**Sommario**

[1.1. Riferimenti Normativi 2](#_Toc372824240)

[1.2. Dati identificativi dell'attività 2](#_Toc372824241)

[1.3. Compartimenti Analizzati 2](#_Toc372824242)

[2.1. Metodo adottato per la V.R.I. – Il metodo F.R.A.M.E. 3](#_Toc372824243)

[2.2. Calcolo separato per beni, persone presenti ed attività 4](#_Toc372824244)

[2.3. Un calcolo per compartimento 4](#_Toc372824245)

[2.4. Definizioni e formule di base 5](#_Toc372824246)

[2.4.1. Edificio ed elementi ivi presenti 5](#_Toc372824247)

[2.4.2. Occupanti 5](#_Toc372824248)

[2.4.3. Attività 5](#_Toc372824249)

[2.5. Determinazione dei fattori per il calcolo dei rischi potenziali (P) 6](#_Toc372824250)

[2.6. Determinazione dei fattori per il calcolo dei livelli di rischio accettabile (A) 9](#_Toc372824251)

[2.7. Determinazione dei fattori per il calcolo dei livelli di protezione (D) 11](#_Toc372824252)

[2.8. Il punto di orientamento (R0) 15](#_Toc372824253)

[3.0. Validazione 15](#_Toc372824254)

[4.0. Bibliografia 15](#_Toc372824255)

[5.0. Tabella riassuntiva dei fattori utilizzati nel metodo F.R.A.M.E. 16](#_Toc372824256)

[6.0. Dati e Risultati di calcolo 16](#_Toc372824257)

# 1.1. Riferimenti Normativi

- A. DECRETO INTERMINISTERIALE 10 MARZO 1998.

Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

- B. D.M. 7 agosto 2012.

Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del D.P.R. 01/08/2011, n. 151.

- C. DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, N° 81 e s.m.i.

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- D. D.M. 30/11/1983.

Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

# 1.2. Dati identificativi dell'attività

|  |  |
| --- | --- |
| Azienda (Tipologia) | **Produzione sacche medicali in PVC** |
| Attività presenti  rientranti nell’allegato I al D.P.R. 151/2011 | **44.1 / Cat. B** (Depostiti materie plastiche per quantitativi fino a 50.000 kg)  **44.3 / Cat. C** (Stabilimenti, impianti, depositi ove si producono, lavorano e/o detengono materie plastiche con quantitativi in massa superiori a 5000 kg) |
| Ubicazione | Via Bolladore – 23035 Sondalo - SO |

# 1.3. Compartimenti Analizzati

|  |  |
| --- | --- |
| **PIANO** | **COMPARTIMENTI** |
| Terra | Deposito |
| Terra | Area uffici |
| Terra | Area produzione e camera bianca |

# 2.1. Metodo adottato per la V.R.I. – Il metodo F.R.A.M.E.

Alla luce delle norme, recepite dalla normativa europea, la valutazione del rischio incendio assume un’importanza fondamentale, al fine di determinare le azioni di prevenzione e di protezione attiva e passiva da intraprendere per la mitigazione del rischio stesso.

Il Decreto Interministeriale 10 marzo 1998 dispone i criteri generali di sicurezza antincendio per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, e introduce il concetto di valutazione del rischio incendio come elemento discriminante delle attività, soggette o meno al controllo dei Vigili del Fuoco, definendo tre livelli di rischio: basso, medio e alto.

A tal effetto la normativa stabilisce l'obbligo per il Datore di Lavoro di provvedere alla valutazione rischio incendio (VRI) che acquista la funzione determinante nella definizione delle strategie volte all'azione di tutela.

Il metodo utilizzato per la Valutazione del Rischio di Incendio (VRI) è denominato **FRAME** ("**F**ire **R**isk **A**ssessment **M**ethod for **E**ngineering").

Tale metodo consente di valutare contemporaneamente, dato un caso di rischio base di riferimento, il livello di riduzione del rischio operato da differenti strategie antincendio.

Il metodo è applicabile a edifici civili, magazzini, attività artigianali ma non ad attività all'aperto ed impianti industriali.

La flessibilità del metodo risiede nella possibilità, nell'ambito della valutazione, di non considerare unicamente i rischi derivanti da un incendio per gli occupanti (esodo in sicurezza in caso di emergenza o soccorso da parte di squadre di emergenza) ma di valutare i rischi connessi, rispetto al medesimo scenario di incendio, della proprietà intesa come “edificio e beni in esso contenuti” e con le attività che vi vengono condotte (ivi compresa l'interruzione temporanea).

Utilizzando rapporti di 'causa-effetto' e probabilità di successo o insuccesso FRAME è fondato su di una serie di reti di eventi, ma anziché basarsi su di un numero dato di gerarchie di eventi, esso si basa sui tre scenari definibili come "casi peggiori"; tutti gli altri scenari vengono statisticamente inclusi in qualità di "casi peggiori" parziali.

Il metodo considera il rischio d'incendio da tre punti di vista: il rischio per l'edificio e quanto in esso presente, il rischio per gli occupanti ed il rischio per le attività esprimendo, attraverso valori numerici, le risultanze della valutazione. Per ogni specifico punto di vista la metodologia individua uno scenario tipico d'incendio di riferimento. Il metodo si basa su cinque principi e specificatamente:

1. una adeguata protezione dall'incendio comporta che vi sia equilibrio tra il rischio di incendio, la protezione antincendio ed il grado di esposizione degli elementi vulnerabili;
2. la gravità, la frequenza e l'esposizione possono essere espresse come risultato di una serie di sotto fattori specifici;
3. un incendio grave si verifica solo nei casi in cui è assente qualsiasi combinazione di misure di protezione;
4. il calcolo del rischio di incendio viene effettuato separatamente per beni, occupanti ed attività produttive;
5. ciascun compartimento dell'edificio deve essere analizzato singolarmente.

*Il primo principio* del metodo FRAME afferma che un edificio adeguatamente protetto è caratterizzato dall'equilibrio tra rischio di incendio, protezione ed esposizione.

L'equilibrio si ottiene quando il “costo eventuale” delle perdite è equiparabile al "costo certo" associato alle misure di protezione.

Il “costo eventuale” di un incendio comprende, oltre al danno materiale, tout-court, una serie di ulteriori fattori quali: il danno economico connesso con l'interruzione delle attività ed al conseguente periodo di inattività, il danno che si potrebbe subire nel perdere qualcosa di unico, il costo umano connesso alle vite perse, il costo della gestione delle conseguenze di un incendio, il danno ambientale, i costi connessi alle possibili successive controversie, la perdita di mercato e la perdita d'immagine. Tutti i costi suddetti sono accumunati da un'unica caratteristica: essi, nel caso in cui si verificasse l'incendio, comporterebbero una spesa alquanto significativa anche alla luce delle eventuali attività di ripristino che andrebbero attuate.

Differentemente, il "costo certo" associato alla protezione antincendio include non solo i premi assicurativi o le attrezzature antincendio, ma anche il costo della formazione del personale, della manutenzione, delle ispezioni e dei collaudi, dei piani di emergenza, della scelta di materiali sicuri, nonché i costi indiretti di vigili del fuoco, ospedali, polizia, sistemi idrici. Tutti questi costi sono accumunati dalle seguenti caratteristiche: comportano un costo minore e devono essere sostenuti annualmente, prima ed indipendentemente del verificarsi di un incendio. Ovviamente l'equilibrio tra rischio d'incendio e protezione antincendio presuppone una visione a lungo termine in merito alla conservazione dei beni.

*Il secondo principio* del metodo afferma che le misure di gravità, probabilità ed esposizione possano essere espresse mediante una relazione che considera una serie di fattori di influenza. Un primo insieme di fattori di influenza definisce i valori numerici per i casi peggiori, tali valori sono definiti come i **Rischi Potenziali 'P'**, relativi al grado di gravità. Un secondo insieme di parametri definisce i valori numerici che misurano il livello di esposizione: un rischio è considerato meno accettabile tanto più l'esposizione ad esso degli elementi vulnerabili è maggiore. Gli elementi che definiscono il livello di esposizione sono la presenza di fonti di innesco, il valore proprio dell'edificio e di ciò che è ivi presente, le condizioni di evacuazione e l'importanza economica dell'attività condotta. Questi elementi vengono utilizzati per calcolare i livelli di **Rischio Accettabile 'A'**.

*Il terzo insieme di fattori* di influenza definisce il livello di protezione. La probabilità di un incendio corrisponde al valore opposto del valore connesso con il **livello di protezione ‘D’**.

Un incendio può avere esiti estremamente significativi se tutti i livelli di protezione antincendio falliscono; di conseguenza, maggiore è il grado di protezione, minore sarà la probabilità di conseguenze significative. Il livello di protezione antincendio può essere espresso come una combinazione dei valori relativi alle diverse tecnologie di protezione. Tali valori rappresentano i seguenti aspetti: l'agente estinguente universale: l'acqua; la progettazione delle vie di esodo; il grado di resistenza al fuoco; i sistemi di rilevazione ed allertamento; i mezzi mobili di estinzione incendio; i sistemi di estinzione automatici e fissi; i vigili del fuoco; la separazione fisica dei rischi; l'organizzazione per la gestione dell'emergenza e dell'evacuazione. Tutti gli elementi suddetti definiscono la qualità e la magnitudo del livello di protezione antincendio associato alla realtà in esame.

Fattori di influenza sono quindi:

**Gravità Rischio Potenziale:** “**P**”

**Esposizione Rischio Accettabile:** “**A**”

**Livello di protezione:**  “**D**”

# 2.2. Calcolo separato per beni, persone presenti ed attività

Nell'ambito dell'esecuzione della metodologia vengono eseguite tre stime per ciascuna delle seguenti situazioni: l'edificio e ciò che è ivi presente (beni), gli occupanti e le attività svolte in esso. Tali stime risultano necessarie in quanto il "caso peggiore" può non essere lo stesso per i vari elementi vulnerabili riconducibili ai tre gruppi principali, così come possono esservi differenze nell'efficacia della protezione.

Relativamente all'edificio e a quanto in esso presente, il caso peggiore consiste nella perdita totale dei beni. Tutti i fattori che possono influenzare le dimensioni dell'incendio sono quindi tenuti in considerazione nel calcolo del 'Rischio Potenziale" e, allo stesso modo, tutti i mezzi per estinguere l'incendio sono inclusi nel calcolo del valore che descrive "Livello di Protezione".

Il livello accettabile è invece legato alla presenza di elementi vulnerabili all'incendio, al valore dell'edificio e di quanto ivi presente oltre che al ritardo nell'estinzione dovuto alla necessaria evacuazione degli occupanti.

# 2.3. Un calcolo per compartimento

All'interno di un edificio possono verificarsi diverse situazioni: per tale ragione, FRAME utilizza come unità di base per i calcoli il singolo compartimento soggetto ad incendio, compartimento che deve essere posto su un unico livello. Nel caso di edifici pluripiano, ogni livello deve essere considerato separatamente. Per gli edifici con più di un compartimento soggetto ad incendio, ogni compartimento viene considerato separatamente. Scopo del metodo FRAME è il raggiungimento dell'equilibrio tra il rischio, la protezione e l'esposizione. In un compartimento adeguatamente protetto, i valori di rischio risultano essere pari o inferiori a uno (**R ≤ 1**):

# 2.4. Definizioni e formule di base

## 2.4.1. Edificio ed elementi ivi presenti

II Rischio di incendio ‘**R**’ è definito come il quoziente del 'Rischio potenziale P' rispetto al prodotto del 'Livello di rischio accettabile A' e dei 'Livello di protezione D':

**R** = P / (A \* D)

Il Rischio potenziale ‘**P**’ è definito come il prodotto del fattore di carico di incendio 'q', del fattore di propagazione 'i', del fattore d'area 'g', del fattore di livello ‘e’, del fattore di ventilazione ‘v’ e del fattore di accesso 'z':

**P** = q\*i\*g\*e\*v\*z

Il 'Livello di rischio accettabile ‘**A**’ è definito come la sottrazione tra il valore massimo predefinito pari a 1,6 ed il fattore di attivazione ‘a’, il fattore del tempo di evacuazione 't' ed il fattore di valore 'c':

**A** = 1,6 - a - t- c

II Livello di protezione ‘**D**’ è definito come il prodotto del fattore 'W' che descrive gli impianti idrici, il fattore 'N' che descrive la protezione normale, il fattore 'S' protezione speciale ed il fattore ‘F’ relativo la resistenza al fuoco:

**D** = W\*N\*S\*F

## 2.4.2. Occupanti

II 'Rischio di incendio ‘**R1’** è definito come il quoziente del 'Rischio potenziale P1' rispetto al prodotto del 'Livello di rischio accettabile A1' e dei 'Livello di protezione D1':

**R1** = P1 / (A1 \* D1)

Il Rischio potenziale ‘**P1**’ è definito come il prodotto del fattore di carico di incendio 'q', del fattore di propagazione 'i', del fattore di livello ‘e’, del fattore di ventilazione ‘v’ e del fattore di accesso 'z':

**P1** = q\*i\*e\*v\*z

Il Livello di rischio accettabile ‘**A1**’ è definito come la sottrazione tra il valore massimo predefinito pari a 1,6 ed il fattore di attivazione 'a', il fattore del tempo di evacuazione 't' ed il fattore ambiente 'r’:

**A1** = 1,6 - a - t- r

Il Livello di protezione ‘**D1**’ è definito come il prodotto del fattore protezione normale 'N' e dei fattore di fuga 'U':

**D1** = N\*U

## 2.4.3. Attività

Il Rischio di incendio ‘**R2**’ è definito come il quoziente del Rischio potenziale 'P2' ed il prodotto del Livello di rischio accettabile 'A2' e del Livello di protezione 'D2':

**R2** = P2 / (A2 \* D2)

Il Rischio potenziale ‘**P2**’ è definito come il prodotto del fattore di propagazione 'i', del fattore d'area 'g', del fattore di livello ‘e’, del fattore di ventilazione ‘v’ e del fattore di accesso 'z':

**P2** = i\*g\*e\*v\*z

Il Livello di rischio accettabile ‘**A2**’ è definito come la sottrazione tra il valore massimo predefinito paria 1,6 ed il fattore di attivazione ‘a’, il fattore di valore 'c' ed il fattore di dipendenza ‘d’:

**A2** = 1,6 - a - c- d

II Livello di protezione ‘**D2**’ è definito come il prodotto del fattore 'W' che descrive gli impianti idrici, il fattore 'N' che descrive la protezione normale, il fattore 'S' protezione speciale ed il fattore messa in salvo ‘Y’:

**D2**= W\*N\*S\*Y

# 2.5. Determinazione dei fattori per il calcolo dei rischi potenziali (P)

II **fattore ‘q’**, carico di incendio, è calcolato mediante la densità del carico di incendio degli elementi dell'edificio e di quanto ivi presente. Tale espressione descrive la densità di combustibile per unità di superficie. Il fattore viene espresso mediante la seguente relazione matematica:

e rappresentano rispettivamente il carico di incendio dell’edificio (compartimento) e quello del materiale in esso contenuto espressi in MJ/m2.

Valori tipici di desunti dal metodo Gretener sono riportati nella tabella seguente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipologia di costruzione** | | **MJ/m2** |
| **A** | Costruzione completamente ignifuga (es. cls / acciaio) | 0 |
| **B** | Costruzione ignifuga con max. 10% di tolleranza per materiali da costruzione combustibili (es. finestre, porte, coperture del tetto, ecc.) | 100 |
| **C1** | Struttura in legno con copertura ignifuga | 300 |
| **C2** | Costruzione ignifuga con pavimenti in legno | 300 |
| **D** | Solo gli elementi strutturali sono ignifughi | 1000 |
| **E** | Costruzione combustibile | 1500 |

I valori di sono desunti dal calcolo del carico di incendio del compartimento.

Il **fattore ‘i’,** propagazione dell'incendio, indica quanto facilmente un incendio può propagarsi all'interno di un edificio. Viene calcolato a partire dalle dimensioni medie del contenuto (m), dalla classe di propagazione della fiamma (M) e dalla temperatura di distruzione (T). La sua espressione matematica è la seguente:

Valori raccomandati di , da esprimersi in °C, sono riportati nella sottostante tabella:

|  |  |
| --- | --- |
| **Temperature di distruzione** | **°C** |
| Liquidi infiammabili | 20 |
| Esseri animali, plastica, elettronica | 100 |
| Tessuti, legno, carta, alimenti | 200 |
| Contenuto medio di edifici residenziali | 250 |
| Macchinari, elettrodomestici | 300 |
| Metalli | 400 |
| Materiali da costruzione ignifughi | 500 |

Nel caso di oggetti composti da più materiali è possibile individuare il valor medio.

Il sottofattore , rappresenta le dimensioni medie espresse in metri del contenuto presente nel compartimento esso può essere determinato calcolando il rapporto tra il volume totale del contenuto e la superficie totale dello stesso.

Valori tipici di sono indicati nella seguente tabella:

|  |  |
| --- | --- |
| **Dimensioni medie del contenuto (m)** | **m** |
| Depositi di oggetti immagazzinati su pallet | 1 |
| Industrie che producono oggetti più piccoli di pallet | 0,1 |
| Valore comunemente più ricorrente | 0,3 |
| Industrie che producono oggetti con una superficie molto grande rispetto al volume (tele, pellicole, lastre, ecc.) | 0,01 |
| Stoccaggio di cereali, pellet e materiali simili | 0,001 |

Il sottofattore rappresenta la classe di propagazione delle fiamme o “classe di propagazione al fuoco” in riferimento alla superficie e non al materiale racchiuso da tale superficie. I valori di desunti dalle norme EN 13501-1 e EN 12845 sono riportati nella seguente tabella:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **M** | | **---** |
| **A1** | EN 13501-1 - ignifugo | 0 |
| **A2** | EN 13501-1 – quasi ignifugo | 0,5 |
| **B** | EN 13501 o EN 12845 Cat. I – resistente alla combustione (autoestinguente) | 1 |
| **C** | EN 13501-1 – materiali a lenta combustione | 2 |
| **D** | EN 13501 o EN 12845 Cat. II – superfici combustibili/infiammabili | 3 |
| **E** | EN 13501 o EN 12845 Cat. III – superfici combustibili/infiammabili | 4 |
| **F** | EN 13501 o EN 12845 Cat. IV – superfici altamente combustibili/infiammabili | 5 |

È possibile utilizzare una media ponderata dei diversi valori in caso di materiali caratterizzati da differenti reazioni al fuoco.

Il valore di ‘i’ varia da 0,5 a 1,65; il primo è tipico di grossi blocchi di cemento il secondo di un accumulo di residui di polistirolo espanso. Valori tipici di ‘i’ (abitazioni) si attestano intorno al 1,2.

Vi è un legame tra il fattore di propagazione dell’incendio‘i’ ed il tasso di emanazione del calore (HRR) dato dalla seguente formula:

cioè

Il **fattore 'v'** di ventilazione rappresenta l'influenza del fumo e del calore all'interno di un edificio. Tutti gli incendi generano una grande quantità di gas caldi che tendono ad accumularsi in uno strato posto nella parte più alta del locale, al di sotto del soffitto. Il fattore di ventilazione confronta la capacità di ventilazione con il tasso di sviluppo dei fumi. Esso viene calcolato mediante l'espressione matematica seguente:

Il termine è già stato definito per la determinazione del fattore ‘q’.

Il termine ‘h’ rappresenta l’altezza media del compartimento espressa in metri (l’altezza massima è pari a 15 metri) mentre il termine ‘k’ rappresenta il rapporto tra la superficie totale delle aperture utili all’estrazione del fumo e la superficie in pianta del compartimento.

Il **fattore 'g'** di superficie indica l'influenza orizzontale dell'incendio; esso è calcolato mediante i valori di 'l' (lunghezza teorica del compartimento), e di ‘b’ (larghezza equivalente), espressi in metri.

La lunghezza teorica ‘l’ del compartimento corrisponde alla lunghezza maggiore tra i punti medi di due qualsiasi lati distinti del perimetro. La larghezza equivalente ‘b’ è data dal rapporto tra la superficie totale del compartimento e la lunghezza teorica equivalente ‘l’.

II **fattore ‘e’** indica le conseguenze "verticali" di un incendio, e specificatamente, gli effetti che operano verso l'alto ad opera del fumo e del calore e verso il basso a causa del peso dell'acqua impiegata nell'estinzione, del crollo e del calore. Il fattore viene calcolato considerando il numero di piani ‘E’ mediante la seguente formula:

Il piano in cui è posto l’accesso principale è caratterizzato da E=0, i piani superiori con i numeri positivi (1, 2, 3, ecc.) e i piani inferiori con i numeri negativi (-1, -2, -3, ecc) seppur nella formula il parametro E viene impiegato come valore assoluto. È possibile inserire anche piani ammezzati aggettanti e/o soppalchi considerando la parte decimale del numero ‘E’ come la percentuale del piano su cui si affaccia (es. 1,4 indica un piano aggettante e/o soppalco del piano primo con superficie pari al 40% del piano primo).

Il **fattore ‘z’** di accesso indica la difficoltà che affrontano le squadre di soccorso nell'accedere all'area interessata dall'incendio. Il valore di 'z' è uguale a 1 per quei compartimenti in cui l'incendio può essere normalmente spento dall'esterno, differentemente, per gli altri casi, tale fattore viene stimato mediante la seguente espressione matematica:

dove:

* INT significa “parte integrale” di quanto segue;
* b rappresenta la larghezza equivalente secondo quanto già indicato nella definizione del fattore ‘g’;
* Z è un numero che indica il punto cardinale di libero accesso delle squadre di soccorso (Nord=1, Est=2, Sud=3, Ovest=4);
* Il simbolo “” significa “oppure”ed individua quindi una alternativa a seconda che il compartimento si trovi fuori terra (H+) e quindi l’altezza è “positiva” oppure interrato (H-) e quindi l’altezza è “negativa”.

Il fattore ‘z’ è generalmente compreso tra 1 (edifici caratterizzati da una buona accessibilità dei soccorsi) e 1,2 (edifici caratterizzati da un accesso limitato); valori più elevati sono attribuiti ad aree quasi inaccessibili per le operazioni di soccorso e di estinzione.

# 2.6. Determinazione dei fattori per il calcolo dei livelli di rischio accettabile (A)

I livelli di rischio accettabile 'A', il cui valore massimo equivale a 1,6, è calcolato mediante il fattore attivazione ‘a’, dal tempo di evacuazione sicura richiesto (fattore evacuazione 't') e dal tempo di evacuazione sicura disponibile (fattore ambiente 'r'), della gravità della perdita (fattore valore 'c') e l'impatto sulle attività (fattore dipendenza 'd').

Il **fattore ‘a’** di attivazione è definito attraverso una rassegna di fonti di incendio, come somma di tutti i valori rilevanti, con riferimento ai seguenti tipi di fonti di incendio: attività principale, attività secondarie, sistemi di riscaldamento, impianti elettrici, la presenza di gas infiammabili , liquidi e polveri.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di ai per le differenti tipologie di fonti di innesco.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Attività principale** | | **a1** |
| **A1** | Carico di incendio basso e basso numero di fonti di innesco (abitazioni, uffici, ecc.) | 0 |
| **A2** | Carico di incendio basso e limitato numero di fonti di innesco (industrie prodotti ignifughi) [OH1 - EN 12845] | 0 |
| **B** | Carico di incendio limitato e limitato numero di fonti di innesco (industrie, negozi, grandi magazzini) [OH2 - EN 12845] | 0,2 |
| **C** | Carico di incendio alto e limitato n. fonti di innesco (industrie di materiali combustibili, carta, legno, petrolchimici) [OH3 - EN 12845] | 0,4 |
| **D** | Carico di incendio alto e basso numero di fonti di innesco (magazzini e depositi) [OH3 - EN 12845] | 0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Attività secondarie** | | **a2** |
| **F** | Operazioni di saldatura | 0,1 |
| **G** | Lavori di falegnameria o utilizzo di plastiche | 0,1 |
| **H1** | Verniciature o rivestimenti con utilizzo di prodotti infiammabili ma in area a parte e ben ventilata | 0,05 |
| **H2** | Verniciature o rivestimenti con utilizzo di prodotti infiammabili ma in area a parte non ventilata | 0,1 |
| **H3** | Verniciature o rivestimenti con utilizzo di prodotti infiammabili ma non in area separata | 0,2 |
| **I** | Rischi speciali (es. fumatori non controllabili) | 0,1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sistemi di riscaldamento** | | **a3** |
|  | Nessun riscaldamento presente | 0 |
|  | Trasferimenti di calore attraverso acqua, vapore o solidi | 0 |
|  | Trasferimenti di calore attraverso aria pulsata o petrolio | 0,05 |
|  | Generatore di calore in uno spazio a parte | 0 |
|  | Generatore di calore nell’area stessa | 0,1 |
|  | Fonti di energia: elettricità, carbone, olio combustibile | 0 |
|  | Fonti di energia: gas | 0,1 |
|  | Fonti di energia: legno o rifiuti | 0,15 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Impianti elettrici** | | **a4** |
|  | Impianto elettrico conforme alle norme e regolarmente controllato | 0 |
|  | Impianto elettrico conforme alle norme senza controlli regolari | 0,1 |
|  | Impianto elettrico non conforme alle norme | 0,2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fonti di combustione – gas, liquidi e polveri** | | **a5** |
|  | Rischio esplosione permanente (ATEX zona 0) | 0,3 |
|  | Rischio esplosione in condizioni operative normali | 0,2 |
|  | ATEX zona 1 | 0,1 |
|  | ATEX zona 2 (rischio di esplosione occasionale) | 0,2 |
|  | Rischio esplosione per polveri (ATEX zona20/21/22) | 0,1 |

Come si evince FRAME non considera l’incendio doloso connesso alle questioni di security.

Il fattore ‘t’, tempo di evacuazione è determinato mediante la seguente espressione matematica:

Il sottofattore X individua il numero di persone che possono trovarsi contemporaneamente presenti nel compartimento in esame. Ove non diversamente specificato FRAME fornisce la possibilità di utilizzare una densità (“fattore di carico presenti”) espressa in persone/m2 secondo la seguente tabella:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo di spazio** | | **X [pers./mq]** |
| **01** | Spazi di attesa | 3 |
| **02** | Luoghi di assemblea a utilizzo concentrato (hall, chiese, discoteche, ecc.) | 1,5 |
| **03** | Luoghi di assemblea a utilizzo normale (sale conferenze, ristoranti, bar, ecc.) | 0,6 |
| **04** | Classi scolastiche, nessun posto fisso | 0,5 |
| **05** | Asili | 0,3 |
| **06** | Scuole: laboratori, officine, classi per esercitazioni professionali | 0,2 |
| **07** | Istituti medici | 0,1 |
| **08** | Carceri e case di detenzione | 0,1 |
| **09** | Edifici residenziali (case, alberghi, pensioni) | 0,05 |
| **10** | Aree di vendita a livello strada o sotto livello della strada | 0,3 |
| **11** | Aree di vendita sopra il livello della strada | 0,2 |
| **12** | Uffici | 0,1 |
| **13** | Industrie | 0,03 |
| **14** | Depositi e magazzini | 0,003 |

Il sottofattore x individua il numero di moduli di uscita da 60 cm.

Il sottofattore p rappresenta il grado di mobilità delle persone anche in funzione dell’assenza e/o carenza di un piano di evacuazione o dell’insorgenza di panico secondo quanto riportato nella sottostante tabella:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sottofattore di mobilità** | | **p** |
| **A** | Persone deambulanti ed indipendenti (adulti, lavoratori) | 1 |
| **B** | Persone deambulanti che hanno bisogno di una guida (alunni, visitatori) | 2 |
| **C** | Persone con mobilità ridotta (pazienti, anziani, detenuti) | 8 |
| **D** | Mancanza di un piano di evacuazione chiaro | + 2 |
| **E** | Pericolo di panico | + 2 |
| **F** | Persone con ridotte percezioni (pazienti, anziani, disabili, ospiti d’albergo) | + 2 |

Il sottofattore K definisce il numero di direzioni che conducono verso uscite differenti o percorsi di fuga disponibili.

Il **fattore 'c'** di contenuto indica quanto inciderebbe negativamente la perdita dell'edificio e di quanto ivi presente.  
Il valore c1 può corrispondere a 0, 0,1 o 0,2 a seconda che l’edificio o contenuto sia facilmente sostituibile, difficilmente sostituibile o impossibile da sostituire.

|  |  |
| --- | --- |
| **Sottofattore di sostituibilità dell’edificio** | **c1** |
| Edificio o contenuto facilmente sostituibili | 0 |
| Edificio o contenuto difficilmente sostituibili | 0,1 |
| Edificio o contenuto impossibili da sostituire | 0,2 |

Il valore di c2 riflette invece il valore V dell’edificio e dei beni in esso contenuti rapportati all’anno 2000 espressi in milioni di euro:

quando  *altrimenti pari a 0*

Il **fattore ‘r'** ambiente valuta il tempo di propagazione dell’incendio secondo la seguente espressione:

dove M rappresenta la “classe di propagazione” delle fiamme.

Il **fattore ‘d'** di dipendenza valuta l'impatto di un incendio sulle attività che si svolgono nell'edificio. Definisce quindi l'aspetto economico dell’ "esposizione". Come linea guida viene utilizzata la seguente tabella:

|  |  |
| --- | --- |
| **Valori tipici del fattore di dipendenza** | **d** |
| Industria ad alta tecnologia e servizi | 0,70 – 0,90 |
| Industria di prodotti di consumo (macchine e/o elettrodomestici) | 0,45 – 0,70 |
| Industria generale | 0,25 – 0,45 |
| Aziende commerciali o depositi | 0,05 – 0,15 |
| Amministrazioni | 0,8 |
| Media per la maggior parte delle realtà | 0,3 |

# 2.7. Determinazione dei fattori per il calcolo dei livelli di protezione (D)

Il livello di protezione è la componente probabilistica della valutazione del rischio di incendio. Lo scenario peggiore si verifica solo se la protezione non funziona; quindi maggiore è il livello di protezione, più bassa sarà la probabilità di incendio da caso peggiore.

Il **fattore W** dei sistemi idrici antincendio è dato dalla seguente espressione:

con

Per ogni carenza o “punto debole” FRAME conteggia un numero di “punti di penalità” (wi) come riportati nelle tabelle seguenti:

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo di riserva idrica** | ***w1*** |
| Riserva d'acqua per utilizzo generico, con ripristino automatico | 0 |
| Riserva d'acqua per utilizzo generico, con ripristino manuale | 4 |
| Nessuna riserva d'acqua disponibile | 10 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Capacità riserva idrica** | ***w2*** |
| Capacità adeguata (100%) | 0 |
| Mancanza fino al 10% | 1 |
| Mancanza fino al 20% | 2 |
| Mancanza fino al 30% | 3 |
| Mancanza superiore al 30% | 4 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Rete di distribuzione** | | ***w3*** |
| **I** | Adeguata | 0 |
| **J** | Limitata (tubazioni troppo piccole per il flusso richiesto) | 2 |
| **K** | Nessuna rete di distribuzione | 6 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Idranti** | | ***w4*** |
| **L** | Uno da 70 mm (2,5 ‘’) | 0 |
| **M** | Uno per 50-100 metri di perimetro | 1 |
| **N** | Meno di uno ogni 100 metri di perimetro | 3 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pressione** | | ***w5*** |
| **P** | Pressione statica uguale all’altezza + 35 m | 0 |
| **Q** | Meno pressione statica | 3 |

Il **fattore N** della protezione normale è dato dalla seguente espressione:

con

Per ogni carenza o “punto debole” FRAME conteggia un numero di “punti di penalità” (ni) come riportati nelle tabelle seguenti:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Rilevazione ed allarme** | | ***n1*** |
| **A** | Presenza di servizio di sorveglianza organizzata con addetti o un servizio di allarme manuale | 0 |
| **B** | Senza presenza umana organizzata | 2 |
| **C** | Senza alcun sistema manuale di allarme | 2 |
| **D** | Senza alcuna notifica d’emergenza ai VV.F. | 2 |
| **E** | Senza allarme agli occupanti | 2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Estintori** | | ***n2*** |
| **F** | Estintori adeguati (per tipo e per quantità) | 0 |
| **G** | Estintori assenti o inadeguati per tipo e per numero | 2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Idranti e/o Naspi** | | ***n3*** |
| **H** | Manichette antincendio adeguate | 0 |
| **I** | Numero inadeguato di manichette antincendio | 2 |
| **L** | Nessuna manichetta antincendio disponibile | 4 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Intervento dei VV.F.** | | ***n4*** |
| **M** | Intervento possibile entro i 10 minuti | 0 |
| **N** | Tra 10 e 15 minuti | 2 |
| **O** | Tra 15 e 30 minuti | 5 |
| **P** | Superiore a 30 minuti | 10 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Formazione** | | ***n5*** |
| **Q** | Tutti gli occupanti conoscono l’uso di estintori e manichette | 0 |
| **R** | Solamente un numero limitato di persone è soggetto a formazione | 2 |
| **S** | Nessuna formazione di base | 4 |

Il **fattore S** della protezione speciale è dato dalla seguente espressione:

con

Per ogni tipologia di protezione speciale presente FRAME conteggia un numero di “punti di bonus” (si) come riportati nelle tabelle seguenti:

|  |  |
| --- | --- |
| **Rilevazione automatica** | ***s1*** |
| Nessuna | 0 |
| Tramite sprinklers | 4 |
| Tramite rilevatori di tipo termico | 5 |
| Tramite rilevatori di fumo o di fiamma | 8 |
| Tramite monitoraggio (centrale) elettronica di sistema | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Riserva d’acqua inesauribile** | ***s2*** |
| Nessuna | 0 |
| Riserva d’acqua da fonte inesauribile di approvvigionamento (fiumi, laghi, e qualsiasi altra riserva idrica che possa garantire una quantità d'acqua 4 o più volte superiore rispetto a quella necessaria sono considerate inesauribili) | 3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Riserva d’acqua riservata all’antincendio** | ***s3*** |
| No | 0 |
| Riservata al solo antincendio | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Riserva d’acqua indipendente** | ***s4*** |
| No | 0 |
| Sotto il controllo del titolare dell’edificio (indipendente) | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Riserva d’acqua ad alta affidabilità** | ***s5*** |
| Non ad alta affidabilità | 0 |
| Ad alta affidabilità: una riserva idrica con doppia fonte di portata/pressione | 5 |
| Ad alta affidabilità ridondante: due riserve d'acqua, ciascuna con una fonte di portata/pressione | 12 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Protezione a sprinkler** | ***s6*** |
| Nessuna | 0 |
| Sprinkler con una fonte idrica (pubblica) | 11 |
| Sprinkler con una fonte idrica indipendente | 14 |
| Sprinkler con due fonti idriche indipendenti | 20 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Altri sistemi di estinzione automatici** | ***s7*** |
| Nessuno | 0 |
| Presenza di altri sistemi di estinzione automatici (CO2, schiuma, gas inerte) | 11 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Caserma dei VV.F.** | ***s8*** |
| Servizio a tempo pieno 24h/24 7g/7 | 8 |
| Caserma con personale professionista (presidiata durante il giorno, e non nella notte) | 6 |
| Squadra reperibile (professionisti part time) | 4 |
| Caserma con personale volontario | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Squadra antincendio aziendale** | ***s9*** |
| Nessuna | 0 |
| Squadra antincendio part-time (durante l'orario di lavoro) | 6 |
| Squadra antincendio a tempo pieno 24h/24 7g/7 | 14 |

Il **fattore F** di resistenza al fuoco degli elementi dell'edificio, ma con una correzione per il valore della protezione speciale S. La resistenza al fuoco media è calcolata con la resistenza in minuti della struttura, dei muri perimetrali, del tetto o soffitto, e dei muri interni. Il valore è determinato dalla seguente espressione:

con

|  |  |
| --- | --- |
| **Fattori di protezione speciale [espressi in minuti primi]** | |
| *fs* | Resistenza media al fuoco (REI) degli elementi strutturali e di separazione: |
| *ff* | Resistenza media al fumo dei muri esterni (E) |
| *fd* | Resistenza media al fuoco del soffitto o tetto (RE) |
| *fw* | Resistenza media al fuoco dei muri interni (EI) |

Il **fattore U** di esodo prende in considerazione tutti gli elementi della protezione speciale che riducono il tempo di evacuazione o contrastano lo sviluppo dell'incendio. Vengono valutati anche compartimentazioni aggiuntive e la protezione dei percorsi di esodo. Esso è determinato con la seguente espressione:

con

Per ogni tipologia di elemento presente che contribuisce alla riduzione del tempo di esodo FRAME conteggia un numero di “punti di bonus” (ui) come riportati nelle tabelle seguenti:

|  |  |
| --- | --- |
| **Rilevazione automatica** | ***u1*** |
| Tramite sprinklers | 4 |
| Tramite rilevatori di tipo termico | 5 |
| Tramite rilevatori di fumo o di fiamma | 8 |
| Tramite monitoraggio (centrale) elettronica di sistema | 2 |
| Sistema di rilevamento parziale, solo in aree critiche per la sicurezza delle persone | 2 |
| Sistema di rilevamento parziale, solo in aree a rischio elevato per la sicurezza delle persone | 2 |
| Non devono essere avvisate più di 300 persone simultaneamente | 2 |
| Allarme evacuazione con messaggi vocali attraverso sistema di comunicazione vocale | 6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Subcompartimenti** | ***u2*** |
| Nessuno | 0 |
| Subcompartimenti EI30 (aree d'incendio di massimo 1000 m²) | 2 |
| Subcompartimenti EI60 (aree d'incendio di massimo 1000 m²) | 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Vie di fuga** | ***u3*** |
| Nessuna scala utilizzata per uscire | 0 |
| Scale interne aperte | 0 |
| Singola scala interna chiusa | 1 |
| Più di una scala interna chiusa | 2 |
| Almeno una scala interna chiusa e protetta dal fumo | 3 |
| Più di una scala interna chiusa e protetta dal fumo | 4 |
| Scala(e) interna(e) e 1 scala esterna | 6 |
| Scala(e) interna e più di 1 scala esterna | 8 |
| Scala interna o scale a pioli esterne per 1°/2° piano | 2 |
| Uscita orizzontale verso il compartimento adiacente con almeno il 50% della capacità richiesta | 2 |
| Uscita(e) orizzontale(i) verso il(i) compartimento(i) adicaente(i) con il 100% della capacità richiesta | 8 |
| Vie di fuga completamente segnalate ed illuminate | 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Sprinkler** | ***u4*** |
| Nessuno | 0 |
| Sprinkler solo nelle aree a maggiore rischio d'incendio | 5 |
| Intero compartimento protetto da sprinkler | 10 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Altri sistemi di estinzione automatici** | ***u5*** |
| No | 0 |
| Presenza di altri sistemi di estinzione automatici (CO2, schiuma, gas inerte) | 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Estrattori automatici di fumo** | ***u6*** |
| No | 0 |
| Presenza di estrattori fumo attivati da rilevazione automatica | 3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Caserma dei VV.F.** | ***u7*** |
| Servizio a tempo pieno 24h/24 7g/7 | 8 |
| Caserma con personale professionista (presidiata durante il giorno, su richiesta di intervento nella notte) | 6 |
| Squadra reperibile (professionisti part time) | 4 |
| Caserma con personale volontario | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Squadra antincendio aziendale** | ***u8*** |
| Nessuna | 0 |
| Squadra antincendio part-time (durante l'orario di lavoro) | 6 |
| Squadra antincendio a tempo pieno 24h/24 7g/7 | 5 |

Il **fattore Y** di salvataggio stima quegli accorgimenti fisici che proteggono parti sensibili dell'attività dall'impatto di un incendio, e le misure organizzative volte a garantire un rapido riavvio delle attività se necessario in un altro luogo.  
Esso è determinato con la seguente espressione:

con

Per ogni tipologia di elemento presente che contribuisce alla salvaguardia FRAME conteggia un numero di “punti di bonus” (yi) come riportati nella tabella seguente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Accorgimenti** | ***yi*** | |
| Subcompartimenti EI30 (aree d'incendio di massimo 1000 m²) | **y1** | 2 |
| Subcompartimenti EI60 (aree d'incendio di massimo 1000 m²) | **y2** | 4 |
| Rilevazione automatica e parziale (aggiuntiva a quella eventualmente già presente) nelle aree critiche | **y3** | 3 |
| Sprinkler parziale (aggiuntivi a quelli eventualmente già presenti) nelle aree critiche | **y4** | 5 |
| Ulteriore sistema automatico di estinzione (aggiuntivo a quello eventualmente già presenti) nelle aree critiche | **y5** | 4 |
| Dati economici e finanziari salvaguardati | **y6** | 2 |
| Parti di ricambio e sostituzioni di facile reperibilità | **y7** | 4 |
| Riparazioni possibili con aiuto minimo | **y8** | 2 |
| E' possibile il trasferimento immediato delle attività (dislocazione di sede) | **y9** | 4 |
| Esistono accordi scritti per la ricollocazione | **y10** | 3 |
| Capacità produttiva disponibile in più di un sito | **y11** | 3 |

# 2.8. Il punto di orientamento (R0)

Una volta che i rischi potenziali ed i livelli accettabili di rischio sono stati calcolati vi è un'ampia scelta tra i possibili sistemi di protezione antincendio da adottare: la protezione manuale, la rilevazione automatica, gli sprinkler, i sistemi di protezione locali e speciali, le squadre antincendio private ecc.

Alla ricerca di una buona soluzione complessiva per la protezione antincendio, FRAME dà la possibilità di compiere una scelta preliminare basata sul **punto di orientamento ‘R0’** denominato **Rischio Iniziale**.

II Rischio Iniziale indica quale livello di protezione è stato ottenuto grazie alle misure di sicurezza incorporate, come compartimentazione, separazione di rischio, estrattori di fumo e resistenza al fuoco. La maggior parte di questi elementi sono già considerati nel calcolo di 'P', il Rischio Potenziale, ed 'A', il livello di Rischio Accettabile per l'edificio.

Solamente un altro valore deve essere calcolato: **‘F0’, il fattore di resistenza dell'impianto strutturale** che è dato dalla seguente espressione:

II **valore del Rischio Iniziale 'R0'** è dunque riconducibile alla seguente relazione matematica:

A seconda del valore che è stato ottenuto per 'R0', le scelte successive avranno grande peso; in particolare si possono presentare i seguenti casi generali:

* **R0 < 1,0**: In questo caso la scelta deve essere orientata su un sistema di protezione antincendio con mezzi manuali di estinzione incendio (estintori e manichette antincendio), sostenuto da un intervento dei vigili del fuoco. È probabile che sia necessario aggiungere un ulteriore protezione per gli occupanti o per le attività;
* **1 ≤ R0 ≤ 1,6** In questo caso è necessario orientarsi verso un sistema di rilevazione antincendio automatico e generale per avere allarme tempestivo ed una risposta rapida da parte dei pompieri. Approvvigionamenti d'acqua adeguati sono necessari.
* **1,6 ≤ R0 ≤ 4,5** In questo caso è necessario orientarsi verso una protezione sprinkler.
* **R0 > 2,7** Sarà poi necessario migliorare l'affidabilità degli approvvigionamenti di acqua**.**
* **R0 > 4,5** In questo caso è fondamentale ridurre il rischio tramite misure preventive.

# 3.0. Validazione

Le valutazioni ottenute dall'impiego di FRAME risultano in linea con quanto ottenibile mediante altri strumenti sviluppati per il medesimo fine. La validazione rispetto ai casi reali ha mostrato accordo con le evidenze raccolte.

Una interessante comparazione della metodologia esposta da FRAME rispetto a strumenti, più datati ma maggiormente diffusi, che mostra la validità del modello anche rispetto a casi particolari (valutazione del rischio di incendio in edifici pregevoli per arte e storia) può essere ritrovata nel benchmark del 2003 condotto, per conto della Commissione Europea, da parte del gruppo di lavoro costituito dal TNO (NL), dall'Università di Gent (B), dall'Istituto Superiore Tecnico (SP) e da altri istituti con rilevanza internazionale nel campo, avente titolo "European study into the fire risk to european cultural heritage - Fire risk assessment methods".

# 4.0. Bibliografia

Quanto riportato sul metodo FRAME è stato tratto dall’opera “*La valutazione dei rischi di incendio*” - Ed. 2011 - degli autori Luca Fiorentini e Luca Marmo - Collana “*ANTINCENDIO – Quaderni di Progettazione*” – EPC Editore.

# 5.0. Tabella riassuntiva dei fattori utilizzati nel metodo F.R.A.M.E.

|  |  |
| --- | --- |
| **Fattori** e denominazione sintetica | **Sottofattori da cui dipendono i fattori** *(tra parentesi sono riportati eventuali ulteriori sottofattori da cui essi dipendono)* |
| **q** carico d'incendio | *Qi, Qm* |
| **i** propagazione | *T, m, M* |
| **g** area | *b, l* |
| **e** livello | *E* |
| **v** ventilazione | *Qm , k, h* |
| **z** accesso | *Z, H+, H-* |
| **a** attivazione | *ai con i=1...5* |
| **t** tempo di evacuazione | *p, b, l, X, x, H+, H-,K* |
| **c** valore | *c1, c2 (V)* |
| **r** ambiente | *Qi, M* |
| **d** dipendenza |  |
| **W** impianti idrici | *wi con i=1...5* |
| **N** protezione normale | *ni con i=1...5* |
| **S** protezione speciale | *si con i=1...9* |
| **F** resistenza al fuoco | *f (fs , ff* , *fd , fw), S* |
| **U** fuga | *ui con i=1...8* |
| **Y** messa in salvo | *yi con i=1...11* |
| **F0** resistenza impianto strutturale | *fs* |
| **R0** rischio iniziale (punto di orientamento) | *P, A, F0* |

# 6.0. Dati e Risultati di calcolo

Nelle pagine seguenti sono riportati i dati ed i risultati di calcolo della “V.R.I.” dei compartimenti analizzati.