

NORME PRESTAZIONALI E PROGETTAZIONE DELLE VIE DI ESODO

Ing. Simone Sacco
Presidente AIIA

Le norme esistenti nel campo dell'antincendio contengono regole più o meno dettagliate circa i vari elementi costruttivi funzionali e di protezione relativi alle attività soggette alle norme stesse.

L'uso di materiali alternativi e di sistemi di sicurezza diversi da quelli previsti nelle norme per raggiungere un livello di sicurezza accettabile è consentito dalla normativa italiana facendo appello all'Articolo 21 del D.P.R. 29 luglio 1982, n. 577 - L'articolo 21 recita testualmente DEROGHE-

Il concetto espresso dall'articolo, che è presente praticamente in tutte le normative del mondo, introduce il concetto di sicurezza equivalente, che altro non è che il concetto di "Prestazione equivalente".

Spetta dunque a chi non è in grado di soddisfare puntualmente la norma esistente l'onere di proporre misure e sistemi alternativi che offrano almeno lo stesso grado di sicurezza ovvero forniscano una prestazione equivalente ai materiali, metodi e strumenti previsti dalla norma.

In molti Paesi del mondo inclusi alcuni della Comunità Europea, quali Gran Bretagna e Svezia, attualmente c'è un forte movimento verso l'adozione di "Norme Prestazionali" (Performance based Codes). Questo tipo di approccio altro non è che la ricerca di soluzioni ingegneristiche ai problemi del fuoco contro soluzioni di tipo precalcolato che rappresentano un approccio semplificato alla progettazione antincendio che consente a tecnici non qualificati (dal punto di vista della sicurezza antincendio) di realizzare fabbricati civili e stabilimenti industriali che, rispondendo ai requisiti delle norme, siano per definizione sicuri.

In realtà però le cose non sono così semplici: ad ogni impostazione normata esistono centinaia di eccezioni che si rendono necessarie per l'evoluzione tecnologica con cui difficilmente la normativa della stragrande maggioranza dei Paesi riesce a mantenere il passo.

Evidentemente un approccio di tipo precalcolato comporta un tipo di progettazione spesso conservativa ed antieconomica e dall'altra parte non sempre è in grado di soddisfare gli obiettivi di sicurezza. Ne consegue che la forza propulsiva verso norme di tipo prestazionale è in parte di natura economica ed in parte di natura tecnologica.

D'altra parte se consideriamo che nel nostro Paese spesso l'esperto dell'antincendio è un tecnico con qualifiche unicamente formali la cui attività principale è quella di seguire un iter burocratico, ci rendiamo conto di quanto sia opportuno un approccio che, sviluppando i temi complessi e multidisciplinari dell'ingegneria antincendio, porti a soluzioni su misura che si fondino su rigorosi principi scientifici e su tecniche di modellazione e di calcolo validate.

Gli obiettivi della Sicurezza Antincendio possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Salvaguardia delle persone
- Salvaguardia dei beni
- Salvaguardia delle attività ed "immagine" sia degli insediamenti industriali che commerciali
- Salvaguardia dell'ambiente

Esiste una serie di fattori che contribuiscono al raggiungimento degli "Obiettivi di Sicurezza" che possono essere indicati come segue:

- Forma e caratteristiche costruttive dei fabbricati
- Contenuto ed attività
- Impianti

- Rivelazione ed allarme
- Gestione del fumo
- Impianti di spegnimento

Se si parte dal presupposto che tutti questi fattori fanno parte integrante del Sistema di Sicurezza del fabbricato è evidente che sarà necessario, al fine di una corretta progettazione antincendio, riconoscere e tenere conto delle interazioni fra tutti i fattori che dovranno reagire in modo appropriato a qualsiasi incendio si sviluppi nel fabbricato.

E' quindi necessario adottare delle strategie per il raggiungimento degli obiettivi di Sicurezza Antincendio stabiliti. Queste strategie, per essere scientificamente sostenibili e tecnicamente valide, debbono essere il frutto di una metodologia dotata del più "ampio consenso", per la progettazione e la valutazione della sicurezza antincendio nei fabbricati.

Per l'attività di progettazione partiamo dalle varie fasi dell'esistenza di un fabbricato.

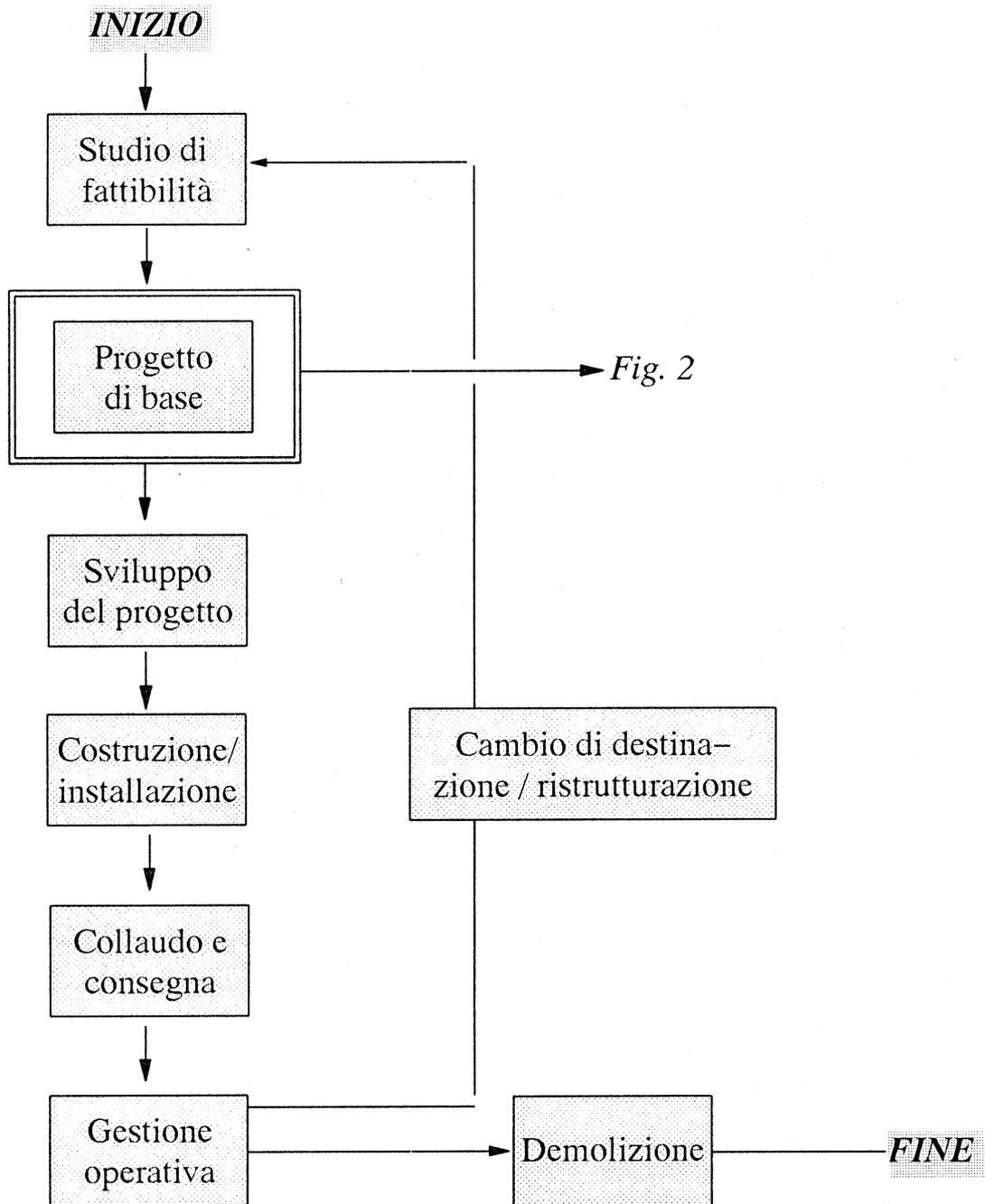


Fig. 1

Per quanto concerne la sicurezza antincendio la progettazione di base si dovrebbe articolare negli stadi successivi di Fig. 2.

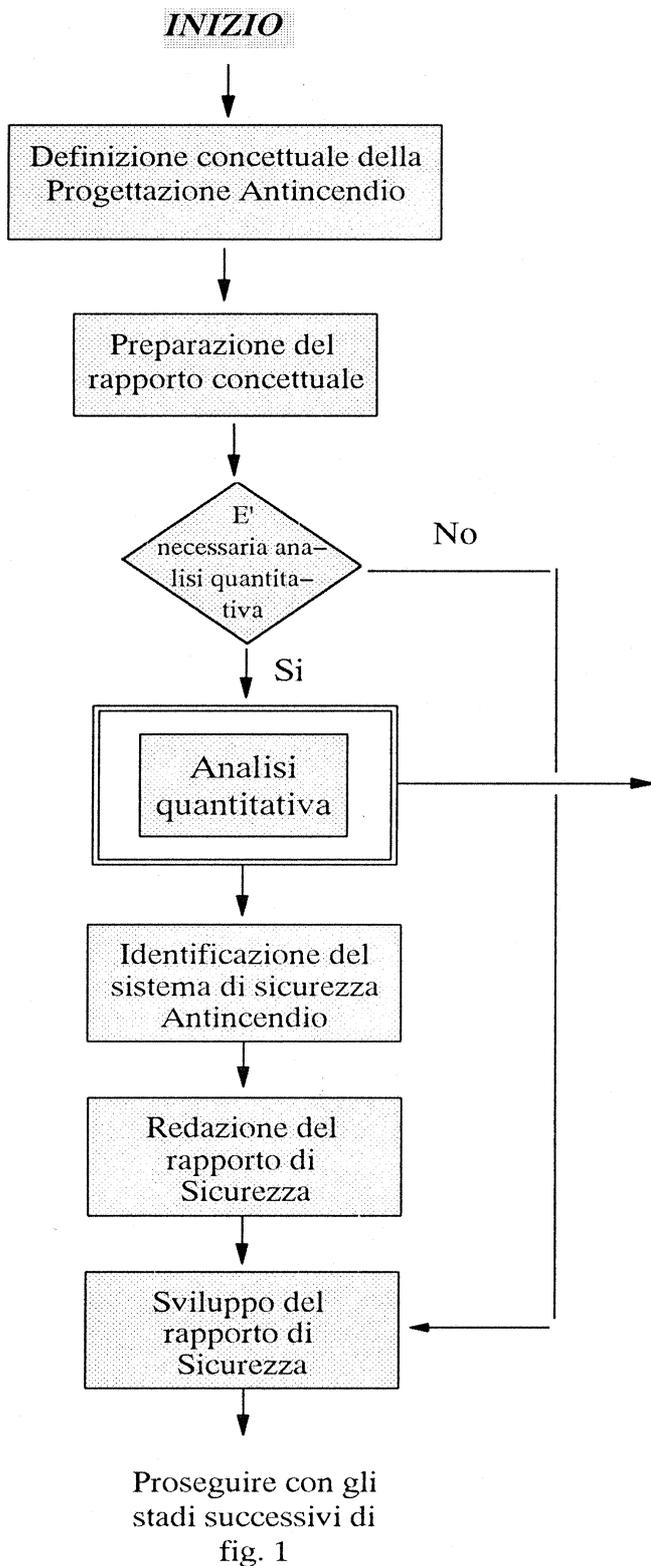


Fig. 2

La fase di "Definizione concettuale della progettazione antincendio" deve necessariamente coinvolgere l'autorità chiamata poi ad approvare il progetto oltre che il progettista civile, il gestore dell'attività ed il tecnico antincendio.

L'obiettivo di questa fase è di verificare le proposte architettoniche, identificare i potenziali rischi di incendio e definire in termini qualitativi i problemi relativi alla sicurezza antincendio, identificando quelli ove necessità un'analisi quantitativa.

Gli elementi chiave di questa attività che potremmo definire propedeutica alla Progettazione Antincendio sono:

- I - Assicurare il consenso di tutte le parti coinvolte sugli obiettivi della progettazione antincendio e sui criteri di accettabilità.
- II - Stabilire il o i "pacchetti" di sistemi antincendio alternativi ritenuti in grado di soddisfare i criteri di Sicurezza Antincendio.
- III - Specificare gli scenari di incendio richiesti per l'analisi.
- IV - Definire la necessità di analisi quantitative, il loro scopo ed il livello di quantificazione richiesta.

Una volta stabilita la necessità di un'analisi quantitativa, tale analisi va sviluppata per ciascuno scenario di incendio richiesto e per ogni "pacchetto" di sistemi antincendio accettabili finchè uno di questi ricade nei criteri di accettabilità.

Il processo di valutazione quantitativa può essere schematizzato come segue:

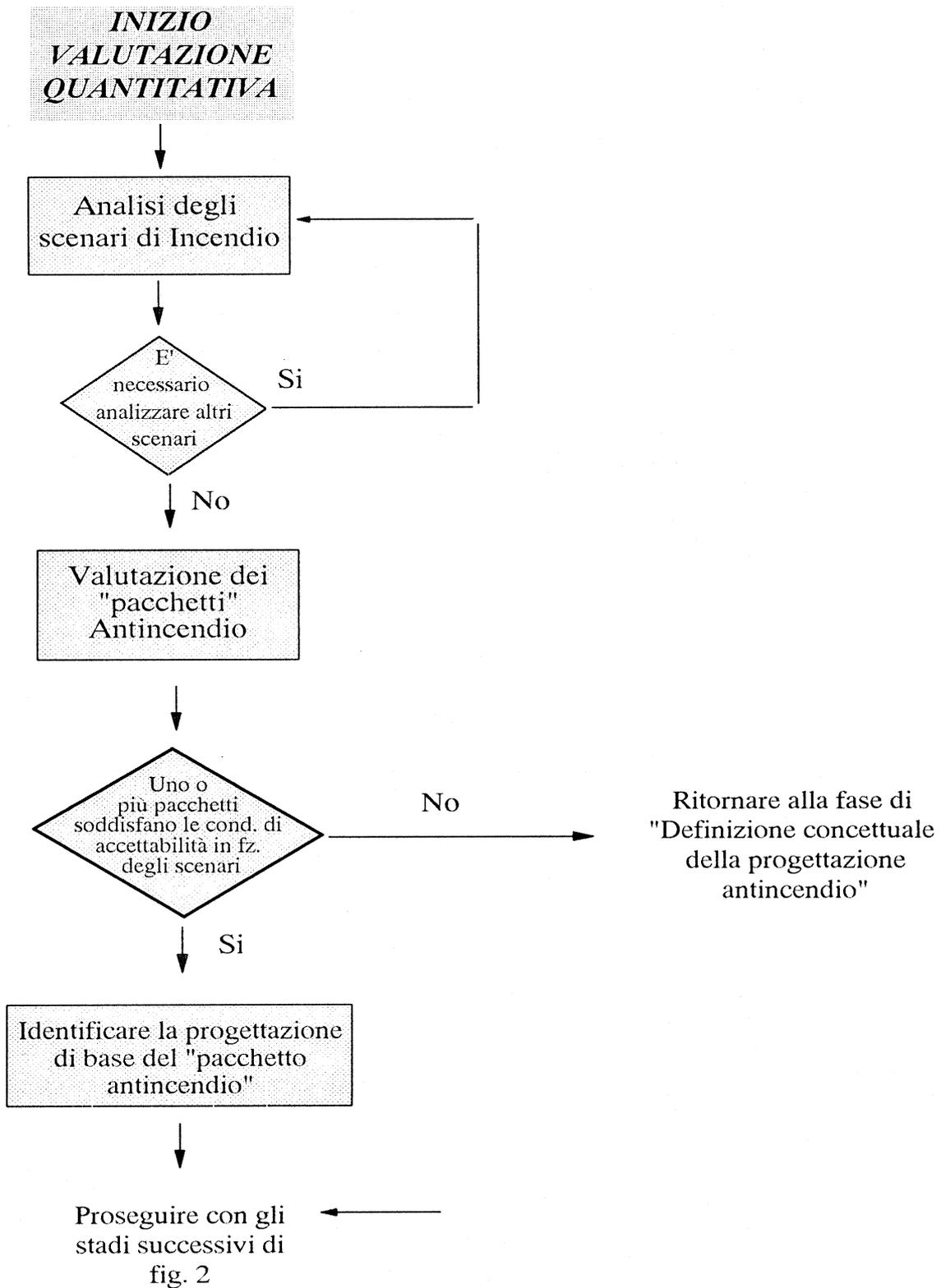


Fig. 3

La procedura di analisi quantitativa si suddivide in sei sottosistemi:

- 1) Inizio e sviluppo dell'incendio
- 2) Sviluppo del fumo e suo controllo
- 3) Propagazione dell'incendio e suo controllo
- 4) Rivelazione e spegnimento
- 5) Salvaguardia delle persone
- 6) Allarme ed intervento dei Vigili del Fuoco

La continuazione di questa relazione si concentrerà sulla salvaguardia delle persone mediante l'evacuazione in condizioni di sicurezza dal fabbricato coinvolto dall'incendio. Un altro metodo consiste nel far sì che gli occupanti possano evitare condizioni di pericolo rimanendo all'interno dei fabbricati.

Evacuazione dei fabbricati

A meno di alcune attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco, per le quali la normativa esistente di tipo prescrittivo indica distanze dalle uscite e moduli di larghezza delle vie di esodo in funzione del numero di persone calcolate, la normativa italiana non fornisce attualmente criteri per l'evacuazione dei fabbricati.

D'altra parte il decreto legislativo 626/94 impone a tutte le aziende precisi obblighi di sicurezza che scaturiscono da un'analisi di rischio. Riteniamo quindi utile ai fini pratici oltre che illuminante su come si sviluppano delle norme prescrittive illustrare qui di seguito parte di un metodo per la progettazione/valutazione di un sistema di evacuazione.

Criteri Prestazionali

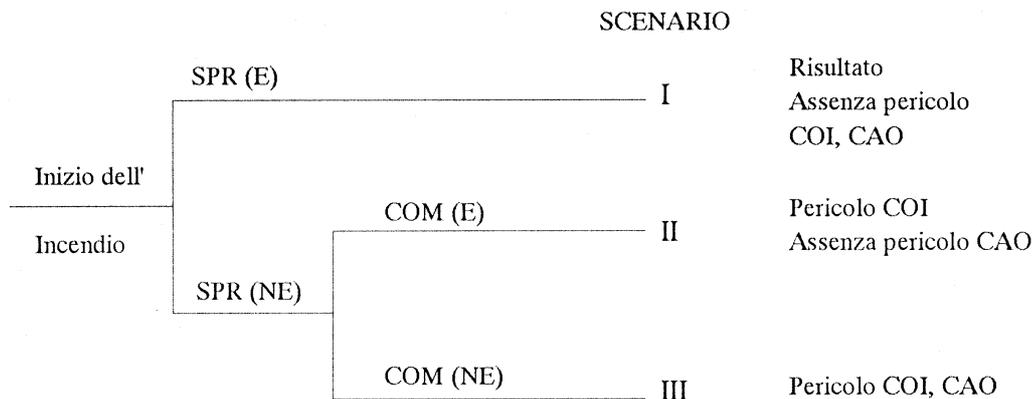
Il livello di sicurezza antincendio in un fabbricato è il riflesso di una complessa interazione tra numerosi fenomeni che includono: l'origine dell'incendio, la sua crescita e sviluppo, la risposta/reazione dei componenti del fabbricato al fuoco, la risposta degli occupanti il fabbricato, e la risposta dall'esterno dei Vigili del Fuoco.

Per raggiungere i livelli richiesti (necessari) di sicurezza antincendio è essenziale che i progettisti abbiano a disposizione i mezzi per prevedere il comportamento del sistema "fabbricato" all'incendio.

Per quanto riguarda il contributo dei sottosistemi di sicurezza antincendio vediamo come questi condizionano gli scenari di incendio in funzione della loro efficacia.

Ipotizziamo l'esistenza sia di un impianto sprinkler che di compartimentazioni antincendio e supponiamo di individuare gli scenari nel caso in cui l'impianto sprinkler sia efficace, non efficace e le compartimentazioni siano efficaci, non efficaci.

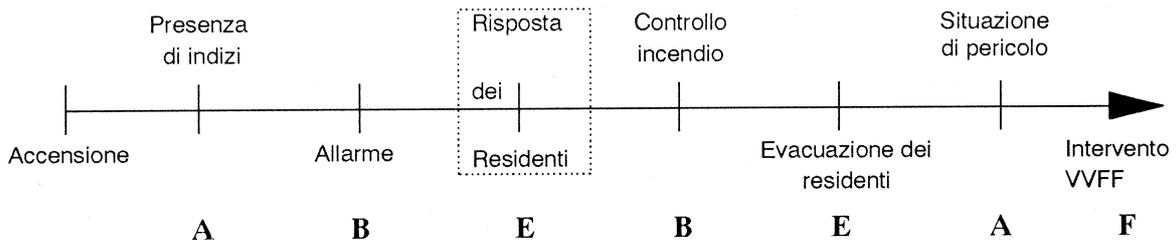
Questi eventi possono essere facilmente rappresentati facendo ricorso ad un "albero degli eventi".



E = efficace
 NE = non efficace
 COI = compartimento d'origine dell'incendio all'origine
 SPR = sprinklers
 COM = compartimentazioni
 CAO = compartimento adiacente all'origine

Quantificazione di uno scenario incendio

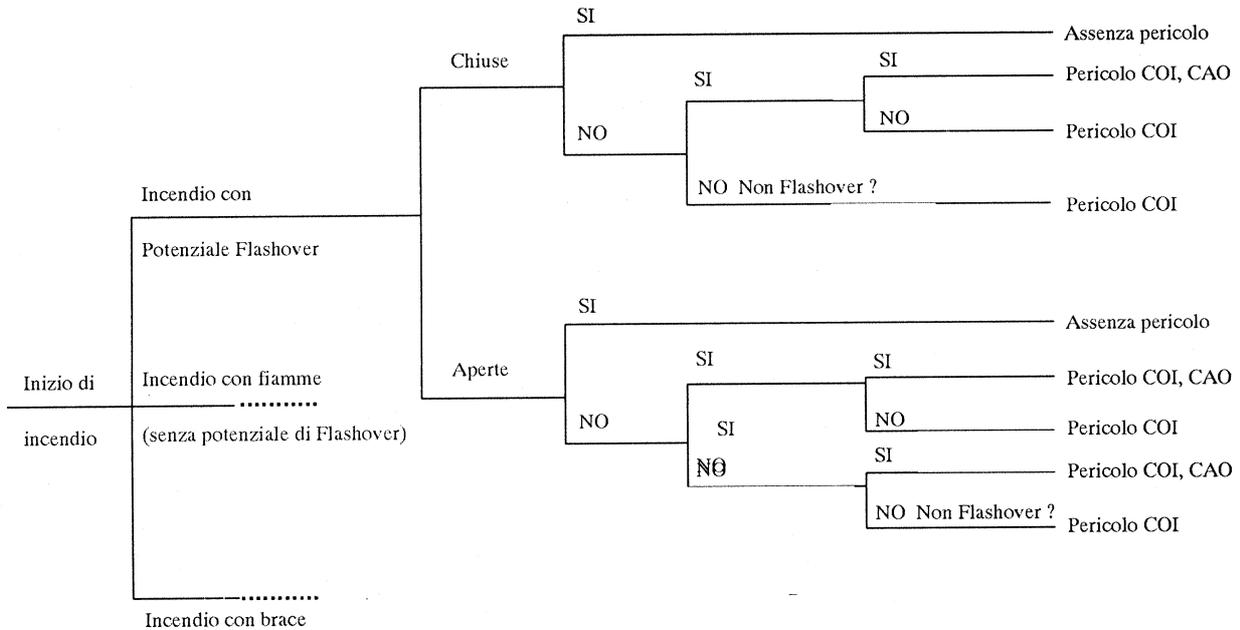
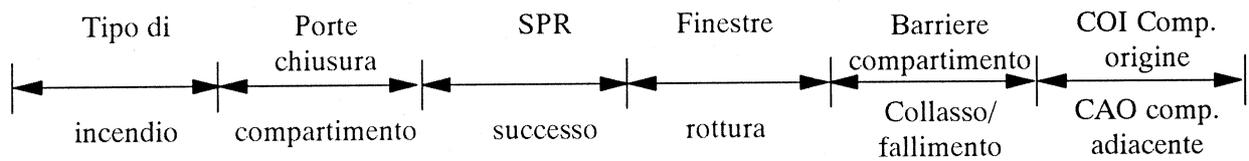
Se disegniamo una possibile linea di uno scenario di incendio con flash-over nell'area di origine vediamo che, assegnando i vari tempi calcolati per l'accadimento di eventi critici, otteniamo uno scenario con la quantificazione dei tempi



A = inizio e sviluppo dell'incendio
 B = rilevazione e spegnimento
 E = evacuazione dei residenti
 F = intervento dei Vigili del Fuoco

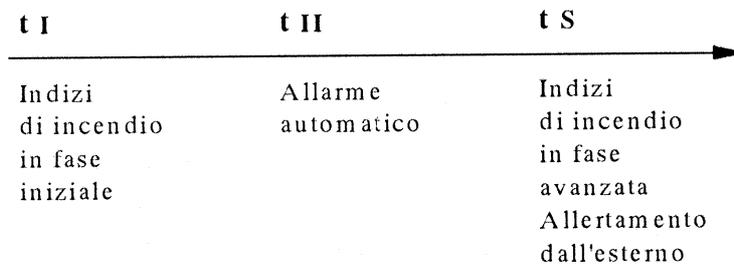
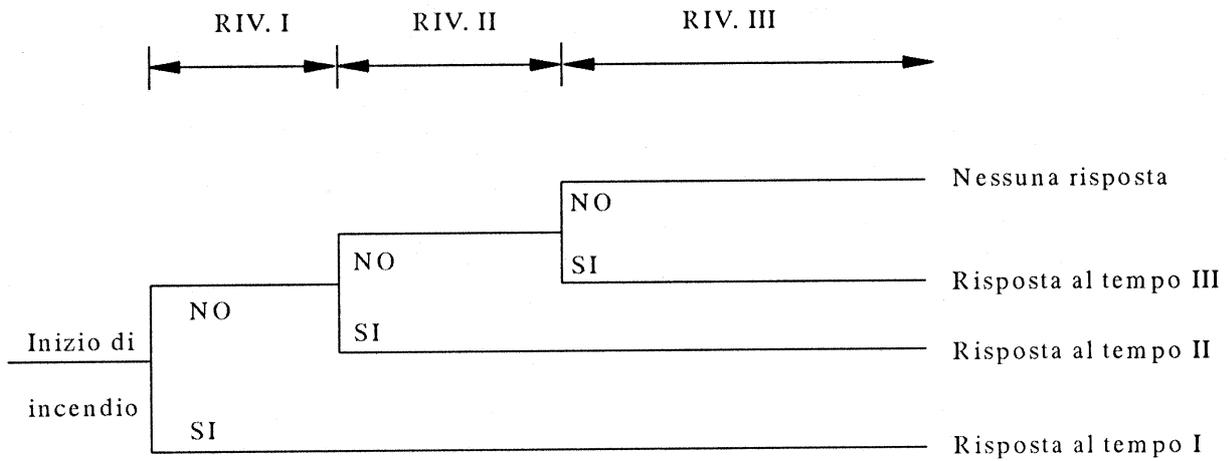
Sviluppo di Scenari

Qui di seguito viene tracciato lo sviluppo di due scenari di incendio:



Vediamo ora uno scenario relativo ai residenti ed alla loro percezione dell'incendio:

- Rivelazione I: Capacità di rilevare la presenza dell'incendio in fase iniziale attraverso le sue manifestazioni sensorie, vista, olfatto ecc.
- Rivelazione II: Reazione ed allarme antincendio automatico
- Rivelazione III: Capacità di rilevare l'incendio sensorialmente in uno stato avanzato o mediante allarme di altre persone.



Questi scenari di risposta andranno poi combinati separatamente con ciascuno degli scenari precedenti per ottenere uno scenario combinato di risposte all'incendio.

Quantificazione degli scenari

La probabilità di accadimento di ogni scenario è il prodotto della probabilità di accadimento di ciascuno degli eventi associati al relativo sottosistema considerato.

$$PA [\text{Scenario}] = PA [SS_1] \times PA [SS_2] \times \dots$$

Tempo di evacuazione

Iniziamo dalla definizione del tempo necessario per evacuare un fabbricato e raggiungere un luogo sicuro.

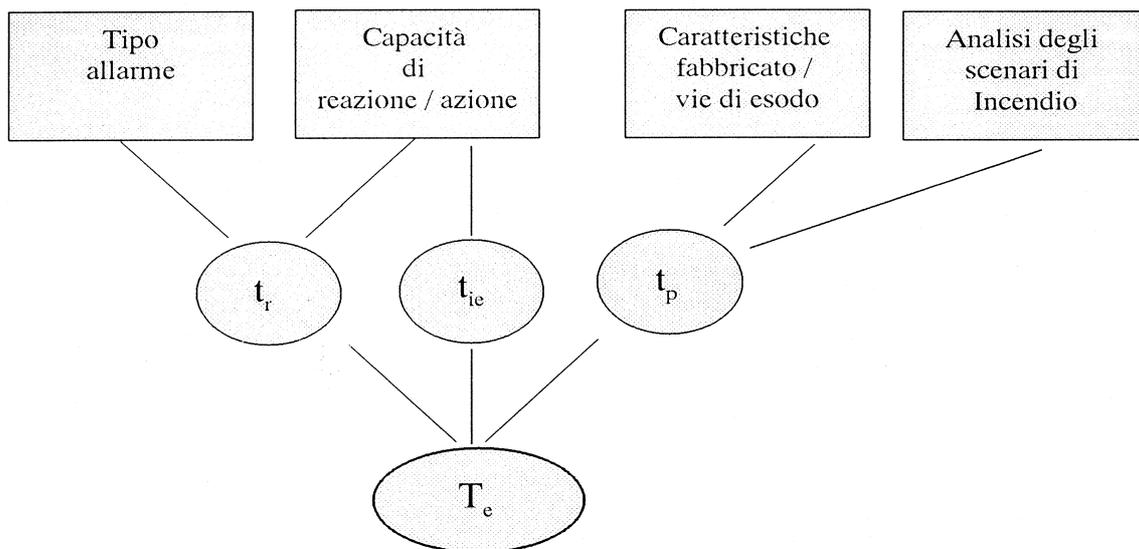
Tale tempo $T_e = t_r + t_{ie} + t_p$

dove t_r = tempo di reazione
 t_{ie} = tempo di inizio evacuazione
 t_p = tempo di percorrenza

E' possibile scomporre ulteriormente i vari tempi e questo può essere utile per un approfondimento dell'analisi, ad esempio t_p , il tempo di percorrenza, può essere scomposto nel tempo necessario per abbandonare la zona di immediato pericolo e nel tempo necessario a percorrere la via di esodo.

Il tempo di reazione t_r è funzione di due parametri: la forma e tipo di allarme e la capacità degli occupanti di reagire all'allarme ed iniziare l'evacuazione. A sua volta il tempo di inizio evacuazione dipende dalla capacità di reazione all'allarme e di inizio dell'evacuazione da parte degli "occupanti"; infine il tempo t_p dipende dalle caratteristiche del fabbricato e delle vie di esodo e dalla capacità di movimento degli "occupanti".

Perché l'evacuazione del fabbricato avvenga con successo è necessario confrontare il



tempo necessario per l'evacuazione T_e con il tempo disponibile T_d e verificare che $T_d > T_e$

Il tempo disponibile T_d è definito come il tempo che intercorre tra l'allarme ed il raggiungimento di condizioni insostenibili.

La definizione di T_d dipende da numerosi parametri quali:

- Attività e contenuto del fabbricato
- Scenari ed ipotesi di incendio
- Caratteristiche costruttive e lay-out
- Protezioni passive
- Protezioni attive
- Caratteristiche fisiche degli "occupanti"

ed infine al valore relativo che viene attribuito a ciascuno di essi.

A titolo di esempio indichiamo un metodo per identificare il tempo di risposta all'allarme T_r :

$$T_r = t_a + t_r \cdot C_r$$

dove t_a è il tempo perché si verifichi l'allarme in funzione del tipo di rivelazione e di attuazione, t_r il tempo di reazione base e C_r la capacità di reazione.

Il tempo necessario perché giunga l'allarme t_a può variare da pochi secondi ad alcuni minuti (5/7) a secondo che la rivelazione sia affidata ad impianti di rivelazione di fumo giudicati idonei o ad altri metodi quali ad esempio impianti sprinkler. Il caso limite potrebbe essere rappresentato dall'allarme che giunge agli "occupanti" del fabbricato direttamente dalle manifestazioni sensibili dell'incendio, fumo, calore, fiamma.

In questa esposizione non ci addentreremo nei criteri per valutare l'affidabilità del complesso rivelazione/attuazione, ma ci limiteremo a considerare la probabilità che funzioni il sistema d'allarme e la risposta associata.

La probabilità complessiva di risposta all'allarme è il prodotto fra la probabilità che l'allarme abbia luogo e la probabilità che vi sia una risposta efficace all'allarme.

La tabella qui di seguito riportata fornisce indicazioni per la valutazione di tali valori come anche il tempo base di reazione.

	Tipo Allarme	Probabilità Allarme	Probabilità di Risposta	Tempo base di reazione (in minuti)		
				Pers. Addestrato	Cond. medie	Non addestrato
1.	Campana	0.95	0.6	<4	7	>10
2.	Sirena + indicatore	0.90	0.7	<3	5	>7
3.	2+messaggio preregistrato o simile	0.80	0.9	<2	3.5	>5
4.	2+comunicazione da centro sorveglianza + CCTV	0.70	0.95	<1	2	>3

La capacità di reazione C_r può venire valutata in funzione di quattro "condizioni" con valori da 1 a 5 in senso crescente di reattività:

- stato fisico (dormiente = 1 , sveglio = 5)
- posizione (sdraiata = 1, in movimento = 5)
- familiarità col fabbricato (visitatore occasionale = 1, personale fisso = 5)
- mobilità (impedita = 1 , alta mobilità = 5)

$C_r = 7 - [(\text{somma di due condizioni principali}) \times 2 + (\text{somma di due condizioni secondarie}) \times 0.4]$

4

A titolo di esempio, se consideriamo il caso di persone in condizioni medie di addestramento, in stato di veglia, con ottima mobilità, già in movimento, in ottima condizione fisica, allertate da sirene e da indicazione visiva, l'utilizzo della tabella e della formula precedente dà:

$t_r \cdot C_r = 5$ minuti

E' estremamente poco probabile che in un futuro prossimo norme di tipo Prestazionale prendano il posto delle norme Prescrittive nel nostro Paese, anche perché queste ultime possiedono degli indubbi lati positivi in termini di facilità di applicazione ed uniformità. E' d'altra parte opportuno ed auspicabile che accanto alle norme Prescrittive si sviluppino, per i casi più complessi e per i casi in cui è necessario ricorrere all'istituto della "Deroga" o ancora per attività non normate, dei criteri prestazionali che, basandosi su principi scientifici e su tecnologia riconosciuta limitino le soluzioni di tipo empirico/amministrativo a favore di soluzioni ingegneristiche.

E' inoltre prevedibile che in tempi prossimi le norme Prescrittive vengano integrate con metodi Prestazionali che indichino ad esempio gli scenari di incendio ammissibili, le tecnologie ed i modelli di calcolo accettati nonché le metodologie di valutazione dei risultati.