

# **FIRE SAFETY ENGINEERING**

## **Normativa e procedure**

**Trapani, 17 Aprile 2021**

**Ing. Salvatore Tafaro**  
**Comandante Provinciale di Trapani**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**



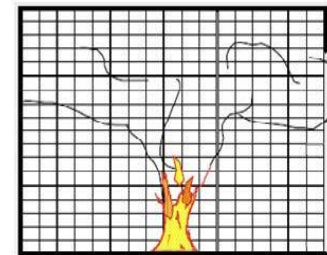
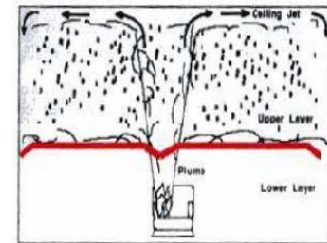
# Contenuti

- **Normativa in vigore - DM 9.5.2007**
- **Normativa in vigore - DM 3.8.2015**
- **Analisi qualitativa**
- **Analisi quantitativa**
- **Scenari di incendio**



# Argomenti

- ✓ **Origini** e **caratteristiche** dell'Ingegneria della sicurezza antincendio.
- ✓ **Differenze** tra approccio prestazionale e approccio prescrittivo.
- ✓ **Applicazione** dell'approccio prestazionale in **Italia**.
- ✓ L'ingegneria della sicurezza antincendio nel **codice di prevenzione incendi**.



# PREMESSE

L'**ingegneria della sicurezza antincendio** è una disciplina complessa, che affronta con metodi scientifici il problema della scelta delle misure di sicurezza più adeguate e finalizzate alla protezione delle persone, dei beni e dell'ambiente dagli effetti dell'incendio.



L'Approccio prestazionale **non si occupa di verificare il rispetto di una norma.**

I **codici prescrittivi** sono in genere **più semplici** per progettisti e verificatori, ma possono avere **notevoli vincoli e limitazioni.**



Per contro, i **modelli prestazionali** presuppongono il possesso di **maggiori competenze** da parte di **progettisti** e **verificatori.**

L'**analisi è più mirata**, consente di ottenere **risultati più aderenti alla realtà** e di commisurare le misure di protezione antincendio alle **reali necessità.**



# DEFINIZIONE

È stata definita con il documento **ISO TR 13387 (Fire Safety Engineering)**.

In Italia: **P.to G.1.21** del Codice – **Art. 1 lett. d** del D.M. 7 agosto 2012

**Ingegneria della sicurezza antincendio** (*Metodo prestazionale; Fire safety engineering – FSE*)

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



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani

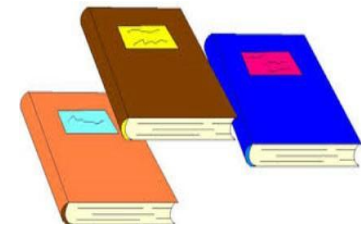


# CONFRONTO

## APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI

L'Approccio prestazionale **non si occupa di verificare il rispetto di una norma** o di una probabilità di accadimento.

Si **definisce** lo **scopo** del progetto e l'**obiettivo** da conseguire e **si effettua la verifica** sulla rispondenza dei requisiti stabiliti.



**Valutazione quantitativa** del livello di sicurezza antincendio:

Gli effetti dell'incendio sono quantificati e il livello di sicurezza antincendio valutato rispetto a **soglie prestazionali** prestabilite (*temperatura, visibilità, altezza dello strato libero da fumo ...*).



# CONFRONTO

## APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI

I **codici prescrittivi** sono in genere **più semplici da utilizzare** sia per i progettisti, sia per verificatori (*organi di controllo*).



In tal caso le **norme impongono il rispetto di requisiti minimi** di sicurezza attraverso l'adozione di misure prescrittive.

Possono avere però, soprattutto per opere complesse, innovative, edifici storici, ecc. **notevoli vincoli e limitazioni**.

Per contro, i **modelli prestazionali** presuppongono il possesso di **maggiori competenze** da parte dei **progettisti** e dei **verificatori**.



# CONFRONTO

## APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI

La **F.S.E.** consente di progettare **superando i tradizionali metodi prescrittivi** previsti dalle regole tecniche di prevenzione incendi.

F.S.E.

L'**analisi è più mirata**, consente di ottenere **risultati più aderenti alla realtà** e di commisurare le misure di protezione antincendio alle **reali necessità**.

In tal modo sono possibili **risparmi sui costi degli interventi** di prevenzione incendi, con la possibilità di valutare l'effetto sulla sicurezza complessiva delle singole misure previste.



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani





# APPROCCIO PRESCRITTIVO

La **valutazione del rischio** è effettuata dal **legislatore**.

**Approccio rigido** per situazioni complesse (*edifici complessi, innovativi, storici, ...*),  
ove spesso non è possibile rispettare prescrizioni.

**Non consente** una **valutazione quantitativa** della sicurezza.

# APPROCCIO PRESTAZIONALE

**Consente** una **valutazione quantitativa** del livello di sicurezza antincendio rispetto a prestabilite soglie prestazionali e con riferimento a ipotizzati scenari d'incendio ritenuti credibili.

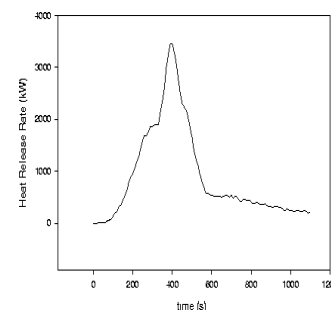
L'**effetto** di ogni misura può essere **quantificato e valutato** con modelli di calcolo.



# Studi scientifici

Negli ultimi tempi si sono molto **sviluppati studi scientifici sul comportamento del fuoco** e delle **persone** coinvolte.

Ciò presuppone di trattare l'incendio **non solo in modo empirico**, ma anche in **modo predittivo**.



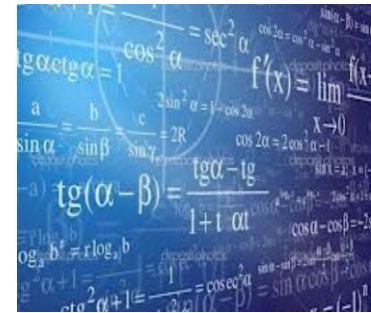
Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Modelli matematici

Con l'approccio prestazionale si individuano soluzioni utilizzando **modelli matematici** per prevedere gli effetti di un determinato evento.

In tali studi sono coinvolte **varie discipline** diverse fra loro, non solamente di tipo **scientifico** come *matematica, fisica, chimica, informatica, architettura, ingegneria ...* ma anche **umanistico** come *psicologia, comportamento umano ...* **medico** come *fisiologia ...* e **finanziario** come *economia, statistica, sistemi di gestione, ecc.*



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Codici di calcolo

L'aspetto scientifico dell'**approccio prestazionale** è legato al fatto che sono svolte **simulazioni dell'incendio con codici di calcolo**.

I risultati delle simulazioni consentono di valutare, ad esempio, l'esodo **delle persone** o **quanto tempo possono resistere le strutture**.

Nell'**approccio tradizionale** tali calcoli sono sostituiti da **valutazioni convenzionali**, che si **adattano** genericamente a varie tipologie di attività senza particolari distinzioni.



## Insedimenti di tipo complesso o di particolare rilevanza architettonica

L'approccio prestazionale, più sofisticato e raffinato e quindi più complesso e costoso può essere proficuamente utilizzato in **insediamenti di tipo complesso** o a **tecnologia avanzata** e in edifici di **particolare rilevanza architettonica** e/o costruttiva.



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Applicazione della metodologia in Italia

In Italia la metodologia prestazionale è stata introdotta con il D.M. 9 Maggio 2007 *“Direttive per l’attuazione dell’approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio”*, in vigore dal 20/8/2007.

Successivamente è stata inserita nella Sezione M del c.d. *“Codice di prevenzione incendi”* di cui al D.M. 3 Agosto 2015, in vigore dal 18/11/2015.



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Riferimenti normativi

- **DM 9/5/2007: Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio.**
- **Let. circ. prot. n. 4921 del 17/7/2007: Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico ... - Primi indirizzi applicativi.**
- **Let. Circ. prot. n. DCPST/427 del 31/3/2008: Approccio ingegneristico ... - Trasmissione linee guida per l'approvazione dei progetti e della scheda rilevamento dati ...**
- **DM 3/8/2015 (Codice di prevenzione incendi): Norme tecniche di prevenzione incendi... Sezione M – Metodi (M1: Metodologia; M2: Scenari di incendio; M3: Salvaguardia della vita).**



# L'approccio ingegneristico e il regolamento di prevenzione incendi

Procedimenti del **DPR 1 agosto 2011, n. 151** e del **D.M. 7 agosto 2012**

✓ **Valutazione del progetto**

*(art. 3 DPR 151/2011 - art. 3 DM 7/8/2012)*



✓ **SCIA**

*(art. 4 DPR 151/2011 - art. 4 DM 7/8/2012)*

✓ **Deroga**

*(art. 7 DPR 151/2011 - art. 6 DM 7/8/2012)*



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani





# **Il D.M. 9/5/07**

## **L'approccio ingegneristico alla Sicurezza Antincendio**

### **Struttura del decreto**

**Il decreto è costituito da:**

- **otto articoli che stabiliscono le procedure per adottare l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio;**
- **un allegato tecnico suddiviso in cinque punti che indicano il processo di valutazione e progettazione nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio (fire safety engineering);**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**



**Il D.M. 9/5/07**  
**L'approccio ingegneristico alla Sicurezza**  
**Antincendio**

**Oggetto del decreto (art. 1)**

**E' uno strumento che non può essere imposto dai vigili del fuoco ma che può essere liberamente adottato dal progettista**



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



**II D.M. 9/5/07**

## **L'approccio ingegneristico alla Sicurezza Antincendio**

### **Campo di applicazione (art. 2)**

- **insediamenti di tipo complesso o a tecnologia avanzata;**
- **edifici di particolare rilevanza architettonica e/o costruttiva;**
- **edifici pregevoli per arte o storia;**
- **edifici ubicati in ambiti urbanistici di particolare specificità.**

### **Può essere applicata in alternativa alla metodologia vigente:**

- **per la individuazione delle misure da adottare ai fini del rilascio del C.P.I. nel caso di attività non regolate da specifiche disposizioni;**
- **per la individuazione delle misure di sicurezza equivalenti nell'ambito del procedimento di deroga.**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**



***Il D.M. 9/5/07***  
***L'approccio ingegneristico alla Sicurezza***  
***Antincendio***

**Sistema di gestione della sicurezza antincendio**  
**(SGSA) (art. 6)**

- **L' SGSA è necessario per tenere sotto controllo tutti i parametri che hanno determinato la scelta degli scenari di incendio in base ai quali sono state individuate le specifiche misure di protezione.**
- **L' SGSA deve essere verificato dai VV.F. in concomitanza con la visita sopralluogo finalizzata al rilascio del C.P.I.**



## **II D.M. 9/5/07**

# **L'approccio ingegneristico alla Sicurezza Antincendio**

### **Osservatorio per l'approccio ingegneristico (art. 7)**

Presso il Dipartimento è istituito l'Osservatorio per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio per favorire la massima integrazione tra tutti i soggetti chiamati all'attuazione delle disposizioni inerenti il FSE

### **L'Osservatorio:**

- espleta attività di monitoraggio;
- adotta misure tese ad uniformare le modalità attuative del FSE;
- fornisce supporto e indirizzi agli organi territoriali del CNVVF.



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Allegato Tecnico

## Processo di valutazione e progettazione nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

- **Analisi preliminare (I fase)**
- **Analisi quantitativa (II fase)**
- **SGSA**



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# **Allegato al DM 9 Maggio 2007**

## **PROCESSO DI VALUTAZIONE E PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**



# Definizioni

<b>CURVA DI RILASCIO TERMICO (Heat Release Rate) – HRR</b>	energia termica emessa da un focolare o da un incendio per unità di tempo.
<b>INCENDIO DI PROGETTO</b>	descrizione quantitativa di un focolare previsto all'interno di uno scenario di incendio.
<b>LIVELLI DI PRESTAZIONE</b>	criteri di tipo quantitativo e qualitativo rispetto ai quali si può svolgere una valutazione di sicurezza.
<b>PROCESSO PRESTAZIONALI</b>	processo finalizzato a raggiungere obiettivi e livelli di prestazione specifici.
<b>SCENARIO DI INCENDIO</b>	descrizione qualitativa dell'evoluzione di un incendio (innesco, crescita, incendio pienamente sviluppato, decadimento) e dei fattori che lo influenzano (ambiente circostante, impianti di protezione attiva..).
<b>SCENARIO DI INCENDIO DI PROGETTO</b>	specifico scenario di incendio per il quale viene svolta l'analisi.





# Generalità ( Iter progettuale)

<b>PRIMA FASE</b> (Analisi preliminare)	<p>In questa fase devono essere formalizzati i passaggi che individuano le condizioni rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta in relazione agli obiettivi.</p> <p>Redazione di un <b>SOMMARIO TECNICO</b> in cui sono riportati gli scenari più caratteristici e rappresentativi del rischio e quali sono i livelli di prestazione a cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire a firma</p> <p>- PROGETTISTA      - TITOLARE DELL'ATTIVITA'</p>
<b>SECONDA FASE</b> (Analisi quantitativa)	<p>Definiti gli scenari nella seconda fase dell'iter progettuale si passa al calcolo ed all'analisi quantitativa che permettono di definire il progetto da presentare per la definitiva approvazione.</p>
<b>SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO</b>	<p>A completamento del progetto si predispone lo strumento che permetterà di mantenere efficienti le misure di sicurezza adottate (SGSA)</p>



# Analisi preliminare (Prima Fase)

<b>3.1 DEFINIZIONE DEL PROGETTO</b>	Nel definire il progetto è necessari documentare: <b>VINCOLI PROGETTUALI</b> <b>INDIVIDUAZIONE PERICOLI DI INCENDIO</b> <b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b> <b>ANALISI CARATTERISTICHE OCCUPANTI</b>
<b>3.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI OBIETTIVI DI SICUREZZA</b>	Bisogna definire i capisaldi della sicurezza e cioè gli obiettivi di sicurezza antincendio in conformità alle normative vigenti in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame compreso il soccorso.
<b>3.3 INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE</b>	In relazione agli obiettivi definiti è necessario stabilire quali sono i parametri che permettono il soddisfacimento degli stessi. Quindi bisogna definire quali sono i valori numerici di riferimento che possono essere desunti dalla normativa ISO/TR 13387, BS 7974..
<b>3.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO</b>	E' necessario schematizzare gli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione alle caratteristiche del focolaio, dell'edificio e degli occupanti.  E' necessario procedere ad una attenta valutazione dei rischi di incendio con particolare attenzione a: combustibile, tasso di crescita del fuoco, RHR, sviluppo dei prodotti della combustione, caratteristiche del locale, condizioni delle persone presenti.



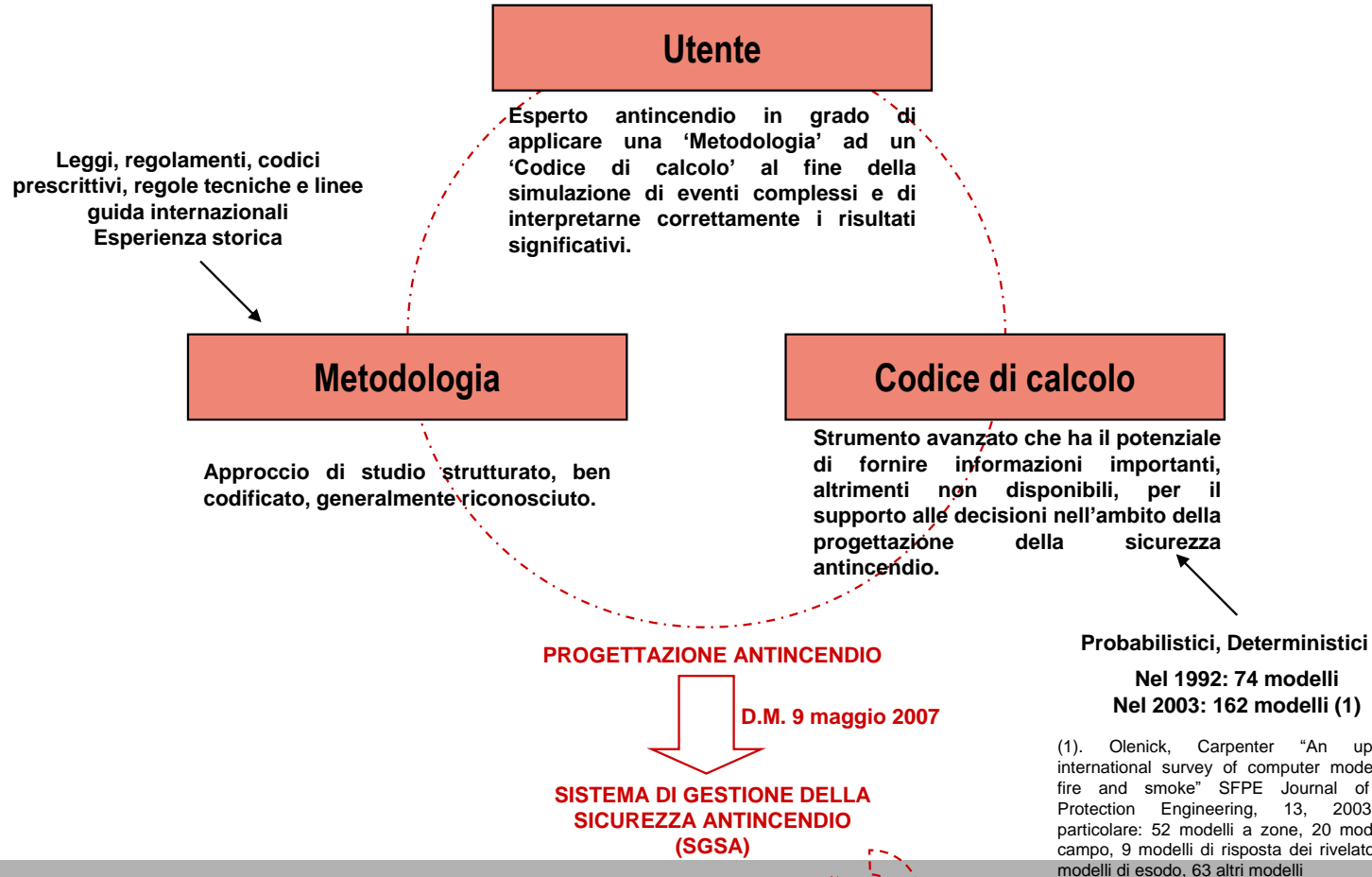
# Analisi quantitativa (Seconda Fase)

<b>4.1 SCELTA DEI MODELLI</b>	La scelta del modello costituisce l'inizio della progettazione.
<b>4.2 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI</b>	La modellazione deve fornire tutti i parametri numerici che servono a descrivere l'evoluzione dell'incendio <u>Parametri</u> – Direttiva 89/106/CEE – Sicurezza in caso di Incendio <u>Caratteristiche strutturali</u> – DM 9 marzo 2007
<b>4.3 INDIVIDUAZIONE DEL PROGETTO FINALE</b>	Alla fine della valutazione quantitativa sarà possibile predisporre il progetto da presentare al Comando VVF
<b>4.4 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO</b>	Ad integrazione della documentazione prevista dal DM 7 agosto 2012 si dovrà presentare: -Sommaio Tecnico; -Disegni e schemi grafici che presentino in modo inequivocabile i parametri calcolati ed i risultati evidenziando – Modelli utilizzati, parametri e valori associati, origine e caratteristiche dei codici di calcolo, confronto dei risultati con i livelli di prestazione;



# TRIANGOLO DELLA PROGETTAZIONE ANTINCENDIO

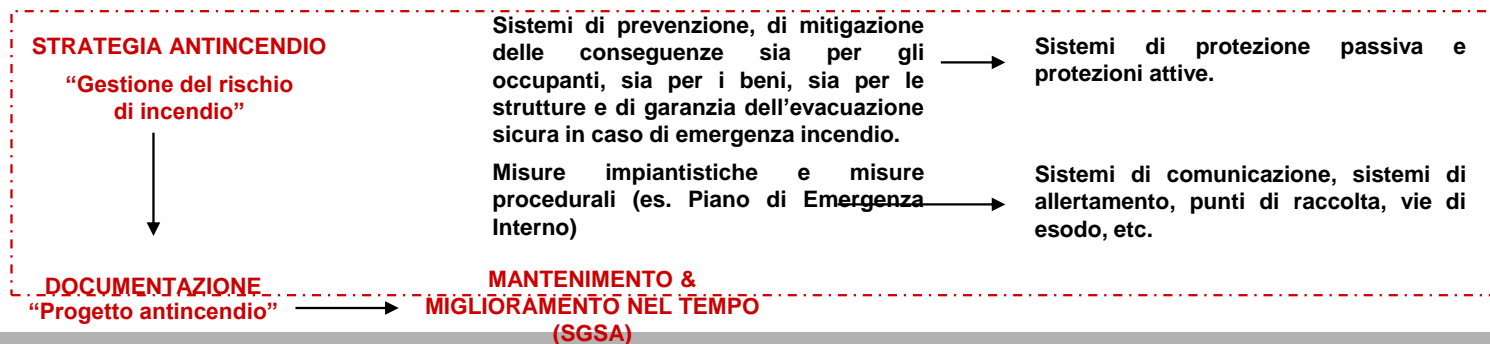
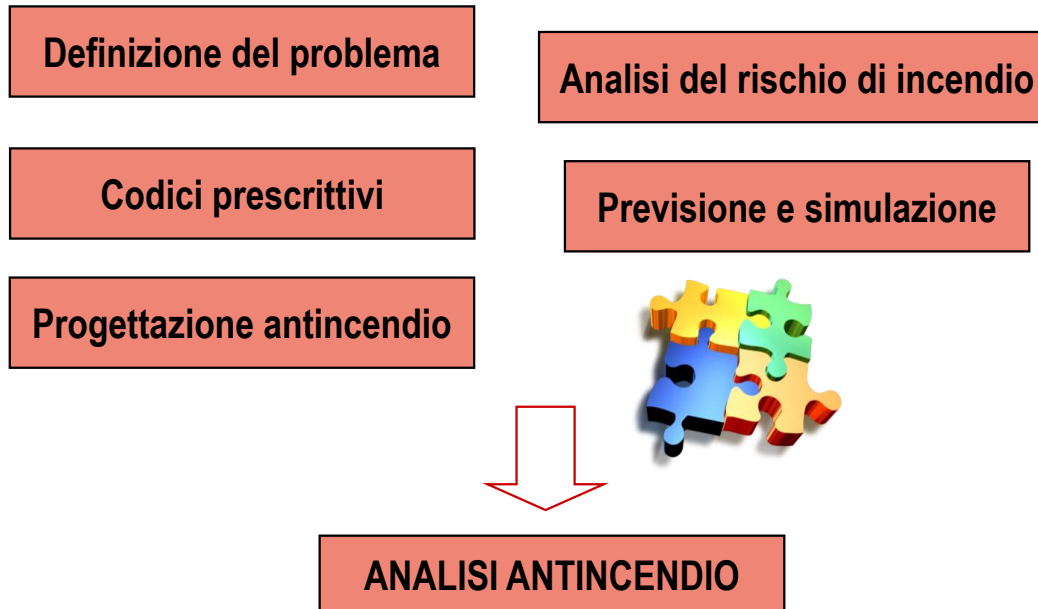
A. N. Beard. "Short communication on Requirements for an acceptable model use"  
Fire Safety Journal



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# L'INCENDIO



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# PERDONO VALIDITA' I CODICI PRESCRITTIVI?

no

Norme, regole tecniche, standard nazionali ed internazionali, etc.

essi rappresentano la miglior scelta nella maggior parte dei casi

**tuttavia**

in alcune situazioni specifiche le metodologie orientate alla garanzia della prestazione antincendio consentono un approfondimento dell'analisi del rischio di incendio ed una previsione utile ad evidenziare il grado di sicurezza dell'edificio anche in relazione a possibili alternative di protezione, costituendo un valido strumento di supporto al progettista.

SITUAZIONI SPECIFICHE



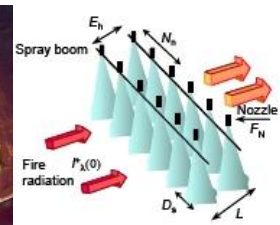
Edifici storici



Layout particolare o complesso



Problematiche particolari

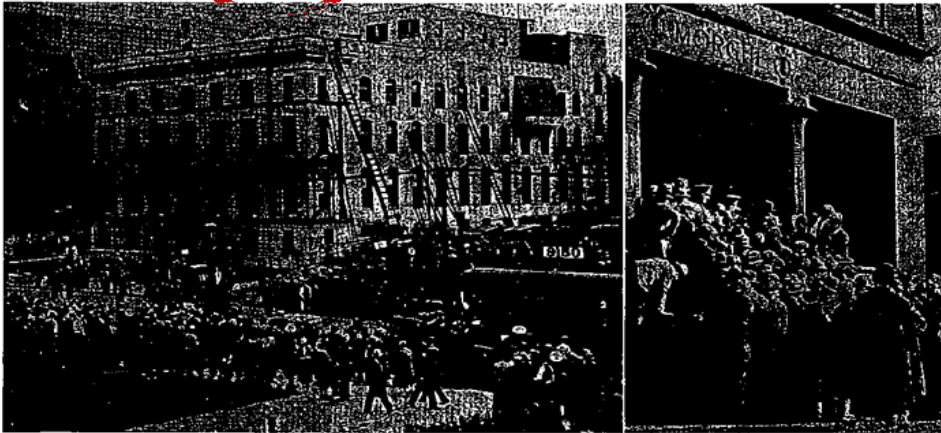


Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# ESEMPIO: CASE DI CURA ED OSPEDALI

## The Cleveland Clinic Fire May 15, 1929 122 Dead in Nitrocellulose X-Ray Film Fire



International.

Scene of the disaster.

International.

The tragic aftermath.

One hundred and twenty-two people died as a result of a fire originating in nitrocellulose X-ray films in one of the buildings of the Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio, on May 15, 1929. The films were stored in the basement. When fire

being stored in a vault, protected by automatic sprinklers and provided with a vent to carry off fumes in case of fire, the film in the Cleveland Clinic was stored in an old coal bin, exposed to several potential sources of ignition, without automatic sprinkler protection.

authorities appreciated the hazard. The city manager's official investigation has not yet been completed and the coroner's inquest has been held in part behind closed doors. These investigations may perhaps establish responsibility.

→ OGGI ?



Ministero dell'Interno  
 Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
 Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



## ESEMPIO: CASE DI CURA ED OSPEDALI

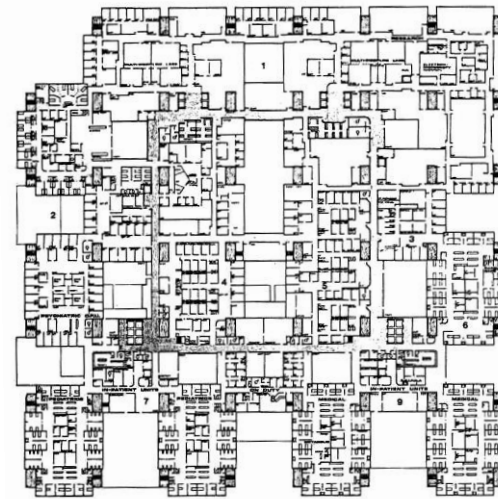
Ospedali, case di cura e strutture simili, come cliniche, ospedali universitari, laboratori diagnostici ed ospizi, devono essere necessariamente considerate strutture critiche dal punto di vista della sicurezza antincendio. Le norme e le regole tecniche antincendio costituiscono in questo caso il punto di partenza (requisito minimo) per la progettazione della strategia antincendio. Alcune problematiche rendono auspicabile l'approfondimento dell'analisi anche al fine della determinazione delle migliori misure da mettere in atto e mantenere nel tempo (SGSA).

Questo appare chiaro considerando diversi aspetti:

Dimensioni significative e layout particolarmente complesso

in Italia e nel resto d'Europa queste attività sono spesso condotte in edifici storici che, durante gli anni sono stati interessati da integrazioni, modifiche, ampliamenti, etc.

negli anni diversi nuovi edifici sono stati aggiunti e connessi con il corpo principale e tutti gli spazi utili sono stati impiegati ed espansi



→ ...spesso risultando in un layout estremamente complesso senza una precisa organicità



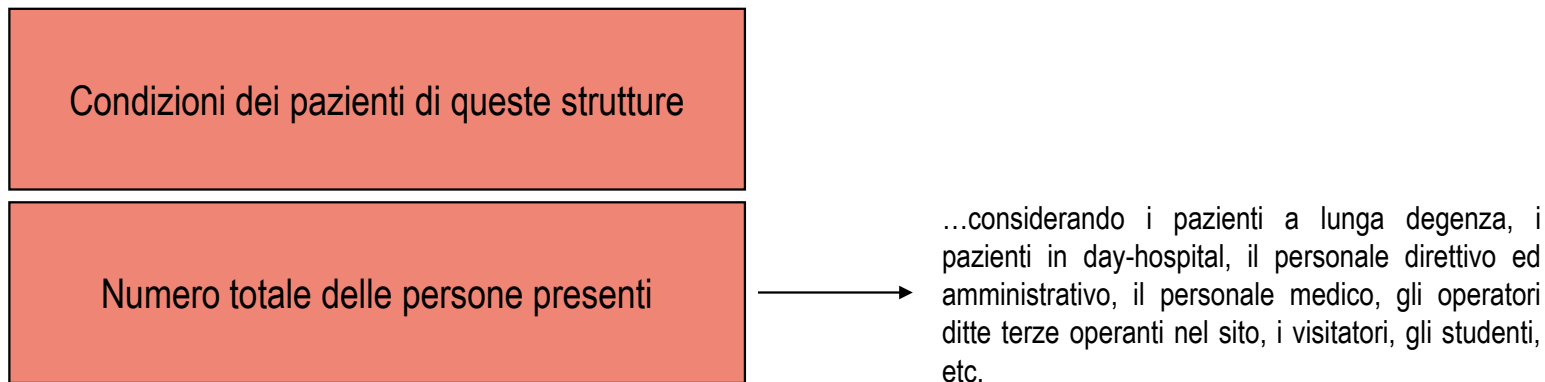
Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



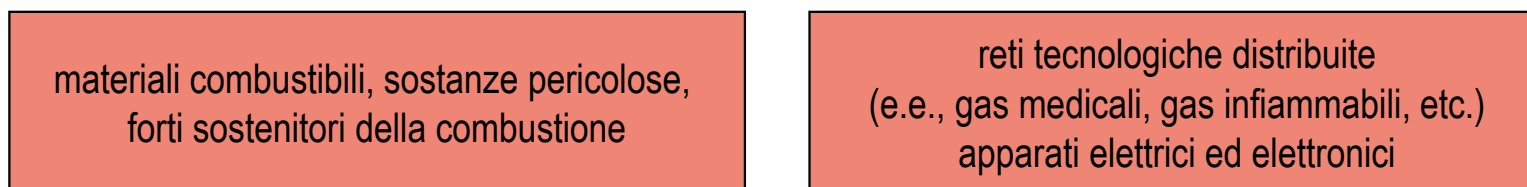


## NUMERO E TIPOLOGIA DEGLI OCCUPANTI

Gli occupanti rappresentano un fattore importantissimo da tenere in considerazione per una serie di ragioni:



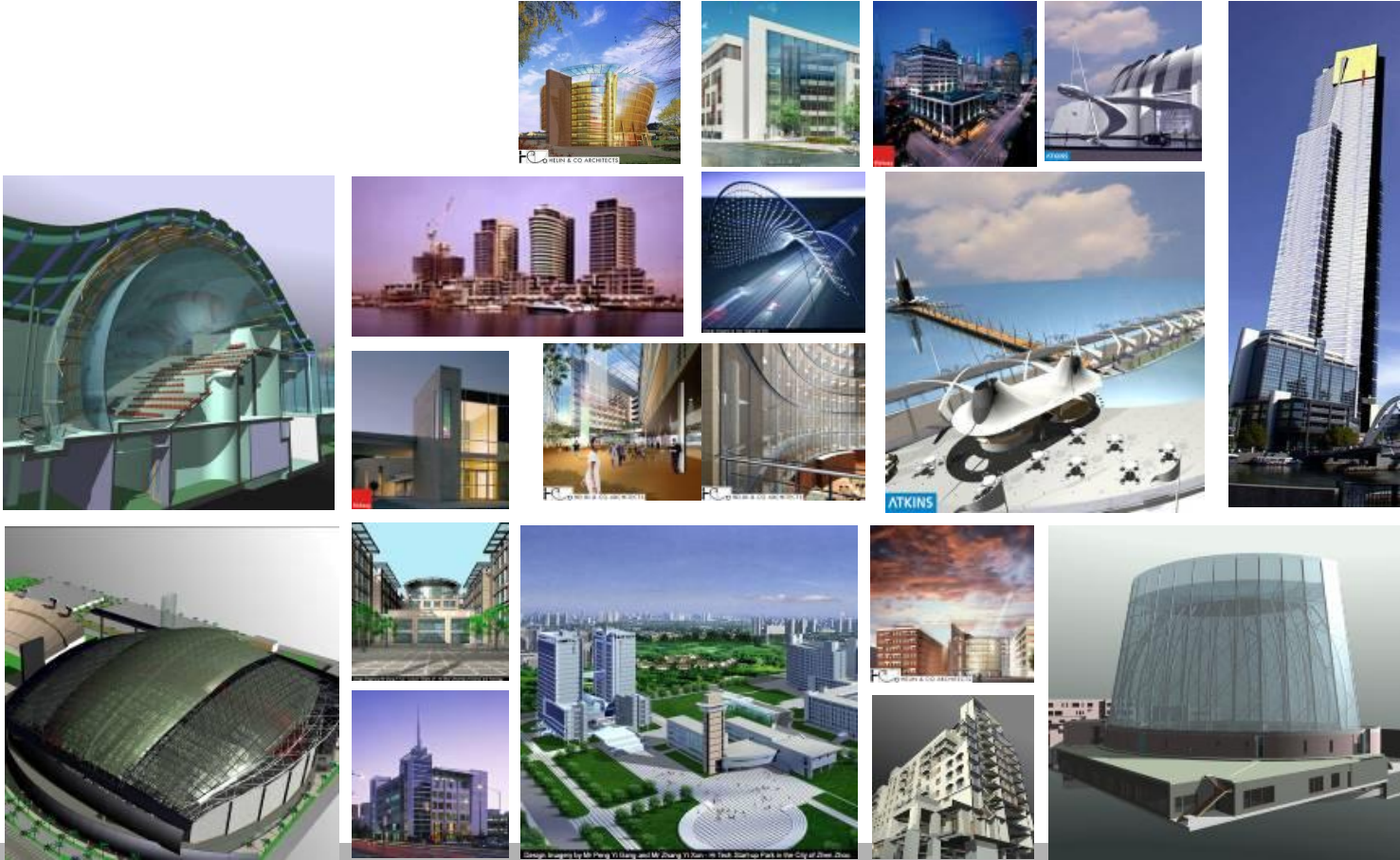
La sicurezza antincendio in queste strutture risulta essere inoltre influenzata da molti altri fattori, tra cui, la presenza di:



Per tutta una serie di motivi dunque, questo tipo di strutture, come altresì altre strutture caratterizzate da una forte eterogeneità di pubblico (es. centri commerciali, parchi divertimenti, cinema multisala e auditorium), presentano una altissima vulnerabilità intrinseca all'incendio. L'approccio prestazionale può garantire un approfondimento, oltre l'applicazione dei codici prescrittivi, per investigare meglio problematiche connesse con situazioni architettoniche e di impiego del manufatto edilizio estremamente particolari.



**MEDESIMA SITUAZIONE RELATIVAMENTE EDIFICI PREGEVOLI PER ARTE E STORIA, CENTRI COMMERCIALI, AUDITORIUM, TUNNEL, EDIFICI COMPLESSI DAL PUNTO DI VISTA ARCHITETTONICO, ETC.**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**



## FSE: Approccio al problema (prescrittivo, prestazionale)

L'esperienza storica di incidenti in Italia (Cinema Statuto di Torino, Fiera di Todi, Reggia Palace Hotel - Napoli, Teatro "La Fenice" di Venezia, ecc.) ed all'estero (Albergo MGM - Grand. USA, Happy-land Social Clubs - USA e molti altri) ha messo in evidenza come, indipendentemente dal rispetto delle normative specifiche, il progettista deve farsi carico di avere una visione globale del problema e valutare se, e quando, può essere opportuno, o necessario, adottare misure alternative o integrative di quelle previste dalle varie normative e dai codici prescrittivi.

Le norme prescrittive rappresentano, un requisito necessario, ma non sempre sufficiente, al fine della garanzia del raggiungimento di un adeguato livello di sicurezza.

Negli ultimi anni, parallelamente sono stati sviluppati e perfezionati metodi e modelli che consentono di rappresentare il fenomeno dell'incendio e che possono essere utilizzati sia per la ricostruzione di incendi reali.

Si può quindi risalire alle cause dell'innescò e alle modalità di sviluppo dello stesso, sia per approcci progettuali che mirano a giustificare e/o validare un determinato sistema di protezione.

PERFORMANCE

Allo stesso tempo si deve tenere conto che spesso l'esistente presenta delle peculiarità, in alcuni casi talmente specifiche, tali da richiedere un **approccio specifico**. In Italia il D.M. 9 maggio 2007 introduce la problematica e fornisce alcune linee guida, che il **professionista esperto** può adottare al fine di migliorare la propria strategia antincendio, risolvere problematiche specifiche, verificare l'equivalenza tra misure di protezione (attive e passive), anche attraverso un migliore uso della simulazione quale strumento maggiormente approfondito di indagine del fenomeno incendio..



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



## FSE: Analisi del rischio di incendio e successiva simulazione

La valutazione del rischio di incendio deve essere codificata in modo tale da divenire il principale strumento per la determinazione degli scenari di riferimento da impiegarsi nella successiva fase di simulazione (detta anche di approfondimento analitico).

La verifica in relazione agli scenari d'incendio attesi (**credibili**), mediante adeguati modelli che simulano sia l'**evolversi** dello **scenario** sia le modalità di **evacuazione** di tutte le persone, consente di avere una visione molto più aderente alla realtà attesa sull'effettivo livello di sicurezza che la soluzione di protezione garantisce.

Si supponga ad esempio di condurre una simulazione ai fini della verifica della prestazione in caso di emergenza per incendio di una struttura ricettiva per l'intrattenimento. Per valutare il rischio che corrono gli occupanti dell'attrazione in cui scoppia un incendio, si calcola il tempo impiegato dalle persone nell'evacuazione considerando l'impatto dell'incendio con l'edificio e le persone.

Lungo le vie d'uscita le persone vengono a contatto con le conseguenze dell'incendio che possono ostacolare o addirittura precludere la salvezza. il modello di calcolo (correlazioni numeriche, modelli di campo, modelli a zone) simula le condizioni che si vengono a creare in ogni zona in funzione del tempo e stima l'intervallo di tempo in cui si raggiungono condizioni critiche per l'uomo (**livelli di prestazione**).

I codici prescrittivi stessi, l'adozione di strumenti simulativi, prove in campo ed esperienza storica, nell'ambito di un approccio a garanzia della performance possono essere migliorati essi stessi: es. gli incendi nei tunnel.



## FSE: livelli di prestazione

Nell'ambito dello sviluppo di un progetto antincendio con le regole della Fire Safety Engineering è necessario definire i livelli di prestazione che si intendono garantire (as minimum requirement) quantificandoli (anche sulla base della letteratura e delle norme di riferimento, quale, in primis la norma ISO TR 13387, prima edizione del 1999).

temperatura

irraggiamento

visibilità

specie tossiche ed  
irritanti

La temperatura massima ammissibile nell'ambito della determinazione dei requisiti di performance può variare in considerazione degli obiettivi antincendio che si sono stabiliti preliminarmente per il progetto (esodo degli occupanti, tempo di messa in sicurezza delle apparecchiature da parte di operatori predefiniti, intervento dei soccorritori, etc.).

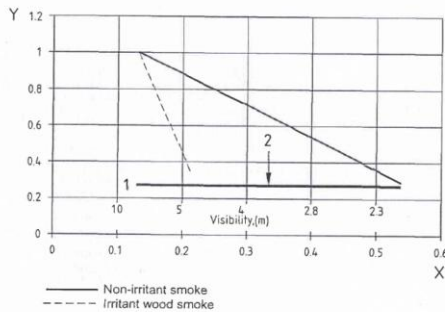
Table G.3 — Tenability limits for radiative and convective heat BS 7974

Mode of heat transfer	Intensity	Tolerance time
Radiation	$< 2.5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$	$> 5 \text{ min}$
	$2.5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$	30 s
	$10 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$	4 s
Convection	$< 60 \text{ }^\circ\text{C}$ 100 % saturated	$> 30 \text{ min}$
	$100 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}^a$	8 min
	$110 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}$	6 min
	$120 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}$	4 min
	$130 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}$	3 min
	$150 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}$	2 min
	$180 \text{ }^\circ\text{C} < 10 \text{ \% H}_2\text{O}$	1 min

<sup>a</sup> v/v

Table G.1 — Smoke tenability limits

Smoke density and irritancy $D \cdot \text{m}^{-1}$ (extinction coefficient)	Approximate visibility diffuse illumination	Reported effects
None	Unaffected	Walking speed 1.2 m/s
0.5 (1.15) non-irritant	2 m	Walking speed 0.3 m/s
0.2 (0.5) irritant	reduced	Walking speed 0.3 m/s
0.33 (0.76) mixed	3 m approx.	30 % people turn back rather than enter
Suggested tenability limits for buildings with:		
— small enclosures and travel distances;		$D \cdot \text{m}^{-1} = 0.2$ (visibility 5 m)
— large enclosures and travel distances.		$D \cdot \text{m}^{-1} = 0.08$ (visibility 10 m)



Key  
X Smoke/ $D \cdot \text{m}^{-1}$   
Y Walking speed/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$   
1 Walking speed in darkness  
2 30 % of people turn back rather than enter

Figure G.1 — Walking speeds in non-irritant and irritant smoke



# FSE: Modelli di calcolo disponibili per la fase di approfondimento

## Probabilistici

modelli di calcolo utilizzati per una valutazione qualitativa/quantitativa della fenomenologia dell'incendio, facendo riferimento anche a prove sperimentali e alla analisi di incidenti effettivamente avvenuti. I concetti di 'frequenza' di accadimento e 'probabilità di evoluzione' sia per la stima degli effetti derivanti da un incendio, sia per la stima dell'esito della evacuazione in emergenza degli occupanti del fabbricato. Tali modelli sono derivati dalla esperienza industriale, chimica di processo e nucleare.

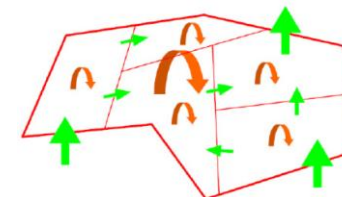
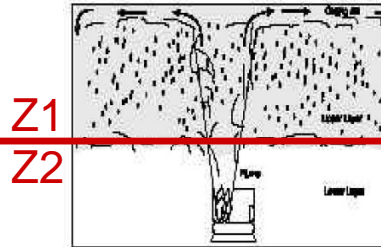
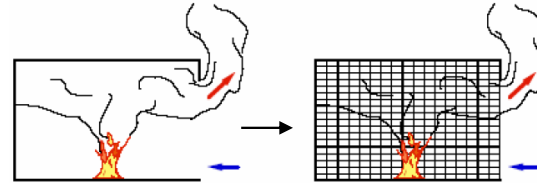
L'impiego dei codici automatici non deve e non può essere inteso come uno strumento di standardizzazione e/o di sostituzione dei criteri generali di protezione antincendio: l'impiego, come evidenziato nella ricca letteratura del settore, deve essere in accordo ad una metodologia più ampia e coerente (che parte dall'analisi dei rischi) e comunque limitato ad applicazioni specifiche per risolvere problematiche particolari aventi un certo grado di complessità e criticità. In molti casi infatti i codici di calcolo "tradizionali" e comunque già validati dalla comunità scientifica e dalle Autorità (non solo italiane) quali DNV Phast®, TNO Effects© TNO Damage©, Shell Global Solutions Fred©, etc., risultano quindi già essere uno strumento adatto e pratico (in termini di tempi, di quantità di dati di input, etc.) alla valutazione delle conseguenze derivanti dagli incendi.

## Deterministici

Questi modelli descrivono il fenomeno dell'incendio mediante espressioni matematiche basate sulla chimica, e sulla fisica.

### a ZONE

### di CAMPO (CFD)



Le equazioni di bilancio valgono per ciascun volume di controllo in cui è suddiviso il sistema da analizzare (dominio di simulazione)

Vengono caratterizzati gli occupanti (fino al dettaglio individuale se necessario), il comportamento ed i tempi di percezione del pericolo e dell'allarme. Possono ricevere dati in ingresso dai modelli di simulazione dell'incendio per la verifica degli impedimenti dovuti a mancanza di visibilità, fumo, panico per fiamme visibili, temperatura, etc.

## Simulazione dell'esodo in emergenza



## 2 - Definizione degli Obiettivi – Fase I

*Sono le finalità specificate mediante parametri quantificabili:*

•es. garantire la sicurezza dei presenti e dei soccorritori, danno accettabile all'edificio, condizioni di incendio limite ammissibile (propagazione fuoco, fumo, impatto sulla proprietà o attività..)



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# Analisi preliminare (I fase)

## • 3 - Individuazione dei livelli di prestazione

• In relazione agli obiettivi di sicurezza individuati, il progettista deve indicare quali sono i *parametri significativi* presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi.

• I *parametri* possono includere, ad esempio, temperature massime dei gas, livelli di visibilità, livelli di esposizione termica per le persone o per i materiali, ecc..





# Analisi preliminare (I fase)

## 4 - Scenari di Incendio di progetto

• Nel processo di individuazione degli *scenari di incendio di progetto*, devono essere valutati tutti gli incendi realisticamente ipotizzabili, scegliendo i più gravosi per lo sviluppo e la propagazione dell'incendio, la conseguente sollecitazione strutturale, la salvaguardia degli occupanti e la sicurezza delle squadre di soccorso.



# Analisi preliminare (I fase)

## Scenari di Incendio di progetto

- *stato, tipo e quantitativo del combustibile;*
- *configurazione e posizione del combustibile;*
- *rateo di crescita del fuoco e picco della potenza termica rilasciata (HRR max);*
- *rateo di sviluppo dei prodotti della combustione;*
- *caratteristiche dell'edificio (geometria del locale, condizioni di ventilazione interna ed esterna, stato delle porte e delle finestre, eventuale rottura di vetri, ecc.);*
- *condizioni delle persone presenti (affollamento, stato psico-fisico, presenza di disabili, ecc.).*



# Cosa sono gli scenari di incendio

## La definizione del DM 9 maggio 2007

- **scenario di incendio: descrizione qualitativa dell'evoluzione di un incendio che individua gli eventi chiave che lo caratterizzano.**
- **Puo' comprendere le seguenti fasi: innesco, crescita, incendio pienamente sviluppato, decadimento.**
- **Deve inoltre definire l'ambiente nel quale si sviluppa l'incendio di progetto ed i sistemi che possono avere impatto sulla sua evoluzione, come ad esempio eventuali impianti di protezione attiva.**

Cosa sono gli scenari



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



## Come si individuano gli scenari di incendio

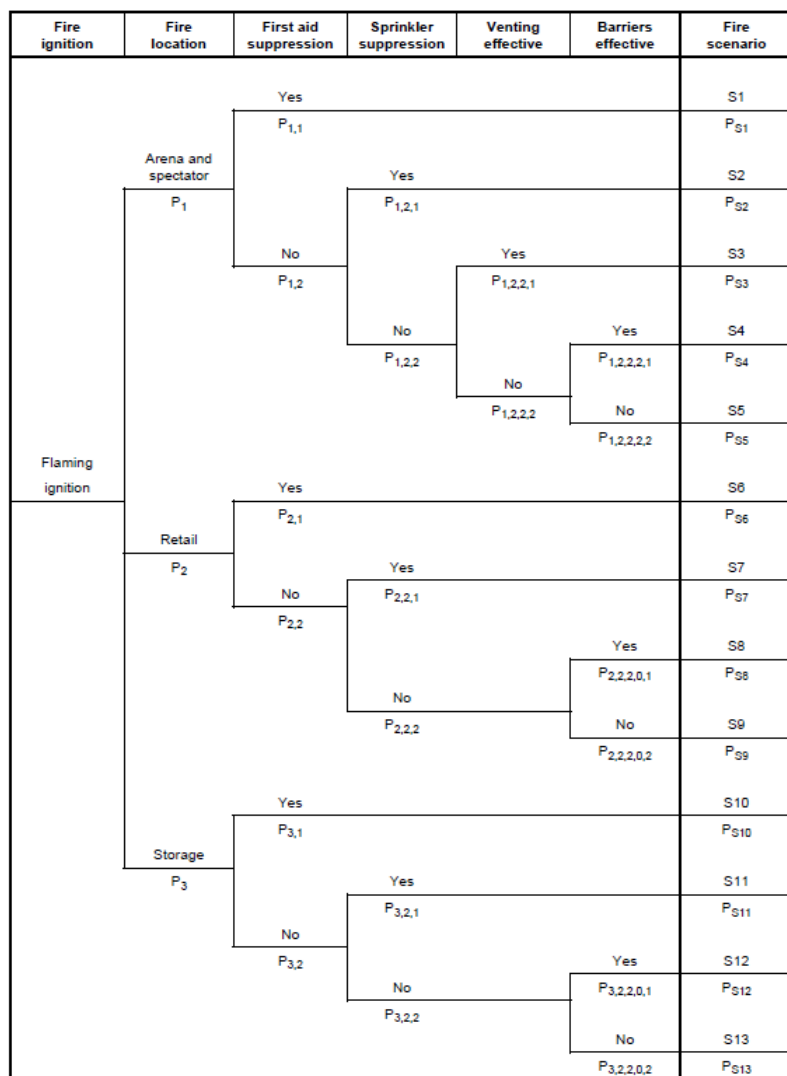
- ... nel processo di individuazione degli scenari di incendio di progetto, devono essere valutati gli incendi realisticamente ipotizzabili nelle condizioni di esercizio previste, scegliendo i piu' gravosi
- A tal fine risultano determinanti, tra l'altro, le seguenti condizioni:
  - stato, tipo e quantitativo del combustibile;
  - configurazione e posizione del combustibile;
  - tasso di crescita del fuoco e picco della potenza termica rilasciata (HRR max);
  - Tasso di sviluppo dei prodotti della combustione;
  - caratteristiche dell'edificio (geometria del locale, condizioni di ventilazione interna ed esterna, stato delle porte e delle finestre, eventuale rottura di vetri, ecc.);
  - condizioni delle persone presenti (affollamento, stato psico-fisico, presenza di disabili, ecc.).



# Scenari indicati dalle NFPA 101

Scenario d'incendio N°	Descrizione
1	Scenario tipico che considera le attività, il numero e la localizzazione degli occupanti, le dimensioni degli ambienti, la natura e l'entità degli arredi e degli elementi presenti, le proprietà degli elementi combustibili, delle possibili sorgenti di ignizione e le condizioni di ventilazione con specifica definizione del primo elemento che prende fuoco e della sua localizzazione
2	Scenario che considera un fuoco a sviluppo ultraveloce, ubicato nelle vie di uscita con le porte interne aperte all'inizio dell'incendio
3	Scenario con incendio che ha inizio in un ambiente normalmente non occupato e che potenzialmente può mettere in pericolo la sicurezza di un grande numero di persone in un ampio ambiente limitrofo o in un'altra area dell'edificio
4	Scenario con un incendio che ha origine a parete o a soffitto in posizione adiacente un ambiente ad alta presenza di persone
5	Scenario con un incendio che si sviluppa lentamente in posizione non coperta dai sistemi di protezione antincendio e in prossimità di una zona con rilevante presenza di persone
6	Scenario dell'incendio più grave, derivante dal più elevato carico d'incendio previsto nell'edificio, a sviluppo rapido e con presenza di persone
7	Incendio che si sviluppa al di fuori della zona di interesse e che risulta suscettibile di estendersi a quest'ultima, o bloccarne le uscite, o determinare condizioni interne non sostenibili
8	Scenario d'interesse e considerando il malfunzionamento e/o l'assenza delle protezioni attive o passive antincendio previste in progetto, disattivate singolarmente e in sequenza





## Metodo proposto dalle ISO-TS 16733 e ISO-TR13387

## Albero degli eventi



Ministero dell'Interno  
Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani



# **FIRE SAFETY ENGINEERING**

## **Normativa e procedure**

### **Grazie per l'attenzione**

**Trapani, 17 Aprile 2021**

**Ing. Salvatore Tafaro**  
**Comandante Provinciale di Trapani**



**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**  
**Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Trapani**

