli occupanti possono essere addormentati:	
Ci	■ in attività di breve durata	Civile abitazione
Cii	■ in attività individuale 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 1 - Parametro "occupanti"

Come riferimento per identificare la velocità di crescita considerare:

δ_c	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio t_c [s]	Esempi
1	600 - Lenta	Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo o inseriti in contenitori non combustibili.
2	300 - Media	Scatole di cartone impilate; pallets di legno; libri ordinati su scaffale; mobilio in legno; automobili; materiali classificati per reazione al fuoco (Capitolo S.1).
3	150 - Rapida	Materiali plastici impilati; prodotti tessili sintetici; apparecchiature elettroniche; materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco.
4	75 - Ultra-rapida	Liquidi infiammabili; materiali plastici cellulari o espansi e schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

Tabella 2 - Parametro "velocità di crescita"

Pertanto, nel caso di un centro medico (D) con tasso di crescita medio (2) risulta R_{vita} pari a D2.

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	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 4.
² Quando nel testo si usa uno dei valori C1, C2, C3 la relativa indicazione è valida rispettivamente per Ci1, Ci2, Ci3 o Cii1, Cii2, Cii3 o Ciii1, Ciii2, Ciii3

Tabella 3 - Profilo rischio vita

Si fa notare che qualora la velocità di crescita fosse rapida (3) la soluzione non sarebbe ammessa e ciò evidenzia come le NTPI, già nella fase iniziale, introducano delle misure compensative, (quali misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V, come riportato più avanti nel documento, ovvero protezione manuale e automatica estesa a tutta l'attività, che consente di ricadere nel livello D2). Considerando invece un hotel, si rientra nella casistica "C" e, presumibilmente, nella Ciii2 o Ciii3.

Per talune attività il Codice viene in aiuto al progettista includendo delle valutazioni di R_{vita} di seguito riportate.

Tipologie di destinazioni d'uso	R_{vita}	Tipologie di destinazioni d'uso	R_{vita}
Palestra scolastica	A1	Ufficio non aperto al pubblico, centro sportivo, sala conferenza aperta al pubblico, discoteca, museo, teatro, cinema, locale di trattenimento, area lettura di biblioteca, attività commerciale al dettaglio, attività espositiva, autosalone	B2-B3
Autorimessa privata	A2	Civile abitazione	Ci2-Ci3
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, attività commerciale all'ingrosso	A2-A3	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti	Cii2-Cii3
Laboratorio scolastico, sala server	A3	Rifugio alpino	Ciii1-Ciii2
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4	Camera d'albergo	Ciii2-Ciii3
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria	D2
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana	E2
Autorimessa pubblica	B2		

Tabella 4 - Esempi di "rischio vita" suggeriti nel Codice

2.1.2 Il profilo di rischio R_{beni}

Il profilo di rischio R_{beni} è determinato per l'intera attività in funzione del carattere strategico dell'opera da costruzione e dell'eventuale valore storico, architettonico o artistico della stessa. Per determinare questo profilo di rischio bisogna considerare se l'opera da costruzione è considerata vincolata oppure risulta essere strategica. Ad esempio, l'ospedale posto in edificio non vincolato identifica comunque una costruzione d'importanza strategica ricadendo quindi in $R_{beni} = 3$.

		Opera da costruzione vincolata	
		No	Sì
Opera da costruzione strategica	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Tabella 5 - Profilo rischio beni

2.1.3 Il profilo di rischio $R_{ambiente}$

Il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è determinato per l'intera attività a seguito di incendi ed eventi ad esso collegati. Generalmente il rischio di danno ambientale a seguito di incendio nelle attività civili, in cui non siano presenti sostanze pericolose in quantità significative, può essere considerato trascurabile, mentre in talune attività industriali la formazione ad esempio di nubi tossiche rilasciate a seguito dell'incendio può comportare un rischio ambientale significativo. Nella progettazione occorre quindi prevedere delle misure antincendio efficaci per prevenire il danno ambientale. Tuttavia le misure antincendio connesse ai profili di rischio R_{vita} e R_{beni} di fatto mitigano già tale rischio.

CAPITOLO 3

Sezione S - Strategie antincendio

In questa sezione vengono riportate tutte le misure antincendio con i relativi livelli di prestazione e soluzioni conformi da utilizzare, con l'obiettivo di ridurre il rischio di incendio valutato per l'attività considerata.

3.1 Reazione al fuoco

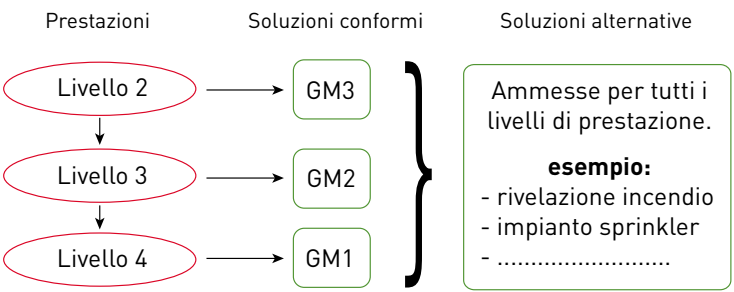
Per reazione al fuoco è da intendersi il grado di partecipazione al fuoco dei materiali.

In funzione del loro comportamento si definiscono i quattro livelli di prestazione, assegnati mediante i criteri di attribuzione previsti per le vie d'esodo ed altri locali dell'attività.

E' anzitutto fondamentale la classificazione usata dal D.M., che riunisce all'interno delle tabelle sia le classificazioni italiane che quelle europee.

Come logica generale si hanno:

- materiali classificati GM0 → materiali aventi classe 0 per la normativa italiana (D.M. 26/06/84 e s.m.i.) o aventi classe A1 secondo il D.M. 10/03/2005;
- materiali classificati GM1 – GM2 – GM3 → vedere le tabelle¹ S.1-4; S.1-5; S.1-6 e S.1-7 del Decreto;
- materiali classificati GM4 → per differenza, ovvero non compresi nella casistica di cui sopra.



¹ Non inserite nel presente documento ma reperibili dal D.M. 03/08/2015 sez. S.1.5.

I livelli di prestazione, i criteri di attribuzione e le relative soluzioni conformi per reazione al fuoco possono essere così riassunti:

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione		Soluzioni conformi
		Vie d'esodo	Altri locali	
I	Nessun requisito	non ricomprese negli altri criteri	non ricompresi negli altri criteri	-
II	Partecipazione non trascurabile	compartimenti con R_{vita} in B1	compartimenti con R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3	GM3
III	Partecipazione moderata	compartimenti con R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3	compartimenti con R_{vita} in D1 e D2	GM2
IV	Partecipazione limitata	compartimenti con R_{vita} in D1 e D2	su richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici, richiesti da autorità per costruzioni importanti	GM1

Tabella 6 - Livello di prestazione, criteri di attribuzione e soluzioni conformi per la reazione al fuoco

Indipendentemente dalla soluzione conforme adottata sono comunque ammessi i materiali a parete o a pavimento compresi nel gruppo GM4, per il 5% della superficie lorda interna delle vie d'esodo e degli altri locali dell'attività, intesa come somma della superficie dell'involucro edilizio (pavimento, soffitto, pareti, comprese le aperture).

Definito il gruppo di materiale di appartenenza e la relativa applicazione (arredamento, rivestimento, isolamento), è possibile risalire alla classe di reazione al fuoco, italiana ed europea, mediante le tabelle già citate e riportate nel Decreto. Ad esempio, considerando un controsoffitto, classificato come materiale di rivestimento e ricadente nel gruppo di materiali GM1, la classe di reazione al fuoco italiana è pari a 0, mentre la classe europea risulta A2-s1,d0.

Alcune precisazioni:

- sulle facciate è previsto l'utilizzo di materiali di rivestimento che limitino il rischio incendio delle facciate stesse, nonché la propagazione, a causa di un eventuale fuoco avente origine esterna o interna, a causa di fiamme o fumi caldi che fuoriescano da vani, aperture, cavità o interstizi. Tali problematiche trovano riferimento nelle circolari DC-PREV 5343 del 31 marzo 2010 e DC-PREV 5043 del 15 aprile 2013 (Guida tecnica su: *"Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili"* - Aggiornamento);
- il progettista deve prevedere prestazioni di reazione al fuoco anche per prodotti non classificati nel presente Decreto (ad esempio le porte poste sulla via di esodo);
- non è richiesta la verifica dei requisiti di reazione al fuoco per:
 - i materiali stoccati, oggetto di processi produttivi, adibiti a vendita o in esposizione;
 - elementi strutturali portanti, per i quali è già richiesta la verifica di resistenza al fuoco, a meno che non siano rivestiti con altri materiali;
 - materiali protetti da separazioni di classe K30 o EI 30 di resistenza al fuoco.

3.2 Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco riguarda la capacità portante e di compartimentazione per il tempo necessario al raggiungimento dell’obiettivo prefissato. Nel seguito vengono riportati i livelli di prestazione ed i relativi criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di Attribuzione
I	Collasso strutturale	Requisiti delle opere da costruzioni: ■ compartimentate rispetto ad altre opere da costruzioni, adiacenti e separate, il cui cedimento strutturale non arrechi danno a tali opere; ■ un solo responsabile dell’attività; ■ R_{beni} pari a 1 e $R_{ambiente}$ non significativo; ■ adibite ad attività che comportano la presenza occasionale e di breve durata del personale addetto.
II	Requisiti di resistenza al fuoco mantenuti fino a garantire l’evacuazione	Requisiti delle opere da costruzioni: ■ compartimentate rispetto ad altre opere da costruzioni, adiacenti e separate, il cui cedimento strutturale non arrechi danno a tali opere; ■ un solo responsabile dell’attività; ■ R_{vita} in A1, A2 ,A3, A4; R_{beni} pari a 1 e $R_{ambiente}$ non significativo; ■ densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; ■ non destinate prevalentemente alla presenza di persone con disabilità; ■ piani a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Requisiti di resistenza al fuoco mantenuti per tutta la durata dell’incendio	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco che garantiscono dopo l’incendio un danno limitato alla costruzione	Su richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici, richiesti da autorità per costruzioni importanti.
V	Requisiti di resistenza al fuoco che garantiscono dopo l’incendio nessun danno alla costruzione	

Tabella 7 - Livelli di prestazione, criteri di attribuzione per la resistenza al fuoco.

Nella successiva tabella vengono riassunte le soluzioni conformi ed alternative previste per ciascun livello di prestazione.

Livello di prestazione	Soluzioni conformi	Soluzioni alternative
I	■ Distanza di separazione; ■ nessuna prestazione minima di resistenza al fuoco.	■ Compartimentazione rispetto ad altre costruzioni secondo quanto indicato per le soluzioni conformi o alternative indicate per il livello II sezione S.3; ■ assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale con verifica mediante le curve naturali d'incendio; ■ utilizzare i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio secondo la tabella G.2-1 del Decreto.
II	■ Distanza di separazione; ■ prestazione di resistenza al fuoco delle costruzioni verificata in base agli incendi convenzionali di progetto; ■ classe minima 30 minuti o inferiore se consentito dal livello di prestazione III per il carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$.	■ Compartimentazione rispetto ad altre costruzioni con soluzioni alternative previste per il livello 1; ■ assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale con soluzioni alternative previste per il livello 1; ■ mantenimento della capacità portante per garantire l'evacuazione con $t_{mar} \geq 100\%$ RSET (tempo richiesto per l'esodo) e comunque non inferiore ai 30 minuti. Verifica a mezzo di curve naturali d'incendio; ■ utilizzare i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio secondo la tabella G.2-1 del Decreto.
III	■ Prestazione di resistenza al fuoco delle costruzioni verificata in base agli incendi convenzionali di progetto; ■ classe minima di resistenza al fuoco definita in base al carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ mediante tabella S.2-3.	■ Verifica delle prestazioni di resistenza al fuoco mediante le curve naturali d'incendio; ■ utilizzare i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio secondo la tabella G.2-1 del Decreto.
IV	■ Si applicano le soluzioni conformi del livello di prestazione III; ■ verifica dei limiti di deformabilità per gli elementi di compartimentazione in condizioni di carico termico e meccanico per controllo del danno; ■ impiego di giunti lineari atti a consentire percentuali di movimento idonee; ■ elementi di chiusure delle zone di comunicazione dei compartimenti a tenuta di fumo (EI S₂₀₀) e pareti con resistenza meccanica "M" aggiuntiva secondo il livello III.	Comuni per il livello IV e V: ■ verifica dei parametri di danneggiamento e di funzionalità, con soluzioni ricercate nelle NTC¹ e dei parametri di danneggiamento e funzionalità stabiliti dal progettista e dalla Committenza; ■ utilizzare i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio secondo la tabella G.2-1 del Decreto.
V	■ Soluzioni conformi del livello di prestazione IV per le deformazioni; ■ verifica dei limiti di deformabilità secondo le NTC¹ di tutti gli elementi strutturali agli Stati Limite di esercizio condotte nelle condizioni di carico termico e meccanico previsti dalle soluzioni conformi al livello III.	

¹ Norme Tecniche per le Costruzioni

Tabella 8 - Soluzioni conformi e alternative.

Alcune osservazioni:

- Le prestazioni di resistenza al fuoco, come riportato nelle varie soluzioni, posso essere verificate in base agli incendi convenzionali di progetto, mediante le curve nominali d'incendio, oppure in base alle curve naturali d'incendio. Entrambe le curve vengono applicate al singolo compartimento antincendio.
- L'intervallo di tempo di esposizione deve essere pari alla classe minima prevista dal livello di prestazione.
- Il carico d'incendio specifico di progetto, riferito alla superficie lorda del piano del compartimento, viene calcolato con riferimento dal D.M. 09/03/2007 "Pre-stazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco" che le NTPI riprendono.

- Occorre far riferimento al D.M. 16/2/2007 recante “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione” e ripreso dalle NTPI per le modalità di verifica della resistenza al fuoco.
- Le prestazioni legate alla resistenza al fuoco sono riassunte nella seguente tabella:

Simbolo	Prestazione	Descrizione
R	Capacità portante	Capacità di un elemento strutturale di portare i carichi presenti in condizioni di incendio normalizzato, per un certo periodo di tempo.
E	Tenuta	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio di fumi e gas caldi per un certo periodo di tempo, in condizioni di incendio normalizzate.
I	Isolamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio di calore di un incendio normalizzato per un certo periodo di tempo. A seconda dei limiti più o meno severi al trasferimento di calore, il requisito si specializza in I ₁ o I ₂ . L'assenza di indicazione al pedice sottointende il requisito I ₂ .
W	Irraggiamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di limitare, per un certo periodo di tempo, l'irraggiamento termico da parte della superficie non esposta in condizioni di incendio normalizzate.
M	Azione meccanica	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di resistere all'impatto da parte di altri elementi senza perdere i requisiti di resistenza al fuoco.
C	Dispositivo automatico di chiusura	Capacità di chiusura di un varco da parte di un elemento costruttivo in condizioni normalizzate di incendio e di sollecitazione meccanica.
S	Tenuta di fumo	Capacità di un elemento di chiusura di limitare o ridurre il passaggio di gas o fumi freddi in condizioni di prova normalizzate. Il requisito si specializza in: ■ S_a: se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita a temperatura ambiente; ■ S_m (o S₂₀₀): se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita sia a temperatura ambiente che a 200°C.
P o PH	Continuità di corrente o capacità di segnalazione	Capacità di funzionamento di un cavo percorso da corrente o da segnale ottico in condizioni di incendio normalizzate.
G	Resistenza all'incendio della fuliggine	Capacità di condotto di passaggio di fumi di resistere all'incendio di fuliggine in condizioni di incendio normalizzate, garantendo la tenuta al passaggio di gas caldi e l'isolamento termico.
K	Capacità di protezione al fuoco	Capacità di rivestimenti a parete o a soffitto di proteggere i materiali o gli elementi costruttivi o strutturali su cui sono installati dalla carbonizzazione, dall'accensione o da altro tipo di danneggiamento, per un certo periodo di tempo in condizioni di incendio normalizzate.
D	Durata della stabilità a temperatura costante	Capacità delle barriere al fumo di conservare i requisiti di resistenza al fuoco in condizioni di incendio normalizzate.
DH	Durata della stabilità lungo la curva standard tempo-temperatura	
F	Funzionalità degli evacuatori motorizzati di fumo e calore	Capacità degli evacuatori di fumo motorizzati (F) o naturali (B) di conservare i requisiti di funzionamento in condizioni di incendio normalizzate.
B	Funzionalità degli evacuatori naturali di fumo e calore	

Tabella 9 - Descrizione simboli/prestazioni

- Le deformazioni indotte o impedito generate dalle sollecitazioni termiche inducono sforzi nei singoli elementi strutturali che non possono non essere considerati a meno che siano trascurabili e le verifiche siano condotte utilizzando le curve nominali. Le combinazioni dei carichi devono far riferimento alle NTC.
- Le verifiche su elementi strutturali secondari devono essere mirate a valutare che l'eventuale cedimento dovuto all'incendio non comprometta la capacità portante di altri elementi strutturali ovvero le compartimentazioni, la protezione attiva, l'esodo e la sicurezza.
- Elementi particolarmente vulnerabili all'incendio (tensostrutture, strutture strallate, ecc.) sono preferibilmente idonee per i livelli di prestazione I oppure II. Nel caso di produzioni industriali in serie di tali sistemi costruttivi, il Professionista dovrà verificare che la struttura sia in opera nel rispetto delle ipotesi di base per le verifiche di resistenza preventivamente condotte dalla casa costruttrice sui prototipi.

3.3 Compartimentazione

La compartimentazione consiste nella suddivisione dell'edificio in aree, delimitate da elementi costruttivi di resistenza al fuoco predeterminata, con lo scopo di controllare e contenere la propagazione del fuoco ed i suoi effetti.

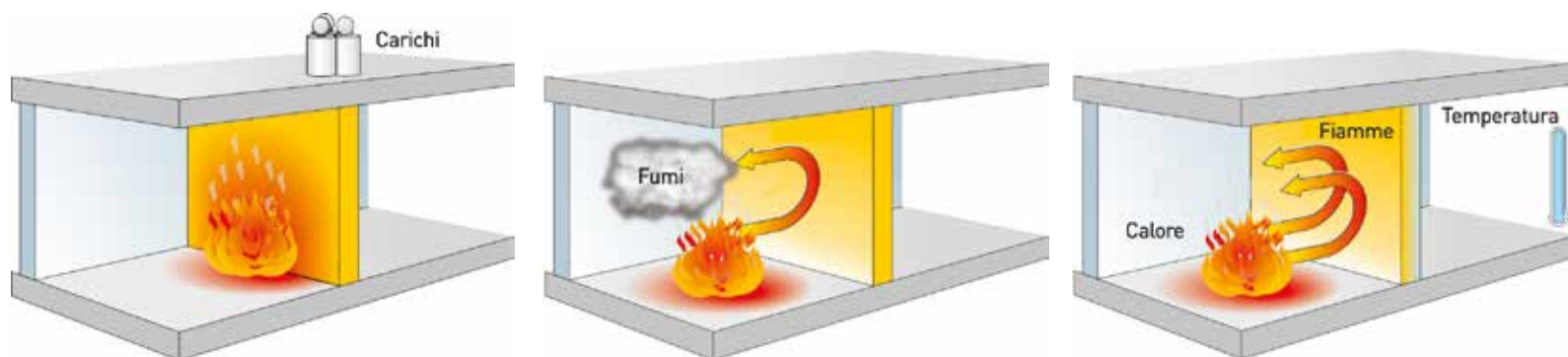


Figura 1 - Elemento che garantisce, sotto l'azione del fuoco per un determinato periodo di tempo, rispettivamente la propria funzione portante (R), la tenuta al passaggio di fumi e gas caldi (E), l'isolamento termico (I).

Di seguito, in tabella 10, vengono riportati i livelli di prestazione per i quali i requisiti della compartimentazione vengono garantiti per tutta la durata dell'incendio:

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione
I	Nessun requisito	Attività non soggette.
II	Contrasta la propagazione dell'incendio sia all'interno dell'attività sia verso altre attività.	Attività non ricadenti negli altri criteri di attribuzione.
III	Contrasta la propagazione dell'incendio verso altre attività e all'interno dell'attività compresa la propagazione dei fumi freddi.	In base alla valutazione del rischio (es. attività con elevato affollamento, elevato carico d'incendio specifico, ecc.); compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2, Cii2, Cii3, Ciii2, Ciii3.

Tabella 10 - Livelli di prestazione e criteri di attribuzione per la compartimentazione.

Ad ogni livello corrisponde la sua soluzione conforme, come in tabella 11; sono previste anche soluzioni alternative, impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Livello di prestazione	Soluzioni conformi	Soluzioni alternative
I	-	Sono ammesse soluzioni alternative per tutti i livelli di prestazione
II	■ Propagazione dell'incendio verso altre attività: ■ compartimentazione delle diverse attività; ■ distanza di separazione tra le opere da costruzione non adiacenti. ■ Propagazione dell'incendio all'interno dell'attività: ■ suddivisione dell'attività in compartimenti; ■ distanza di separazione tra le opere da costruzione non adiacenti. ■ Ubicazione di differenti attività civili nella stessa opera da costruzione tranne se in tale opera sono presenti sostanze, miscele o lavorazioni pericolose; ■ ammessa la comunicazione tra le diverse attività inserite nella stessa opera da costruzione, anche se afferenti a responsabili diversi; se mediante sistema di esodo comune, ogni compartimento di ciascuna attività deve risultare a prova di fumo.	
III	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione II con elementi a tenuta di fumo per la chiusura delle aree di comunicazione tra compartimenti.	

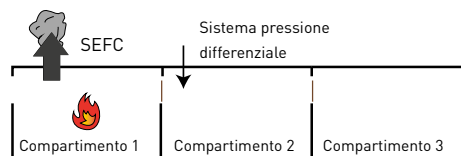
Tabella 11 - Soluzioni per i livelli di prestazione della compartimentazione.

Il Decreto riporta le caratteristiche fondamentali della compartimentazione, ovvero:

- Spazio scoperto → spazio a cielo libero o superiormente grigliato avente superficie minima pari a 3 volte l'altezza della parete più bassa che lo delimita e distanza tra le superfici verticali pari ad almeno 3,5 m con i limiti esposti in S.3.5.1.
- Filtro → compartimento antincendio avente classe di resistenza al fuoco ≥ 30 minuti, due o più porte con caratteristica minima E-30S_a munite di congegno di autochiusura, carico d'incendio specifico $q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$.
- Filtro a prova di fumo → filtro con caratteristiche aggiuntive atte ad impedire il passaggio dei fumi da un compartimento all'altro. Tali misure aggiuntive sono:
 - camini di ventilazione, adeguatamente progettati ed avente sezione minima di 0,1 m²;
 - meccanismo di sovrappressione tale da garantire almeno 30 Pa in emergenza;
 - aperture di superficie minima $\geq 1 \text{ m}^2$ permanenti o dotate di chiusura purché facilmente apribili (manualmente o automaticamente) in caso d'incendio. E' escluso l'impiego di condotti.
- Compartimento a prova di fumo (ad esempio scala a prova di fumo, vano ascensore a prova di fumo) → compartimento con misure antincendio aggiuntive rispetto ai compartimenti adiacenti da cui si vuole garantire protezione rispetto all'ingresso dei fumi. Tali misure aggiuntive sono:
 - il compartimento risulta dotato di sistema di pressurizzazione differenziale;
 - i compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione sono dotati di Sistemi per l'Evacuazione del Fumo e del Calore (SEFC) atti al mantenimento del livello dei fumi al di sopra dei varchi di comunicazione;
 - il compartimento risulta dotato di SEFC e i compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione sono dotati di SEFC;
 - il compartimento risulta separato da spazio scoperto dai compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione;
 - il compartimento risulta separato da filtro a prova di fumo dai compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione;
 - il compartimento risulta separato da altri compartimenti a prova di fumo dai compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione.

In generale le porte tagliafuoco devono essere contrassegnate su entrambi i lati con cartello UNI EN ISO 7010-M001 o riportare il messaggio "Porta tagliafuoco tenere chiusa" oppure "Porta tagliafuoco a chiusura automatica" se munite di fermo elettromagnetico in apertura.

L'adozione di particolari partizioni esterne verticali (ad esempio facciate ventilate) non deve pregiudicare la compartimentazione di piano.



Il compartimento 2 è a *prova di fumo* proveniente dai compartimenti 1 e 3.

I compartimenti 1 e 3 non sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2.

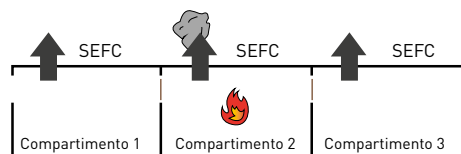
Il compartimento 1 è a *prova di fumo* proveniente da compartimento 3 e viceversa.



Il compartimento 2 è a *prova di fumo* proveniente dai compartimenti 1 e 3.

I compartimenti 1 e 3 non sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2.

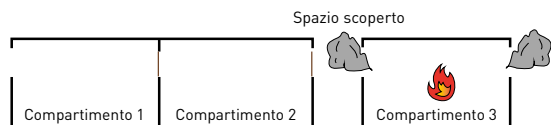
Il compartimento 1 è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.



Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.

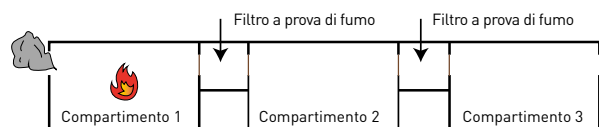


Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.

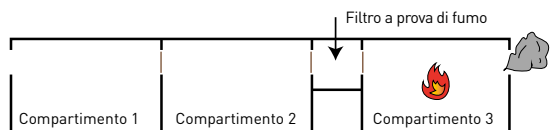


I compartimenti 1 e 2 sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.

Il compartimento 1 non è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2 e viceversa.



Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.



I compartimenti 1 e 2 sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.

Il compartimento 1 non è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2 e viceversa.

Figura 2 - Esempi di compartimenti a prova di fumo

Devono essere inseriti in un compartimento autonomo:

- ciascun piano interrato e fuori terra di attività multipiano;
- aree dell'attività con diverso profilo di rischio;
- altre attività (es. di diversa titolarità o tipologia) ospitate nella medesima opera da costruzione.

La *superficie lorda* dei compartimenti non deve superare, in relazione al rischio, i valori massimi previsti in tabella 12.

Quota del compartimento									
R _{vita}	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< 0 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	∞	∞	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	∞	16000	8000	4000	2000
A3	0	1000	2000	4000	16000	4000	2000	1000	0
A4	0	0	0	0	8000	0	0	0	0
B1	0	2000	8000	16000	∞	16000	8000	4000	2000
B2	0	1000	4000	8000	16000	8000	4000	2000	1000
B3	0	0	1000	2000	8000	4000	2000	1000	0
C1	0	0	0	2000	∞	16000	8000	8000	4000
C2	0	0	0	1000	8000	4000	4000	2000	2000
C3	0	0	0	0	4000	2000	2000	1000	1000
D1	0	0	0	2000	4000	2000	1000	1000	1000
D2	0	0	0	1000	2000	1000	1000	1000	0
E1	2000	4000	8000	16000	∞	∞	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	∞	16000	8000	4000	2000
E3	0	0	2000	4000	16000	4000	2000	0	0

0: Non ammesso ∞: Nessun limite

Tabella 12: Massima superficie lorda dei compartimenti espressa in m²

Per attività ricadenti nelle categorie A1, A2, B1, B2, C1, C2, definite secondo il profilo di rischio R_{vita}, nel rispetto della massima superficie di compartimento di cui alla tabella 12, e dei vincoli dettati dalle altre misure antincendio (es. esodo), è generalmente accettabile la *compartimentazione multipiano* secondo tabella 13 in relazione alle caratteristiche geometriche dell'attività.

Geometria attività	Compartimentazione semplificata	Misure antincendio aggiuntive
Quota di tutti i piani ≤ 12 m	Tutti i piani fuori terra possono essere inseriti in un compartimento unico, separato dalla posizione interrata dell'attività.	Nessuna
Quota di tutti i piani > -5 m	Tutti i piani interrati possono essere inseriti in un compartimento unico, separato dalla porzione fuori terra dell'attività.	Nessuna
Quota di tutti i piani ≤ 12 m e > -5 m	Tutti i piani interrati e fuori terra possono essere inseriti in un compartimento unico.	Nel compartimento multipiano: rivelazione ed allarme di livello di prestazione III.
Qualsiasi	Tutti i piani tra quota ≤ 12 m e > -5 m possono essere inseriti in un compartimento unico, separato dal resto dell'attività.	Nel compartimento multipiano: ■ rivelazione ed allarme di livello di prestazione III; ■ controllo e spegnimento di livello di prestazione IV; ■ tutte le vie d'esodo verticali protette.

Tabella 13: Compartimentazione multipiano

La *classe di resistenza al fuoco* minima di ciascun compartimento viene determinata in base al carico d'incendio specifico di progetto; se riferite ad attività di diversa titolarità, i compartimenti adiacenti devono comunque essere separati da elementi con resistenza al fuoco non inferiore a EI 60.

Tutte le *chiusure dei varchi di comunicazione* tra compartimenti devono possedere analoga classe di resistenza al fuoco ed essere munite di dispositivo di auto chiusura (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici). Inoltre, comprendendo anche le chiusure delle vie di esodo di una stessa attività, devono essere almeno a tenuta di fumi caldi (E) e freddi (S_a). Non è normalmente richiesto il requisito di isolamento (I) e di irraggiamento (W).

Le *porte tagliafuoco* installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti dovrebbero essere preferibilmente munite di fermo elettromagnetico in apertura, asservito da impianto di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendio (IRAI).



Figura 3: Esempio di porta tagliafuoco

3.4 Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

Si illustrano i metodi per determinare la *distanza di separazione* d in spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività o tra attività diverse, che consente di limitare ad una soglia prefissata E_{soglia} l'irraggiamento termico dell'incendio sul bersaglio.

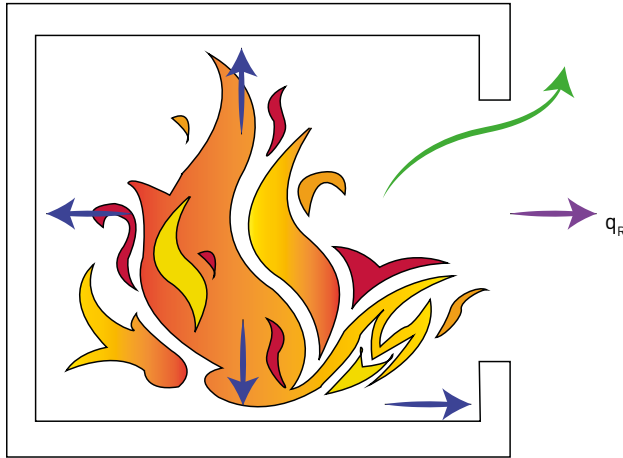


Figura 4 - Schema di irraggiamento.



Figura 5 - Immagine di irraggiamento attraverso le aperture.

Di seguito viene definita la distanza di separazione da altri edifici, valutabile mediante due possibili procedure.

- Procedura tabellare impostata per verificare che l'irraggiamento sul bersaglio sia inferiore al valore di soglia

$$d_i = \alpha_i p_i + \beta_i$$

dove:

- d_i è la distanza di separazione [m];
- p_i è la percentuale di foratura per l' i -esima piastra radiante;
- α_i , β_i sono coefficienti ricavati in tabella, riportata nelle NTPI, in relazione al carico d'incendio specifico q_f ed alle dimensioni della piastra radiante B_i e H_i .

- Procedura analitica impostata per verificare che l'irraggiamento sul bersaglio sia inferiore ad un prefissato valore di soglia

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$$

dove:

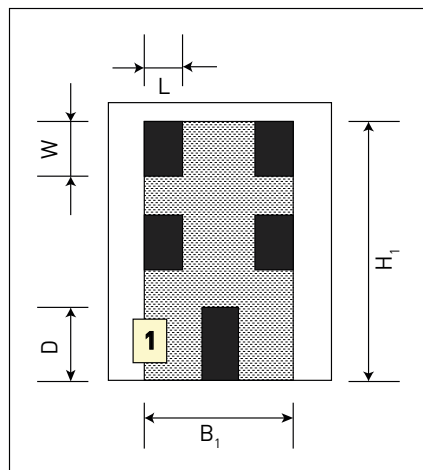
- F_{2-1} è il fattore di vista;
- E_1 è la potenza termica radiante convenzionale dell'incendio [kW/m²];
- ϵ_f è l'emissività della fiamma;
- E_{soglia} è la soglia di irraggiamento dell'incendio sul bersaglio pari a 12,6 kW/m².

3.4.1 Procedura con determinazione tabellare

Le NTPI alle tabelle S.3-7 e S.3-8 specificano che in caso di valore B_i e/o H_i intermedi rispetto a quelli riportati nelle tabelle 14 e 15, è necessario fare riferimento al valore immediatamente successivo. Per comprendere tale logica, a titolo di studio si analizzano 3 valutazioni:

- Caso A. Si utilizzano i valori inferiori
- Caso B. Si utilizzano i valori ottenuti per interpolazione
- Caso C. Si utilizzano i valori superiori

$d_i = \alpha_i \cdot p_i + B_i$



		B_i [m]	H_i [m]
Piastra radiante 1		4	6
	n°	L [m]	W [m]
Finestra	4	0,8	1,2
	n°	L [m]	D [m]
Porta	1	0,8	2,1
% di foratura		$p1$	0,23

Caso A:

In funzione del carico d'incendio specifico q_f si individuano i 4 parametri necessari alla determinazione della distanza cercata, considerando quindi nelle tabelle 14 e 15 i valori inferiori di riferimento:

$q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$		$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	
α	2,6	α	4
β	0,3	β	0,9
d_i	0,90 m	d_i	1,82 m

B [m]	H [m]															
	3		6		9		12		15		18		21		24	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	1,7	0,5	2,6	0,3	3,1	0,2	3,3	0,2	3,4	0,2	3,5	0,2	3,5	0,1	3,6	0,1
6	2,0	1,0	3,5	0,8	4,6	0,7	5,3	0,5	5,9	0,4	6,2	0,3	6,5	0,3	6,7	0,2
9	1,9	1,4	3,9	1,3	5,4	1,2	6,5	1,0	7,4	0,8	8,1	0,7	8,6	0,6	9,0	0,5
12	1,8	1,7	4,1	1,8	5,8	1,7	7,2	1,5	8,4	1,3	9,3	1,2	10,1	1,0	10,8	0,9
15	1,6	2,0	4,1	2,2	6,0	2,2	7,7	2,0	9,0	1,9	10,2	1,7	11,2	1,5	12,1	1,4
18	1,4	2,2	4,0	2,6	6,1	2,6	8,0	2,5	9,5	2,4	10,9	2,2	12,1	2,0	13,1	1,9
21	1,3	2,4	3,9	2,9	6,2	3,1	8,1	3,0	9,9	2,9	11,4	2,7	12,7	2,6	13,9	2,4
24	1,1	2,6	3,7	3,2	6,1	3,5	8,2	3,5	10,1	3,4	11,7	3,3	13,2	3,1	14,6	2,9
27	1,0	2,7	3,5	3,5	6,0	3,8	8,3	3,9	10,2	3,9	12,0	3,8	13,6	3,6	15,1	3,4
30	0,9	2,9	3,4	3,8	5,9	4,2	8,2	4,3	10,3	4,3	12,2	4,2	13,9	4,1	15,5	4,0
40	0,6	3,2	2,8	4,5	5,4	5,2	7,9	5,5	10,3	5,7	12,5	5,7	14,5	5,7	16,3	5,6
50	0,4	3,4	2,3	5,1	4,8	6,0	7,4	6,6	10,0	6,9	12,3	7,0	14,6	7,1	16,6	7,1
60	0,2	3,5	1,9	5,6	4,3	6,7	6,9	7,5	9,5	7,9	12,0	8,2	14,4	8,4	16,6	8,5

Tabella 14 - Coefficienti α, β per attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$

B _i [m]	H _i [m]																			
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	2,5	1,0	4,0	0,9	5,0	0,7	5,7	0,6	6,2	0,5	6,5	0,4	6,8	0,4	7,0	0,3	7,1	0,3	7,2	0,3
6	3,2	1,6	5,2	1,8	6,8	1,7	8,1	1,5	9,2	1,4	10,1	1,2	10,9	1,1	11,5	1,0	12,0	0,9	12,5	0,8
9	3,5	2,1	6,0	2,5	8,0	2,6	9,6	2,5	11,0	2,4	12,3	2,2	13,4	2,1	14,4	1,9	15,3	1,7	16,0	1,6
12	3,7	2,6	6,6	3,1	8,8	3,3	10,7	3,3	12,4	3,3	13,9	3,2	15,2	3,0	16,5	2,9	17,6	2,7	18,6	2,6
15	3,7	2,9	7,0	3,6	9,5	3,9	11,6	4,1	13,4	4,1	15,1	4,1	16,6	4,0	18,1	3,9	19,4	3,7	20,6	3,6
18	3,7	3,3	7,3	4,1	10,0	4,5	12,3	4,8	14,3	4,9	16,1	4,9	17,8	4,9	19,4	4,8	20,9	4,7	22,3	4,5
21	3,6	3,6	7,5	4,5	10,4	5,0	12,9	5,4	15,1	5,6	17,0	5,7	18,9	5,7	20,6	5,7	22,2	5,6	23,7	5,5
24	3,5	3,9	7,6	4,9	10,7	5,5	13,4	6,0	15,7	6,2	17,8	6,4	19,8	6,5	21,6	6,5	23,3	6,5	24,9	6,4
27	3,3	4,1	7,6	5,3	11,0	6,0	13,8	6,5	16,3	6,8	18,5	7,0	20,6	7,2	22,5	7,3	24,3	7,3	26,0	7,2
30	3,2	4,4	7,7	5,6	11,2	6,4	14,2	7,0	16,8	7,4	19,1	7,7	21,3	7,9	23,3	8,0	25,2	8,0	27,0	8,1
40	2,6	5,1	7,5	6,7	11,6	7,8	15,0	8,5	18,0	9,1	20,8	9,5	23,3	9,9	25,6	10,2	27,8	10,4	29,8	10,5
50	2,2	5,6	7,0	7,7	11,5	8,9	15,4	9,9	18,8	10,6	21,9	11,2	24,7	11,7	27,3	12,1	29,7	12,4	32,0	12,7
60	1,8	6,1	6,5	8,5	11,3	10,0	15,5	11,1	19,3	12,0	22,6	12,7	25,7	13,3	28,6	13,8	31,2	14,2	33,8	14,6

Tabella 15 - Coefficienti α,β per attività con carico di incendio specifico q_f >1200 MJ/m²

Caso B:

Interpolando al fine di ottenere un valore più accurato invece:

q _f ≤ 1200 MJ/m²		q _f > 1200 MJ/m²	
α	2,9	α	4,4
β	0,47	β	1,2
d _i	1,14 m	d _i	2,21 m

Contro 0,9 m ottenuti senza interpolazione

Contro 1,82 m ottenuti senza interpolazione

Caso C:

Utilizzando i valori superiori delle tabelle:

$q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$		$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	
α	3,5	α	5,2
β	0,8	β	1,8
d_i	1,60 m	d_i	3,00 m

Quanto dimostrato sopra evidenzia la necessità di far riferimento al valore superiore della tabelle, come evidenziato nel Codice, in quanto, anche nel caso di interpolazione, le differenze risultano sostanziali e non si opererebbe a favore di sicurezza.

3.4.2 Procedura con determinazione analitica

Piastra radiante 1 (con elementi radianti distribuiti verticalmente)

B_i (m)	4
H_i (m)	6
d_i	1,6
p_i	0,23

$$X = \frac{B_i \cdot p_i}{2d_i} = 0,29 \qquad Y = \frac{H_i}{2d_i} = 1,88$$

$$F_{2-1} = \frac{2}{n} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) = 0,23$$

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$$

Per $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow E_1 = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} (1000 + 273,16)^4 = 149 \text{ kW/m}^2$

Per $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow E_1 = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} (800 + 273,16)^4 = 75 \text{ kW/m}^2$

L'emissività di fiamma risulta pari a: $\epsilon_f = 1 - e^{-0,3d_f}$

Dove d_f rappresenta lo spessore della fiamma pari a 2/3 dell'altezza del varco da cui esce la fiamma.

Varco da cui esce la fiamma: 2,1 m

Spessore fiamma d_f : 1,4 m

Emissività ϵ_f : 0,34

Irraggiamento risultante kW/m²

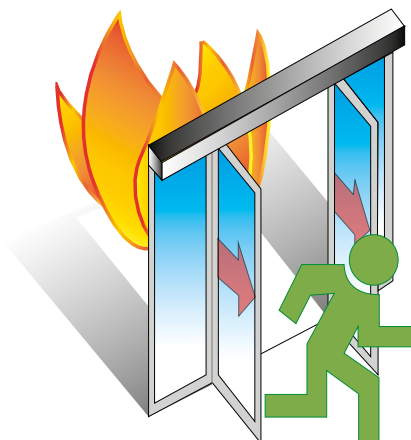
per $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	13,4
---------------------------------	------

per $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	6,7
------------------------------------	-----

La distanza di separazione calcolata con metodo tabellare o analitico può differire a causa delle approssimazioni delle tabelle. Di fatto, nel caso in esempio, la distanza verificata di 1,6 m utilizzando le tabelle, comporta a seguito di verifica analitica per $q_f < 1200 \text{ MJ/m}^2$, un flusso di $6,7 \text{ kW/m}^2 < E_{\text{soglia}} = 12,6 \text{ kW/m}^2$.

La verifica analitica risulta pertanto meno conservativa rispetto a quella tabellare, come si nota è ancora disponibile un ampio margine per raggiungere il valore di soglia.

3.5 Esodo



Il sistema d'esodo consiste in un insieme di vie di uscita che garantiscono agli occupanti di raggiungere o permanere in un luogo sicuro. Le procedure per l'esodo sono:

- Esodo simultaneo: prevede l'esodo contemporaneo degli occupanti verso luogo sicuro. E' ammesso l'utilizzo di scale aperte secondo le limitazioni di cui alla tabella S.4-7 del Decreto.
- Esodo per fasi: in una struttura organizzata con più compartimenti, si prevede l'esodo degli occupanti del compartimento di primo innesco. Si attua con l'ausilio di misure antincendio passive, attive e gestionali ad esempio in edifici di grande altezza, multisala, grandi uffici ecc.. Questa tipologia d'esodo prevede:
 - che tutti i piani siano serviti da una scala d'esodo a prova di fumo o esterna;
 - che l'attività sia sorvegliata da impianto di rivelazione e allarme con livello di prestazione III;
 - che sia prevista la gestione della sicurezza con livello II;
 - che ciascun piano costituisca un compartimento distinto e la compartimentazione abbia livello di prestazione III;
 - divieto di impiego per vie d'esodo verticali che servano piani a quota inferiore a -5 m.

- **Esodo orizzontale progressivo:** prevede l'esodo degli occupanti dal compartimento di primo innesco al compartimento adiacente in grado di contenerli e proteggerli fino a quando l'incendio non si sia estinto o fino a che non si proceda ad una successiva evacuazione verso luogo sicuro. Ciascun compartimento deve poter contenere in emergenza, oltre ai propri occupanti, il massimo numero di occupanti previsti per l'esodo orizzontale progressivo secondo le indicazioni in tabella S.4-14 del Decreto. Le vie di esodo dovranno essere dimensionate utilizzando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 ovvero maggiorando del 50% il numero degli occupanti che impegnano il compartimento per l'esodo orizzontale progressivo. Ci devono inoltre essere almeno due vie di esodo indipendenti anche verso compartimenti adiacenti. Tale strategia si attua ad esempio in strutture ospedaliere.
- **Protezione sul posto:** modalità di esodo che prevede la protezione degli occupanti nel compartimento in cui si trovano.

In tabella 16 vengono descritti i due livelli di prestazione previsti per l'esodo. Sono ammesse anche le soluzioni alternative, quindi l'applicazione dei metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione	Soluzioni conformi
I	Esodo di tutti gli occupanti	Tutte le attività	■ Progettazione secondo i requisiti definiti dal Codice per luogo sicuro, luogo sicuro temporaneo, via di esodo, via di esodo protetta, via di esodo a prova di fumo, via di esodo esterna, ... ■ Misure antincendio aggiuntive.
II	Protezione degli occupanti sul posto	Situazioni in cui non risulta garantito il livello di prestazione I (es. a causa delle dimensioni del compartimento, ubicazione, ...)	Si ricorre alle soluzioni alternative.

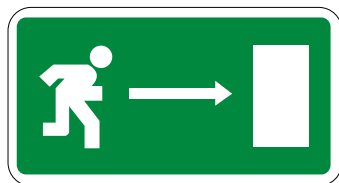
Tabella 16 - Livelli di prestazione, criteri di attribuzione e relative soluzioni conformi per l'esodo.

Il sistema d'esodo viene progettato:

- nel rispetto delle caratteristiche generali degli elementi che lo compongono (luogo sicuro, luogo sicuro temporaneo, vie d'esodo, porte lungo le vie d'esodo, scale, rampe, uscite finali, segnaletica ed orientamento, illuminazione di sicurezza, layout dei posti a sedere fissi e mobili) definite nel Codice;
- in funzione del più gravoso profilo di rischio R_{vita} dei compartimenti serviti dal sistema d'esodo.

Determinando:

- il massimo affollamento ipotizzabile del compartimento moltiplicando la densità di affollamento per la sua superficie lorda; la densità di affollamento viene definita mediante metodo tabellare, riportato nel Codice o può essere reperita mediante l'uso della regola tecnica verticale;
- il numero minimo di vie d'esodo orizzontali e verticali, nonché il numero minimo di uscite indipendenti in base al profilo di rischio R_{vita} ed all'affollamento, con tabella reperibile nel Codice;
- le lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi, definite in funzione del profilo di rischio R_{vita} ed eventualmente incrementate se presenti misure antincendio aggiuntive; non è ammesso tale incremento per attività con profilo di rischio R_{vita} pari ad A4;
- le larghezze minime delle vie d'esodo orizzontali e verticali.



- Vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, porte, uscite); la larghezza L_0 viene determinata attraverso la seguente relazione:

$$L_0 = L_U \cdot n_0 \quad [\text{mm}]$$

dove:

- n_0 = numero degli occupanti;
- L_U = larghezza unitaria, definita in funzione del profilo di rischio R_{vita} (tab. S.4-11).

Requisiti minimi:

- $L_0 \geq 0,90$ m (porte, uscite, corridoi);
 - in caso di più di due uscite, almeno una deve avere $L_0 \geq 1,20$ m;
 - $L_0 \geq 0,6$ m per locali ove vi sia presenza occasionale e di breve durata di personale addetto (es. locali impianti);
 - $L_0 \geq 0,80$ m per porte di locali con affollamento inferiore a 10 persone (es. camera d'albergo);
 - è necessario supporre che l'incendio, qualora si abbiano più vie di esodo orizzontali indipendenti, ne renda una indisponibile (la più larga) e in tal caso le rimanenti devono garantire l'esodo.
- Vie d'esodo verticali:
occorrono almeno due vie di esodo verticali per edifici aventi piani a quota maggiore di 54 m oppure minore di -5 m.
 - Vie d'esodo verticali in caso di esodo simultaneo; la larghezza di L_v viene determinata attraverso la seguente relazione:
$$L_v = L_U \cdot n_v \quad [\text{mm}]$$

dove:
 - n_v = numero totale degli occupanti di tutti i piani serviti dalla via d'esodo verticale;
 - L_U = larghezza unitaria, definita in funzione del profilo di rischio R_{vita} e del numero totale dei piani serviti.

- Vie d'esodo verticali in caso di esodo per fasi; la larghezza di L_v viene determinata attraverso la seguente relazione:

$$L_v = L_u \cdot n_v \quad [\text{mm}]$$

dove:

- n_v = somma degli affollamenti di due piani anche non consecutivi aventi maggior affollamento;
- L_u = larghezza unitaria, definita in funzione del profilo di rischio R_{vita} ed imponendo pari a due il numero totale dei piani serviti.

- Requisiti minimi per entrambe le tipologie di esodo verticale:

- $L_v \geq 1,2$ m;
- $L_v \geq 0,6$ m per locali ove vi sia presenza occasionale e di breve durata di personale addetto (es. locali impianti);
- la larghezza della via di esodo verticale non può essere inferiore alla massima larghezza di ciascuna porta di accesso alla stessa;
- è necessario supporre che l'incendio, qualora si abbiano più vie di esodo verticali indipendenti, ne renda una indisponibile (la più larga) e in tal caso le rimanenti devono garantire l'esodo (ad eccezione di scale a prova di fumo o esterne che sono considerate sempre disponibili).

Alcune osservazioni:

- i valori della larghezza unitaria L_u sono reperibili in tabella nel Codice;
- è previsto per le vie d'esodo verticali un incremento della larghezza unitaria in relazione all'altezza e pedata dei gradini;
- per entrambe le tipologie di vie d'esodo è prevista la verifica di ridondanza (non rientrano le scale d'esodo a prova di fumo e le scale esterne poiché sempre disponibili, le lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi);
- è necessario tener conto delle minime misure antincendio definite nel Codice.

- La larghezza minima delle uscite finali:

- caso generale:

$$L_F = \sum_i L_{0,i} + \sum_j L_{v,j}$$

dove:

- L_F è la larghezza minima delle uscite finali;
- $L_{0,i}$ è la larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale verso l'uscita finale;
- $L_{v,j}$ è la larghezza della j-esima via d'esodo verticale verso l'uscita finale;
- L_F può essere suddivisa in più varchi rispettando le larghezze minime già specificate.

- Caso in cui le vie d'esodo orizzontali e verticali convergono all'uscita finale tramite un unico locale e vi è un numero di occupanti pari o superiore a 50; in quest'ultimo caso la distanza minima tra l'uscita finale e lo sbarco delle due vie d'esodo dev'essere superiore a 2 m.

- Lo spazio calmo: luogo sicuro temporaneo ove gli occupanti possono attendere per completare l'esodo verso luogo sicuro, deve avere dimensioni minime stabilite dalla tabella S.4-14 del Decreto, munito di sistema di comunicazione bidirezionale, eventuali attrezzature per l'assistenza, indicazioni sui comportamenti da tenere in attesa dei soccorsi.

- Misure aggiuntive consentono di incrementare la massima lunghezza d'esodo di riferimento indicata in tabella S.4-10 come segue:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es}$$

dove:

- $L_{es,d}$ è la massima lunghezza [m];
- L_{es} è la massima lunghezza d'esodo di riferimento [m];

- δ_m è il fattore che tiene conto delle misure antincendio aggiuntive nel compartimento.

$$\delta_m = \sum_i \delta_{m,i}$$

dove:

- $\delta_{m,i}$ = fattore relativo alla i-esima misura antincendio aggiuntiva secondo tabella S.4-15 del Decreto, considerando che la massima variazione ammessa è del 36% e per valori ricadenti in $R_{vita} = A4$ non è ammessa alcuna variazione.

La lunghezza del corridoio cieco L_{cc} della tabella S.4-10 può essere incrementata secondo la seguente relazione:

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 30\% \cdot L_{cc,pr} + 60\% \cdot L_{cc,fu}$$

dove:

- $L_{cc,d}$ = massima lunghezza corridoio cieco [m];
- δ_m = fattore che tiene conto delle misure antincendio aggiuntive nel compartimento;
- $L_{cc,pr}$ = lunghezza porzione di corridoio cieco in via d'esodo protetta [m];
- $L_{cc,fu}$ = lunghezza porzione di corridoio cieco in via d'esodo a prova di fumo o esterna [m].

In nessuna caso la somma delle lunghezze $L_{cc,pr}$ e $L_{cc,fu}$ può superare i 25 m.

3.6 Gestione della sicurezza antincendio

La gestione della sicurezza antincendio (GSA) è una misura antincendio che permette di mantenere nel tempo un adeguato livello di sicurezza dell'attività. Sono previsti tre livelli di prestazione secondo la tabella 17.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione
I	GSA di livello base	Attività con: ■ R_{vita} in A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3; ■ R_{beni} pari a 1; ■ $R_{ambiente}$ non significativo; ■ non destinate prevalentemente alla presenza di persone con disabilità; ■ piani a quota compresa tra -10 m e 54 m; ■ $q_l \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$; ■ assenza di sostanze, miscele e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione.
II	GSA di livello avanzato	Attività non ricadenti negli altri criteri di attribuzione.
III	GSA di livello avanzato per attività complesse	Attività con almeno: ■ R_{vita} in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3 e posti letto superiori a 100; ■ R_{beni} in 3 e 4; ■ elevato affollamento complessivo (aperta al pubblico > 300 persone, non aperta > 1000 persone); ■ presenza di sostanze, miscele e lavorazioni pericolose con affollamento > 25 persone.

Tabella 17 - Livelli di prestazione e criteri di attribuzione per il GSA.

Nelle tabelle 18, 19 e 20 vengono descritte, come soluzioni conformi, le strutture organizzative minime previste per ciascun livello di prestazione. Sono ammesse anche le soluzioni alternative, quindi l'applicazione dei metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Struttura organizzativa minima	Responsabilità, compiti e funzioni	
Responsabile dell'attività	- Organizza la GSA; - predisporre e verifica il Piano d'emergenza¹; - effettua verifiche di controllo ed interventi di manutenzione; - predisporre il registro dei controlli; - predisporre nota informativa e cartellonistica; - verifica l'osservanza di divieti, limitazioni e condizioni normali d'esercizio; - provvede a formazione ed informazione del personale¹; - nomina le figure della struttura organizzativa¹; - adotta le misure di prevenzione incendi.	
Addetti al servizio antincendio ¹	In condizioni ordinarie, attuano le disposizioni della GSA: - attuano le misure antincendio preventive; - verificano la fruibilità delle vie d'esodo; - verificano la funzionalità delle misure antincendio protettive.	In condizioni d'emergenza, attuano il piano d'emergenza: - provvedono allo spegnimento di un principio d'incendio; - guidano l'esodo degli occupanti; - eseguono le comunicazioni d'emergenza; - offrono assistenza alle squadre di soccorso.
GSA in esercizio	Prevede la riduzione della probabilità d'incendio e dei suoi effetti mediante: - misure di prevenzione incendi; - buona pratica nell'esercizio; - manutenzione; - informazione degli occupanti; - formazione ed informazione del personale¹.	Prevede il controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio mediante: - registro dei controlli; - piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio; - controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio. Prevede la preparazione alla gestione dell'emergenza mediante: - piano d'emergenza, esercitazioni antincendio, prove d'evacuazione periodiche,...
GSA in emergenza	Prevede: - piano d'emergenza (azioni per l'emergenza)¹; - attivazione del servizio di soccorso pubblico; - esodo degli occupanti; - messa in sicurezza di impianti ed attrezzature; - attivazione del centro di gestione delle emergenze (se presente).	Con la rilevazione manuale o automatica dell'incendio: - si attuano le procedure del piano d'emergenza; - si verifica la presenza dell'incendio e successivamente si attivano le procedure d'emergenza (se attività complessa).
Adempimenti minimi	- Prevenzione incendi; - istruzioni e planimetrie per ogni piano a servizio degli occupanti; - registro dei controlli; - piano d'emergenza¹; - formazione ed informazione addetti al servizio antincendio.¹	

¹ Solo se attività lavorativa
Tabella 18 - Soluzioni conformi per livello di prestazione I

Struttura organizzativa minima	Responsabilità, compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	Ulteriori responsabilità in aggiunta a quelle previste per il livello di prestazione I: ■ applica il piano di mantenimento del livello di sicurezza; ■ eventualmente predisporre il centro di gestione dell'emergenza; ■ modifica il piano d'emergenza su richiesta del coordinatore degli addetti del servizio antincendio.
Coordinatore degli addetti del servizio antincendio ¹	■ viene individuato dal responsabile dell'attività; ■ dirige i servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste; ■ coordina gli interventi d'emergenza e la messa in sicurezza degli impianti; ■ si interfaccia con i responsabili delle squadre di soccorso.
Addetti al servizio antincendio ¹	Soluzioni conformi per il livello di prestazione I.
GSA in esercizio	Prevede la riduzione della probabilità d'incendio e dei suoi effetti mediante: ■ misure di prevenzione incendi; ■ buona pratica nell'esercizio; ■ manutenzione; ■ informazione degli occupanti; ■ formazione ed informazione del personale¹. Prevede il controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio mediante: ■ registro dei controlli; ■ piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio; ■ controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio. Prevede la preparazione alla gestione dell'emergenza mediante: ■ piano d'emergenza, esercitazioni antincendio, prove d'evacuazione periodiche,...
GSA in emergenza	Prevede: ■ piano d'emergenza (azioni per l'emergenza)¹; ■ attivazione del servizio di soccorso pubblico; ■ esodo degli occupanti; ■ messa in sicurezza di impianti ed attrezzature; ■ attivazione del centro di gestione delle emergenze (se presente). Con la rilevazione manuale o automatica dell'incendio: ■ si attuano le procedure del piano d'emergenza; ■ si verifica la presenza dell'incendio e successivamente si attivano le procedure d'emergenza (se attività complessa).
Adempimenti minimi	Adempimenti previsti per il livello di prestazione I aggiungendo: ■ piano di mantenimento del livello di sicurezza.

¹ Solo se attività lavorativa

Tabella 19 - Soluzioni conformi per il livello di prestazione II.

Struttura organizzativa minima		Responsabilità, compiti e funzioni	
Responsabile dell'attività	Ulteriori responsabilità in aggiunta a quelle previste per il livello di prestazione II: ■ predispone centro di gestione dell'emergenza; ■ istituisce unità gestionale GSA.		
Coordinatore unità gestionale GSA ¹	■ Pianifica e organizza la GSA; ■ predispone le procedure gestionali ed operative; ■ aggiorna il piano d'emergenza; ■ segnala le non conformità e le inadempienze di sicurezza; ■ sospende le attività in caso di pericolo e adegua le condizioni di sicurezza; ■ coordina il centro di gestione dell'emergenza.		
Coordinatore degli addetti del servizio antincendio ¹	Soluzioni conformi per il livello di prestazione II.		
Addetti al servizio antincendio ¹	Soluzioni conformi per il livello di prestazione I.		
GSA in esercizio	Prevede la riduzione della probabilità d'incendio e dei suoi effetti mediante: ■ misure di prevenzione incendi; ■ buona pratica nell'esercizio; ■ manutenzione; ■ informazione degli occupanti; ■ formazione ed informazione del personale¹.	Prevede il controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio mediante: ■ registro dei controlli; ■ piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio; ■ controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio. Prevede la preparazione alla gestione dell'emergenza mediante: ■ piano d'emergenza, esercitazioni antincendio, prove d'evacuazione periodiche, ...	
GSA in emergenza	Prevede: ■ piano d'emergenza (azioni per l'emergenza)¹; ■ attivazione del servizio di soccorso pubblico; ■ esodo degli occupanti; ■ messa in sicurezza di impianti ed attrezzature; ■ attivazione del centro di gestione delle emergenze (se presente).	Con la rilevazione manuale o automatica dell'incendio: ■ si attuano le procedure del piano d'emergenza; ■ si verifica la presenza dell'incendio e successivamente si attivano le procedure d'emergenza (se attività complessa).	
Adempimenti minimi	Adempimenti previsti per il livello di prestazione II aggiungendo: ■ centro di gestione dell'emergenza; ■ unità gestionale GSA.		

¹ Solo se attività lavorativa

Tabella 20 - Soluzioni conformi per il livello di prestazione III.

Sono ammesse soluzioni alternative per tutti i livelli di prestazione ed è considerata tale la presenza di Sistema di Gestione della Sicurezza e Salute sui luoghi di Lavoro (SGSSL) comprendente la gestione della sicurezza antincendio e dell'emergenza in funzione del livello di prestazione.

L'efficacia della GSA è influenzata dalla corretta progettazione iniziale dell'attività: il progettista riceve informazioni sulle condizioni d'esercizio dell'attività in esame (es. geometria, affollamento, ...), definisce le misure antincendio e concepisce e documenta, sin dal principio, il modello di gestione della sicurezza antincendio. In *fase d'esercizio* invece la GSA dipende dalla corretta gestione da parte del responsabile dell'attività che, attraverso l'ausilio di strumenti quali il registro dei controlli, monitora e registra la Sicurezza Antincendio dell'attività. Il responsabile dell'attività gestisce pertanto le operazioni quotidiane quali ad esempio l'ordine e la pulizia del luogo di lavoro o la fruibilità delle vie di esodo che fanno parte integrante della Gestione della Sicurezza Antincendio in fase di esercizio, ovvero organizza, coordina e gestisce tale attività. Viene pertanto allestito un vero e proprio piano di mantenimento del livello di sicurezza antincendio che prevede: le attività di controllo per prevenire gli incendi; la programmazione delle attività di informazione, formazione, addestramento del personale, esercitazioni per l'uso dei mezzi antincendio e di evacuazione; le informazioni agli occupanti; i controlli per verificare la fruibilità delle vie d'esodo; la programmazione della manutenzione degli impianti ed attrezzature antincendio; il piano dei turni degli addetti antincendio.

Da quanto detto consegue la redazione del Piano d'emergenza, piano aggiornato ad ogni modifica sostanziale ai fini della sicurezza antincendio dell'attività, che racchiude tutte le misure antincendio per la preparazione all'emergenza in funzione del livello di prestazione.

Livello di prestazione	Preparazione all'emergenza
I	Limitata all'informazione sul comportamento da tenere in caso d'emergenza del personale e degli occupanti (istruzioni per la chiamata del soccorso pubblico, di primo intervento antincendio ed istruzioni per l'esodo, ...).
II, III	Il piano d'emergenza deve contenere le procedure di: ■ allarme; ■ attivazione del centro di gestione delle emergenze; ■ comunicazione; ■ primo intervento antincendio; ■ esodo degli occupanti; ■ messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti; ■ rientro nell'edificio a fine dell'emergenza.

Tabella 21 - Preparazione all'emergenza in funzione dei livelli di prestazione.

Se previsto in fase progettuale deve essere predisposto un Centro di Gestione delle Emergenze, realizzato in locale ad uso non esclusivo per attività con R_{vita} in A1, A2, B1, B2, C1, C2 o in apposito locale per tutte le altre attività.

E' importante ricordare che il Sistema di Gestione dell'Emergenza è soggetto a revisione e aggiornamento periodico.

3.7 Controllo dell'incendio

Il controllo ed estinzione dell'incendio avviene con la realizzazione della protezione di base data dall'installazione dei presidi antincendio ovvero: estintori d'incendio portatili e carrellati, rete di idranti e sistemi sprinkler, impianti manuali o automatici di controllo o estinzione ad acqua e ad altri estinguenti. All'interno della successiva tabella 22 sono riportati i livelli di prestazione, definiti mediante i criteri di attribuzione e le soluzioni conformi. Sono ammesse anche le soluzioni alternative, quindi l'applicazione dei metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Per gli estintori la carica massima di riferimento è 6 kg.



Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione	Soluzioni conformi
I	Nessuno requisito	Per attività non soggette.	-
II	Protezione di base	Attività con: ■ R_{vita} in A1, A2, B1, B2, Ci1, Ci2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2; ■ R_{beni} pari a 1, 2; ■ $R_{ambiente}$ non significativo; ■ densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; ■ piani a quota compresa tra -5 m e 32 m; ■ $q_l \leq 600$ MJ/m²; ■ superficie compartimento ≤ 4000 m²; ■ assenza di sostanze, miscele e lavorazioni pericolose.	■ Impiego di estintori.
III	Protezione di base e manuale	Attività non ricadenti negli altri criteri di attribuzione.	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione II; ■ impiego della rete idranti a protezione dell'intera attività o dei singoli compartimenti.
IV	Protezione di base, manuale ed automatica per porzioni dell'attività	In base alla valutazione del rischio (es. attività con elevato affollamento, elevato carico d'incendio specifico, ecc.).	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione III; ■ installazione del sistema automatico di controllo o estinzione dell'incendio in zone dell'attività.
V	Protezione di base, manuale ed automatica per l'intera attività	Richiesto da: ■ committente; ■ documenti tecnici; ■ autorità competente; ■ Regola Tecnica Verticale.	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione IV; ■ installazione del sistema automatico di controllo o estinzione dell'incendio esteso a tutta l'attività.

Tabella 22 - Livelli di prestazione per il controllo o l'estinzione dell'incendio.

Alcune precisazioni:

- ogni presidio antincendio viene definito in funzione della valutazione del rischio incendio dell'attività;
- l'installazione del numero di estintori, quindi della protezione di base, viene calcolato in funzione della classe richiesta e della superficie di piano (S_{PIANO}) o compartimento dell'attività ($S_{COMPART.}$):

Estintori di classe A, con esempio in tabella 23:

- $S_{PIANO} \leq 200$ mq $\rightarrow C_{A,min}$: almeno n° 2 estintori di classe 21 A posti in posizione contrapposta;
- $S_{PIANO} > 200$ mq $\rightarrow C_{A,min} = 0,21 \cdot S_{PIANO}$ (almeno il 50% della $C_{A,min}$ deve essere fornita da estintori di classe non inferiore a 34 A, raggiungibili con un percorso massimo pari a 20 m);
- la capacità estinguente totale C_A non deve essere inferiore alla capacità estinguente minima $C_{A,min}$, definita come segue:

Sup. lorda dell'attività (m²)	300
Capacità estinguente tot. C_A	$300 \cdot 0,21 = 63 \text{ A}$
Es. estintori installati	n° 1 estintore di classe 34 A ¹ n° 3 estintori di classe 13 A

¹ Se non è possibile rispettare la lunghezza massima del percorso bisogna incrementare il numero degli estintori.

Tabella 23 - Esempio di calcolo per gli estintori di classe A.

Estintori di classe B, con esempio in tabella 24:

- $S_{\text{COMPART.}} \leq 200 \text{ mq} \rightarrow C_{B,\text{min}}$: almeno n° 2 estintori di classe 144 B posti in prossimità delle sorgenti di rischio e in posizione contrapposta;
- $S_{\text{COMPART.}} > 200 \text{ mq} \rightarrow C_{B,\text{min}} = 1,44 \cdot S_{\text{COMPART.}}$ (almeno il 50% della $C_{B,\text{min}}$ deve essere fornita da estintori di classe non inferiore a 144 B, posizionati a distanza $\leq 15 \text{ m}$ dalle sorgenti di rischio);
- la capacità estinguente totale C_B non deve essere inferiore alla capacità estinguente minima $C_{B,\text{min}}$.

Sup. lorda dell'attività (m²)	300
Capacità estinguente tot. C_A	$300 \cdot 1,44 = 432 \text{ B}$
Es. estintori installati	n° 3 estintori di classe 144 B ¹

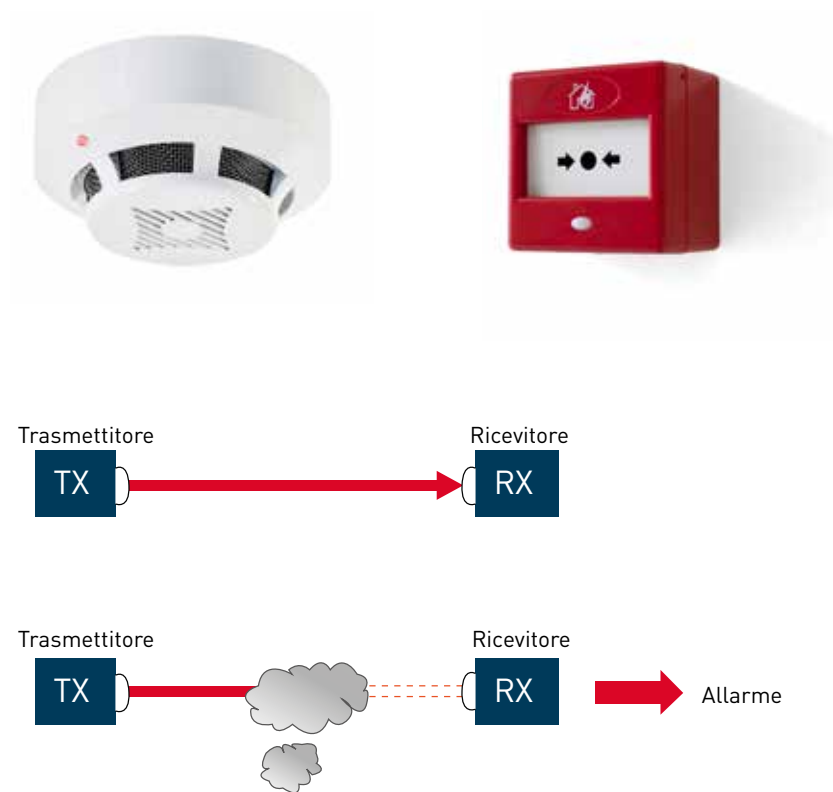
¹ Se non è possibile rispettare la lunghezza massima del percorso bisogna incrementare il numero degli estintori.

Tabella 24 - Esempio di calcolo per gli estintori di classe B

Estintori di classe C, D, F installati rispettando i requisiti minimi definiti dal Codice.

- Per la rete idranti:
 - deve essere costituita in funzione delle Norme Tecniche vigenti;
 - protezione interna: installazione di naspi in attività civili (es. strutture sanitarie, attività scolastiche, ...) e idranti a muro per le altre attività;
 - protezione esterna: la rete idranti è sostituibile con la rete pubblica se gli idranti distano massimo 100 m dal confine dell'attività e se viene garantita la portata necessaria per la protezione.
- I sistemi automatici vengono progettati in funzione delle Norme Tecniche vigenti.
- Ai fini della determinazione della continuità dell'alimentazione idrica la disponibilità può essere attestata da rilievo statistico secondo quanto previsto dalla norma UNI 10779: impianti di estinzione incendi - reti di idranti - progettazione, installazione ed esercizio. Analogamente per la continuità dell'alimentazione elettrica.

3.8 Rivelazione ed allarme



L'impianto di rilevazione e allarme degli incendi (IRAI) ha la funzione di rilevare un eventuale incendio e dare l'allarme, permettendo l'attivazione delle misure protettive e gestionali. I quattro livelli di prestazione previste per tale strategia antincendio sono riportati in tabella 25.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione
I	Rilevazione ed allarme da parte degli occupanti.	Attività con: ■ R_{vita} in A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3; ■ R_{beni} pari a 1; ■ $R_{ambiente}$ non significativo; ■ non aperte al pubblico; ■ densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; ■ non destinate prevalentemente alla presenza di persone con disabilità; ■ piani a quota compresa tra -5 m e 12 m; ■ superficie compartimento ≤ 4000 m²; ■ $q_f \leq 600$ MJ/m² ¹; ■ assenza di sostanze e miscele pericolose in quantità significative e assenza di lavorazioni pericolose.
II	Estesa all'intera attività: ■ segnalazione manuale ■ sistema d'allarme	Attività con: ■ R_{vita} in A1, A2, B1, B2, Ci1, Ci2, Ci3; ■ R_{beni} pari a 1; ■ $R_{ambiente}$ non significativo; ■ densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; ■ piani a quota compresa tra -10 m e 54 m; ■ $q_f \leq 600$ MJ/m² ¹; ■ assenza di sostanze e miscele pericolose in quantità significative e assenza di lavorazioni pericolose.
III	■ Rivelazione automatica in alcune zone dell'attività; ■ sistema d'allarme; ■ eventuale avvio dei sistemi di protezione attiva.	Attività non ricadenti negli altri criteri di attribuzione.
IV	■ Rivelazione automatica in tutta l'attività; ■ sistema d'allarme; ■ eventuale avvio dei sistemi di protezione attiva.	In base alla valutazione del rischio (es. attività con elevato affollamento, elevato carico d'incendio specifico, ecc.).

¹ Per attività di civile abitazione: $q_f \leq 900$ MJ/m²

Tabella 25 - Livelli di prestazione per la rivelazione ed allarme incendio

Per la rilevazione e allarme incendio demandata dagli occupanti di cui al livello di prestazione I, dev'essere codificata idonea procedura finalizzata al rapido e sicuro allertamento degli occupanti.

Sono soluzioni conformi gli IRAI dei livelli II, III e IV progettati, installati e gestiti secondo le norme e i documenti tecnici adottati dall'Ente di Normazione Nazionale. Il Codice riporta funzioni minime per ciascun livello di prestazione.

Sono ammesse anche le soluzioni alternative per i livelli II, III e IV.

3.9 Controllo di fumo e calore



Il controllo di fumo e calore quale misura antincendio può riguardare:

- smaltimento di fumo e calore d'emergenza per facilitare l'azione delle squadre di soccorso, che solitamente è affidato alle aperture già previste (porte, finestre, lucernari,...);
- sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC) durante tutte le fasi dell'incendio che permettono di mantenere le vie di esodo percorribili, ritardano o prevengono il flashover e limitano i danni agli impianti e al contenuto dell'ambiente protetto. Si distinguono in Sistemi Evacuazione Naturale Fumo e Calore (SENFC), e in Sistemi Evacuazione Forzata Fumo e Calore (SEFFC).

Sono previsti tre livelli di prestazione e le relative soluzioni conformi, in funzione dell'adeguato presidio antincendio necessario al raggiungimento della prestazione richiesta, e sono previste anche soluzioni alternative, considerando non solo i metodi ordinari di progettazione, come indicato in tabella 26.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione	Soluzioni conformi	Soluzioni alternative
I	Nessun requisito.	Attività con: ■ presenza occasionale e di breve durata del personale; ■ superficie compartimento $\leq 25 \text{ m}^2$; ■ $q_i \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; ■ assenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative e assenza di lavorazioni pericolose.	-	-
II	Smaltimento del fumo e calore durante l'azione delle squadre di soccorso.	Compartimento non ricadente negli altri criteri di attribuzione.	Presidio antincendio: Smaltimento di fumo e calore d'emergenza.	Ad esempio l'impiego della ventilazione meccanica.
III	Mantenimento di uno strato libero dai fumi per salvaguardare gli occupanti, le squadre di soccorso e, eventualmente, i beni.	In base alla valutazione del rischio (es. attività con elevato affollamento, elevato carico d'incendio specifico, ecc.).	Presidio antincendio: SENFC o SEFFC progettati, installati e gestiti secondo le norme e i documenti tecnici adottati dall'Ente di Normazione Nazionale.	Ad esempio l'impiego di prodotti innovativi in funzione della valutazione del rischio incendio.

Tabella 26 - Livelli di prestazione e relative soluzioni per il controllo di fumo e calore.

Si ringrazia Bovema Italia s.r.l. per la gentile concessione delle immagini di questa pagina.

Alcune precisazioni:

- Per la soluzione conforme del livello di prestazione III vengono riportate delle disposizioni aggiuntive:
 - in presenza di sistemi automatici di controllo o estinzione dell'incendio deve essere verificata la compatibilità con il SEFC utilizzato;
 - in presenza di IRAI deve essere garantita la comunicazione e il controllo con il SEFC.
- Per le aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza si distinguono varie tipologie:
 - SEa, aperture permanentemente aperte;
 - SEb, aperture automatiche gestite da IRAI;
 - SEc, aperture con elementi di chiusura non permanenti ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata;
 - SEd, aperture con elementi di chiusura non permanenti ad apertura comandate da posizione non protetta;
 - SEe, aperture con elementi di chiusura permanenti che garantiscono l'apertura in caso d'incendio o la demolizione da parte dei soccorritori.

Esse vengono dimensionate in funzione del carico di incendio specifico q_f e in base alla superficie lorda del compartimento, indicata con la lettera A, ovvero:

- SE1: $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow \frac{A}{40}$
- SE2: $600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow \frac{A \cdot q_f}{40000} + \frac{A}{100}$
- SE3: $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow \frac{A}{25}$ e come misura aggiuntiva il 10% della superficie utile dell'apertura di smaltimento di tipo SEa, oppure SEb, oppure SEc.

La distribuzione uniforme delle aperture vengono verificate, per ogni locale, in funzione del raggio di influenza delle aperture di smaltimento, r_{offset} , pari a 20 m, dato da ciascuna apertura o determinato in funzione della valutazione del rischio incendio.

3.10 Operatività antincendio

L'operatività antincendio permette l'intervento e la sicurezza dei soccorritori. I quattro livelli di prestazione previsti con le relative soluzioni conformi sono riportate in tabella 27. Sono ammesse anche le soluzioni alternative, quindi l'applicazione dei metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione	Soluzioni conformi
I	Nessun requisito.	Solo per attività non soggette.	-
II	Accesso ai mezzi di soccorso.	Attività con: ■ R_{vita} in A1, A2, B1, B2, Ci1, Ci2; ■ R_{beni} pari a 1; ■ $R_{ambiente}$ non significativo; ■ densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; ■ piani a quota compresa tra -5 m e 12 m; ■ superficie compartimento ≤ 4000 m²; ■ $q_f \leq 600$ MJ/m²; ■ assenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significativa e assenza di lavorazioni pericolose.	Assicurare ai mezzi di soccorso l'accostamento agli accessi presso i piani dell'attività: distanza dei mezzi di soccorso agli accessi non superiore a 50 m o comunque non inferiore alla massima altezza dell'edificio nel caso di livello I o livello II di resistenza al fuoco.
III	Accesso ai mezzi di soccorso e disponibilità di agenti estinguenti.	Attività non ricadenti negli altri criteri di attribuzione.	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione II; ■ in assenza di protezione interna della rete idranti: colonna a secco; ■ in assenza di protezione esterna della rete idranti: idrante collegato alla rete pubblica distante massimo 500 m dai confini dell'attività e con erogazione minima totale di 300 l/min.
IV	Accesso ai mezzi di soccorso, disponibilità di agenti estinguenti ed accesso protetto dei Vigili del fuoco a tutti i locali dell'attività.	Attività con almeno: ■ R_{vita} in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3 e posti letto superiori a 100; ■ R_{beni} in 3 e 4; ■ elevato affollamento complessivo (aperta al pubblico > 300 persone, non aperta > 1000 persone); ■ presenza significativa di sostanze o miscele pericolose; lavorazioni pericolose e affollamento > 25 persone.	■ Soluzioni conformi per il livello di prestazione III; ■ accesso all'interno dell'attività garantito mediante: accostamento dell'autoscala a tutti i piani o percorsi verticali protetti o percorsi esterni; ■ in base alla geometria dell'attività è previsto l'installazione dell'ascensore antincendio o di soccorso.

Tabella 27 - Livelli di prestazione e relative soluzioni conformi per l'operatività antincendio.

Alcune precisazioni:

- la colonna a secco è costituita da una tubazione rigida, che percorre verticalmente le opere da costruzione, alimentata dall'attacco di mandata per autopompa, posizionata all'estremità di ciascuna colonna a secco; ad ogni piano, in corrispondenza delle vie d'esodo verticali, viene installata una valvola d'intercettazione con attacco DN 45, munita di tappo UNI 7421, che permette l'erogazione dell'acqua da parte delle squadre dei Vigili del Fuoco. Per il dimensionamento il Codice riporta delle indicazioni progettuali.

3.11 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

La sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio prevede un solo livello di prestazione, applicabile a tutte le attività e raggiunto con l'impiego di impianti realizzati a regola d'arte, nel rispetto della normativa vigente, garantendo gli obiettivi di sicurezza e le prescrizioni aggiuntive applicate alle diverse tipologie di impianto.

Gli obiettivi di sicurezza da rispettare sono:

- limitare la probabilità d'innesco di incendio o di esplosione;
- limitare la propagazione dell'incendio nei locali in cui sono installati ed in quelli adiacenti;
- non devono rendere inefficaci le altre misure antincendio, in particolar modo le caratteristiche della compartimentazione;
- consentire l'evacuazione in sicurezza;
- consentire le operazioni di soccorso in sicurezza;
- in caso d'incendio essere disattivabili o altrimenti gestibili.

La disattivazione e la gestione degli impianti tecnologici e di servizio, inclusi quelli destinati a rimanere in servizio anche durante l'emergenza, devono poter essere effettuate da posizioni segnalate, protette dall'incendio e facilmente raggiungibili ed essere inserite nel Piano di Emergenza.

Per le prescrizioni aggiuntive previste per le singole tipologie d'impianto si rimanda al Codice.

CAPITOLO 4

Regole tecniche verticali

4.1 Aree a rischio specifico

Le aree a rischio specifico sono aree in cui si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose, materiali combustibili o infiammabili in quantità significative; si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione, vi è presenza di impianti o di componenti d'impianto rilevanti ai fini della sicurezza antincendio (produzione trasformazione o trasporto di energia elettrica; protezione contro le scariche atmosferiche; sollevamento e trasporto di cose e persone, deposito trasporto e utilizzo di solidi, liquidi o gas combustibili, comburenti o infiammabili; riscaldamento climatizzazione ecc.; controllo delle esplosioni); aree in cui il carico d'incendio specifico è superiore a 1200 MJ/m² con presenza occasionale del personale addetto. Non rientrano normalmente in questa categoria: lo stoccaggio di limitate quantità di liquidi infiammabili in armadi metallici ed eventuali aree, a servizio dell'attività principale, in cui siano presenti impianti (per la produzione trasformazione o trasporto di energia elettrica; protezione contro le scariche atmosferiche; sollevamento e trasporto di cose e persone, deposito, trasporto e utilizzo di solidi, liquidi o gas combustibili, comburenti o infiammabili; riscaldamento climatizzazione ecc.; controllo delle esplosioni) già regolati da specifiche Norme Tecniche. All'interno della regola tecnica viene definita la strategia antincendio per una corretta progettazione di queste aree.

4.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

Nelle aree delle attività soggette in cui è presente questo rischio il responsabile dell'attività deve, previa valutazione specifica del rischio esplosione, individuare le misure tecniche necessarie a prevenire la formazione di atmosfere esplosive, evitarne l'accensione, attenuare i danni derivanti da una eventuale esplosione per tutelare gli occupanti. Tali obiettivi possono essere raggiunti tramite l'impiego di prodotti di adeguato grado di sicurezza equivalente in relazione alle zone di pericolo. Le attività soggette in presenza di tale rischio devono disporre di adeguata documentazione tecnica attestante l'idoneità dei prodotti installati in relazione al rischio rilevato. In generale è fondamentale determinare:

- la probabilità di formazione dell'atmosfera esplosiva, generata da gas, vapori o polveri;
- la durata, frequenza, quantità di emissioni e l'estensione della zona di pericolo

Le aree esposte a questi due tipi di atmosfere (gas/vapori e polveri) sono suddivise in tre zone ciascuna. Le caratteristiche di ogni zona sono identiche per il gas e per la polvere, ma la loro numerazione è differente. Le zone 0, 1 e 2 si riferiscono al gas, mentre le zone 20, 21 e 22 si riferiscono alla polvere.

- Zona 0/20 PERICOLO COSTANTE → Presenza permanente o frequente di atmosfere esplosive.
- Zona 1/21 PERICOLO POTENZIALE → Presenza occasionale di atmosfere esplosive.
- Zona 2/22 PERICOLO MINORE → Presenza improbabile di atmosfere esplosive o polvere combustibile improbabile o soltanto per un breve periodo di tempo.
- NE → zona in cui il volume di atmosfere esplosive è trascurabile.

Identificare le zone è necessario individuare i pericoli d'innesco legati alle sorgenti di accensione che pertanto andranno analizzate in relazione alla frequenza di contatto tra le stesse e l'atmosfera potenzialmente esplosiva. E' pertanto fondamentale valutare l'entità di una possibile esplosione (in relazione a: onde di pressione, proiezione di frammenti ed oggetti, rilasci di sostanze pericolose, emissione di fiamme, gas caldi e irraggiamento) e le relative misure di contenimento.

Ogni apparecchiatura o componente deve rispettare un predefinito grado di compatibilità con la zona individuata, come indicato in tabella 28:

Atmosfera esplosiva	Zona	Categoria ATEX ¹
Gas	0	1G
	1	1G, 2G
	2	1G, 2G, 3G
Polveri	20	1D
	21	1D, 2D
	22	1D, 2D, 3D

¹ G per gas e D per dust (polvere)

Tabella 28 - Compatibilità dei componenti, delle apparecchiature e dei sistemi di protezione e controllo e zone classificate per la presenza di atmosfere esplosive.

I prodotti utilizzati devono essere rispondenti alla Direttiva ATEX che prevede un livello di protezione molto elevato (categoria 1), elevato (categoria 2) o normale (categoria 3).

4.3 Vani ascensori

Questa Regola Tecnica Verticale si applica a vani ascensori per il trasporto di persone e merci nelle attività soggette, intendendo per vano ascensore anche i locali macchinari, locali pulegge, vani corsa ed aree di lavoro collegate. A tal fine i vani ascensori sono classificati in: vani aperti, vani protetti, vani a prova di fumo, vani per ascensori antincendio e vani per ascensori di soccorso. All'interno della regola tecnica vengono fornite per le diverse tipologie di ascensore le indicazioni necessarie per la corretta progettazione antincendio.

CAPITOLO 5

Metodi

L'applicazione dell'ingegneria della sicurezza antincendio permette di individuare idonee soluzioni al raggiungimento di predeterminati obiettivi mediante un'analisi causa-effetto di tipo quantitativo, ovvero un'analisi di tipo prestazionale. Tale metodologia non si traduce solo in analisi numeriche più o meno complesse, ma identifica una vera e propria procedura di analisi di cui la parte numerica rappresenta solo una parte. Si hanno due fasi di analisi: la prima, destinata all'analisi preliminare, comprensiva di analisi qualitativa del rischio fino alla definizione delle soglie di prestazione e degli scenari d'incendio; la seconda, riguardante l'analisi quantitativa in cui attraverso l'utilizzo di adeguati mezzi di calcolo si valutano le prestazioni confrontando i risultati con i limiti di soglia di cui alla fase precedente. E' punto fondamentale e delicato la definizione degli scenari d'incendio identificabili in funzione delle caratteristiche di un eventuale incendio, dell'attività e degli occupanti. Pertanto in ordine logico dovranno essere sviluppati i punti che seguono.

- Identificazione degli scenari: il professionista identifica tutti i possibili scenari d'incendio attraverso la predisposizione di un vero e proprio albero degli eventi. Ogni scenario viene descritto in relazione alle caratteristiche di un eventuale incendio che si potrebbe sviluppare, dell'attività e degli occupanti.
- Selezione degli scenari di progetto tra quelli considerati: estrazione degli scenari di progetto identificando i più gravosi, identificazione delle soluzioni progettuali in relazione alle soglie di prestazione.
- Descrizione quantitativa degli scenari di progetto selezionati: individuazione del codice di calcolo da utilizzarsi e conseguente analisi numerica focalizzata a verificare la prestazione individuata (ad esempio se l'obiettivo è la salvaguardia degli occupanti in fase di esodo diventa significativa l'analisi di un incendio a fase di crescita veloce con elevata produzione di fumi e gas di combustione, piuttosto che un incendio che, a parità di energia, sia caratterizzato da un tasso di crescita lento e maggior durata).

In generale, l'analisi può essere impostata sulla base di una suddivisione legata all'obiettivo che generalmente può riguardare la fase pre-flashover (ad esempio riguardante l'esodo e la protezione attiva), ovvero post-flashover (ad esempio riguardante la resistenza al fuoco e la protezione passiva).

Le configurazioni delle curva RHR (Rate of Heat Released) possono essere riassunte nella seguente figura che schematizza il rilascio di potenza termica nel tempo.

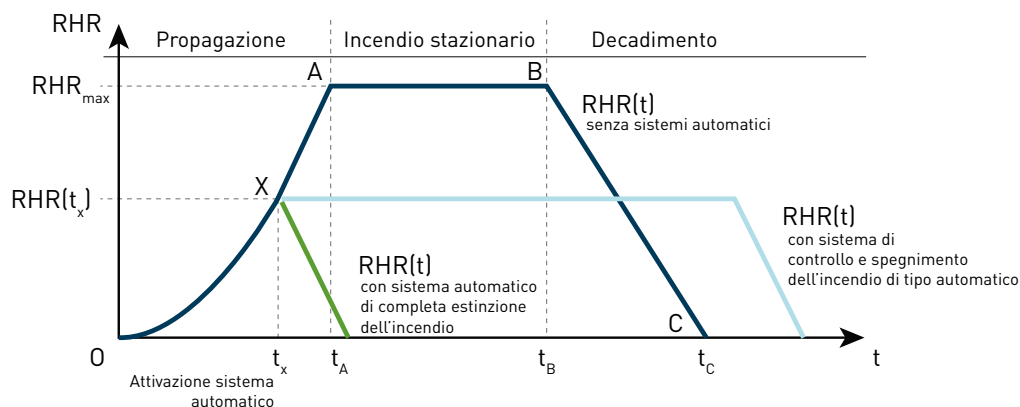
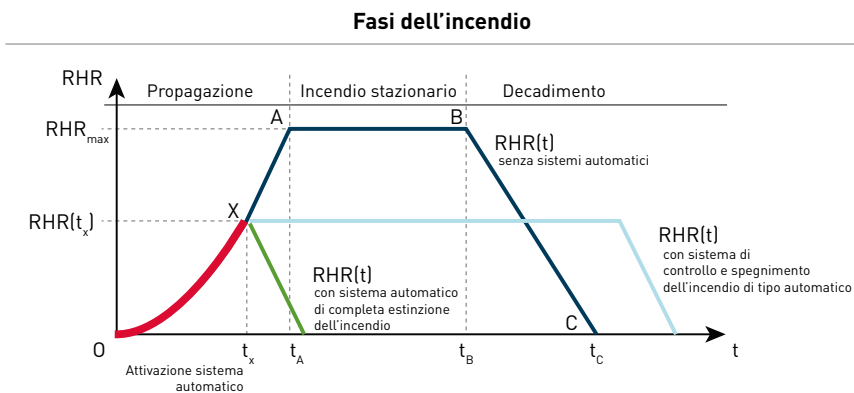


Figura 6 - Curva RHR

Il metodo di calcolo della potenza termica (RHR) rilasciata dall'incendio per ogni sua fase, al variare del tempo (t), considerando anche la presenza dei sistemi di estinzione dell'incendio è reperibile nella tabella 29.



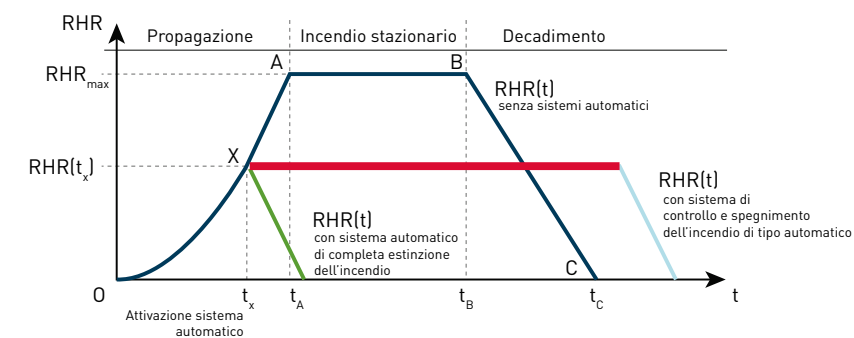
Calcolo RHR [kW]

$$\text{RHR}_{(t)} = 1000 \left(\frac{t}{t_a} \right)^2$$

con

$t < t_a$

con t_n tempo affinché la potenza termica rilasciata sia pari a 1000 kW

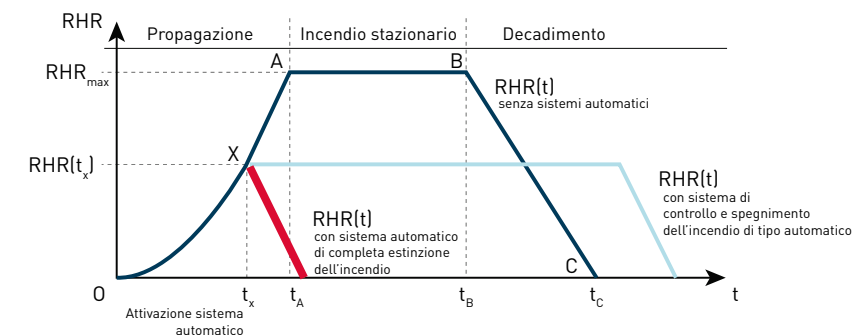


Con sistema di controllo e spegnimento dell'incendio di tipo automatico:

$$RHR_{(t)} = RHR_{tx}$$

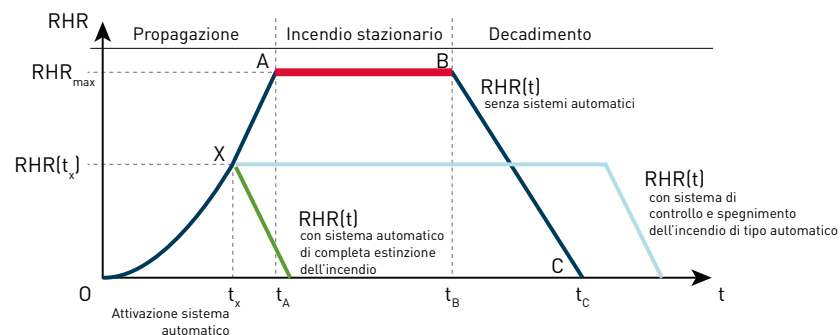
t_x tempo di entrata in funzione dell'impianto

(RHR_{max} non raggiunto)



Con sistema automatico di completa estinzione dell'incendio es. Early Suppression Fast Response (ESFR), Water Mist, ... il loro effetto viene valutato caso per caso.

Fasi dell'incendio



Calcolo RHR [kW]

Senza i sistemi automatici:

$$RHR_{[t]} = RHR_{max}$$

con

$$t_a \leq t < t_b$$

Sviluppo dell'incendio controllato dal combustibile:

$$RHR_{max} = RHR_f A_f$$

(riferita alla sup. lorda)

Sviluppo dell'incendio limitato dal valore della superficie di ventilazione:

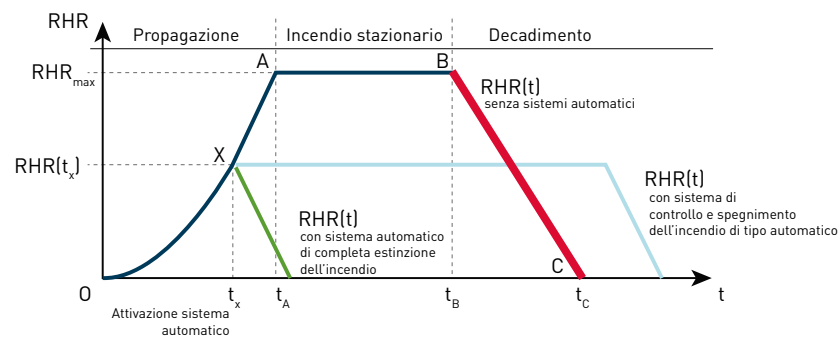
$$RHR_{max} = 0,10 m H_u A_v \sqrt{h_{eq}}$$

Con:

m = fattore di partecipazione alla combustione

H_u = potere calorifico inferiore del legno pari a 17500 kJ/kg

A_v = area delle aperture verticali sulle pareti del compartimento



Andamento lineare:

$$RHR_{[t]} = RHR_{max} \frac{t_c - t}{t_c - t_b}$$

con

$$t_b \leq t \leq t_c$$

Tabella 29 - Calcolo della potenza termica RHR

CAPITOLO 6

Esempio d'applicazione

In questo capitolo viene riportato un esempio applicativo del nuovo Codice di Prevenzione Incendi applicato ad un'officina, ovvero un'attività non normata ma soggetta al controllo di prevenzione incendi secondo il D.P.R. del 1/08/2011, n.151 individuata con il numero 53 "Officine per la riparazione di veicoli a motore, rimorchi per autoveicoli e carrozzerie, di superficie coperta superiore a 300 m²" di categoria B "Officine per veicoli a motore, rimorchi per autoveicoli e carrozzerie, di superficie fino a 1.000 m²".

6.1 Breve descrizione dell'officina

In figura 7 si riportano le planimetrie dell'attività ed in tabella 30 la descrizione dei locali presenti.

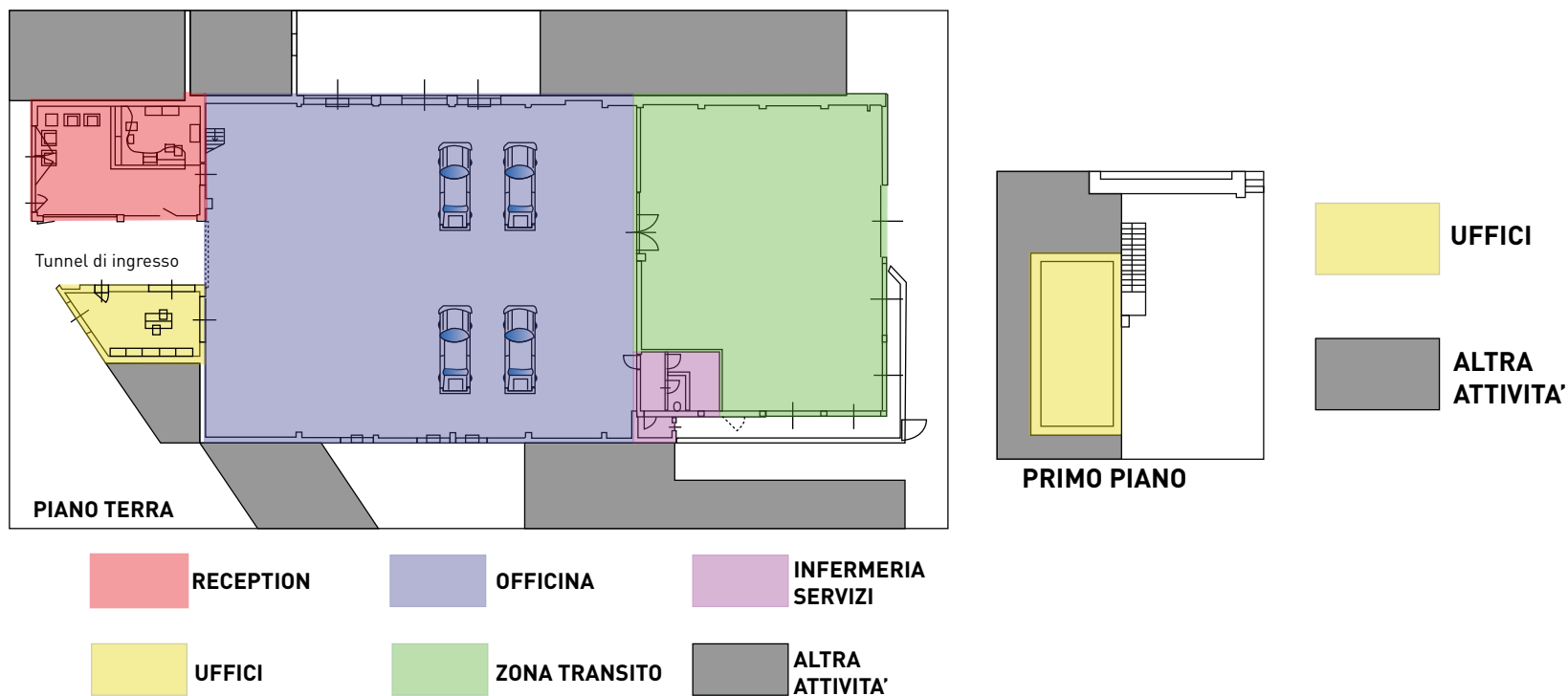


Figura 7 - Pianta piano terra e primo piano

Area	Superficie	Livello	Breve descrizione
Accettazione / Reception	Circa 50 m ²	Piano terra	È suddivisa in una piccola sala d'attesa e in una zona ufficio/reception. Ha due ingressi (uno direttamente dalla strada, l'altro dal tunnel di ingresso delle auto) e comunica con l'officina anche attraverso una piccola finestra.
Ufficio	Circa 22 m ²	Piano terra	Si accede ad esso attraverso il tunnel di ingresso delle auto, ha una finestra di affaccio sullo stesso e un'altra sull'officina.
Ufficio	Circa 20 m ²	Primo piano	È suddiviso in due piccoli locali, vi si accede attraverso una scala (interna all'officina).
Officina	Circa 425 m ²	Piano terra	All'interno di quest'area avvengono le lavorazioni. Al massimo sono presenti 4 macchine contemporaneamente.
Infermeria e servizi	Circa 18 m ²	Piano terra	
Zona di transito	Circa 205 m ²	Piano terra	All'interno di quest'area transitano i materiali in arrivo, prima di entrare nella zona di installazione e in giacenza, prima di essere smaltiti.
Superficie			Superficie lorda piano terra: circa 800 m ² Superficie lorda piano primo: circa 27 m ²
Altezza dei piani			Altezza piano terra: min 3,00 m, max 9,50 m Altezza primo piano: circa 2,70 m

Tabella 30 - Descrizione delle aree presenti nell'attività

6.2 Valutazione del rischio

Il primo passo consiste nella determinazione dei tre profili di rischio: R_{vita} , R_{beni} ed $R_{ambiente}$.

6.2.1 Profilo di rischio R_{vita}

Per quanto riguarda il profilo di rischio R_{vita} , considerando:

- gli occupanti in stato di veglia e che hanno familiarità con l'edificio, δ_{occ} pari ad A;
- velocità di crescita dell'incendio media ($t_g = 300$ s), δ_a pari a 2.

Il profilo di rischio R_{vita} individuato è A2, come mostrato in tabella 31.

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	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 4.
² Quando nel testo si usa uno dei valori C1, C2, C3 la relativa indicazione è valida rispettivamente per Ci1, Ci2, Ci3 o Cii1, Cii2, Cii3 o Ciii1, Ciii2, Ciii3.

Tabella 31 - Profilo rischio vita

6.2.2 Profilo di rischio R_{beni}

Considerando l'attività non strategica né vincolata, il profilo di rischio R_{beni} risulta pari ad 1.

		Opera da costruzione vincolata	
		No	Si
Opera da costruzione strategica	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Si	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Tabella 32 - Rischio beni

6.2.3 Profilo di rischio $R_{ambiente}$

Il profilo di rischio $R_{ambiente}$ verrà considerato mitigato con l'applicazione di tutte le misure antincendio ai profili di rischio R_{vita} ed R_{beni} , che permettono di considerare non significativo tale rischio.

Riassumendo, i profili di rischio individuati sono:

- R_{vita} pari ad A2;
- R_{beni} pari ad 1;
- $R_{ambiente}$ non significativo.

6.3 Definizione delle strategie antincendio

Il secondo passo riguarda l'individuazione dei livelli di prestazione per ogni misura antincendio e le relative soluzioni progettuali (a scelta tra le soluzioni conformi e le soluzioni alternative) partendo da un carico di incendio specifico q_f calcolato e pari a 160 MJ/m².

6.3.1 Reazione al fuoco

6.3.1.1 Livelli di prestazione

Livello di prestazione I: nessun requisito (vedi tabella 33).

6.3.1.2 Soluzioni progettuali

Non si prevede nessuna prescrizione (vedi tabella 33).

Livello di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione		Soluzioni conformi
		Vie d'esodo	Altri locali	
I	Nessun requisito	non ricomprese negli altri criteri	non ricompresi negli altri criteri	-
II	Partecipazione non trascurabile	compartimenti con R_{vita} in B1	compartimenti con R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3	GM3
III	Partecipazione moderata	compartimenti con R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3	compartimenti con R_{vita} in D1 e D2	GM2
IV	Partecipazione limitata	compartimenti con R_{vita} in D1 e D2	su richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici, richiesti da autorità per costruzioni importanti	GM1

Tabella 33 - Livelli di prestazione, criteri di attribuzione e soluzioni conformi

6.3.2 Resistenza al fuoco

6.3.2.1 Livelli di prestazione

Livello di prestazione III: mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.

6.3.2.2 Soluzioni conformi

Il carico di incendio è il potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali. È espresso in MJ.

Il carico di incendio riferito all'unità lorda del compartimento è definito carico di incendio specifico [MJ/m²].

Il carico di incendio specifico di progetto è definito come il carico di incendio specifico, corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio del compartimento antincendio e dei fattori relativi alle misure antincendio presenti. Esso costituisce la grandezza di riferimento per le valutazioni della resistenza al fuoco delle opere da costruzione.

Il valore del carico di incendio specifico di progetto è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

dove:

- $q_{f,d}$ è il carico di incendio specifico di progetto [MJ/m²]
- δ_{q1} è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento
- δ_{q2} è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento
- $\delta_n = \prod \delta_{ni}$ è il fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento
- q_f è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i)}{A} \text{ [MJ/m}^2\text{]}$$

dove:

- g_i è la massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg]
- H_i è il potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile [MJ/kg]
- m_i è il fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile
- ψ_i è il fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile
- A è la superficie lorda del piano del compartimento [m²]

Il valore del carico di incendio specifico di progetto è necessario per ricavare la classe minima di resistenza al fuoco, ovvero l'intervallo di tempo, espresso in minuti, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la resistenza al fuoco.

- Verifica delle prestazioni di resistenza al fuoco in base agli incendi convenzionali di progetto
 - Incendio convenzionale di progetto rappresentato dalla curva nominale standard:

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

- Classe minima di resistenza al fuoco, secondo il carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$, da tabella, risulta 'Nessun requisito': non ritenendolo adeguato per il livello di prestazione III, si farà riferimento alla classe minima pari a 30 minuti conferendo alle strutture portanti e separanti la classe 30.

Carico di incendio specifico di progetto	Classe minima di resistenza al fuoco
$q_{f,d} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$	Nessun requisito
$q_{f,d} \leq 300 \text{ MJ/m}^2$	15
$q_{f,d} \leq 450 \text{ MJ/m}^2$	30 ←
$q_{f,d} \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	45
$q_{f,d} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$	60
$q_{f,d} \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	90
$q_{f,d} \leq 1800 \text{ MJ/m}^2$	120
$q_{f,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	180
$q_{f,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Tabella 34 - Classe minima di resistenza al fuoco in funzione del $q_{f,d}$ (D.M. 03/08/2015).

Nella determinazione del carico d'incendio, secondo il D.M. 09/03/2007 è necessario inserire anche l'eventuale contributo di strutture in legno.

Tale contributo può essere determinato:

- valutando anzitutto la classe del compartimento prescindendo inizialmente dalla presenza degli elementi strutturali lignei;
- calcolando quindi lo spessore di carbonizzazione degli elementi strutturali in legno corrispondente alla classe determinata precedentemente, adottando come valori di riferimento della velocità di carbonizzazione quelli contenuti nella tabella 35:

Specie legnosa	Tipologia di legno	Velocità di carbonizzazione
Legname tenero (conifere) e faggio	Legno laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^2$	0,70 mm/min
	Legno massiccio con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^2$	0,80 mm/min
Legname duro (latifoglie)	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^2$	0,70 mm/min
	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^2$	0,55 mm/min

Tabella 35 - Velocità di carbonizzazione (D.M. 09/03/2007).

Si determina pertanto la classe del compartimento, tenendo anche conto del carico di incendio specifico relativo anche alle parti di elementi strutturali di legno che possono partecipare alla combustione.

Nell'attività in esame non sono presenti strutture in legno pertanto il contributo è nullo.

6.3.2.3 Soluzioni alternative

Le soluzioni alternative sono ammesse nelle seguenti modalità:

- verificando le prestazioni di resistenza al fuoco in base agli incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio;
- applicando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

Per la capacità di compartimentazione all'interno dell'attività in esame non vengono di fatto fornite soluzioni alternative.

6.3.2.4 Classificazione degli elementi costruttivi in base a confronti con tabelle

Per il calcolo della resistenza al fuoco di elementi costruttivi portanti, separanti o non separanti, la normativa prevede tre differenti metodi di classificazione:

- classificazione in base ai risultati di prove;
- classificazione in base ai risultati di calcoli;
- classificazione in base a confronti con tabelle.

Per quest'ultimo metodo, le tabelle contenute nella normativa propongono delle condizioni sufficienti per la classificazione di elementi costruttivi resistenti al fuoco.

I valori contenuti nelle tabelle sono il risultato di campagne sperimentali e di elaborazioni numeriche e si riferiscono alle tipologie costruttive e ai materiali di maggior impiego.

Nell'applicazione di questo metodo, bisogna tenere in considerazione che l'uso delle tabelle è strettamente limitato alla classificazione di elementi costruttivi per i quali è richiesta la resistenza al fuoco nei confronti della curva temperatura-tempo standard. Inoltre i valori tabellari, pur essendo cautelativi, non consentono estrapolazioni o interpolazioni tra gli stessi ovvero modifiche delle condizioni di utilizzo.

La normativa include tabelle per la classificazione di:

- murature non portanti di blocchi (in laterizio, calcestruzzo, pietra);
- murature portanti di blocchi;
- solette piene e solai alleggeriti;
- travi, pilastri e pareti in calcestruzzo armato ordinario e precompresso.

A titolo esemplificativo si riportano nel seguito le valutazioni di resistenza al fuoco di alcuni elementi tecnici².

²Nel seguito alcuni esempi di valutazione non riferiti a casi reali specifici ma come puro spunto di ragionamento sulle problematiche di resistenza al fuoco considerate. Anche eventuali figure, fotografie o risultati di calcolo sono da considerarsi puramente indicative e non rappresentative di una reale situazione da verificare, bensì solo ad uso prettamente didattico.

Volta di copertura in laterocemento R 30

La volta è costituita da travetti in c.a. e tavelle, con la classica conformazione di solaio in latero cemento pertanto la valutazione della resistenza al fuoco può essere condotta per via tabellare assimilandola ad un solaio a travetti con alleggerimento per un livello di prestazione richiesta pari a R 30.

Volta di copertura: altezza massima 9.5 m, e costituita da trave in c.a. avente sezione a T, altezza totale 20 cm e larghezza 60 cm, con nervatura centrale avente dimensioni 12x16 cm. All'intradosso consideriamo la volta intonacata per uno spessore di 2 cm.



La valutazione della resistenza al fuoco è condotta per via tabellare.

Nel prospetto S.2-42 del Decreto (riportato in tabella 36) vengono riportati i valori minimi [mm] dello spessore totale **H** di solette e solai e della distanza **a** dall'asse delle armature longitudinali alla superficie esposta, sufficienti a garantire il requisito R. Secondo tale prospetto viene indicata come condizione sufficiente per garantire la classe di resistenza al fuoco R 30 un'altezza del solaio non inferiore a 16 cm, un copriferro minimo di 15 mm ed uno spessore di intonaco civile all'intradosso non inferiore a 20 mm.

Ne deriva che per la volta in esame, risulta verificata la classe di resistenza al fuoco R 30.

Classe	30		60		90		120		180		240	
	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a
Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo ¹	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai a travetti con alleggerimento ²	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75
Solai a lastra con alleggerimento ³	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75

I valori di **a** devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di **a** di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di **H** e **a** ne devono tenere conto nella seguente maniera:

- 10 mm di intonaco normale (definizione in tabella S.2-37) equivalgono ad 10 mm di calcestruzzo;
- 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in tabella S.2-37) equivalgono a 20 mm di calcestruzzo.

Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

¹ In caso di lamiera grecata **H** rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di **a** non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero.

² Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

³ In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni.

Tabella 36 - Prospetto S.2 – 42

A titolo di puro esempio, senza scendere nei particolari di calcolo, si valuta invece la volta nell'ipotesi di presenza di un ridotto copriferro e assenza di intonaco. Copriferro pari 2 cm. In tale situazione non risulta applicabile la verifica tabellare e si apre la strada a due possibili scenari:

- si protegge la soletta per garantire la prestazione richiesta facendo riferimento a prove condotte in laboratorio che hanno dato seguito a opportune certificazioni
- si prova a verificare la struttura con il metodo analitico

Ipotizzando pertanto la seconda soluzione:

$$q = h \cdot (T_f - T_s) + \Phi \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_f^4 - T_s^4)$$

Dove:

- T_f è la Temperatura del fuoco [K]
- T_s è la Temperatura della superficie [K]
- A è la superficie [m²]
- σ è la Costante di Stephan Boltzman pari a $5.67 \cdot 10^{-8}$ W/m²K⁴
- h è il fattore di convezione:
 - lato esposto al fuoco = 25 W/ m²K
 - lato ambiente esterno = 9 W/ m²K
- Φ è il fattore di forma
- ε è l'emissività del materiale

Nella seguente figura si riporta la distribuzione di temperatura all'interno del travetto posto tra i due alleggerimenti dopo il tempo considerato di esposizione al fuoco secondo curva nominale standard ISO 834, considerando i valori di temperatura θ_g in funzione del tempo t :

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

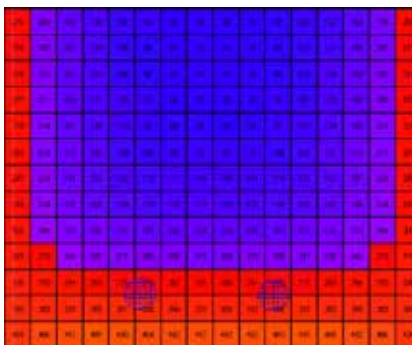


Figura 8 – Distribuzione della temperatura dopo 30 minuti di esposizione al fuoco all'interno della sezione considerata.

Segue l'analisi dello stato di sollecitazione, per cui le azioni di progetto devono essere così combinate:

$$F_{fi,d} = \gamma_{G,A} \cdot G_K + \psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum \psi_{2,1} \cdot Q_{K,i} + \sum A_d(t)$$

dove:

- G_K è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- $Q_{K,1}$ è il valore caratteristico dell'azione variabile considerata come principale;
- $Q_{K,i}$ è il valore caratteristico delle altre azioni variabili;
- $A_d(t)$ sono i valori di progetto delle azioni derivanti dalla esposizione all'incendio;
- $\gamma_{G,A}$ è il coefficiente parziale di sicurezza per le azioni permanenti per situazioni eccezionali (in caso di incendio $\gamma_{G,A}$ posto pari a 1);
- $\psi_{1,1}$ è il coefficiente di combinazione relativo all'azione variabile considerata come principale;
- $\psi_{2,i}$ è il coefficiente di combinazione generico delle azioni variabili considerate come secondarie.

Pertanto si procede con la determinazione del momento sollecitante in condizioni d'incendio da confrontarsi con il momento resistente che la sezione è in grado di assicurare dopo 30 minuti di esposizione al fuoco. La resistenza al fuoco del solaio risulta essere soddisfatta fintanto che il momento sollecitante $M_{fi,sd}$ è inferiore del momento resistente calcolato in campata $M_{fi,rd,\theta,campata}$ in condizioni di incendio.

$$M_{fi,sd} \leq M_{fi,rd,\theta,campata} \rightarrow \text{verificata la classe di resistenza al fuoco R 30.}$$

Pareti perimetrali di separazione in mattoni pieni/semipieni REI 30

La valutazione della resistenza al fuoco della muratura in laterizio portante in esame è condotta per via tabellare, in accordo al prospetto S.2-41 del Decreto, riportato in tabella 37.

E' richiesta la classe di resistenza al fuoco REI 30.

In particolare, la tabella, riporta i valori minimi (in mm) dello spessore (escluso l'intonaco), sufficienti a garantire i requisiti di tenuta e isolamento (EI), di murature non portanti in blocchi di laterizio, esposte al fuoco su un lato, con le seguenti limitazioni:

- altezza della parete fra i due solai o distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai non superiore a 8 m;
- rapporto tra l'altezza e lo spessore della parete deve essere inferiore o pari a 20.

Nel caso in esame, considerando la presenza di 10 mm di intonaco su entrambe le facce e una percentuale di foratura inferiore al 55% (mattoni semipieni), si desume dalla tabella sottostante uno spessore minimo del blocco di 17 cm per soddisfare la classe REI 30.

Essendo le pareti in esame caratterizzate da uno spessore del laterizio pieno/semipieno pari a 25 cm, risulta direttamente soddisfatta la classe di resistenza al fuoco REI 30.

Materiale	Tipo blocco	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240	REI 90-M	REI 120-M	REI 180-M	REI 240-M
Laterizio ¹	Pieno (foratura ≤ 15%)	120	150	170	200	240	300	200	200	240	300
Laterizio ¹	Semipieno e forato (15% < foratura ≤ 55%)	170	170	200	240	280	330	240	240	280	330
Calcestruzzo	Pieno, semipieno e forato (foratura ≤ 55%)	170	170	170	200	240	300	200	200	240	300
Calcestruzzo ²	Pieno, semipieno e forato (foratura ≤ 55%)	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Calcestruzzo aerato autoclavato	Pieno	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Pietra squadrata	Pieno (foratura ≤ 15%)	170	170	250	280	360	400	250	280	360	400

¹ presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce ovvero 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco. I valori in tabella si riferiscono agli elementi di laterizio sia normale che alleggerito in pasta.

² massa volumica netta non superiore a 1700 kg/m³.

Tabella 37 - Prospetto S.2 – 41

Pareti in laterizio forato sp. 8 cm con intonaco su due faccie EI 30

Tale valutazione non trova riscontro per via tabellare pertanto si ipotizza di procedere analiticamente.

Se dalla modellazione numerica si ricavasse che la temperatura media in corrispondenza della superficie non esposta al fuoco dopo 30 minuti risultasse inferiore al limite di 140°C e che in nessun punto fosse superata la temperatura limite di 180 °C, risulterebbe essere verificata la proprietà di isolamento termico I per il tempo considerato.

Andrebbe quindi valutato lo stato deformativo della parete dovuto al gradiente termico che si genera tra superficie esposta e non esposta della stessa, calcolato ipotizzando a favore di sicurezza un vincolo di tipo isostatico e una variazione lineare della temperatura nello spessore della parete. Tali ipotesi sono da ritenersi conservative in quanto lo spessore del pannello murario impedisce parzialmente la rotazione irrigidendo il sistema. La deformazione fuori piano della muratura può essere valutata attraverso la seguente legge:

$$f = \alpha \Delta T h^2 / (8 t)$$

dove:

- α è il coefficiente di dilatazione termica del laterizio;
- ΔT è il gradiente di temperatura nel pannello murario;
- h è la lunghezza di libera inflessione;
- t è lo spessore del pannello murario.

Le analisi numeriche permettono di valutare il gradiente termico in funzione del tempo di esposizione al fuoco e quindi l'andamento dell'inflessione della parete in funzione del tempo di esposizione al fuoco e dell'altezza della stessa considerando un valore di deformazione limite $f = 4$ cm, pari a metà dello spessore.

Se dall'analisi si osserva in relazione all'altezza della parete una freccia contenuta entro il limite detto, la parete di separazione in laterizio può risultare verificata fino a un tempo di esposizione al fuoco di 30 minuti.

Ipotizzando invece che la parete non avesse le caratteristiche richieste, ad esempio nella zona delle rientranze o nel caso di richieste di resistenza al fuoco maggiori, è necessario apportare un correttivo. Ipotizziamo pertanto di avere una muratura costituita da forati di spessore 8 cm con 1 cm di intonaco sabbia cemento per lato, con una richiesta prestazionale pari a EI 120.

Si ipotizza quindi l'utilizzo, sul lato esposto al fuoco, di una controparete con pannelli in lana di roccia ROCKWOOL Labelrock costituiti da un pannello a doppia densità dello spessore di 40 mm, accoppiato con lastra di gesso rivestito in spessore 10 mm. I pannelli Labelrock vengono fissati alla muratura tramite incollaggio con malta adesiva e i giunti vengono sigillati con stucco a base di gesso.

Questo sistema, come evidenzia il rapporto di classificazione n. 316066/3648FR del 23/05/2014, ottiene una prestazione pari a EI 240.

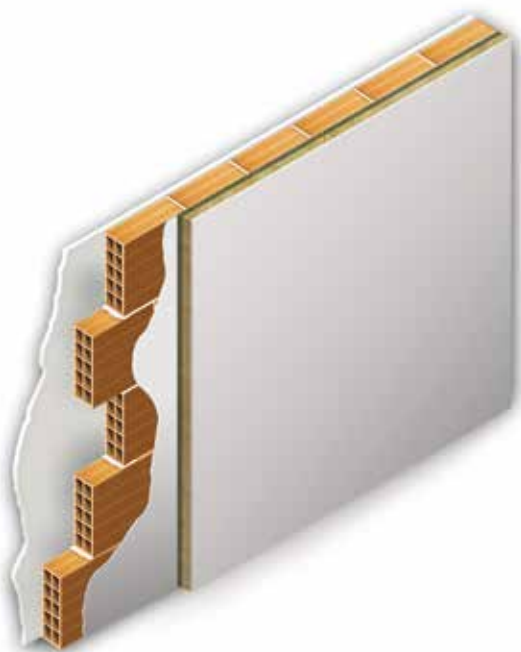


Figura 9 - Protezione parete

Essendo la certificazione di riferimento di tipo sperimentale il Professionista dovrà consegnare al titolare dell'attività copia del rapporto di classificazione, eventuale (in caso di applicazione estesa e/o per eventuali particolari costruttivi) copia del fascicolo tecnico e copia della Dichiarazione di Prestazione (DoP).

6.3.3 Compartimentazione

6.3.3.1 Livelli di prestazione

Il livello di prestazione identificato è il II: la propagazione dell'incendio verso altre attività e la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività sono contrastate per un periodo congruo con la durata dell'incendio.

6.3.3.2 Soluzioni conformi

Per limitare la propagazione dell'incendio verso altre attività e all'interno della stessa, l'attività deve essere inserita in compartimento antincendio distinto (la distanza di separazione non può essere applicata) con le seguenti caratteristiche:

- la superficie lorda del compartimento: non presenta nessun limite (da tabella, con R_{vita} pari ad A2 e quota ≤ 12 m);
- è un unico compartimento antincendio e non sono richieste misure antincendio aggiuntive;
- resistenza al fuoco del compartimento non inferiore a REI 30;
- in generale viene garantita la continuità della compartimentazione:
 - nelle giunzioni tra gli elementi di compartimentazione;
 - in corrispondenza dell'attraversamento degli impianti tecnologici o di processo;
 - in corrispondenza di canalizzazioni aerauliche, camini di esaustione o di estrazione fumi e in caso di facciate, se presenti.

Nel caso in esame non sono necessarie compartimentazioni.

6.3.3.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio ma valutate non necessarie.

6.3.4 Distanza di separazione

Di seguito si riportano diversi esempi per mostrare come variano le situazioni considerando vari casi:

CASO 1

Considerando l'attività in esame si è ipotizzato un edificio non contiguo, valutando la distanza di separazione necessaria per limitare l'irraggiamento termico; in figura 10 si evidenzia il piano radiante individuato.

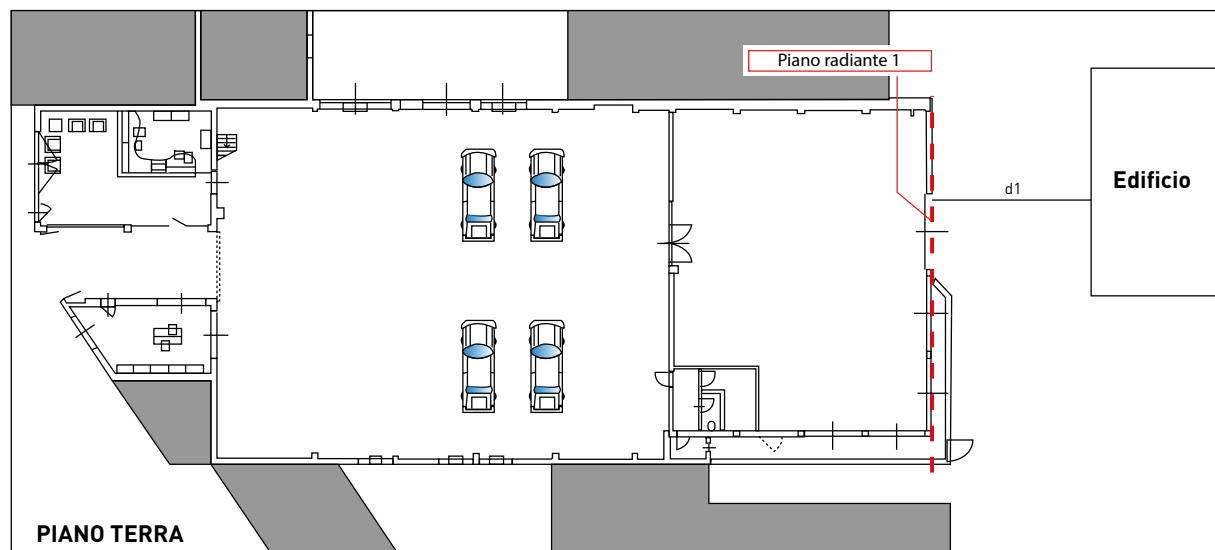


Figura 10 - Individuazione del piano radiante

Per tale piano è stato individuato la relativa piastra radiante riportata in figura 11.

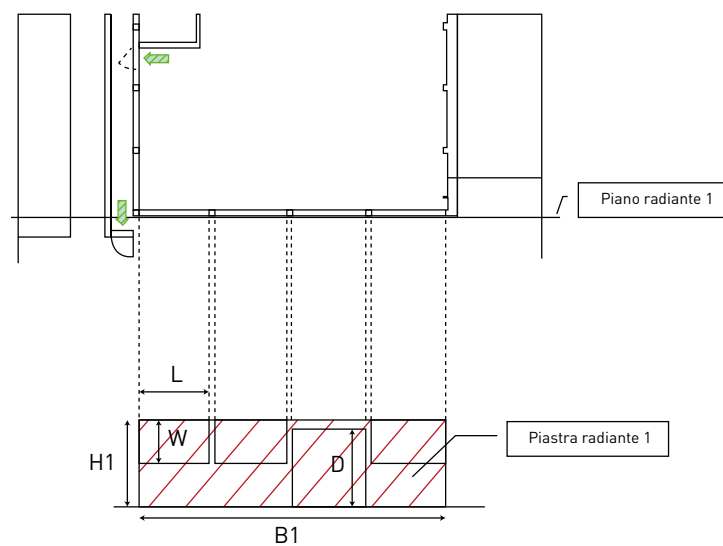


Figura 11 - Piastra radiante 1 relativa al piano radiante 1.

Considerando la piastra radiante 1, in tabella 38, si riporta il calcolo della percentuale di foratura **p₁**, ottenuta dalla seguente relazione:

$$p_1 = (3 \cdot L \cdot W + L \cdot D) / (B_1 \cdot H_1)$$

		B ₁ [m]	H ₁ [m]
Piastra radiante 1		8,5	3
	n°	L [m]	W [m]
Finestra	3	2	1,5
	n°	L [m]	D [m]
Porta	1	2	2,1
% di foratura	p1	0,52	

Tabella 38 - Percentuale di foratura della piastra radiante 1.

Con il metodo tabellare si determina la distanza di separazione adeguata **d_i**, tra la piastra radiante 1 e l’edificio bersaglio. Si individuano i valori **α** e **β** nella tabella, considerando un carico d’incendio specifico **q_f ≤ 1200 MJ/m²** (tabelle 39 e 40):

- d_i = α · p_i + β
- α pari a 1,9
- β pari a 1,4

L’adeguata distanza di separazione è pari a 2,4 m.

q _f ≤ 1200 MJ/m²	
α	1,9
β	1,4
d _i	2,4 m

Tabella 39 - Distanza di separazione per piastra radiante 1.

B [m]	H [m]																			
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	1,7	0,5	2,6	0,3	3,1	0,2	3,3	0,2	3,4	0,2	3,5	0,2	3,5	0,1	3,6	0,1	3,6	0,1	3,6	0,1
6	2,0	1,0	3,5	0,8	4,6	0,7	5,3	0,5	5,9	0,4	6,2	0,3	6,5	0,3	6,7	0,3	6,8	0,2	7,0	0,2
9	1,9	1,4	3,9	1,3	5,4	1,2	6,5	1,0	7,4	0,8	8,1	0,7	8,6	0,6	9,0	0,5	9,4	0,5	9,7	0,4
12	1,8	1,7	4,1	1,8	5,8	1,7	7,2	1,5	8,4	1,3	9,3	1,2	10,1	1,0	10,8	0,9	11,4	0,8	11,8	0,7
15	1,6	2,0	4,1	2,2	6,0	2,2	7,7	2,0	9,0	1,9	10,2	1,7	11,2	1,5	12,1	1,4	12,9	1,2	13,5	1,1
18	1,4	2,2	4,0	2,6	6,1	2,6	8,0	2,5	9,5	2,4	10,9	2,2	12,1	2,0	13,1	1,9	14,0	1,7	14,9	1,6
21	1,3	2,4	3,9	2,9	6,2	3,1	8,1	3,0	9,9	2,9	11,4	2,7	12,7	2,6	13,9	2,4	15,0	2,2	16,0	2,1
24	1,1	2,6	3,7	3,2	6,1	3,5	8,2	3,5	10,1	3,4	11,7	3,3	13,2	3,1	14,6	2,9	15,8	2,7	16,9	2,6
27	1,0	2,7	3,5	3,5	6,0	3,8	8,3	3,9	10,2	3,9	12,0	3,8	13,6	3,6	15,1	3,4	16,4	3,3	17,6	3,1
30	0,9	2,9	3,4	3,8	5,9	4,2	8,2	4,3	10,3	4,3	12,2	4,2	13,9	4,1	15,5	4,0	16,9	3,8	18,2	3,6
40	0,6	3,2	2,8	4,5	5,4	5,2	7,9	5,5	10,3	5,7	12,5	5,7	14,5	5,7	16,3	5,6	18,0	5,5	19,6	5,3
50	0,4	3,4	2,3	5,1	4,8	6,0	7,4	6,6	10,0	6,9	12,3	7,0	14,6	7,1	16,6	7,1	18,6	7,1	20,4	7,0
60	0,2	3,5	1,9	5,6	4,3	6,7	6,9	7,5	9,5	7,9	12,0	8,2	14,4	8,4	16,6	8,5	18,8	8,5	20,8	8,5

Per valori di B_i e H_i intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la preocedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3

Tabella 40 - Coefficienti α e β per attività con carico d'incendio specifico q_p ≤ 1200 MJ/m² (D.M. 03/08/2015).

Optando per il metodo analitico si intende ora verificare se può essere considerata adeguata la distanza di 2 m, calcolando il valore di fattore di vista F₂₋₁ e procedendo con la determinazione di X e Y (vedi pagina 24).

$$F_{2-1} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

Di seguito sono riportate le caratteristiche della piastra radiante 1 (con elementi radianti distribuiti verticalmente):

B ₁ (m)	8,5
H ₁ (m)	3
d ₁	2
p ₁	0,52

X	Y
1,11	0,75

[kW/m²]	
potenza termica radiante E ₁ con q _f > 1200 MJ/m²	149
potenza termica radiante E ₁ con q _f ≤ 1200 MJ/m²	75

Varco da cui esce la fiamma: 2,1 m

Spessore fiamma d_f: 1,4 m

Emissività ε_f: 0,34

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$$

Con E_{soglia} pari a 12,6 kW/m² ed un fattore di vista calcolato pari a F₂₋₁=0,50 si ottiene una potenza termica radiante pari a 12,78 kW/m² nel caso di q_f minore uguale a 1200 MJ/m².

Essendo questo valore maggiore di quello di E_{soglia}, la distanza di separazione di 2 m non risulta adeguata.

Utilizzando sempre il metodo analitico si ricava che sono necessari 2,1 m di distanza minima per rispettare E_{soglia} = 12,6 kW/m² in riferimento ad un carico d'incendio < 1200 MJ/m².

Riassumendo:

			Metodo tabellare	Metodo analitico	
Caso 1	Piastra radiante 1	p ₁	d ₁	d	E _{soglia} 12,6 kW/m ²
Verifica irraggiamento verso edificio bersaglio	H ₁ 3 m	0,52	2,4 m	2,1 m	adeguata
	B ₁ 8,5 m			2 m	non adeguata
	finestra 3x2x1,5 m				
	porta 1x2x2,1 m				

Tabella 41 - Riassunto risultati.

CASO 2

Si ipotizza ora di raddoppiare l'altezza H₁, rispetto al caso precedente. In questo caso si ottiene:

	B ₁ [m]	H ₁ [m]
Piastra radiante 1	8,5	6
	n° L [m]	W [m]
Finestra	3 2	1,5
	n° L [m]	D [m]
Porta	1 2	2,1
% di foratura	p1	0,26

Tabella 42 - Percentuale di foratura.

Valutazione tabellare:

q _f ≤ 1200 MJ/m ²	
α	3,9
β	1,3
d ₁	2,3 m

Tabella 43 - Distanza di separazione minima.

Valutazione analitica su distanza ridotta a 1,8 m:

$$F_{2-1} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

Di seguito sono riportate le caratteristiche della piastra radiante 1 (con elementi radianti distribuiti verticalmente):

B ₁ (m)	8,5
H ₁ (m)	6
d _i	1,8
p ₁	0,26

X	Y
0,61	1,67

[kW/m²]	
potenza termica radiante E _i con q _i > 1200 MJ/m²	149
potenza termica radiante E _i con q _i ≤ 1200 MJ/m²	75

Varco da cui esce la fiamma: 2,1 m

Spessore fiamma d_f: 1,4 m

Emissività ε_f: 0,34

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$$

Con E_{soglia} pari a 12, 6 kW/m² ed un fattore di vista calcolato pari a F₂₋₁=0,49 si ottiene una potenza termica radiante pari a 12,50 kW/m² nel caso di q_i minore uguale a 1200 MJ/m².

Essendo questo valore minore di quello di E_{soglia}, la distanza di separazione di 1,8 m risulta adeguata.

Riassumendo:

			Metodo tabellare	Metodo analitico	
Caso 2	Piastra radiante 1	p_1	d_1	d	E_{soglia} 12,6 kW/m ²
Verifica irraggiamento verso edificio bersaglio	H_1 6 m	0,26	2,3 m	1,8 m	adeguata
	B_1 8,5 m				
	finestra 3x2x1,5 m				
	porta 1x2x2,1 m				

Tabella 44 - Riassunto risultati con altezza raddoppiata.

E' interessante notare come, a parità di condizioni al contorno, aumentando la superficie della piastra radiante si riduca l'irraggiamento.

CASO 3

Si analizza lo stesso caso precedente ma con le finestre ad altezza raddoppiata.

	B_1 [m]	H_1 [m]
Piastra radiante 1	8,5	6
n°	L [m]	W [m]
Finestra	3 2	3
n°	L [m]	D [m]
Porta	1 2	2,1
% di foratura	p1	0,44

Tabella 45 - Percentuale di foratura.

Valutazione tabellare:

$q_f \leq 1200$ MJ/m ²	
α	3,9
B	1,3
d_1	3,0 m

Tabella 46 - Distanza di separazione minima.

Valutazione analitica

$$F_{2-1} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

Di seguito sono riportate le caratteristiche della piastra radiante 1 (con elementi radianti distribuiti verticalmente):

B ₁ (m)	8,5
H ₁ (m)	6
d ₁	1,8
p ₁	0,44

X	Y
1,04	1,67

[kW/m²]	
potenza termica radiante E ₁ con q _f > 1200 MJ/m²	149
potenza termica radiante E ₁ con q _f ≤ 1200 MJ/m²	75

Varco da cui esce la fiamma: 2,1 m

Spessore fiamma d_f: 1,4 m

Emissività ε_f: 0,34

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$$

Con E_{soglia} pari a 12,6 kW/m² ed un fattore di vista calcolato pari a F₂₋₁=0,66 si ottiene una potenza termica radiante pari a 17,02 kW/m² nel caso di q_f minore uguale a 1200 MJ/m².

Essendo questo valore maggiore di quello di E_{soglia}, la distanza di separazione pari a 1,8 m con finestre ad altezza raddoppiata, non risulta adeguata.

Riassumendo:

			Metodo tabellare	Metodo analitico
Caso 3	Piastra radiante 1	p_1	d_1	d E_{soglia} 12,6 kW/m²
Verifica irraggiamento verso edificio bersaglio	H_1 6 m	0,44	3,0 m	1,8 m Non adeguata – per risultare adeguata la distanza dovrà raggiungere i 2,7 m
	B_1 8,5 m			
	finestra 3x2x3 m			
	porta 1x2x2,1 m			

Tabella 47: riassunto risultati con altezza finestre raddoppiata

Appare chiaro come l’irraggiamento aumenti, a parità delle altre condizioni al contorno, aumentando le superfici emittenti (forometria), ovvero si riduca aumentando le dimensioni della piastra radiante.

CASO 4

Il Codice definisce il luogo sicuro, una zona esterna all’attività, in cui il massimo irraggiamento termico dell’incendio sugli occupanti è limitato ad E_{soglia} pari a 2,5 kW/m². Si vuole pertanto verificare la possibilità di mettere il luogo sicuro di fronte alla parete considerata nel caso 1.

Ipotizzando di dover verificare tale situazione considerando sempre la piastra radiante 1 ed utilizzando il metodo analitico, si può notare che risulta verificata per distanza di separazione d_1 superiore a circa 6,3 m in caso di un carico d’incendio specifico pari o inferiore a 1200 MJ/m²; mentre risulta verificata la distanza di separazione d_1 superiore a circa 9,1 m se il carico d’incendio fosse superiore a 1200 MJ/m².

Ovvero:

			E_{soglia} 2,5 kW/m²	
Caso 4	Piastra radiante 1	p	q_f MJ/m²	d adeguata se
Verifica irraggiamento verso luogo sicuro	H_1 3 m	0,52	$q_f \leq 1200$	> 6,3 m
	B_1 8,5 m			
	finestra 3x2x1,5 m		$q_f > 1200$	> 9,1 m
	porta 1x2x2,1 m			

Tabella 48 - Verifica irraggiamento per luogo sicuro.

6.3.5 Esodo

6.3.5.1 Livelli di prestazione

Durante la progettazione viene rispettato il livello di prestazione I che richiede l'esodo della totalità degli occupanti verso luogo sicuro.

Livelli di prestazione	Descrizione	Criteri di attribuzione	Soluzioni conformi
I	Esodo di tutti gli occupanti	Tutte le attività	Progettazione secondo i requisiti definiti dal Codice per luogo sicuro, luogo sicuro temporaneo, via di esodo, via di esodo protetta, via di esodo a prova di fumo, via di esodo esterna, ... Misure antincendio aggiuntive
II	Protezione degli occupanti sul posto	Situazioni in cui non risulta garantito il livello di prestazione I (es. a causa delle dimensioni del compartimento, ubicazione, ...)	Si ricorre alle soluzioni alternative.

Tabella 49 - Livelli di prestazione, criteri di attribuzione, soluzioni conformi.

6.3.5.2 Soluzioni conformi

Di seguito vengono riportate le soluzioni conformi a garantire un adeguato esodo:

- Densità di affollamento pari a 0,1 persone/m² (da tabella S.4-6 del decreto per attività non aperta al pubblico);
- affollamento:

superficie lorda del compartimento · densità di affollamento = 743 m² · 0,1 persone/m² = 74,3 persone;
- considerando il caso dell'esodo simultaneo, con R_{vita} in A2 è richiesto che sia:

■

Attività di sorveglianza da IRAI con livello di prestazione III;
- massima lunghezza d'esodo pari a 60 m (da tabella S.4-10): rispettata;
- numero minimo di vie di esodo indipendenti è pari a 1 (da tabella S.4-8): rispettato;
- larghezza delle vie d'esodo orizzontali (porte):

$L_o = L_u \cdot n = 3,8 \text{ mm/persona} \cdot 74,3 \text{ persone} = 282,3 \text{ mm} \rightarrow 0,2823 \text{ m}$

Il codice stabilisce una larghezza minima di 0,9 m: l'attività presenta 2 uscite di larghezza superiore a 0,90 m quindi rispettata;
- larghezza delle vie d'esodo verticali:

$L_v = L_u \cdot n = 4,55 \text{ mm/persona} \cdot 10 \text{ persone al piano primo} = 45,5 \text{ mm}$

Il codice stabilisce una larghezza minima pari a 1,2 m; la larghezza delle vie d'esodo verticali risulta pertanto rispettata.

- larghezza delle uscite finali:

$$L_F = \sum_i L_{0,i} + \sum_j L_{V,j} = 282,3 + 45,5 = 327,8 \text{ mm}$$

Larghezza minima di ciascuna uscita finale, in questo caso coincidente con la larghezza delle vie di esodo orizzontali (porte), come già detto risulta rispettata, pertanto il requisito è soddisfatto;

- viene previsto un impianto di illuminazione di sicurezza.

In figura 12 vengono indicate le uscite d'emergenza.

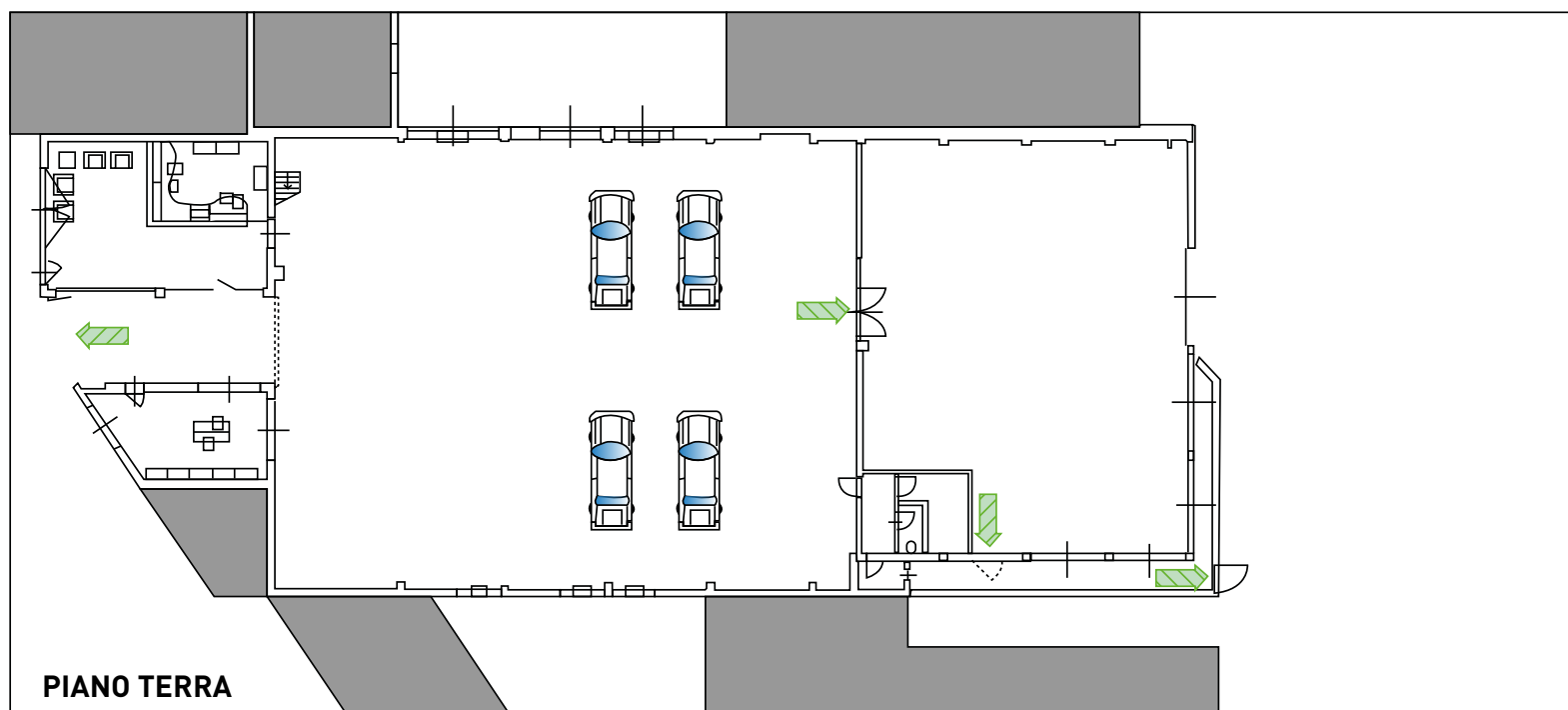


Figura 12 - Uscite di sicurezza.

A titolo di studio è interessante analizzare una situazione differente, per quanto riguarda la gestione dell’esodo, pur applicata alla stessa superficie ma ora adibita a ristorante. Anzitutto risulta:

$R_{vita} = B2$

- densità di affollamento pari a 0,7 persone/m²;
- affollamento:
superficie lorda del compartimento · densità di affollamento = 743 m² · 0,7 persone/m² = 520 persone (rispetto alle 74 del caso precedente);
- considerando il caso dell’esodo simultaneo, con R_{vita} in B2 è richiesto che sia:
 - Attività di sorveglianza da IRAI con livello di prestazione III;
- massima lunghezza d’esodo pari a 50 m (rispetto a 60 m del caso precedente);

R_{vita}	Max lunghezza d’esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]	R_{vita}	Max lunghezza d’esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]
A1	70	30	B1, E1	60	25
A2	60	25	B2, E2	50	20
A3	45	20	B3, E3	40	15
A4	30	15	C1	40	20
D1	30	15	C2	30	15
D2	20	10	C3	20	10

I valori delle massime lunghezze d’esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a misure antincendio aggiuntive secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10 del Codice.

Tabella 50 - Lunghezze massime per l’esodo

- il numero minimo di vie di esodo indipendenti è pari a 3 (rispetto a 1 del caso precedente), come da tabella sottostante:

R_{vita}	Affollamento	Numero minimo
Qualsiasi	≤ 50 occupanti	1 ¹
A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3	≤ 100 occupanti	1 ¹
Qualsiasi	≤ 500 occupanti	2
	≤ 1000 occupanti	3
	> 1000 occupanti	4

¹ Sia comunque rispettata la massima lunghezza del corridoio cieco di cui al paragrafo S.4.8.2 del Codice.

Tabella 51 - Numero minimo vie di esodo indipendenti

■ larghezza delle vie d'esodo orizzontali:

$L_0 = L_U \cdot n = 4,1 \text{ mm/persona} \cdot 520 \text{ persone} = 2132 \text{ mm} \rightarrow 2,132 \text{ m};$

R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Tabella 52 - Larghezza minima vie di esodo

N.B. dovendo avere 3 vie di esodo indipendenti, verificare alternativamente che una delle 3 sia inutilizzabile e che le altre supportino la capacità di deflusso (verifica di ridondanza).

■ larghezza delle vie d'esodo verticali:

$L_V = L_U \cdot n = 4,55 \text{ mm/persona} \cdot 10 \text{ persone al piano primo} = 45,5 \text{ mm}$

il codice stabilisce una larghezza minima pari a 1,2 m;

■ larghezza delle uscite finali:

$L_F = \sum_i L_{0,i} + \sum_j L_{V,j} = 2132 + 45,5 = 2177,5 \text{ mm}$

6.3.5.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio, con la determinazione dei tempi di esodo (vedi figura 13).

A titolo di esempio immaginiamo che lunghezza del percorso risulti di 56 m contro i 50 m ammessi, si potrà quindi studiare una soluzione alternativa che preveda, ad esempio, un impianto SENFC dimostrando, secondo quanto previsto nella sezione M del Codice, che il livello dei fumi viene mantenuto al di sopra dei limiti di sicurezza per il tempo necessario all'esodo degli occupanti.

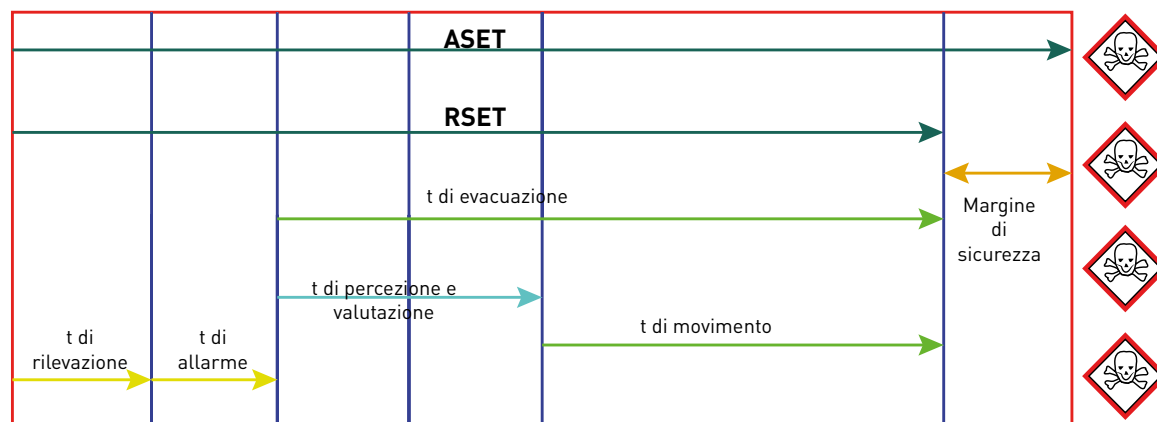


Figura 13 - Tempi di esodo

In cui:

ASET → available safe escape time (tempo disponibile per l'esodo)

RESET → required safe escape time (tempo richiesto per l'esodo)

Valutando ad esempio la soglia di visibilità ad un dato tempo da confrontarsi con il tempo di esodo.

6.3.6 Gestione della sicurezza antincendio

6.3.6.1 Livelli di prestazione

In funzione della tabella con i criteri di attribuzione specifici per la gestione della sicurezza antincendio si definisce il livello di prestazione I da dover rispettare, che corrisponde ad una gestione della sicurezza antincendio di livello base.

6.3.6.2 Soluzioni conformi

Struttura organizzativa composta da:

■ Responsabile dell'attività, con funzione di:

- organizzare la GSA;
- piano d'emergenza;
- verifica di controllo ed interventi di manutenzione;
- registro dei controlli;
- nota informativa e cartellonistica;
- verifica dell'osservanza di divieti, limitazioni e condizioni normali d'esercizio;
- formazione ed informazione del personale;
- nomina le figure della struttura organizzativa;
- misure di prevenzione incendi.

■ Addetti al servizio antincendio, con funzione di:

In condizioni ordinarie, attuano le disposizioni della GSA quindi:

- misure antincendio preventive;
- verificano la fruibilità delle vie d'esodo;
- verificano la funzionalità delle misure antincendio protettive.

In condizioni d'emergenza, attuano il piano d'emergenza quindi:

- spegnimento principio d'incendio;
- guidano l'esodo degli occupanti;
- eseguono le comunicazioni d'emergenza;
- assistenza alle squadre di soccorso.

■ GSA in esercizio, che deve prevedere:

- la riduzione della probabilità d'incendio e dei suoi effetti (misure di prevenzione incendi, buona pratica nell'esercizio, manutenzione, informazione degli occupanti, formazione ed informazione del personale);
- il controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio (registro dei controlli, piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio, norme o documenti tecnici);
- la preparazione alla gestione dell'emergenza (piano d'emergenza, esercitazioni antincendio, prove d'evacuazione periodiche).

- GSA in emergenza, che prevede l'attivazione del piano d'emergenza: per il livello di prestazione I la pianificazione dell'emergenza è limitata all'informazione del personale ed occupanti sul comportamento da tenere.
- Adempimenti minimi:
 - prevenzione degli incendi;
 - istruzioni e planimetrie per gli occupanti;
 - registro dei controlli;
 - piano d'emergenza;
 - formazione ed informazione degli addetti al servizio antincendio.

6.3.6.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio o l'applicazione volontaria di un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL).

6.3.7 Controllo dell'incendio

6.3.7.1 Livelli di prestazione

Livello di prestazione II: protezione di base.

6.3.7.2 Soluzioni conformi

Considerando una superficie superiore a 200 m²:

$$C_{A,min} = 0,21 \cdot S_{COMP.} = 0,21 \cdot 743 = 156 \text{ A} \rightarrow \text{n}^\circ 5 \text{ Estintori di classe 34A (170 > 156)}$$

$$C_{B,min} = 1,44 \cdot S_{COMP.} = 1,44 \cdot 743 = 1070 \text{ B} \rightarrow \text{n}^\circ 8 \text{ Estintori di classe 144B (1152 > 1070)}$$

Per la protezione di base vengono installati gli estintori bivalenti avente classe 34A 144B in ragione di n° 8.

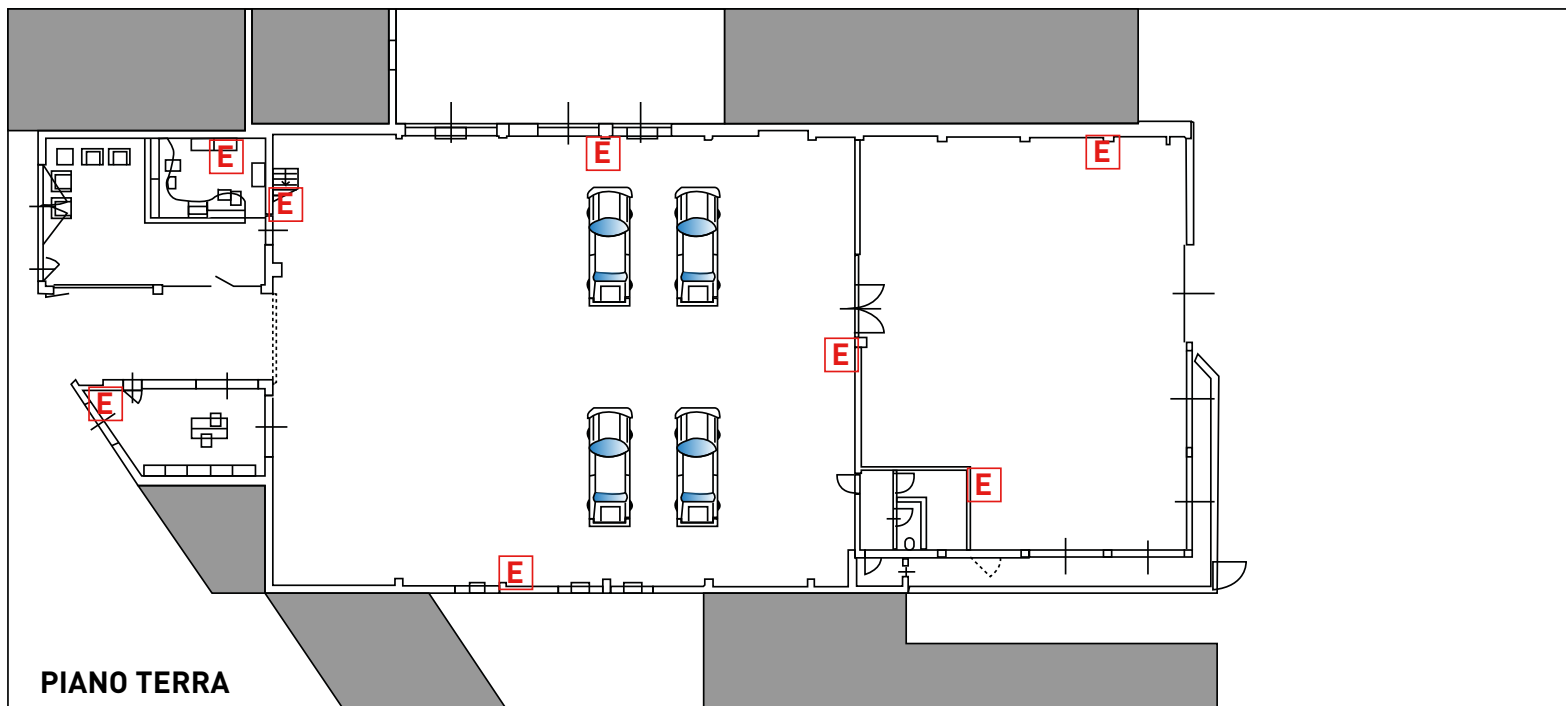


Figura 15 - Posizionamento degli estintori.

6.3.7.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

6.3.8 Rilevazione ed allarme

6.3.8.1 Livelli di prestazione

Il livello di prestazione identificato è I: rivelazione ed allarme demandata agli occupanti.

6.3.8.2 Soluzioni conformi

Le soluzioni conformi prevedono un'ideale procedura per il rapido e sicuro allertamento degli occupanti da predisporre nella formazione per gli addetti antincendio dell'attività.

6.3.8.3 Soluzioni alternative

Non sono previste soluzioni alternative.

A titolo di studio si analizza il caso in cui il livello di prestazione sia differente, ricollegandosi all'esempio del ristorante fatto nella sezione Esodo (par. 6.3.4.2)

Livello di prestazione III: rivelazione automatica in alcune zone dell'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico dei sistemi di protezione attiva.

- Viene installato un impianto IRAI secondo la normativa vigente;
- prescrizioni tecniche aggiuntive:
 - funzioni minime degli IRAI: A, B, D, L ,C, E, F, G (tabella 53 e tabella 54);
 - evacuazione ed allarme mediante dispositivi di diffusione sonora o visiva;
 - avvio di protezione attiva ed arresto degli impianti demandata al piano d'emergenza;
 - aree sorvegliate.

6.3.8.6 Soluzioni alternative III

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

A. Rivelazione automatica dell'incendio
B. Funzione di controllo e segnalazione
D. Funzione di segnalazione manuale
L. Funzione di alimentazione
C. Funzione di allarme incendio

Tabella 53 - Funzioni IRAI primarie.

E. Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F. Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G. Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H. Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J. Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K. Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M. Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N. Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O. Funzione di gestione ausiliaria (building management)

Tabella 54 - Funzioni IRAI secondarie.

6.3.9 Controllo di fumi e calore

6.3.9.1 Livello di prestazione

Il livello di prestazione identificato è il II: deve essere possibile lo smaltimento di fumi e calore durante le operazioni di estinzione da parte delle squadre di soccorso.

6.3.9.2 Soluzioni conformi

Si prevede l'utilizzo delle aperture esistenti per la ventilazione al fine di effettuare lo smaltimento dei fumi e del calore nella zona officina con le seguenti caratteristiche:

- tipo di apertura di smaltimento: SEd, elementi di chiusura non permanente ad apertura comandata da posizione non protetta;
- dimensionamento:
 - con $q_f = 162 \text{ MJ/m}^2$ e $A_{\text{officina}} = 743 \text{ m}^2$;
 - superficie utile minima delle aperture di smaltimento:

$$S_{sm} = \frac{A}{40} = 18,6 \text{ m}^2$$

- requisito soddisfatto in presenza di:
 - 2 finestre di dimensioni 1,2x1,92; superficie = 4,56 m²
 - 3 finestre di dimensioni 0,6x1; superficie = 1,80 m²
 - 1 finestra di dimensioni 2,5x2,3; superficie = 5,75 m²
 - Portone di accesso all'officina 3,6x3; superficie = 10,8 m²
 - Totale apertura di areazione: 22,91 m².

A titolo di studio si analizza il caso in cui il livello di carico d'incendio sia differente.

- Dimensionamento:
 - con $q_f = 900 \text{ MJ/m}^2$ e $A_{\text{officina}} = 743 \text{ m}^2$
 - superficie utile minima delle aperture di smaltimento:

$$S_{sm} = \frac{A \times q_f}{40000} + \frac{A}{100} = \frac{743 \times 900}{40000} + \frac{743}{100} = 24,13 \text{ m}^2$$

- requisito non soddisfatto considerando le aperture viste nell'esempio precedente.

6.3.9.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio o un impianto di ventilazione meccanica.

6.3.10 Operatività antincendio

6.3.10.1 Livelli di prestazione

Il livello di prestazione identificato è il II: accessibilità per mezzi di soccorso antincendio.

6.3.10.2 Soluzioni conformi

■ Garantita l'accessibilità dei mezzi di soccorso agli accessi con distanza degli stessi agli accessi non superiore a 50 m.

6.3.10.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio.

6.3.11 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

6.3.11.1 Livelli di prestazione

Il livello di prestazione identificato è I: impianti realizzati a regola d'arte, secondo la normativa vigente garantendo gli obiettivi di sicurezza antincendio.

6.3.11.2 Soluzioni conformi

Sono considerate conformi le soluzioni che prevedono impianti progettati, installati e verificati eserciti e mantenuti a perfetta regola d'arte.

6.3.11.3 Soluzioni alternative

Sono ammesse soluzioni alternative impiegando i metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio e soddisfacendo gli obiettivi di sicurezza antincendio.

6.4 Regole tecniche verticali considerate

6.4.1 Aree a rischio specifico

All'interno dell'immobile il rischio specifico è praticamente nullo, non avendo grossi quantitativi di materiale altamente infiammabili e non essendo nemmeno eseguite all'interno dell'officina lavorazioni particolari o a rischio.

6.4.2 Aree a rischio per atmosfere

Non sono presenti aree a rischio per atmosfere.

6.4.3 Vani degli ascensori

Non sono presenti vani degli ascensori.

BIBLIOGRAFIA

- Decreto Ministeriale 3 Agosto 2015: Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del Decreto Legislativo 8 marzo 2006, n. 139
- "Norme di prevenzione incendi generali e semplificate" da: http://www.vigilfuoco.it/asp/download_file.aspx?id=17043

Questa pubblicazione è stata curata da Luca Talamona, ingegnere, libero professionista, laureato in Ingegneria Civile al Politecnico di Milano.

E' attualmente professore a contratto presso l'Università degli Studi dell'Insubria, al corso di studio in "Ingegneria per la Sicurezza del Lavoro e dell'Ambiente", per l'attività didattica di "modellistica per l'ambiente e la sicurezza".

Particolarmente interessato alle tematiche legate all'energia ed alla sicurezza antincendio, si è focalizzato in questi ambiti sia attraverso la libera professione, che attraverso gli studi. Responsabile di diversi corsi per "certificatori energetici degli edifici", di progetti formativi per corsi abilitanti all'iscrizione negli elenchi ministeriali "corso base di specializzazione in prevenzione incendi", è inoltre docente in diversi corsi di aggiornamento necessari al mantenimento dell'iscrizione negli elenchi ministeriali, relatore in convegni e autore-coautore di articoli tecnici.

Il Gruppo ROCKWOOL è leader mondiale nella fornitura di prodotti e sistemi innovativi in lana di roccia, materiale che aiuta a proteggere l'ambiente migliorando la qualità della vita di milioni di persone.

È presente prevalentemente in Europa e sta espandendo le proprie attività in Nord e Sud America oltre che in Asia.

Il Gruppo è tra i leader mondiali nell'industria dell'isolamento. Infatti, oltre alla gamma di pannelli in lana di roccia per la coibentazione termo-acustica, propone controsoffitti acustici e rivestimenti di facciata che permettono di realizzare edifici sicuri in caso di incendio, efficienti dal punto di vista energetico e caratterizzati da un comfort acustico ottimale.

Il Gruppo ROCKWOOL offre anche soluzioni "green" per la coltivazione fuori terra, fibre speciali per l'utilizzo industriale, isolamento per l'industria di processo e per la coibentazione del settore navale, così come sistemi anti-vibrazione e anti-rumore per le moderne infrastrutture.

Inoltre, i servizi di consulenza in fase preliminare e di realizzazione rappresentano un plus unico nel mercato dell'isolamento e rendono il Gruppo ROCKWOOL il partner ideale nell'iter progettuale e costruttivo.

ROCKWOOL Italia S.p.A.

Via Londonio, 2

20154 Milano

02.346.13.1

www.rockwool.it

ISBN 978-88-908722-4-2

ROCKWOOL®
FIRESAFE INSULATION

Stampa: Maggio 2016