



**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

**CORSO di AGGIORNAMENTO
DI PREVENZIONE INCENDI**

Al FINI del mantenimento dell'iscrizione negli elenchi del Ministero dell'Interno
DEI PROFESSIONISTI di cui all'art. 7 del D.M. 05-08-2011

**Approccio ingegneristico e sistema di
Gestione della sicurezza**

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

1



**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

**CORSO di AGGIORNAMENTO
DI PREVENZIONE INCENDI**

Al FINI del mantenimento dell'iscrizione negli elenchi del Ministero dell'Interno
DEI PROFESSIONISTI di cui all'art. 7 del D.M. 05-08-2011

**2.1 Riferimenti normativi sull'Approccio
ingegneristico alla sicurezza
antincendio D.M. 9/5/2007**

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

2



**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

**CORSO di AGGIORNAMENTO
DI PREVENZIONE INCENDI**

Al FINI del mantenimento dell'iscrizione negli elenchi del Ministero dell'Interno
DEI PROFESSIONISTI di cui all'art. 7 del D.M. 05-08-2011

PREMESSA

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

3



**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

VALUTAZIONE DEL GRADO DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi le
specifiche regole tecniche di prevenzione incendi emanate dal
Ministero dell'Interno stabiliscono i requisiti minimi che esse
devono possedere e lasciano, quindi, esigui margini di
discrezionalità ai professionisti ed ai responsabili delle attività
sulle misure di sicurezza antincendio da
intraprendere



Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

 **ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

VALUTAZIONE DEL GRADO DI SICUREZZA ANTINCENDIO

In altre parole

il legislatore esegue preventivamente l'analisi del rischio
ed impone l'esecuzione di azioni **preventive e protettive** idonee
a compensare il rischio esistente e **fissa**, pertanto, **il livello di
sicurezza antincendio** che si ritiene **accettabile** e che resta
determinato dal puntuale rispetto della regola tecnica di
prevenzione incendi di riferimento.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO



 **ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

VALUTAZIONE DEL GRADO DI SICUREZZA ANTINCENDIO

I regolamenti di prevenzione incendi così come le norme
tecniche sono basati su:

- Esperienza diretta in casi reali
- Studi approfonditi sugli incendi accaduti per comprenderne le
cause e soprattutto individuarne i fattori peggiorativi.
- Test d'incendio in scala reale
- Prove su materiali ed impianti.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO





Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ORDINE degli INGEGNERI della PROVINCIA DI NUORO

VERIFICA DEL GRADO DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Test d'incendio e prove:

- **Test sui materiali** per verificarne il comportamento in caso d'incendio e definire le caratteristiche che essi devono avere per poter dare la prestazione attesa (resistenza al fuoco, reazione al fuoco, ecc...)
- **Test sugli impianti** di rivelazione, controllo e spegnimento atti a definire le caratteristiche dei sistemi di protezione in relazione alle diverse tipologie d'incendio possibili

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO




7

Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ORDINE degli INGEGNERI della PROVINCIA DI NUORO

Tale approccio, di natura **prescrittiva**, si riferisce a quasi tutti i possibili casi che in realtà si possono riscontrare e generalmente risulta conservativo.

Il rispetto delle norme e la conseguente verifica di conformità, infatti, **risolve la maggior parte dei casi**, ma esistono diverse situazioni nelle quali tale soluzione non è percorribile o non è soddisfacente.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

8

Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ORDINE degli INGEGNERI della PROVINCIA DI NUORO

Quando la realizzazione di determinati interventi risulta impossibile è necessario ricercare ulteriori provvedimenti, attraverso una approfondita analisi del rischio incendio, volti a conferire all'attività **un grado di sicurezza equivalente** a quello stabilito dalle norme vigenti.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO



9

Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ORDINE degli INGEGNERI della PROVINCIA DI NUORO

La maggior parte dei tecnici e dei professionisti che applicano le proprie competenze alle questioni di sicurezza antincendio prima o poi si trova nella condizione di dover cercare risposte non solo nelle norme ma anche **nell'applicazione delle relazioni che governano la fisica e la chimica della combustione.**

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO



10


**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

L'approccio prestazionale e la Fire Safety Engineering

L'approccio prestazionale permette di raggiungere al meglio tali obiettivi del titolare dell'attività, perché consente di misurare l'effetto che le misure di sicurezza avranno sull'evoluzione dell'incendio.

Ci si può basare sui criteri che formano l'ingegneria della sicurezza antincendio, espressione con cui si traduce il corrispondente **Fire Safety Engineering (FSE)**.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO



11


**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

"Approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio"

- In Italia le applicazioni della **Fire Safety Engineering (FSE)** ai fini della Prevenzione Incendi sono regolate dal D.M. 09/05/2007 "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio"

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

12



**Corpo Nazionale
Vigili del Fuoco**

**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

Il decreto 9 maggio 2007 ("direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio"), emanato a brevissima distanza temporale dagli altri due rilevanti decreti riguardanti **la resistenza al fuoco (DM 16 febbraio 2007 e DM 9 marzo 2007)**, segna indubbiamente un passo epocale nell'attività nazionale di prevenzione degli incendi.

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

13

**MINISTERO DELL'INTERNO
DECRETO 16 febbraio 2007**

Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione

**MINISTERO DELL'INTERNO
DECRETO 9 marzo 2007**

Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco

**MINISTERO DELL'INTERNO
DECRETO 9 MAGGIO 2007**

Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO





**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

■ Il D.M. 09/03/2007 “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”, ha introdotto

- in alternativa ai metodi che fanno riferimento alle Classi (R90, REI120, ...)
- un metodo che fa riferimento a Curve Naturali di Incendio



Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

15



**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

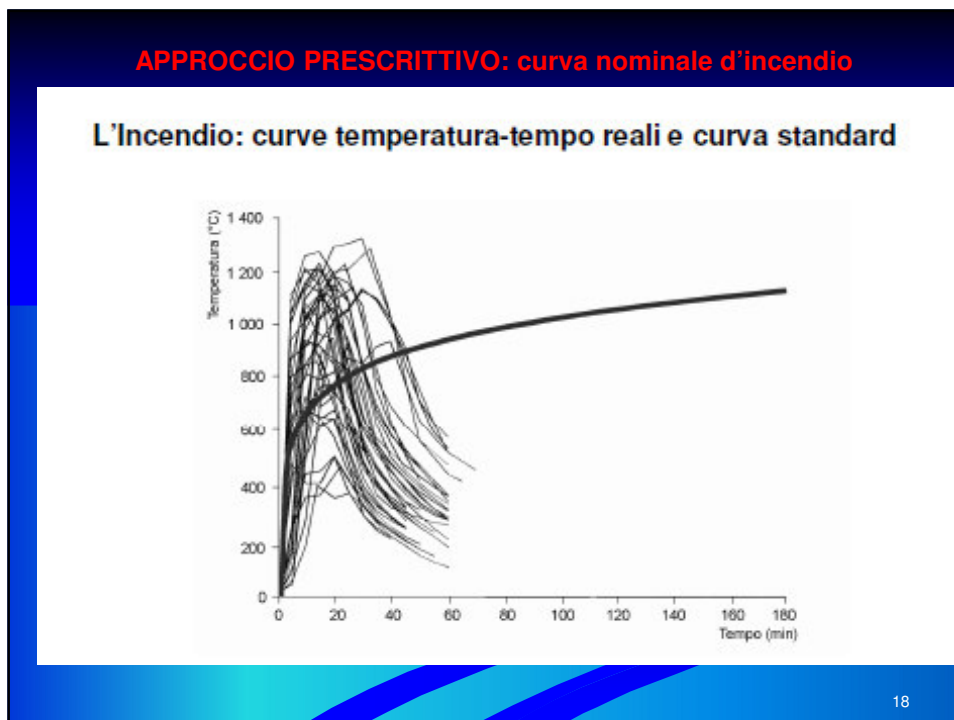
Esso introduce, per la prima volta in Italia, il cosiddetto **“approccio ingegneristico” alla sicurezza antincendio** delineando aspetti completamente nuovi rispetto al vecchio metodo di tipo **prescrittivo**, finora adottato dal legislatore.

D.M.09/03/2007 –NOVITA’

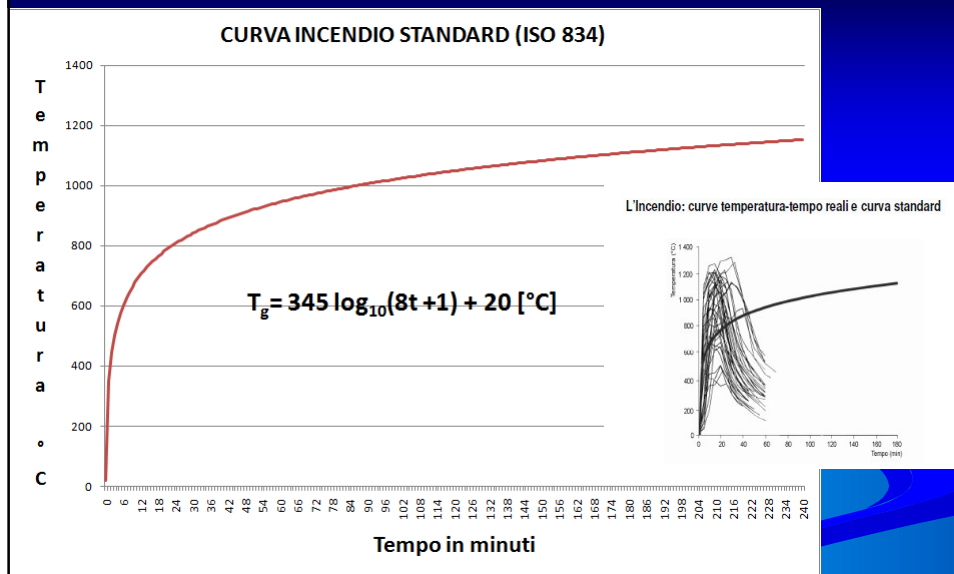
- Nuova definizione del carico di incendio
- **Introduzione delle richieste di prestazione**
- **Definizione degli scenari di incendio**
- **Metodo prescrittivo ~ Metodo prestazionale**

Dott. Ing. Angelo AMBROSIO
Vice Comandante Provinciale Vigili del Fuoco NUORO

16



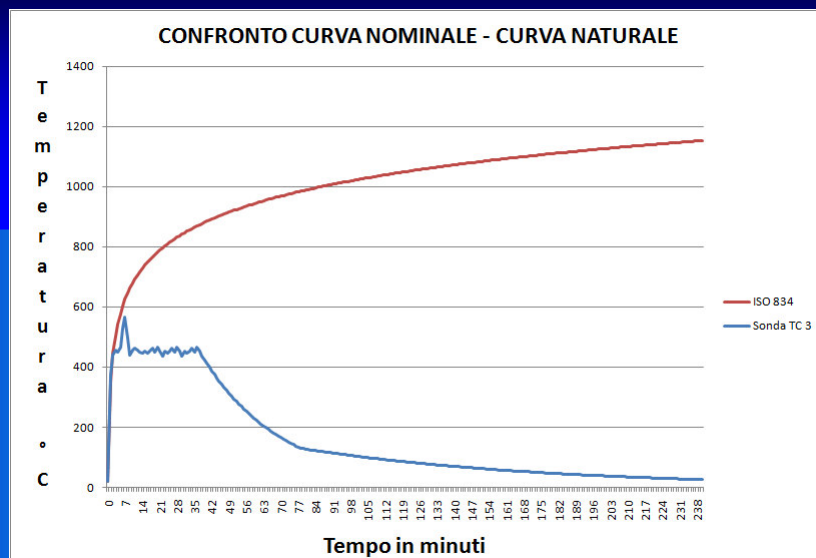
APPROCCIO PRESCRITTIVO: curva nominale d'incendio



curva nominale di incendio: per l'intervallo di esposizione pari alla classe di resistenza al fuoco prevista, senza alcuna fase di raffreddamento;

19

APPROCCIO PRESTAZIONALE: curva naturale d'incendio(9/3/2007)



curva naturale di incendio: determinata in base ai modelli di incendio, tenendo conto dell'intera durata dello stesso, compresa la fase di raffreddamento, sino al ritorno alla temperatura ambiente

20

APPROCCIO PRESCRITTIVO e PRESTAZIONALE

I modelli di incendio previsti da EN1991-1-2

APPROCCIO PRESCRITTIVO:

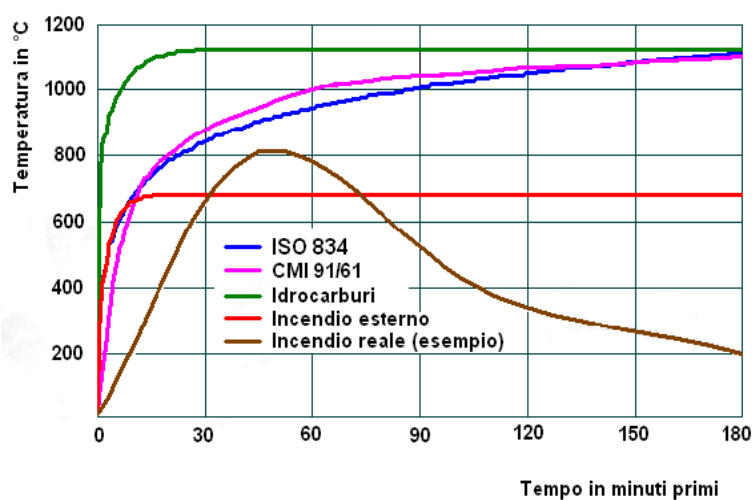
- ▶ relazioni temperatura-tempo: incendi nominali
 - ▶ incendio standard
 - ▶ incendio da idrocarburi
 - ▶ incendio esterno

APPROCCIO PRESTAZIONALE (INGEGNERISTICO):

- ▶ relazioni temperatura-tempo: curve parametriche
- ▶ modelli a zona (per incendi pre-flashover: incendi localizzati)
- ▶ modelli di fluidodinamica computazionale (CFD)

21

Raffronto delle curve d'incendio normalizzate APPROCCIO PRESCRITTIVO



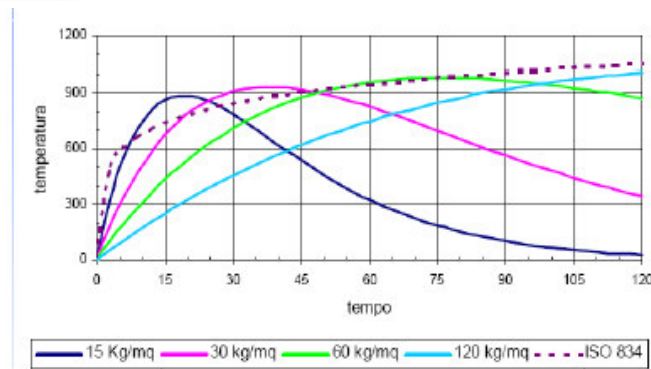
L'intervallo di tempo di esposizione è specificato in funzione della classe di resistenza al fuoco desiderata, senza alcuna fase di raffreddamento

Rappresentazione incendi curve parametriche :

APPROCCIO PRESTAZIONALE

Curva naturale d'incendio

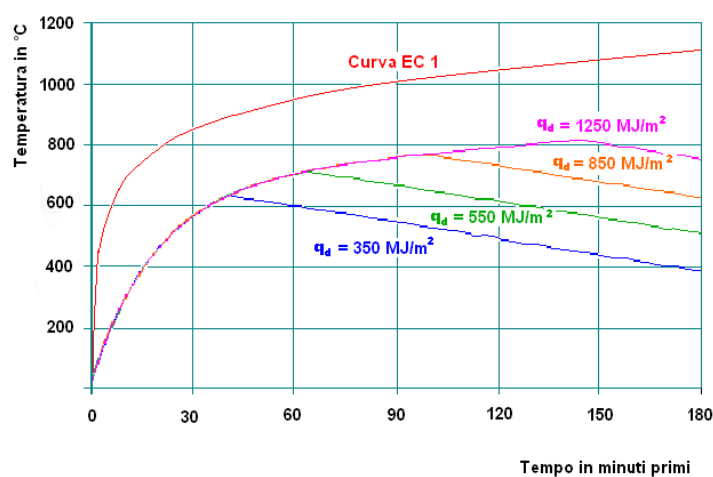
Si tiene conto dell'intera durata dell'incendio, compresa la fase di raffreddamento fino al ritorno alla temperatura ambiente, la curva è ottenuta con modelli di calcolo di comprovata attendibilità che tengano conto delle caratteristiche del combustibile e di quelle del compartimento.



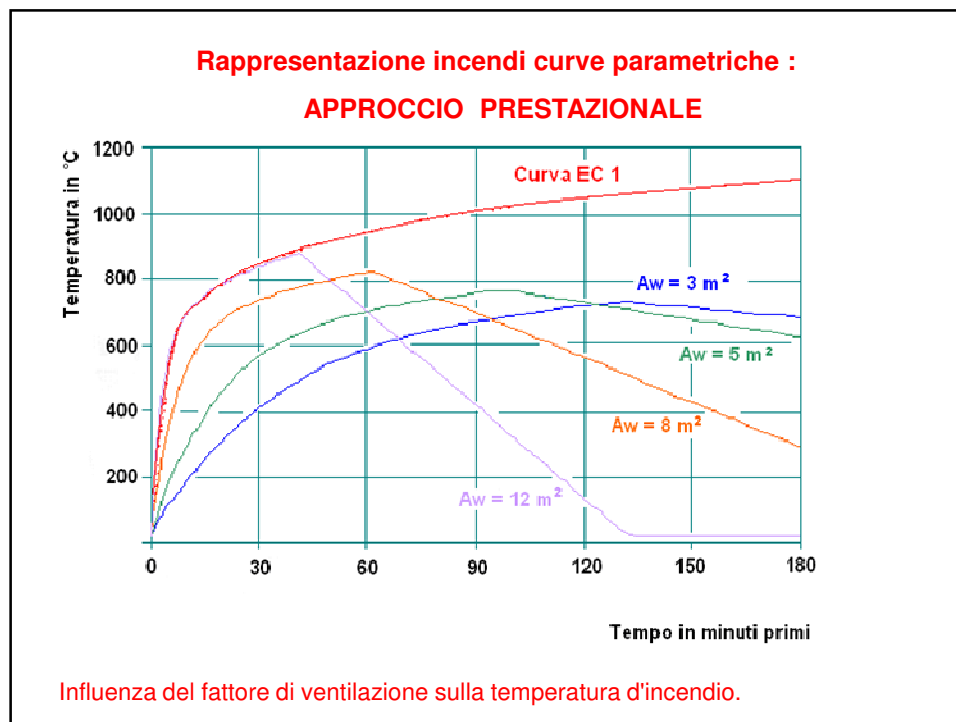
Andamento delle temperature a parità di condizioni di ventilazione con carichi d'incendio variabili in un compartimento

Rappresentazione incendi curve parametriche :

APPROCCIO PRESTAZIONALE



Influenza del carico d'incendio sulla temperatura d'incendio





**Corpo Nazionale
Vigili del Fuoco**

**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

L'approccio prestazionale e la Fire Safety Engineering

Questa disciplina è definita D.M. 7 agosto 2012
come:

**l'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
di prevenzione ottimali necessarie a limitare, entro i livelli prestabiliti,
le conseguenze dell'incendio ai sensi del decreto 9 maggio 2007**





**ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA DI NUORO**

L'approccio prestazionale e la Fire Safety Engineering

Dimostrare che un livello di sicurezza è garantito da misure diverse rispetto a quelle prevista dalla norma, infatti, **non può essere fatto in modo oggettivo** se non accompagnando la proposta con dei calcoli.

Tali calcoli sono sviluppabili solo attraverso l'approccio prestazionale e, forse, non è superfluo aggiungere che non esistono altri approcci in grado di fornire un contributo analogo al miglioramento della sicurezza in caso di incendio.



27

Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO




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**)

Corpo Nazionale Vigili del fuoco


Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Oggetto del decreto (art. 1):

Il decreto definisce : gli aspetti procedurali
ed i criteri da adottare

per **valutare il livello di rischio** e **progettare** le conseguenti misure compensative, utilizzando, in alternativa a quanto previsto dal D.M. 7.8.2012 (modalità di presentazione e relativa documentazione da allegare), l'approccio ingegneristico (**Fire Engineering**) alla sicurezza antincendio al fine di soddisfare gli obiettivi della prevenzione incendi

Corpo Nazionale Vigili del fuoco


Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO


Campo di applicazione (art. 2):

Fissa lo specifico campo di applicazione, individuando come destinatari dell'applicazione delle nuove metodologie :

- 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

la metodologia 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 di cui all'art. 7 del DPR 151/2011



Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

**Le deroghe alle norme di prevenzione incendi-
indirizzi sui criteri di ammissibilità**

individuazione delle misure di sicurezza equivalenti nell'ambito
del procedimento di deroga di cui all'art. 7 del DPR 151/2011

La problematica dell'individuazione delle misure di sicurezza che si ritengono idonee a compensare il rischio aggiuntivo nell'ambito del procedimento di deroga di cui all'art. all'art. 7 del DPR 151/2011 , si può ritenere definitivamente risolta, anche alla luce dei contenuti del decreto ministeriale 9 maggio 2007 e delle successive direttive attuative, che introduce l'ingegneria della sicurezza antincendio.



Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

**Le deroghe alle norme di prevenzione incendi-
indirizzi sui criteri di ammissibilità**

un'attività può essere trattata secondo le procedure di deroga nei casi in cui l'impossibilità di poter ottemperare alle disposizioni normative derivi o da una **caratteristica dell'attività** o da **un vincolo esistente**.

Mentre il concetto di **"vincolo" esistente** è sufficientemente ben interpretato ed uniforme a livello nazionale, sulle **"caratteristiche dell'attività"** si rende necessario fornire i seguenti chiarimenti:

Vale in ogni caso una **considerazione di carattere generale**: l'applicazione della norma tecnica di prevenzione incendi "ad ogni costo" non deve costituire un impedimento alla ricerca di **nuove soluzioni progettuali** né rappresentare un processo di "omologazione" verso standard prescrittivi studiati per la generalità dei casi.

Corpo Nazionale Vigili del fuoco



Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Le deroghe alle norme di prevenzione incendi- indirizzi sui criteri di ammissibilità

Alla luce di quanto premesso, si ritiene che tra **le caratteristiche**, diverse da quelle tecniche, vadano debitamente prese in considerazione e valutate quelle:

- **di ricerca di soluzioni architettoniche innovative;**
- di ricerca e sperimentazione di materiali;
- di nuove tecnologie costruttive;
- legate a problematiche locali;
- economiche, ecc.

Del resto, proprio per affrontare e risolvere scenari di quelli del tipo prima accennati, venne pensato l'istituto della deroga che, nella sua accezione più ampia, può essere, oggi più che ieri, proficuamente utilizzato.

Corpo Nazionale Vigili del fuoco




Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Campo di applicazione (art. 2):

Una prima importante, e forse utile, precisazione a tale articolo è stata offerta successivamente attraverso la lettera circolare n. 4921 del 17.07.2007 della direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica.

Con tale precisazione si ritiene, in altri termini, **che la nuova metodologia possa anche essere applicata ad attività diverse da quelle specificamente richiamate dall'art. 2**. Tuttavia l'applicazione del metodo prestazionale dovrebbe essere indirizzato a quelle tipologie di attività per le quali esso è maggiormente adatto (attività complesse), anche in relazione al nuovo obbligo aggiuntivo, introdotto dal decreto, connesso alla elaborazione di apposito documento contenente il **cosiddetto "programma per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio (SGSA)"**, documento tipico delle attività a rischio di incidente rilevante.



Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Domanda di parere di conformità sul progetto (art. 3)

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 del D.M. 7.8.2012 *(modalità di presentazione, anche attraverso il SUAP, delle istanze ivi previste e la relativa documentazione da allegare)* la documentazione tecnica di cui al comma 2, lettera a) [Allegato 1 del Dm 7 agosto 2012.docx](#) deve essere integrata con:

- [sommario tecnico](#), firmato congiuntamente dal progettista e dal titolare dell'attività, ove è sintetizzato il processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione
- [presentazione dei risultati dell'analisi quantitativa](#) in modo che questi riassumano, in una sintesi completa ed efficace, il comportamento del sistema per quel particolare tipo di analisi
- il documento contenente il programma per l'attuazione del [sistema di gestione della sicurezza antincendio SGSA](#)



Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Domanda di parere di conformità sul progetto (art. 3)

Il Comando provinciale valuta l'opportunità di [acquisire il parere del Comitato tecnico regionale](#) (art. 16, c. 3, d.Lgs. 139/06)

[la durata del servizio](#), al fine di determinare l'importo del corrispettivo dovuto, è ottenuta moltiplicando il numero di ore stabilito (all. VI D.M. 4.5.1998) per un [fattore pari a due](#)

motivazione

- maggior impegno richiesto per la valutazione delle scelte progettuali*
- relevante complessità correlata all'esame dei progetti (f.s.e.)*

Corpo Nazionale Vigili del fuoco



Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Domanda di deroga (art. 4)

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 6 D.M. 7.8.2012 (istanza di deroga), la documentazione tecnica deve essere integrata con:

- la valutazione sul rischio aggiuntivo e le misure tecniche compensative determinate utilizzando le metodologie dell'approccio ingegneristico
- il documento contenente il programma per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio.
- il versamento del corrispettivo dovuto calcolato sulla base della durata del servizio prevista per il parere di conformità (*numero di ore stabilito moltiplicato per un fattore pari a due*) maggiorata del cinquanta per cento.

Corpo Nazionale Vigili del fuoco



Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

Dichiarazione di inizio attività (art. 5)

La dichiarazione di inizio attività (art. 4 D.M. 7.8.2012) deve comprendere anche la dichiarazione in merito all'attuazione del programma relativo al sistema di gestione della sicurezza antincendio.

Corpo Nazionale Vigili del fuoco



Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO

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, affinché non si verifichi una riduzione del livello complessivo di sicurezza. Le scelte e le ipotesi poste a base del progetto costituiscono vincoli e limitazioni imprescindibili per l'esercizio dell'attività

Corpo Nazionale Vigili del fuoco



Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO


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

L' **SGSA** deve essere verificato dai VV.F. in concomitanza con la visita sopralluogo finalizzata al rilascio del c.p.i. e successivamente in occasione dei rinnovi e comunque ogni sei anni.

Per tale verifica deve essere corrisposto un importo pari a quello dovuto per il "primo sopralluogo" o per il "rinnovo"

Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO




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

nel caso in cui l'esito della verifica del SGSA rilevi la mancanza dei requisiti previsti, il comando VF sospende la validità del certificato di prevenzione incendi e provvede a darne comunicazione all'interessato, al sindaco, al prefetto e alle altre autorità competenti ai fini dei provvedimenti da adottare nei rispettivi ambiti (ovviamente per le attività con lavoratori dipendenti viene confermata la contestuale applicazione al d.lgs 758/94).

Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO



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

Corpo Nazionale Vigili del fuoco**Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di NUORO****Osservatorio per l'approccio ingegneristico (art. 7)**

Per garantire l'uniformità applicativa nella trattazione delle pratiche, i Comandi comunicano all'Osservatorio i dati inerenti i progetti esaminati redatti secondo l'approccio ingegneristico

L'Osservatorio, qualora lo ritenga utile per la propria attività, può richiedere ai Comandi la produzione della documentazione tecnica inerente singoli procedimenti

L'Osservatorio opera nell'ambito della DCPST avvalendosi dell'Area Coordinamento

Composizione e modalità di funzionamento dell'Osservatorio sono dettate con provvedimento del Capo del CNVVF

DEFINIZIONI (allegato al DM 9 /5/2007)

Definizioni

Per poter caratterizzare un incendio, si necessita di conoscere il valore di **RHR nel tempo**.

La **potenza termica di un incendio** è il valore della sua velocità di rilascio del calore, indicato come *Rate of Heat Released (RHR o HRR)*.

Determinare questo valore non è semplice, perché la quantità di ossigeno presente in un locale diminuisce nel tempo con il progredire dell'incendio. Variando il quantitativo di ossigeno, è ovvio che, nel tempo, varierà anche la potenza termica rilasciata durante la combustione.

QutaTerm™ e il
decompositore HRR dei combustibili
sono marchi registrati per il software QutaTerm.
Gli scenari di incendio
angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

45

Definizioni

curva di rilascio termico (Heat Release Rate - HRR): energia termica emessa da un focolare o da un incendio per unità di tempo; e' espressa in W;

Costruire una curva HRR "teorica" da fornire al modello

- Curva HRR in fase di Pre-FlashOver
- Curva HRR relativa all'intera durata dell'incendio

QutaTerm™ e il
decompositore HRR dei combustibili
sono marchi registrati per il software QutaTerm.
Gli scenari di incendio
angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

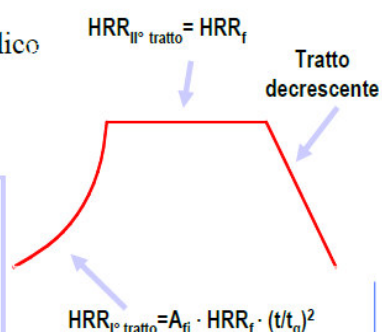
46

Definizioni

Potenza emessa da un incendio

- L'incendio può essere descritto da una curva di rilascio d'energia
- Curva Heat Release Rate (HRR)
 - Il primo tratto ha andamento parabolico
 - Il secondo è un tratto costante
 - Il terzo un tratto decrescente

- A_{fi} : area dove è distribuito il combustibile [m^2]
- HRR_f : HRR massimo raggiungibile [kW/m^2]
- t = tempo [s]
- t_a = costante di tempo



Per definire una curva di incendio, espressa come relazione tra potenza termica emessa e tempo, possono essere utilizzati molti metodi:

1. dati disponibili,
2. test di laboratorio
3. calcolare uno sviluppo teorico.

In un progetto prestazionale, per determinare le curve di incendio di progetto, è utile disporre dei dati derivanti da più di uno di questi metodi. In particolare:

letteratura specializzata: quando si sviluppa uno scenario di incendio di progetto e si definisce la curva di incendio di progetto, l'uso di dati precedentemente determinati e pubblicati è un importante strumento di lavoro;

prove sperimentali: le prove sperimentali possono essere usate per raccogliere dati sull'HRR per determinare curve di incendio di progetto. A questo proposito si deve ricordare che sono disponibili molti metodi standard di prova, dai modelli in scala ai singoli pezzi di mobilia fino agli interi locali completi.

Curva HRR sperimentale



Quesada et al. (2011)
documentazione HRR per la combustione
sono necessari per valutare questi rischi.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

49

metodi teorici: i dati relativi alla generazione delle specie di inquinanti potrebbero non essere disponibili per lo specifico insieme di combustibili e lo scenario di incendio di progetto in studio potrebbe impedire analisi sperimentali.

In questo come in altri casi, potrebbe rendersi necessario l'uso di curve HRR e di generazione di specie di **tipo teorico o nominale**.

A questo scopo sono state sviluppate relazioni empiriche da dati sperimentali per un grande numero di tipi di combustibili, **come incendi di pozza di liquidi infiammabili, cataste di legna, ecc.**

L'applicazione di queste relazioni richiede la conoscenza delle proprietà dei materiali e, in alcuni casi, informazioni sull'entità della ventilazione disponibile. Quando un materiale combustibile è sottoposto all'azione di una sorgente di calore, prima che si instauri un processo di combustione trascorre **un tempo to, detto "tempo di incubazione"**, che dipende :

- dal valore della potenza termica della sorgente ;
- dalla posizione nella quale essa agisce
- dalle proprietà del combustibile.

Quesada et al. (2011)
documentazione HRR per la combustione
sono necessari per valutare questi rischi.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

50

Il combustibile, trascorso il tempo di incubazione, si infiamma e l'incendio si propaga nell'ambiente rilasciando una potenza termica che inizialmente (perché non è più così una volta superato il flashover) varia nel tempo t secondo la seguente relazione:

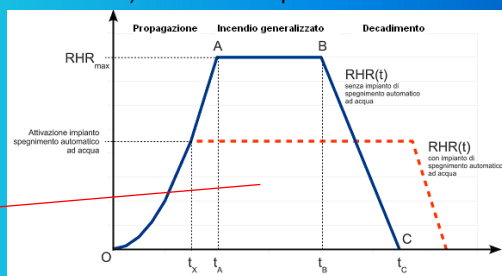
$$RHR: \alpha (t-t_0)^2$$

in cui:

α è una costante;

t è il tempo espresso in secondi;

ENERGIA RILASCIATA
DURANTE L'INCENDIO



L'HRR durante la fase di crescita di un incendio può essere genericamente rappresentata da una funzione dipendente dal tempo di tipo esponenziale. Successivamente viene raggiunta una fase in cui l'incendio è pienamente sviluppato. Qui la potenza termica istantanea raggiunge il suo valore massimo. Con il progredire dell'incendio, il valore massimo raggiunto si mantiene costante per un determinato intervallo di tempo, funzione della quantità di combustibile inizialmente presente; infine, la potenza termica rilasciata decresce per il progressivo esaurimento di combustibile (fase di decadimento).

Questa formula è un
semplificato HRR che comunque
non è adatta per simulare quell'evento.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

51

Nell'approccio utilizzato più comunemente, indicato come "fuochi t^2 ", l'HRR è crescente con il quadrato del tempo sin dall'innescio.

Esistono diverse applicazioni software di modellazione di incendio, con routines che richiedono l'introduzione di curve di crescita di incendio di ogni singolo oggetto, per stimare le curve di crescita di incendio complessive e rappresentare l'HRR cumulativo dovuto alla combustione di più oggetti. In questi casi, uno o più oggetti sono considerati come quelli inizialmente innescati, e la routine produce la curva di crescita risultante dalla successiva innesco dei restanti oggetti combustibili.

Si deve enfatizzare la necessità di prestare la massima attenzione nella costruzione delle curve teoriche di incendio in un processo di analisi prestazionale, in quanto i risultati dipendono dalle condizioni ipotizzate.

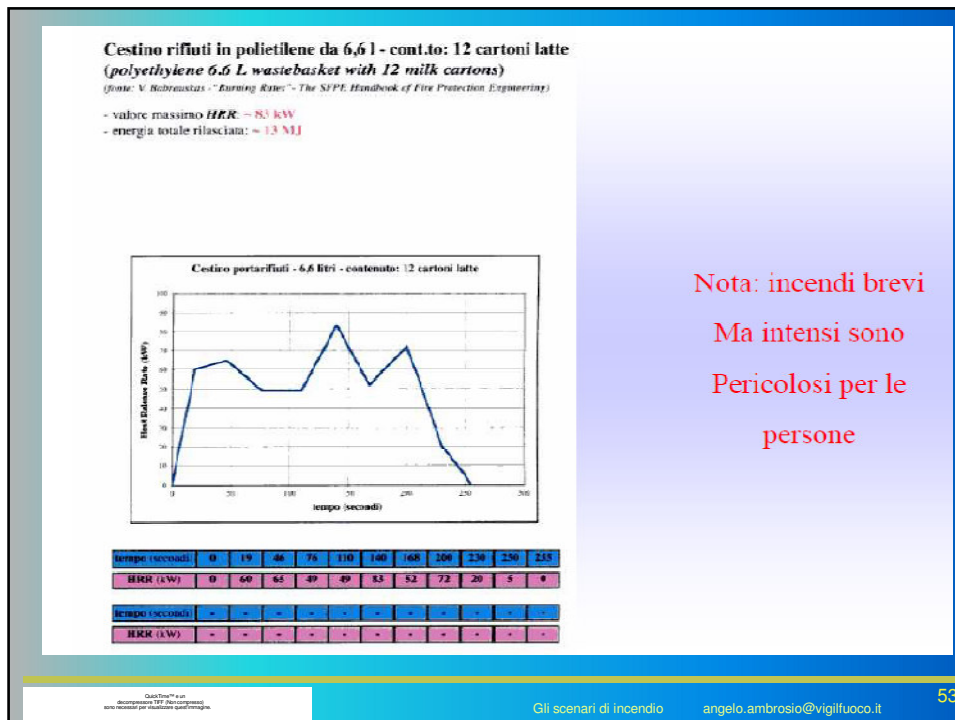
Per compensare le incertezze, si potrà utilizzare un coefficiente di sicurezza o dei fattori di correzione (come, ad esempio, selezionare un HRR più grande di quello atteso).

Questa formula è un
semplificato HRR che comunque
non è adatta per simulare quell'evento.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

52



CLASSIFICAZIONE DEGLI INCENDI

Ogni oggetto coinvolto dalla combustione deve avere un suo caratteristico **tempo di crescita**.

Il tempo di crescita è fissato come quello necessario per ottenere un picco del tasso di rilascio dell'energia termica pari ad 1MW.

**a crescita lenta
(slow)**

- $\alpha = 0.00293$
- adatta per massicci oggetti solidi, tavoli e armadi in legno

**a crescita media
(medium)**

- $\alpha = 0.01172$
- adatta per combustibili solidi a bassa densità, mobilio imbottito e materassi

Quta-Term® è un
decompositore 10W che garantisce
senza necessità per valutare quell'energia.

Gli scenari di incendio angelo.ambrosio@vigilfuoco.it 54

CLASSIFICAZIONE DEGLI INCENDI

Ogni oggetto coinvolto dalla combustione deve avere un suo caratteristico **tempo di crescita**.

Il **tempo di crescita** è fissato come quello necessario per ottenere un picco del tasso di rilascio dell'energia termica pari ad 1MW.

a crescita veloce (fast)

- $\alpha = 0.0469$
- adatta per combustibili a bassa densità in pezzatura sottile, carta, scatole di cartone, tessuti

a crescita ultra veloce (ultra fast)

- $\alpha = 0.1876$
- adatta per liquidi infiammabili e in genere per combustibili altamente volatili

Questa è una
decomposizione del diagramma
senza necessità per valutare quell'energia.

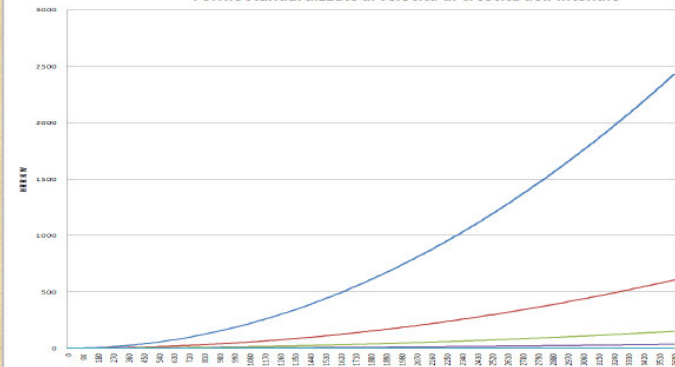
Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

55

LA VELOCITÀ DI CRESCITA DELL'INCENDIO

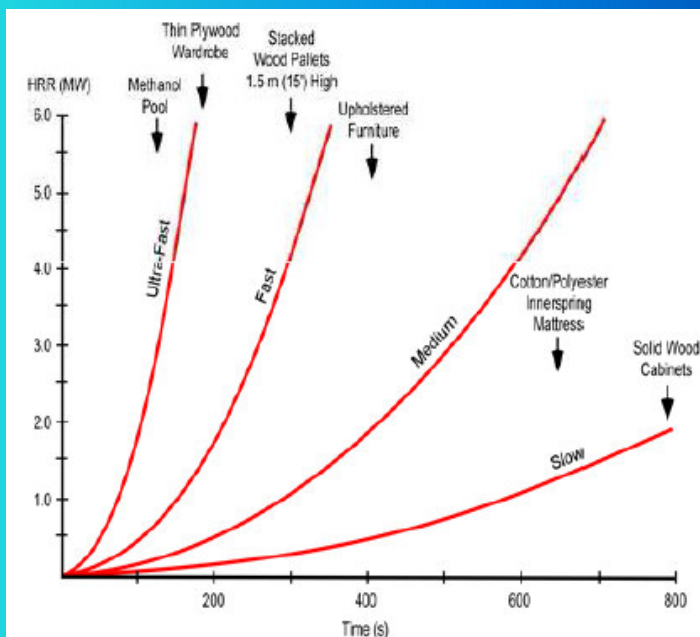
Forme standardizzate di velocità di crescita dell'intendio



Classificazione dei fuochi in base alla velocità di crescita

- “Lento” - HRR di 1055 kW in 600 secondi ($Q = \alpha t^2 = 0,00293 t^2$)
- “Medio” - HRR di 1055 kW in 300 secondi ($Q = \alpha t^2 = 0,01172 t^2$)
- “Veloce” - HRR di 1055 kW in 150 secondi ($Q = \alpha t^2 = 0,0469 t^2$)
- “Ultraveloce” - HRR di 1055 kW in 75 sec. ($Q = \alpha t^2 = 0,1876 t^2$)

In relazione alla
**velocità di
crescita ed al
tipo di
combustibile** si
possono verificare
4 tipi di incendi
(UNI EN 1991-1-
2:2004)



Quta-Tony® è un
dispositivo di tipo
non necessario per valutare questi incendi.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

57

Definizioni

- **incendio di progetto**: descrizione quantitativa di un focolare previsto all'interno di uno **scenario di incendio**;
- **livelli di prestazione**: criteri di tipo quantitativo e qualitativo rispetto ai quali si può svolgere una valutazione di sicurezza;
- **processo prestazionale**: processo finalizzato a raggiungere obiettivi e livelli di prestazione specifici;

Quta-Tony® è un
dispositivo di tipo
non necessario per valutare questi incendi.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

58

Definizioni

scenario di incendio:

descrizione qualitativa dell'evoluzione di un incendio che individua gli eventi chiave che lo caratterizzano e che lo differenziano dagli altri incendi.

Di solito 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;

scenario di incendio di progetto: specifico scenario di incendio per il quale viene svolta l'analisi utilizzando l'approccio ingegneristico.

Ing. Angelo AMBROSIO CNVVF

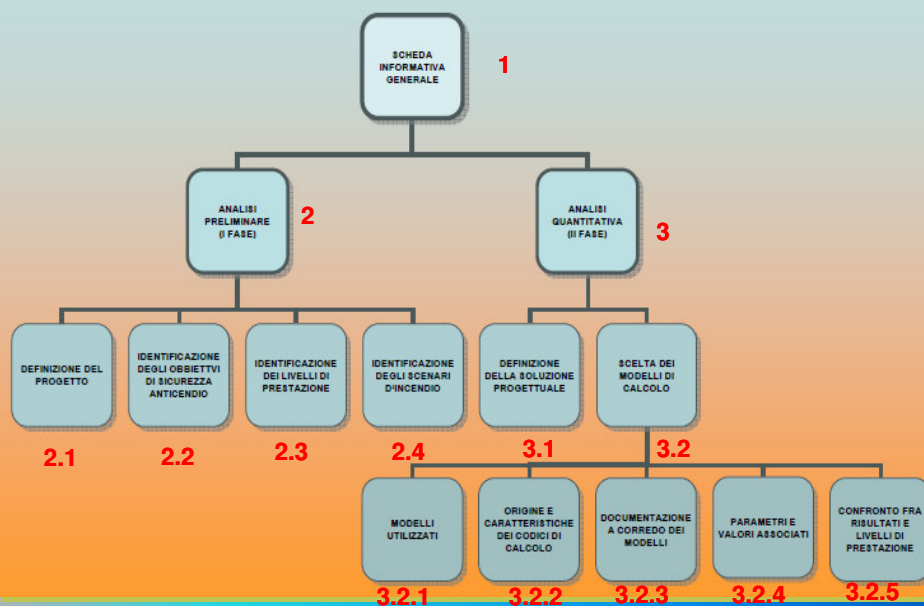
Quta-Tony® e il
disegnare con l'ERP (disegnare)
sono marchi registrati per il software Quta-Tony®.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

59

Iter progettuale



Quta-Tony® e il
disegnare con l'ERP (disegnare)
sono marchi registrati per il software Quta-Tony®.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

60

1 - Scheda informativa generale

- Indicazione del responsabile dell'attività.
- Individuazione del responsabile della progettazione antincendio generale.
- Individuazione del progettista che utilizza l'approccio ingegneristico e del progettista che ha prodotto il Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio (SGSA) qualora diversi al responsabile della progettazione antincendio generale.
- Finalità per le quali è applicato l'approccio ingegneristico, tra cui in particolare:
 - relativamente agli aspetti di prevenzione incendi:
 - analisi dei campi termici generati;
 - analisi della diffusione dei fumi e verifica delle vie di esodo;
 - valutazione dei tempi di esodo;
 - valutazione dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture;
 - valutazione dei requisiti di resistenza al fuoco della costruzione o di parte di essa;
 - relativamente ad altri particolari aspetti:
 - protezione di beni o infrastrutture;
 - prosecuzione attività (business continuity).

Questa scheda è un documento SGSA. I suoi contenuti sono riservati per finalità quali-terriche.

61

1- Scheda informativa generale

- Deve risultare chiaro quali aspetti della progettazione vengono affrontati tramite l'approccio ingegneristico e quali ne sono esclusi.
- La scheda informativa generale deve essere firmata dal responsabile dell'attività e da tutti i soggetti coinvolti nella progettazione. Tutta la documentazione di progetto deve comunque essere firmata dal responsabile dell'attività che ha prodotto l'istanza.
- In caso di voltura o di variazione del responsabile legale tra la fase di esame progetto e quella di richiesta di visita di controllo, il nuovo responsabile dovrà firmare la documentazione di progetto precedentemente approvata in fase di esame progetto, allo scopo di dimostrare di essere consapevole delle limitazioni collegate a questo tipo di analisi (soprattutto in termini del mantenimento delle condizioni e delle limitazioni di esercizio previste dal SGSA).

Questa scheda è un documento SGSA. I suoi contenuti sono riservati per finalità quali-terriche.

62

2- ANALISI PRELIMINARE (I fase)

*“L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio è caratterizzato da una prima fase in cui sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono i livelli di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire. Al termine della prima fase deve essere redatto un **sommario tecnico**, firmato congiuntamente dal progettista e dal titolare dell'attività, ove è sintetizzato processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione”.*

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'immagine.

63

2- ANALISI PRELIMINARE (I fase)

Il **sommario tecnico** deve contenere:

- · definizione del progetto;
- · identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio;
- · identificazione dei livelli di prestazione;
- · identificazione degli scenari di incendio.

Con riferimento ai punti sopra elencati dovranno essere presenti degli allegati costituiti da elaborati grafici, schemi e sezioni che permettano la chiara individuazione delle attività che si intendono svolgere; tali elaborati potranno essere specifici oppure fare riferimento alla documentazione progetto più generale, come quella che illustra l'attività, che in tal caso dovrà essere firmata dal progettista che utilizza l'approccio ingegneristico e del progettista che ha prodotto il SGSA.

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'immagine.

64

2.1- Definizione del progetto

Devono essere fornite le seguenti informazioni.

Eventuali **vincoli** progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività fornendo informazioni circa:

- difformità rispetto a regole tecniche che rendono necessario un procedimento di deroga;
- scostamenti rispetto a standard di possibile riferimento (es. D.M. 10/03/98);
- particolari esigenze di tutela di un bene;
- esigenze di garantire la prosecuzione dell'attività.

2.1- Definizione del progetto

Individuazione dei pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 07/08/2012 (ed in particolare dall'allegato I) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II).

2.1- Definizione del progetto

Descrizione delle condizioni ambientali per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre, fornendo in particolare le seguenti informazioni:

- principali caratteristiche costruttive degli edifici;
- indicazioni planovolumetriche degli ambienti;
- compartimenti antincendio/antifumo;
- sistemi di ventilazione naturale, come:
 - aperture prive di infisso;
 - aperture con infisso;
 - evacuatori di fumo e calore naturali;
- sistemi di ventilazione meccanica, come:
 - impianti di ventilazione;
 - presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco;
 - evacuatori di fumo e calore motorizzati;
 - sistemi di attivazione dell'impianto di ventilazione

Questa lista è un
documentario IPR che rappresenta
solo i requisiti per valutare quest'attività.

67

2.1- Definizione del progetto

analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista, quindi:

Caratteristiche del sistema delle vie d'esodo:

- dimensioni dei percorsi;
- collegamenti tra i piani;
- tipologia degli infissi.

Impianti di protezione attiva:

- sistemi di rivelazione ed allarme incendio;
- sistemi di spegnimento manuali ed automatici.

Questa lista è un
documentario IPR che rappresenta
solo i requisiti per valutare quest'attività.

68

2.2- Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendi

Gli obiettivi di sicurezza antincendio dovranno essere esattamente individuati in relazione al caso in esame, anche in relazione agli obiettivi generali già previsti dalla Direttiva Europea Prodotti da Costruzione, requisito essenziale "sicurezza in caso di incendio" di seguito riportati.

- la capacità portante dell'opera deve essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere deve essere limitata;
- la propagazione del fuoco alle opere vicine deve essere limitata;
- gli occupanti devono essere in grado di lasciare l'opera o di essere soccorsi;
- deve essere presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.

In funzione quindi delle finalità, riportate nella Scheda informativa generale, per le quali viene applicata l'analisi utilizzando l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio, dovranno essere definiti i relativi obiettivi di sicurezza antincendio.*

(Esempio: ammettere una lunghezza delle vie di esodo maggiore di quanto previsto dalla regola tecnica)

(Esempio: gli occupanti devono poter raggiungere un luogo sicuro)

Questa norma è un documento NEN che rappresenta una raccolta per facilitare quest'attività.

69

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

I parametri possono includere a titolo di esempio:

- livelli di temperatura massima alla quale si può essere esposti,
- livelli di visibilità,
- livelli di irraggiamento termico a cui le persone o gli elementi possono essere esposti,
- livelli di concentrazione delle specie tossiche.

Il progettista dovrà fornire giustificazioni in merito alle scelte operate con riferimento a disposizioni normative o, in mancanza di queste, sulla base di quanto reperibile in letteratura avendo a riferimento in ogni caso le effettive condizioni ambientali dell'edificio.

Questa norma è un documento NEN che rappresenta una raccolta per facilitare quest'attività.

70

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

- **Livelli di temperatura.** Il livello di temperatura massima ammissibile può variare in funzione degli obiettivi antincendio (esodo degli occupanti, permanenza del personale addetto per il tempo necessario alla messa in sicurezza degli impianti, intervento dei soccorritori)*

Esempio: per gli occupanti può essere in genere ritenuta ammissibile una esposizione ad una temperatura non superiore a 50/60°C per il tempo di esodo; i valori possono variare e devono essere sempre giustificati.

Questa Terna e le
documentazioni TFR che la precedono
sono necessari per valutare quest'immagine.

71

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

- **Livelli di visibilità.** la visibilità ammessa lungo le vie di esodo deve essere definita per un certo periodo temporale e relativamente alla quota cui sono posizionate le segnalazioni che indicano il percorso d'esodo. E' necessario essere consapevoli che la tipologia dei segnali (riflettenti, luminosi) e la loro posizione può influenzare i valori ammissibili.*

(Esempio: per gli occupanti può essere in genere ritenuta ammissibile una visibilità di 10 m per tutto il tempo necessario al completo esodo; valori diversi, comunque possibili, devono essere giustificati.

Può essere giustificata per i soccorritori l'assunzione di livelli di visibilità ridotti ma garantiti per il tempo necessario all'intervento).

Questa Terna e le
documentazioni TFR che la precedono
sono necessari per valutare quest'immagine.

72

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Livelli di irraggiamento. Il livello di irraggiamento deve intendersi risultante dal contributo della sorgente di incendio, dei prodotti della combustione (fumi, gas) e delle strutture (pareti, solai).*

Questa norma è un documento NF che rappresenta una raccolta per facilitare l'accesso all'informazione.

73

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

(**Esempio:** come limiti all'irraggiamento possono essere presi a riferimento i valori di soglia previsti dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 9/5/2001; per quanto riguarda gli effetti sulle persone suddetto decreto riporta il limite massimo di 3 kW/m² per lesioni reversibili.

In considerazione del fatto che tali valori sono riferiti ad un ambito industriale ed a particolari condizioni di esercizio, valori usualmente accettabili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo di realizzare esodi in sicurezza, non sono superiori a 2 kW/m², per un limitato tempo di esposizione.

Questi valori, o i corrispettivi valori di dose assorbita, devono essere documentati in relazione allo scenario in esame ed alle indicazioni disponibili in normative o in letteratura.)

Questa norma è un documento NF che rappresenta una raccolta per facilitare l'accesso all'informazione.

74

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Tabella 2. Decreto M- LL.PP. 9/05/2001

Valori di soglia					
Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture / Effetti domino
	1	2	3	4	5
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio fireball	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	200-800 m (*)
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL			
VCE (sovrapressione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)		LC50 (30min,hmn)		IDLH	

Questa Tabella è un
documento "W" dei congressi
sono necessari per valutare quell'evento.

75

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Livelli di concentrazione delle specie tossiche. Allo stato, attuale delle conoscenze, è vivamente consigliato escludere dai parametri identificativi degli obiettivi di sicurezza il livello di concentrazione delle specie tossiche raggiunto durante l'incendio, in quanto gli algoritmi oggi disponibili non consentono di prevederne la distribuzione dei valori nello spazio e nel tempo con sufficiente attendibilità. Più prudentemente possono essere adottate modalità indirette di affrontare il problema delle specie tossiche prodotte.*

(Esempio: prescrivere, in via cautelativa, che una persona non possa essere esposta, neanche per brevissimi intervalli di tempo all'azione del fumo e dei gas di combustione, ad esempio imponendo un'altezza minima dal pavimento (1,8 o 2 m) libera dal fumo e dai gas di combustione, nelle vie di esodo almeno durante l'evacuazione dall'edificio incendiato.)

(Esempio: imporre adeguati valori minimi di visibilità nelle vie di esodo per determinati intervalli di tempo, a condizione che non siano presenti materiali combustibili tali da dar luogo a fuochi covanti o a produzione di cianuri, clorurati, fluorurati, ecc. Generalmente con visibilità dell'ordine di 10 m o superiore può risultare accettabile trascurare la valutazione delle specie tossiche presenti, nelle condizioni suddette.)

Questa Tabella è un
documento "W" dei congressi
sono necessari per valutare quell'evento.

76

2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Mete del progetto	Obiettivi di progetto	Criteri di prestazione
Minimizzare le lesioni da incendio alle persone ed ai soccorritori	Garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti	COHb < 12% visibilità > 10 m
Minimizzare le lesioni da incendio e prevenire danni ai beni ed alle caratteristiche storiche	Minimizzare la possibilità di propagazione dell'incendio al di fuori del compartimento di origine.	Temperatura dei gas < 200 °C
Minimizzare l'interruzione di operatività e danni economici legati alla sospensione dell'attività	Limitare l'esposizione al fumo del macchinario	Particolato < 0,5 g/m3
Limitare l'impatto ambientale dell'incendio e delle misure di protezione	Realizzare mezzi per il contenimento delle acque di estinzione	Capacità di contenimento > 20% dell'acqua di estinzione

Carbossiemoglobina (COHb) :

- 10% torpore
- 40/50% : svenimento
- > 60% : coma

Questa Terna e il documento PDF che la contiene sono riservati per uso interno dell'ente.

77

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

*“**Gli scenari di incendio**, che rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione :*

- alle caratteristiche del focolaio,
- alle caratteristiche dell'edificio
- alle caratteristiche degli occupanti,

svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito del processo di progettazione prestazionale.

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

Questa Terna e il documento PDF che la contiene sono riservati per uso interno dell'ente.

78

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ai fini della definizione dei possibili scenari di incendio, di preminente importanza sono le condizioni caratterizzanti il materiale combustibile.

- stato, tipo e quantitativo del combustibile;
- configurazione e posizione del combustibile;
- tasso di crescita del rilascio termico e picco della potenza termica (HRRmax);
- 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.).

Quta-Term® è un
documento IPR. Gli contenuti
sono riservati per violazione quali-terme.

79

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

In generale può essere accettabile schematizzare l'incendio come una sorgente di tipo volumetrico, ossia come una sorta di bruciatore che rilascia **calore** (Heat Release Rate – HRR) e determinate quantità **di particolato** (soot) ed in certi casi anche **di gas**, sulla base di indicazioni date dal progettista che dovrà giustificare le scelte operate.

I valori assunti dal progettista per la costruzione della curva HRR corrispondente ad un dato scenario devono essere opportunamente giustificati.

(Esempio: definire il valore di t_{1MW} , tempo necessario per raggiungere il tasso di rilascio termico pari a 1MW e il valore di HRR_f , massimo tasso di rilascio termico prodotto da 1 m² di incendio nel caso di combustione controllata dal combustibile).

Quta-Term® è un
documento IPR. Gli contenuti
sono riservati per violazione quali-terme.

80

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

(Esempio: un riferimento condiviso è, in ambito civile, la tabella E5 dell'Eurocodice EN 1991 -1-2 che si riporta di seguito).

Table E.5 — Fire growth rate and RHR_f for different occupancies

Max Rate of heat release RHR_f			
Occupancy	Fire growth rate	t_a [s]	RHR_f [kW/m ²]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library	Fast	150	500
Office	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport (public space)	Slow	600	250

Questa tabella è un documento PDF che contiene informazioni per valutare quest'immagine.

81

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Nel caso in cui, in alternativa all'adozione della sorgente di tipo volumetrico, il progettista intende adottare **modelli approssimati di combustione** per prevedere (invece di prescrivere come nel caso precedente di sorgente di tipo volumetrico) il rateo di produzione di calore in funzione dei materiali combustibili presenti e delle temperature raggiunte nelle diverse fasi di sviluppo dell'incendio, dovrà illustrare e giustificare il modello adottato e la schematizzazione effettuata.

Si evidenzia che elementi di criticità riguardano la dimensione della mesh (analisi di sensitività) e la definizione delle proprietà dei materiali. I livelli di HRR sviluppati dal modello approssimato di combustione dovrebbero essere confrontati con i valori individuabili nella letteratura tecnica per le specifiche attività come, ad esempio, i valori riportati nella succitata tabella E5.

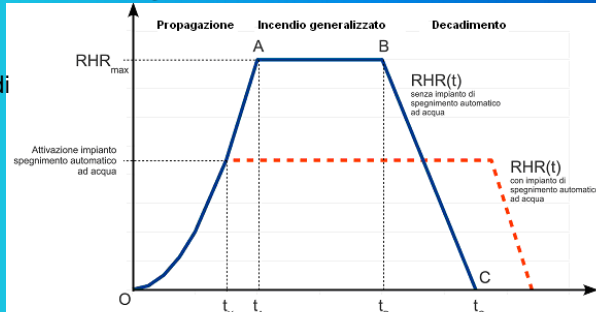
Questa tabella è un documento PDF che contiene informazioni per valutare quest'immagine.

82

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Si segnala inoltre che rapide diminuzioni di HRR dovute all'entrata in funzione di sistemi di spegnimento possono essere adottate purché il progettista sia in grado di dimostrare l'efficacia del sistema di spegnimento che si intende adottare, mediante indagini sperimentali condotte dal produttore del sistema di spegnimento ovvero attraverso il ricorso a dati disponibili nella letteratura

tecnica che si adattino puntualmente al sistema adottato. Si sottolinea, infatti, che qualsiasi prestazione assunta arbitrariamente e non adeguatamente supportata, del sistema di spegnimento, come di qualsiasi altra misura di protezione dall'incendio adottata, è contraria ai principi della Direttiva Prodotti da Costruzione.

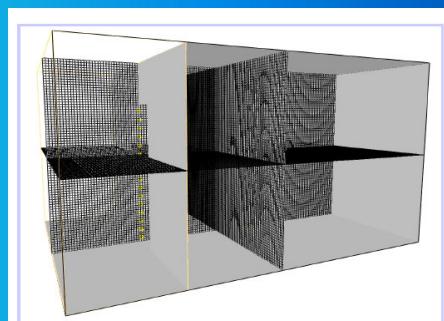


Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo dati per illustrare quest'immagine.

83

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Si evidenzia che elementi di criticità riguardano la dimensione della mesh (analisi di sensitività) e la definizione delle proprietà dei materiali. I livelli di HRR sviluppati dal modello approssimato di combustione dovrebbero essere confrontati con i valori individuabili nella letteratura tecnica per le specifiche attività come, ad esempio, i valori riportati nella succitata tabella. *



Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo dati per illustrare quest'immagine.

84

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Va evidenziato, altresì, che la **scelta del rateo di produzione del particolato** rappresenta un momento di criticità; infatti, la combustione di un modesto quantitativo di materiale plastico, come un apparecchio televisivo o una poltrona, può avere dal punto di vista della diffusione dei fumi nella fase di pre-flashover, importante nella valutazione dell'esodo dei presenti, conseguenze molto più gravose di un incendio di legno o carta con livelli di picco termico anche molto maggiori.

(Esempio: per materiali cellulosici quali legno, carta, ecc. può essere accettabile un rateo di produzione di particolato di 0,01 kgsoot/kgcomb)

(Esempio: per materiali plastici quali, PVC, poliuretano, ecc. il rateo può crescere di un ordine di grandezza e arrivare a 0,08 – 0,10 kgsoot/kgcomb o anche maggiore con effetti molto più gravosi)

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare gli argomenti.

85

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

1. Caratteristiche dell'edificio.

2. Geometria dei locali e caratteristiche termiche delle pareti e dei solai.

(Nota: nel caso in cui i suddetti parametri non vengono considerati ai fini del calcolo deve essere fornita una adeguata giustificazione. In genere considerare le pareti ed i solai come superfici adiabatiche, trascurando in tal modo la frazione di calore assorbita dagli elementi costruttivi, può risultare conservativo in relazione alle temperature raggiunte nell'ambiente, ma non necessariamente conservativo per la stratificazione dei fumi).

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare gli argomenti.

86

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

3. Condizioni di ventilazione naturale interna ed esterna, con riferimento a:

- a. infiltrazioni naturali nell'ambiente (leakage);
- b. presenza di cavedi;
- c. presenza di camini ;
- d. presenza di elementi di chiusura dei vani in materiale plastico termofondente;
- e. aperture prive di infisso;
- f. aperture con infisso (porte e finestre) specificando:
 - la tipologia degli infissi,
 - le caratteristiche dimensionali e costruttive specificando nel caso di infissi con vetro la tipologia e lo spessore del vetro nonché i valori della temperatura e/o del flusso critico che comportano una rottura efficace ai fini della ventilazione;
- g. presenza di EFC e loro descrizione.

4. Condizioni di ventilazione meccanica, con riferimento a:

§ impianto di ventilazione, specificando:

87

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

3. Condizioni di ventilazione naturale interna ed esterna, con riferimento a:

- a. infiltrazioni naturali nell'ambiente (leakage);
- b. presenza di cavedi;
- c. presenza di camini ;
- d. presenza di elementi di chiusura dei vani in materiale plastico termofondente;
- e. aperture prive di infisso;
- f. aperture con infisso (porte e finestre) specificando:
 - la tipologia degli infissi,
 - le caratteristiche dimensionali e costruttive specificando nel caso di infissi con vetro la tipologia e lo spessore del vetro nonché i valori della temperatura e/o del flusso critico che comportano una rottura efficace ai fini della ventilazione;
- g. presenza di EFC e loro descrizione.

QualiTerm® è un
dispositivo per la diagnosi
dei problemi di ventilazione
sono necessari per risolvere questi problemi.

88

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

4. Condizioni di ventilazione meccanica, con riferimento a:

- a. impianto di ventilazione, specificando:
 - i. la presenza e l'ubicazione delle condotte di mandata e di ripresa dell'aria dell'impianto, delle relative apparecchiature e dei punti di espulsione e di immissione dell'aria nonché della portata d'aria,
 - ii. la presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco,
- b. sistemi di attivazione e di spegnimento dell'impianto di ventilazione

Questa immagine è un documento PDF. Per informazioni sulle condizioni di utilizzo, visitate il sito www.pdf.com.

89

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

- 5. Stato delle porte e delle finestre con riferimento alla situazione di apertura/chiusura in funzione del tempo, con riferimento a:
 - a. apertura dall'inizio della simulazione;
 - b. chiusura con leakage;
 - c. apertura ad un certo tempo per una azione (persone durante l'esodo, soccorritori);
 - d. apertura ad un certo tempo per rottura dei vetri (totale/parziale);
 - e. crollo parziale delle strutture di sconfinamento.

Questa immagine è un documento PDF. Per informazioni sulle condizioni di utilizzo, visitate il sito www.pdf.com.

90

2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Per concludere la definizione dello scenario occorre richiedere precisazioni circa le **condizioni delle persone presenti**.

1. Affollamento.
2. Categoria occupanti, come:
 - a. lavoratori;
 - b. studenti;
 - c. visitatori occasionali;
 - d. anziani;
 - e. malati;
 - f. disabili.
3. · Stato psico-fisico.
4. · Grado di familiarità dei presenti con l'ambiente.
5. · Stato di veglia/sonno.

Di solito si avrà un insieme di scenari di incendio, ed a questo proposito dovranno essere prodotti specifici elaborati grafici che illustrino:

- 1) la **localizzazione e le condizioni al contorno degli scenari di incendio**;
- 2) l'**individuazione dettagliata delle caratteristiche degli occupanti**

Questa immagine è un documento PDF. Per visualizzare quest'immagine, sono necessari per visualizzare quest'immagine.

91

Scenari di progetto

- Esempio di definizione di uno scenario

Questa immagine è un documento PDF. Per visualizzare quest'immagine, sono necessari per visualizzare quest'immagine.

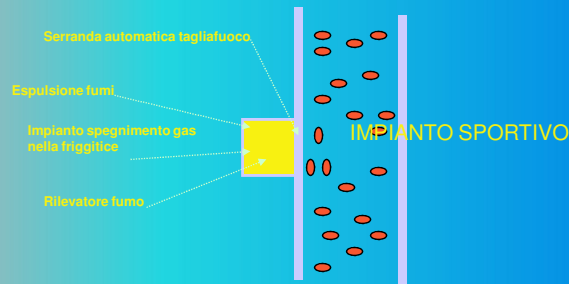
Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

92

Scenari di progetto

- Impianto sportivo al chiuso
- La norma proibisce di realizzare attività di cottura nell'impianto o in comunicazione con esso
- La richiesta è relativa ad un piccolo locale tipo fast food (solo preparazione pasti, no posti a sedere) che si affaccia su un percorso interno



Questa immagine è un
disegno schematico. Gli elementi
sono rappresentati per facilitare la comprensione.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

93

Scenari di progetto

- **COMPORTAMENTO UMANO**
- L'addetto non sa usare l'estintore
- L'addetto blocca la serranda in posizione aperta
- L'incendio avviene in presenza di pubblico
- **FUNZIONAMENTO IMPIANTI**
 - Non funziona la serranda automatica
 - Non funziona l'impianto automatico di spegnimento
 - Non funziona l'estintore
 - Non funziona la rilevazione di incendio
- **PRINCIPIO DI INCENDIO**
 - Incendio degli imballi
 - Incendio dell'olio nella friggitrice
 - Incendio degli impianti elettrici della friggitrice

Questa immagine è un
disegno schematico. Gli elementi
sono rappresentati per facilitare la comprensione.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

94

Scenari di progetto

- La selezione degli scenari da considerare dovrà tenere conto delle conseguenze più gravi nell'ambito delle condizioni critiche individuate. Per questo motivo in sede di selezione dovranno essere noti via approssimativa i dati sugli impianti di protezione (% malfunzionamento serranda, quanto è stagna in effetti?), sulle curve di rilascio termico (hrr imballi, olio ecc.) e dovranno essere assunte delle ipotesi, che diventano vincolanti, sulla gestione (l'addetto è formato all'uso degli impianti?).
- Su questa base poi potrà essere giustificata la scelta degli scenari di sviluppare

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

95

Scenari di progetto

- A scopo puramente indicativo si ipotizza l'analisi proposta da un professionista (NB in questo esempio i dati sono a caso):
- L'olio ha una curva HRR molto più gravosa degli imballi
- Il personale è addestrato bene
- I rilevatori di fumo e l'impianto di espulsione del fumo sono abbastanza affidabili, mentre non ci sono dati sull'affidabilità e la tenuta delle serrande tagliafuoco
- IL PROFESSIONISTA PROPONE QUESTO SCENARIO:
- incendio di olio nella friggitrice
- La serranda non funziona, gli altri impianti funzionano
- L'addetto spegne con l'estintore l'incendio non prima di un paio di minuti. L'incendio non si propaga agli imballi.
- Nel corridoio dell'impianto c'è pubblico (1 persona/m²), che sarà quindi esposto al fumo.

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

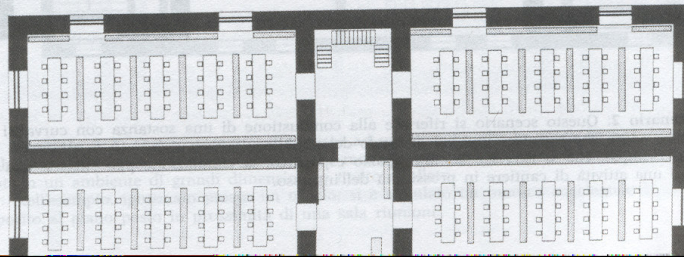
96

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)

National Fire Protection Association

Scenario 1 - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa durante una fase normale dell'attività. Nella definizione delle condizioni rappresentative dovranno essere prese in considerazione specificamente:

- le attività delle persone presenti;
- il numero e la posizione delle persone presenti;
- la dimensione dei locali, il tipo e la quantità di mobilio, dei rivestimenti e del materiale contenuto nell'ambiente;
- le proprietà del combustibile presente;
- le fonti di innesco;
- le condizioni di ventilazione;
- il primo oggetto ad essere incendiato e la sua posizione.



Accompagnare l'NFPA 101 e NFPA 914
con i manuali per valutare quest'evento.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

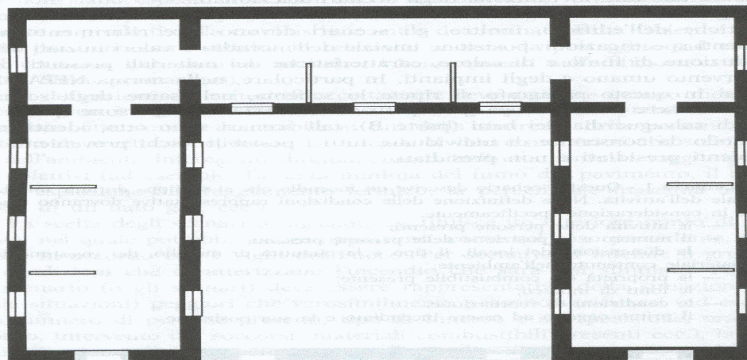
97

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)

Scenario 2 - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa con la combustione di un materiale con curva di crescita ultra veloce, ubicato nella via di esodo più importante. Le porte interne all'inizio dell'incendio sono aperte. In particolare:

Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi di esodo delle persone. Infatti, in considerazione del fatto che l'incendio riduce il numero di vie di esodo disponibili, dovrà essere valutata la disponibilità ed efficacia dei sistemi di esodo alternativi.

Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi determinati dagli effetti di una rapida propagazione dell'incendio sui beni da proteggere, sulle finiture interne e sui componenti strutturali.



Accompagnare l'NFPA 101 e NFPA 914
con i manuali per valutare quest'evento.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

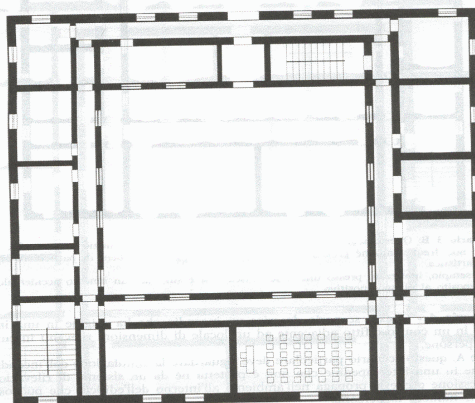
98

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)

Scenario 3 - Questo scenario descrive un incendio che ha inizio in un locale in cui normalmente non sono presenti persone ma che, per la sua posizione, può mettere in pericolo un grande numero di persone presenti in un altro locale dell'edificio.

Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che ha inizio in una stanza in cui normalmente non sono presenti persone e che migra verso l'ambiente che può contenere il più grande numero di persone nell'edificio.

Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che partendo da un locale non occupato può crescere e mettere in pericolo la zona di maggiore interesse per i beni presenti.



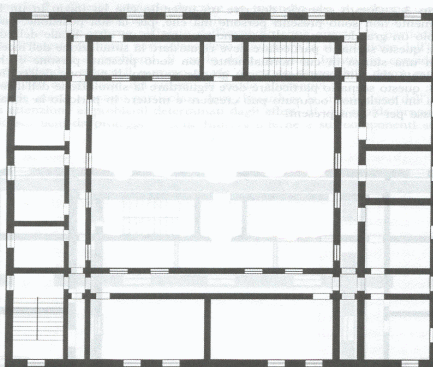
Questa immagine è un
documento NFPA 914 e NFPA 101
sono necessari per valutare quell'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

99

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



Scenario 3 B: Questo scenario si riferisce ad un incendio che ha inizio in un ambiente normalmente non frequentato né presidiato e che può danneggiare dei beni di particolare rilevanza storica o artistica.

Nell'esempio, ipotizzato presso una sede museale, si è simulato un innesco accidentale in un piccolo deposito al piano espositivo.

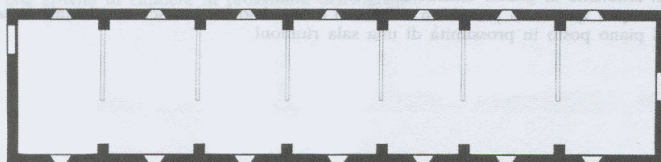
Questa immagine è un
documento NFPA 914 e NFPA 101
sono necessari per valutare quell'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

100

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



Scenario 4 A-B. Questo scenario si riferisce alla situazione in cui un innesco si manifesta in uno spazio non protetto da impianti di rilevazione o spegnimento può mettere in pericolo le persone presenti in un ambiente adiacente o i beni in esso contenuti.

Nell'esempio, che si riferisce ad uno spazio espositivo, è stato ipotizzato l'innesco all'interno delle pareti che delimitano i singoli ambienti espositivi.

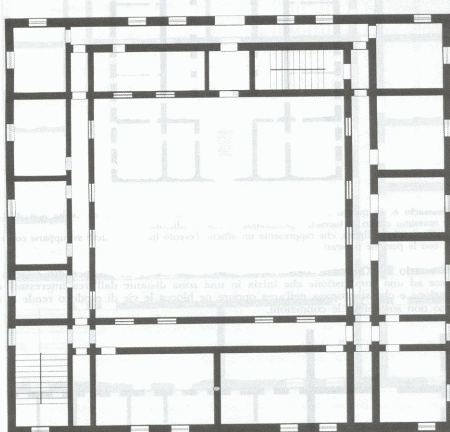
Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per valutare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

101

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



Scenario 5 A-B. Questo scenario si riferisce ad un incendio che ha inizio in un ambiente normalmente non frequentato né presidiato e che si sviluppa lentamente non rilevato dai sistemi di protezione, fino a dare luogo ad un incendio di grandi dimensioni o che crea gravi danni ai beni presenti.

Nell'esempio, ipotizzato presso una sede museale, si è simulato un innesco accidentale in un piccolo deposito al piano.

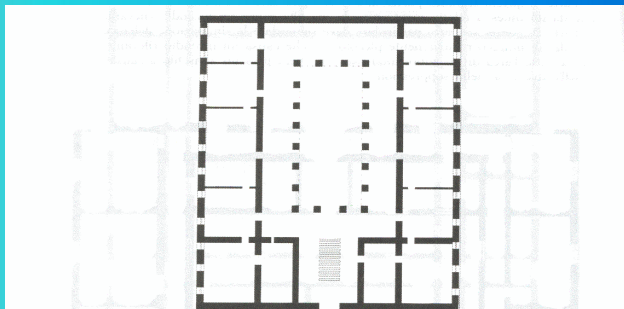
Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per valutare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

102

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



Scenario 6: In questo caso lo scenario si riferisce alla normale attività svolta nell'edificio e con il massimo carico di incendio ipotizzabile in tale condizione.
Nell'esempio in figura, che rappresenta un ufficio, l'evento ipotizzato deve svilupparsi con rapidità e con le persone presenti.

Scenario 7: Questo scenario rappresenta l'esposizione ad un incendio esterno. Si riferisce ad una combustione che inizia in una zona distante dall'area interessata alla valutazione e che si propaga nell'area oppure ne blocca le vie di esodo o rende al suo interno non sostenibili le condizioni.

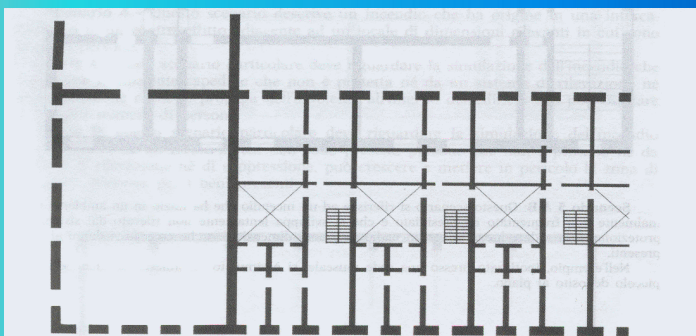
Questa immagine è un
documento NFPA 101 e NFPA 914
sono necessari per valutare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

103

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



Scenario 7: Questo scenario si riferisce ad una esposizione dell'edificio o dell'attività ad un incendio esterno, in grado di pregiudicare l'uso delle vie di esodo o di rendere le condizioni all'interno dell'edificio insostenibili.

Nel caso in figura si è cercato di rappresentare una situazione tipica dei centri storici, nei quali l'adiacenza degli edifici rende il problema della propagazione dell'incendio dall'esterno particolarmente critico.

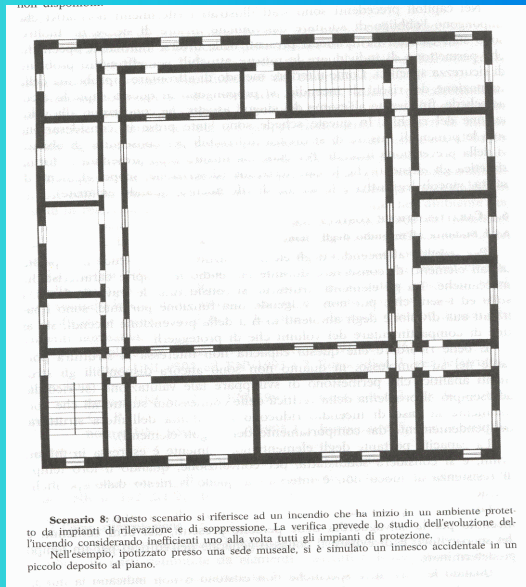
Questa immagine è un
documento NFPA 101 e NFPA 914
sono necessari per valutare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

104

ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)



QualiTron® è un
documento NFPA document
non necessario per valutare quell'evento.

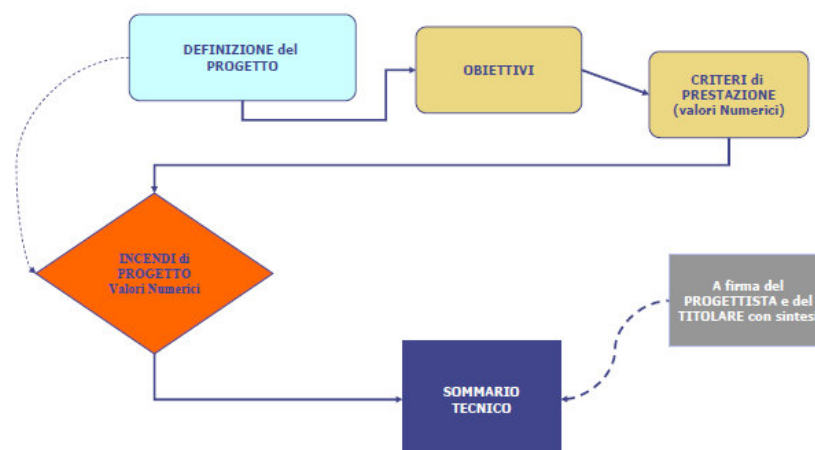
Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

105

Riassumendo..

Analisi preliminare (I fase)



QualiTron® è un
documento NFPA document
non necessario per valutare quell'evento.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

106

3- ANALISI QUANTITATIVA (II fase)

Il D.M. 9/5/2007 prevede la redazione di una **Documentazione di Progetto specifica per la seconda fase, relativa all'analisi quantitativa**.

In questa fase deve essere definita:

1. la soluzione progettuale (la compensazione del rischio di incendio),
2. la scelta del modello e le relative approssimazioni,
3. l'effettuazione del calcolo delle conseguenze degli scenari di incendio,
4. l'illustrazione dei risultati dell'elaborazione
5. ed il loro confronto con i livelli di prestazione.

Questa parte è un documento di progetto e non deve essere utilizzata per finalità di certificazione.

107

3.1- definizione della soluzione progettuale (compensazione del rischio di incendio)

Questa parte della Documentazione di Progetto contiene la descrizione dei provvedimenti da adottare nei confronti dei pericoli, delle condizioni ambientali, e la descrizione delle misure preventive e protettive assunte, con particolare riguardo al comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali ed ai presidi antincendio, avendo riguardo ad eventuali norme tecniche di prodotto prese a riferimento.

Questa parte è un documento di progetto e non deve essere utilizzata per finalità di certificazione.

108

3.1- definizione della soluzione progettuale (compensazione del rischio di incendio)

1. • Descrizione della strategia scelta per raggiungere gli obiettivi prefissati.
2. • Misure di prevenzione e loro caratteristiche:
 - a. sostituzione di materiali combustibili con altri non combustibili,
 - b. sistemi di sicurezza a saturazione,
 - c. ventilazione dei locali.
3. Misure di protezione passiva e loro caratteristiche:
 - i. strutture resistenti al fuoco,
 - ii. compartimenti antincendio/antifumo,
 - iii. porte e chiusure tagliafuoco,
 - iv. sistemi di contenimento dei fumi,
 - v. barriere al fumo,
 - vi. materiali classificati ai fini della reazione al fuoco.

QualiTronik e gli
documenti TRT dei componenti
sono marchi registrati di Qualitronik.

109

3.1- definizione della soluzione progettuale (compensazione del rischio di incendio)

4. Misure di protezione attiva e loro caratteristiche:
 - a. ventilazione ordinaria,
 - b. ventilazione in caso di incendio (estrazione meccanizzata dei fumi e/o impianti di immissione). In questo caso i motori di aspirazione devono essere in grado di sopportare le temperature raggiunte con riferimento alle prestazioni individuate nel D.M. 16/2/2007,
 - c. impianti di rivelazione e loro caratteristiche compreso il Response Time Index (RTI) necessario per la stima del tempo attivazione impianti e di intervento,
 - d. impianti di spegnimento o di soppressione.
5. Presenza di tavole di progetto che illustrino in maniera univoca le soluzioni adottate.

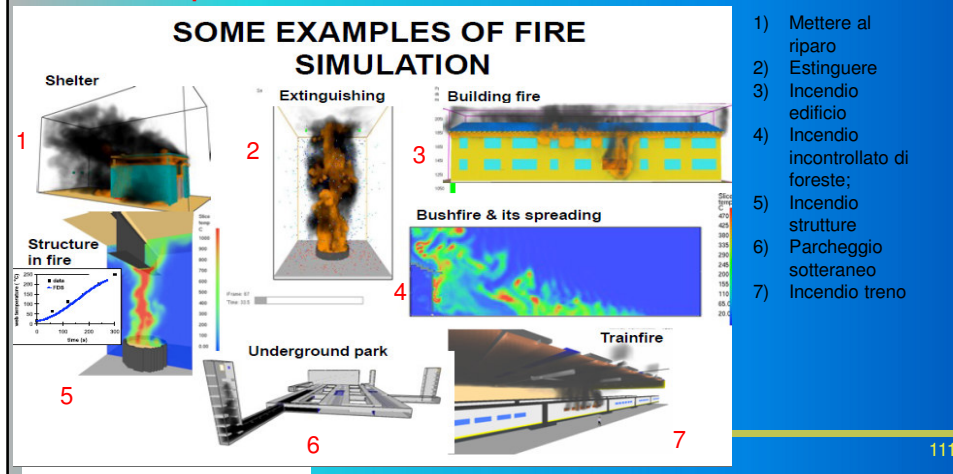
QualiTronik e gli
documenti TRT dei componenti
sono marchi registrati di Qualitronik.

110

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

Il passo successivo per il progettista consiste nella scelta dei modelli di calcolo da applicare al caso in esame per la valutazione dello sviluppo degli incendi di progetto e le loro possibili conseguenze;
il progettista deve fornire sufficienti informazioni sul modello utilizzato

Alcuni esempi di simulazione d'incendio:



3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.1 Modelli utilizzati

Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

- 1) modelli analitici semplificati
- 2) modelli di simulazione dell'incendio a zone per ambienti confinati (CFast, Ozone)
- 3) modelli di simulazione dell'incendio di campo (FDS, CFX, Fluent)
- 4) modelli di simulazione dell'esodo
- 5) modelli di simulazione del comportamento strutturale in caso l'incendio (Ansys, Adina, Abaco, Diana, Safir)

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

modelli analitici semplificati (manuali) possono garantire buone stime di effetti specifici dell'incendio come, ad esempio, il calcolo del tempo di *flashover* in un locale, mentre per analisi più complesse che coinvolgano interazioni dipendenti dal tempo di più processi di tipo fisico e chimico presenti nello sviluppo di un incendio si ricorre generalmente a modelli di tipo automatico.

E' possibile anche l'utilizzo di più **tipologie di modelli** come ad esempio:

1. l'uso di **modelli specifici** per la valutazione del tempo di attivazione di un impianto di rivelazione o di spegnimento, della rottura di un vetro in funzione della temperatura ecc., utilizzando poi i dati ricavati in una modellazione più complessa, ad esempio effettuata con modelli di campo;
2. l'uso di **modelli semplificati** (ad esempio a zone) per valutare in una prima fase le condizioni di maggiore criticità per poi approfondire la trattazione degli effetti con modelli più complessi.

Questa immagine è un
decompresso PDF. Per informazioni
sono necessari per risolvere quest'errore.

113

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

Il progettista deve inoltre distinguere tra **parametri interni ed esterni** al modello.

Alcuni **parametri interni** del Modello possono, infatti, essere modificati dall'utente (ad esempio, nei modelli di fluidodinamica numerica la dimensione della griglia ed il passo temporale di calcolo time step).

I **parametri esterni** sono quelli che costituiscono i valori di input e possono essere distinti nelle tre categorie:

- **geometrica** (dimensioni dell'ambiente, aperture di ventilazione, comunicazione tra ambienti, ecc.);
- **di scenario** (legato alla conoscenza del rilascio termico, della velocità di perdita di massa, di distribuzione del combustibile dello stato delle porte e delle finestre, ecc.);
- **termofisica** (come ad esempio le proprietà delle pareti dell'ambiente tra cui la conduttività, il calore specifico, la massa volumica, il contenuto di umidità, l'emissività delle superfici, ecc.).

Questa immagine è un
decompresso PDF. Per informazioni
sono necessari per risolvere quest'errore.

114

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

Uno dei parametri chiave per la scelta di un modello è inoltre la **validazione**.

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

115

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo.

Devono essere fornite indicazioni in merito **all'origine ed alle caratteristiche dei codici di calcolo** utilizzati, come ad esempio:

1. denominazione,
2. autore o distributore,
3. versione,
4. inquadramento teorico della metodologia di calcolo e sulla sua traduzione numerica,
5. indicazioni riguardanti la riconosciuta affidabilità dei codici,
6. limitazioni ed ipotesi alla base della metodologia di calcolo,
7. documentazione tecnica e manuale utente,
8. validazioni sperimentali. *

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

116

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.3 La documentazione a corredo dei modelli

Il progettista deve fornire **informazioni** sulla **documentazione** a corredo dei modelli.

Il documento di riferimento per la documentazione dei modelli è la ISO TR 13387 ed il citato ASTM E 1355-97, che fornisce un metodo di valutazione delle capacità di previsione di un modello di incendio per usi specifici.

Questa immagine è un
documento ISO. I diritti di copyright
sono riservati per violazione quest'immagine.

117

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.3 La documentazione a corredo dei modelli

Il progettista deve fornire informazioni sulle **caratteristiche principali del modello** (di solito ricavabili dalla documentazione tecnica e dal manuale utente),

Sulla base della scelta operata (metodi di calcolo manuali o automatici, modelli a zona o di campo) devono essere prodotte delle **tavole grafiche** (piante e sezioni) che illustrino **le semplificazioni** eventualmente adottate nella modellazione e la localizzazione e specificazione, nella parte di edificio modellata, degli **scenari di incendio** definiti nel **Sommario di Progetto**.

Questa immagine è un
documento ISO. I diritti di copyright
sono riservati per violazione quest'immagine.

118

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

La scelta iniziale dei valori da assegnare ai parametri alla base dei modelli di calcolo, deve essere giustificata in modo adeguato, facendo specifico riferimento alla letteratura tecnica condivisa o a prove sperimentali.

Tra i parametri da utilizzare per la descrizione dell'evento è necessario indicare quelli per i quali si è resa necessaria una scelta da parte del progettista.

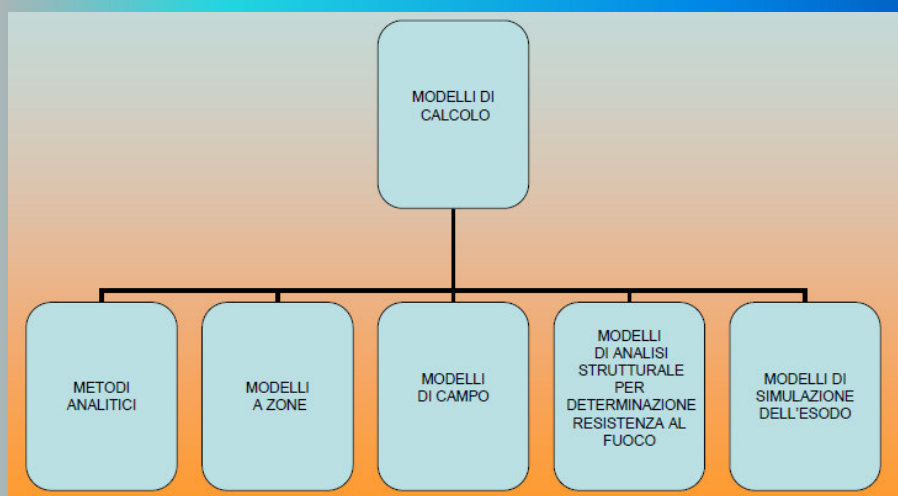
Inoltre, a scopo illustrativo dovrebbero essere indicati gli elementi più rilevanti del software utilizzato.

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'evento.

119

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

Parametri e valori associati



Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare quest'evento.

120

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per metodi analitici (a seconda dell'algoritmo scelto) Si utilizzano formule analitiche semplici, ad esempio le formule per il plume (colonna calda sopra l'incendio) o per il getto d'aria contro il soffitto.

- il tempo reale previsto di simulazione;
- la velocità di crescita dell'incendio;
- la potenza di picco dell'incendio;
- il fattore di ventilazione dell'ambiente;
- la dinamica della ventilazione;
- il valore probabile minimo della potenza necessaria al flashover;
- tempo di flashover;
- la potenza massima esprimibile in funzione della ventilazione;
- la distribuzione del tempo della temperatura nell'ambiente ove si è sviluppato l'incendio;
- La massa d'aria richiamata nel pennacchio;
- la temperatura del pennacchio;
- la temperatura in funzione del tempo di oggetti combustibili posti nelle vicinanze del focolare d'incendio;
- Lo spessore dello strato superiore caldo di fumo in funzione del tempo;
- la densità ottica dei fumi;
- la concentrazione di monossido di carbonio.

Questa lista è un
documentazione IPR dei parametri
sono necessari per valutare questi rischi.

121

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli a zone

- la definizione del volume di controllo e le condizioni al contorno;
- i dati relativi ai materiali adoperati nella modellazione con le loro caratteristiche termofisiche;
- l'eventuale presenza di vento;
- la dinamica della ventilazione (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa o di rottura dei vetri);
- velocità dell'eventuale aria di estrazione e/o immissione;
- la curva della potenza termica rilasciata (HRR) in funzione del tempo;
- la presenza di vincoli alla combustione dovuti alla disponibilità di ossigeno;
- il sottomodulo di plume;
- la produzione di particolato (soot yield) ed eventualmente di specie tossiche;
- il modello di irraggiamento;
- le caratteristiche di eventuali impianti sprinkler e i loro effetti nel corso della simulazione;
- il tempo reale previsto di simulazione;
- Devono poi essere forniti dati che permettano l'analisi dei risultati come ad esempio l'andamento delle temperature medie dello strato inferiore e superiore, l'andamento della posizione dell'interfaccia tra le zone, il flusso in entrata ed in uscita da aperture verso l'esterno o verso altri locali, l'andamento della concentrazione di ossigeno e di ossido di carbonio, l'andamento della visibilità.

122

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli a zone

- Modelli a Zone (CFAST)
 - Codice di calcolo semplificato: fornisce risultati, con tempo di analisi limitato
 - risolve le equazioni dei MODELLI A ZONA
- CFAST (Consolidated Fire and Smoke Transport Model) è un modello a zone sviluppato per predire gli effetti dell'incendio sulle temperature e sulle concentrazioni di gas

Lo spazio è suddiviso in **grandi volumi (al massimo 20)**, su cui si applicano le formule analitiche semplici e i bilanci di massa ed energia.

La base teorica di questi modelli è data dalle **leggi di conservazione della materia e dell'energia** nel compartimento dell'incendio.

Principalmente i modelli tengono conto del rateo di sviluppo termico (HRR) dei combustibili, del fire plume, bilancio di materia, movimento dei fumi e temperatura della fase gas.

Essi si basano su alcune assunzioni relative alla chimica/fisica del fenomeno incendio e del movimento dei fumi suggerite dall'osservazione sperimentale di incendi reali di **compartimento**

QFAST™ è un
decompositore 3D dei componenti
sono necessari per simulare quell'evento.

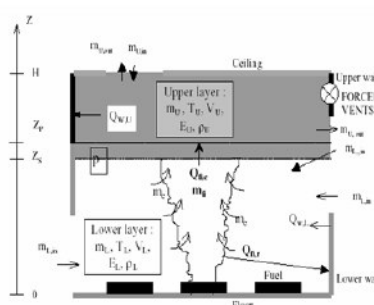
123

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Modelli a zone

- ogni compartimento è diviso in due volumi: **strato superiore** e **strato inferiore**
- le caratteristiche termodinamiche e le concentrazioni dei fumi e delle specie chimiche sono uniformi
- Una terza zona può essere rappresentata dal "plume"



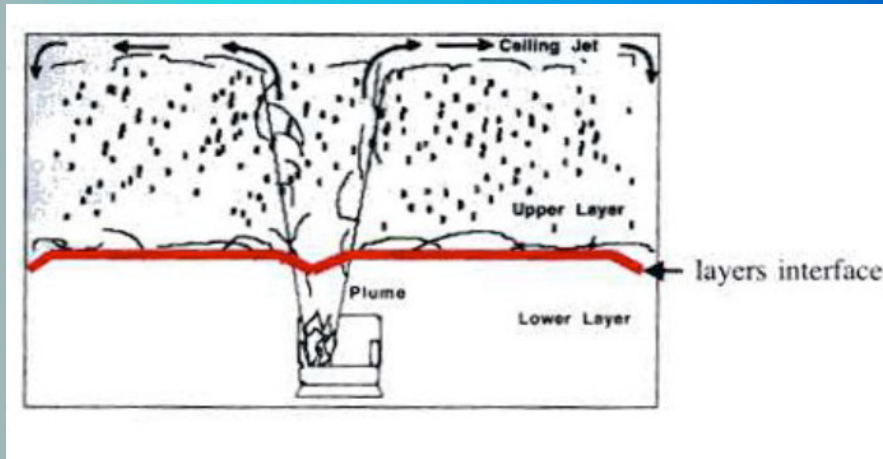
QFAST™ è un
decompositore 3D dei componenti
sono necessari per simulare quell'evento.

124

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli a zone



QualTron™ è un
dispositivo per la simulazione
dei modelli per valutare gli incendi.

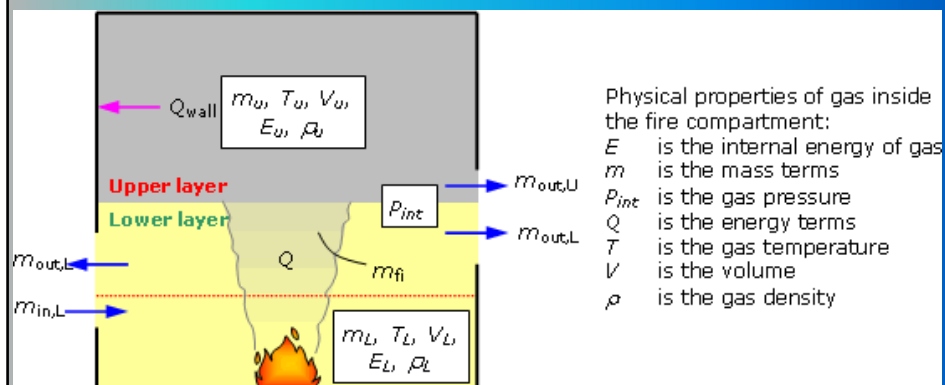
125

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

▪ Il Bilancio Energetico è tra l'energia rilasciata dall'incendio, la fase gas nel compartimento, la frontiera del compartimento e l'atmosfera esterna tramite le aperture

§ Il Bilancio di Materia è tra i gas sviluppati dalla pirolisi, l'ingresso e l'uscita di aria attraverso le aperture



QualTron™ è un
dispositivo per la simulazione
dei modelli per valutare gli incendi.

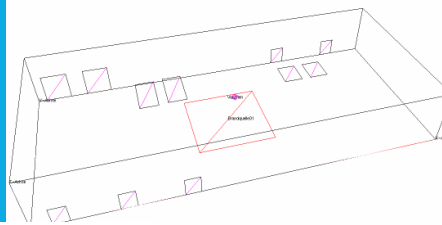
126

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli a zone

▪ § Il Bilancio Energetico è tra l'energia rilasciata dall'incendio, la fase gas nel compartimento, la frontiera del compartimento e l'atmosfera esterna tramite le aperture



§ Il Bilancio di Materia è tra i gas sviluppati dalla pirolisi, l'ingresso e l'uscita di aria attraverso le aperture

127

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di campo o modelli CFD (Computational Fluid Dynamics)

- La definizione del dominio di calcolo, delle condizioni al contorno (tipo di frontiere, i dati relativi ai materiali adoperati nella modellazione con le loro caratteristiche termofisiche,
- l'eventuale presenza di vento;
- la dinamica della ventilazione (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa o di rottura dei vetri),
- la velocità dell'eventuale aria di estrazione e/o immissione;
- la curva della potenza termica rilasciata (HRR) in funzione del tempo;
- la produzione di particolato (soot yield) ed eventualmente di specie tossiche;
- l'analisi di sensitività e la scelta della dimensione ottimale di mesh;
- le caratteristiche di eventuali impianti sprinkler e i loro effetti nel corso della simulazione (importante verificare la corretta modellazione che deve essere ben documentata);
- il tempo reale previsto di simulazione;
- il time step e sua congruenza con la dimensione delle celle;
- le indicazioni sulla convergenza dell'elaborazione.
- Devono poi essere forniti dati che permettano l'analisi dei risultati. Fanno parte di questa illustrazione anche la modalità di calcolo dell'irraggiamento e il modello di combustione, nel caso si utilizzino software che consentono la scelta tra diverse

opzioni.

128

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di campo

I modelli di campo rappresentano modelli **deterministici** in cui le variabili di input assumono valori fissi.

Modello **deterministico**: Partendo da uno stato iniziale S_i , applicata una data trasformazione T_j , si giunge sempre allo stesso stato S_j .

Questi modelli risolvono le equazioni fondamentali della massa, del momento e dell'energia e sono dei complessi modelli fluidodinamici.

La fluidodinamica classica riguarda la descrizione matematica del comportamento fisico dei fluidi (gas e liquidi)

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per mostrare quali immagini

129

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Equazione	Spiegazione
Continuità	L'equazione di continuità rappresenta il bilancio di massa d'aria.
Impulso	Le 3 equazioni dell'impulso rappresentano il bilancio delle forze nell'aria, nelle 3 direzioni degli assi cartesiani. Le forze in gioco sono gli attriti, le spinte di Archimede e le forze di pressione. L'insieme delle equazioni di continuità e di impulso viene indicato come equazioni di Navier-Stokes.
Energia	L'equazione dell'energia rappresenta il bilancio dell'energia termica. Nella zona di incendio viene prodotta una grande quantità di calore. L'energia viene scambiata nell'aria per convezione e per irraggiamento. Anche fra l'aria e le strutture solide lo scambio avviene per convezione ed irraggiamento.
Grandezze turbolente	Queste equazioni (tipicamente 2) rappresentano il bilancio delle grandezze turbolente. In un incendio si ha lo spostamento di grandi volumi d'aria che produce vortici grandi e piccoli (turbolenze). La turbolenza provoca forti miscelamenti.
Fumo	L'equazione per il fumo rappresenta il bilancio del fumo. Oltre al calore, nella zona di incendio viene prodotto del fumo che viene poi trasportato in altre zone.
Energia nei solidi	Quando si è interessati a studiare l'impatto termico sulle strutture solide, allora si deve risolvere anche l'equazione dell'energia nei solidi. Questa rappresenta il bilancio dell'energia termica nei solidi. Il trasporto di calore avviene in questo caso puramente per conduzione.

Tabella 1: Equazioni per CFD

80

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

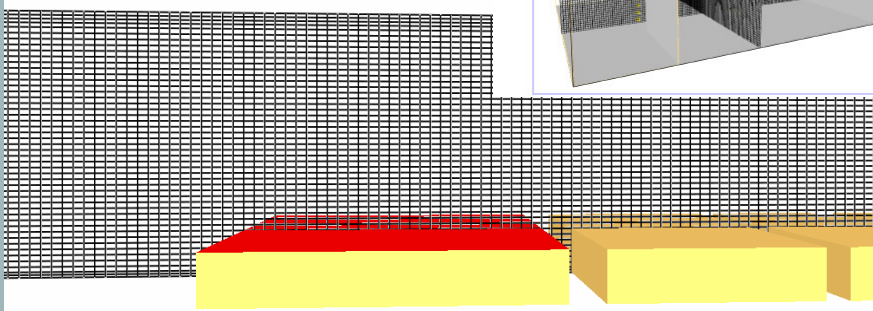
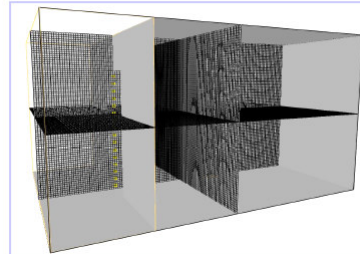
3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di campo

CFD (computational fluid dynamics) significa **fluidodinamica numerica**.

Lo spazio è suddiviso in piccole celle di calcolo (tipicamente 500'000-1'500'000 celle), su cui si calcolano le esatte equazioni del trasporto.

Griglia di calcolo



Questa immagine è un
disegno schematico. I dati e i risultati
sono mostrati per illustrare questi concetti.

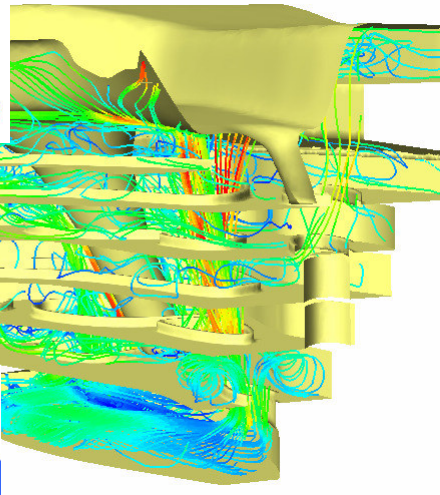
131

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di
campo

- FDS (Fire Dynamics Simulator) e Smokeview – predice la distribuzione del fumo e il movimento dell'aria causati dall'incendio, dal vento, e dal sistema di ventilazione. I risultati del calcolo sono visualizzati dal codice smokeview



- Codici di Calcolo Fluidodinamici (FDS)
 - Codice di calcolo A VOLUMI FINITI
 - Vengono integrate le equazioni della fluido-dinamica, Navier-Stokes, Energia, reazioni chimiche
 - analizza con lunghi tempi computazionali il complesso meccanismo dell'incendio e della propagazione dei fumi

Questa immagine è un
disegno schematico. I dati e i risultati
sono mostrati per illustrare questi concetti.

132

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

- Individuazione di elementi strutturali o sottostrutture che, in condizioni di incendio, possano considerarsi indipendenti dal punto di vista meccanico dal resto dell'impianto strutturale della costruzione in esame.
- Determinazione sperimentale o analitica del riscaldamento degli elementi strutturali (in presenza o meno di sistemi protettivi purché caratterizzati sperimentalmente nei valori termofisici) coinvolti dall'incendio naturale (descritto da una curva temperatura tempo) determinato nelle fasi precedenti.
- Analisi non lineare del comportamento meccanico della sottostruttura individuata al punto a), mediante codici di calcolo strutturale che ne simulino lo stato tensionale e deformativo al variare della temperatura e in presenza dei carichi di progetto in condizioni di incendio.
- Verifica ulteriore degli elementi strutturali nei confronti della curva di incendio nominale standard per una durata di esposizione pari alla classe minima definita all'art. 4.2 comma 3 dell'allegato al D.M. 9 marzo 2007.

Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare questi concetti.

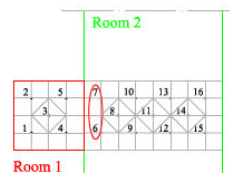
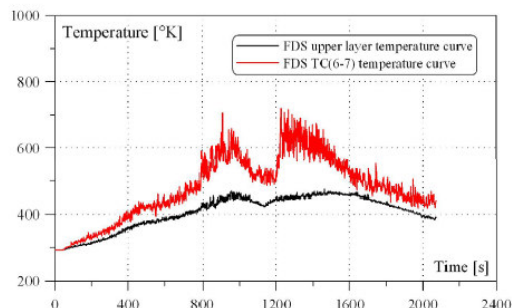
133

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

Temperature mediate e puntuali



Questa immagine è un
documento PDF che contiene
solo immagini per illustrare questi concetti.

134

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

Analisi strutturale

- I risultati dell'analisi termica possono essere utilizzati per la verifica strutturale
- Le condizioni termiche influenzano sia i carichi che la resistenza dei materiali
- Devono essere confrontate le curve di sollecitazione con il carico massimo ammissibile

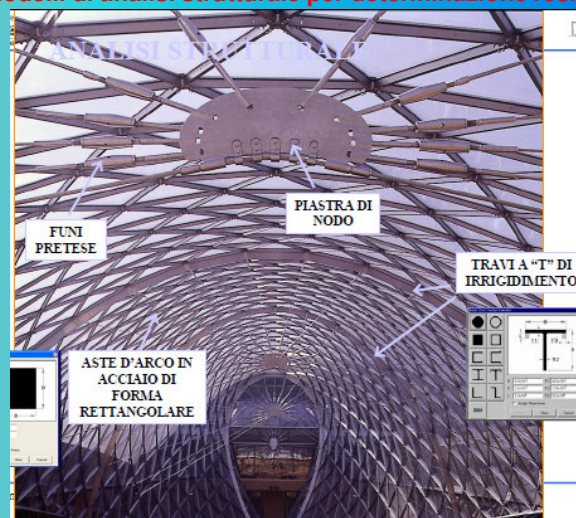
Questa immagine è un
documento PDF. Per visualizzare
quest'immagine, sono necessari per visualizzare quest'immagine.

135

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco



Questa immagine è un
documento PDF. Per visualizzare
quest'immagine, sono necessari per visualizzare quest'immagine.

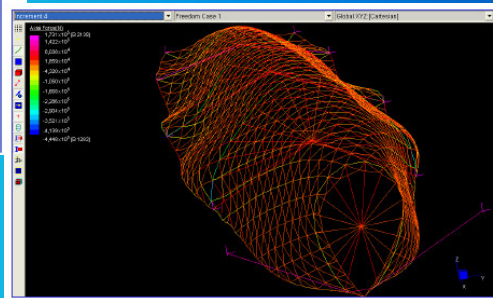
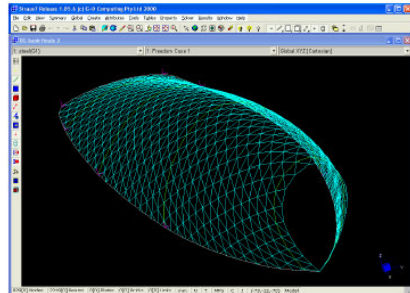
136

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

Analisi Strutturale



137

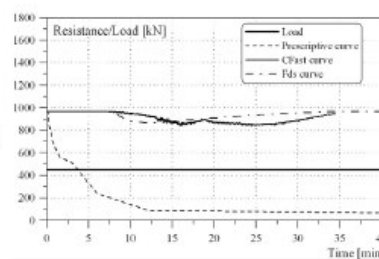
3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

Resistenza strutturale sezione a T

- Applicando la curva prescrittiva la struttura cede dopo pochi minuti
- La struttura andrebbe rinforzata o rivestita con vernici per migliorarne la resistenza al fuoco
- Utilizzando i risultati delle simulazioni invece la struttura è in grado di resistere all'incendio



138

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di analisi strutturale per determinazione resistenza al fuoco

Conclusioni

- La simulazione d'incendio può essere effettuata con sistemi diversi
- I metodi a zone sono veloci, ma le informazioni ottenute sono in qualche misura limitate
- L'utilizzo della CFD consente di ottenere informazioni dettagliate sull'andamento dell'incendio
- I tempi di calcolo possono essere notevoli
- La sostanziale diminuzione del costo dell'hardware consente l'utilizzo di efficienti cluster di calcolo

Quba Team™ è un
discompensatore 3D dei calcoli
sono necessari per risolvere quest'immagine.

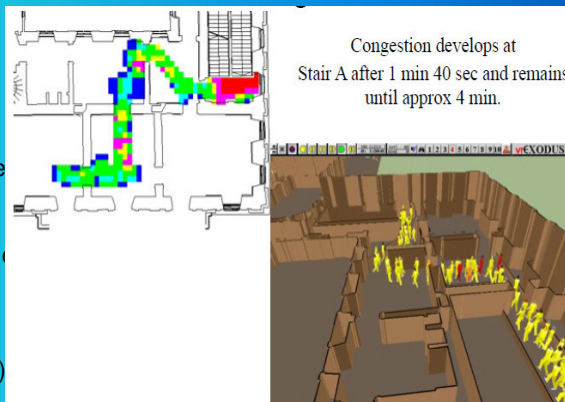
139

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.4 Parametri e valori associati

Per modelli di simulazione
dell'esodo

- è necessario caratterizzare gli individui presenti in termini di dimensioni medie normalizzate, velocità, coefficienti di handicap da applicare ad eventuali persone con disabilità
- lunghezze e larghezze delle vie d'esodo
- descrizione dei percorsi orizzontali e suborizzontali (scale)
- tempi di percezione e reazione nei confronti dell'incendio (pre-allarme e pre-movimento).



Quba Team™ è un
discompensatore 3D dei calcoli
sono necessari per risolvere quest'immagine.

140

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.5 Confronto fra i risultati e livelli di prestazione

L'esito dell'elaborazione deve essere sintetizzato in disegni e/o schemi grafici e/o immagini che presentino in maniera chiara e inequivocabile i principali parametri di interesse per l'analisi svolta

Su richiesta del competente Comando provinciale dei vigili del fuoco, devono essere resi disponibili i tabulati relativi al calcolo e i relativi dati di input. Tutta la documentazione dovrà, su richiesta del Comando provinciale Vigili del Fuoco, essere consegnata in formato elettronico.

In alcuni casi particolarmente complessi potrebbero essere utili delle prove dal vero, in scala reale o ridotta, sia come integrazione delle simulazioni informatiche che come visualizzazione dei macro percorsi del fumo caldo/freddo e come raccolta dati sulla curva HRR globale e sul tasso di pirolisi comprensivi della mutua interazione tra sorgenti combustibili.

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

141

3.2-SCELTA dei MODELLI di CALCOLO

3.2.5 Confronto fra i risultati e livelli di prestazione

Nella Documentazione di Progetto devono essere ben evidenti:

- tutti i parametri valutati che devono essere puntualmente messi a confronto con livelli di prestazione previsti;
- i risultati delle elaborazioni e i valori che assumono i parametri suddetti.

Con riferimento a quest' ultimi devono essere date notizie circa la corretta modalità di elaborazione dei numerosissimi dati di output che provengono dalle elaborazioni eseguite con i modelli numerici avanzati d'incendio. Infatti, eseguendo medie aritmetiche, ponderate, ecc., parziali su uno o più dati provenienti da determinati punti dell'ambiente di simulazione, possono alterarsi significativamente i risultati delle elaborazioni.

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

142

SGSA

La metodologia prestazionale, basandosi su di una individuazione delle misure di protezione effettuata su scenari di incendio valutati ad hoc, necessita, affinché non ci sia una riduzione nel tempo del livello di sicurezza prescelto, *di un attento mantenimento di tutti i parametri posti alla base della scelta sia degli scenari che dei progetti*

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

143

SGSA

Conseguentemente è necessario che venga posto in atto un *sistema di gestione della sicurezza antincendio* attraverso uno specifico documento condiviso dall'organo di controllo *fin dalla fase di approvazione del progetto e da sottoporre a verifiche ispettive periodiche.*

Questa immagine è un
documento PDF. Per informazioni
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

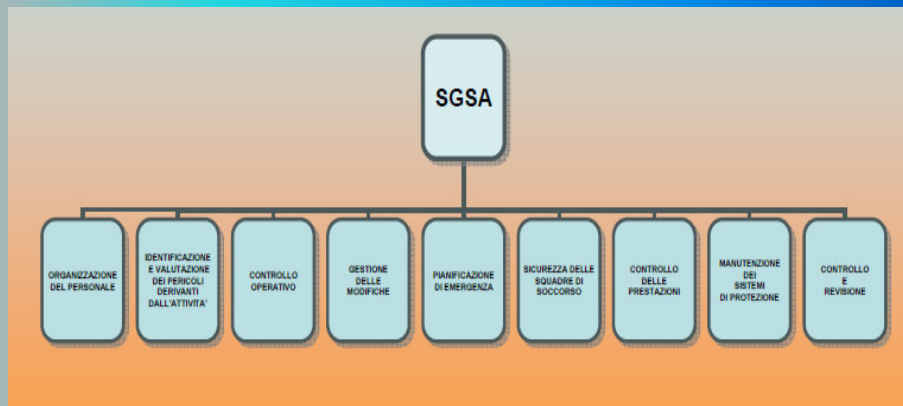
Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

144

SGSA

Nell'ambito del *sistema di gestione della sicurezza antincendio* devono essere valutati ed esplicitati i provvedimenti presi relativamente ai seguenti punti:



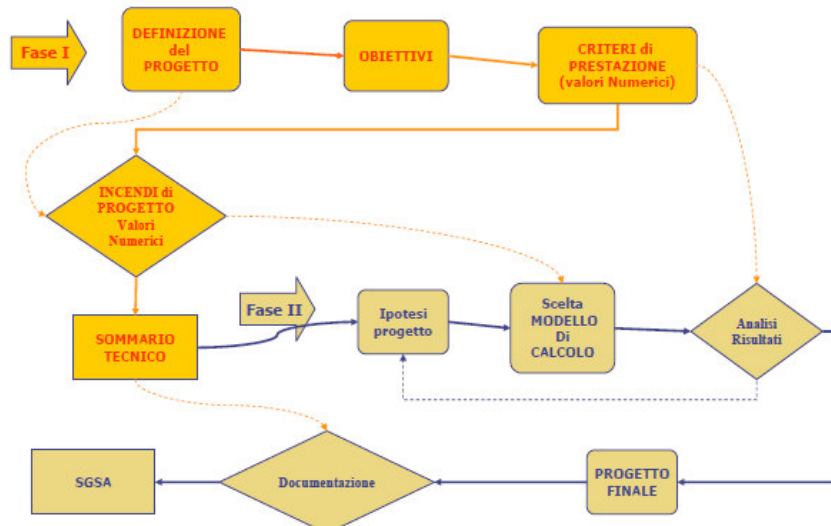
QualTron® è un
dispositivo IEC 60601-1
certificato per valutare qualità e sicurezza.

Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

145

Riassumendo..



QualTron® è un
dispositivo IEC 60601-1
certificato per valutare qualità e sicurezza.

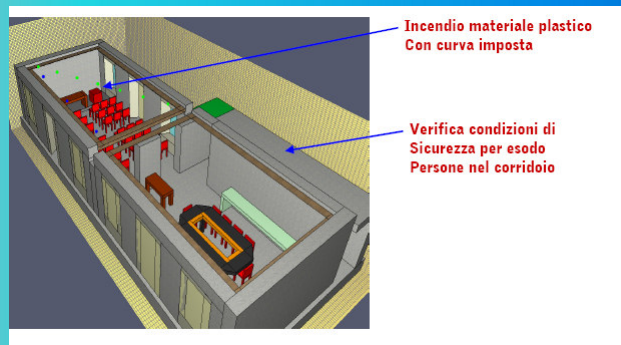
Gli scenari di incendio

angelo.ambrosio@vigilfuoco.it

146

ESEMPIO 1 (Cfast – NIST):

Aula



Questa immagine è un
documento NIST che rappresenta
solo i risultati per illustrare questi concetti.

ANALISI PRELIMINARE: 3.1 Definizione del Progetto

VINCOLI PROGETTUALI	<p>Ipotizziamo che applicando la normativa sugli uffici e che non si riesca a rispettare le prescrizioni relative al percorso di esodo nell'aula corsi:</p> <p>6.6 Lunghezza delle vie di uscita</p> <p>Comma 3 – La lunghezza dei corridoi ciechi non deve essere superiore a 15 m (aumentato di 10 metri essendo esistente).</p>
INDIVIDUAZIONE PERICOLI DI INCENDIO	<p>I possibili pericoli di incendio derivano essenzialmente dal malfunzionamento della workstation che può prendere fuoco. Non vi sono altre possibilità di incendio.</p>
CONDIZIONI AMBIENTALI	<p>L'Aula in esame può ospitare al max 100 persone, ha due porte di esodo verso la sala ovale adiacente e la lunghezza massima del percorso per raggiungere il luogo sicuro sarà 28 m (3 metri superiore alla lunghezza consentita dal D.M. 22 febbraio 2006). L'unica via di esodo è la porta in fondo al corridoio d'accesso di larghezza 2 m.</p> <p>L'aula ha un'altezza di 6,5 m ed il corridoi di 4 m.</p>
ANALISI CARATTERISTICHE OCCUPANTI	<p>Gli occupanti l'aula accedono ad essa in caso di eventi (corsi, convegni). Non sono presenti in modo permanente. Non sono formati per l'emergenza antincendio e non conoscono le procedure primo intervento.</p>

Questa immagine è un
documento NIST che rappresenta
solo i risultati per illustrare questi concetti.

ANALISI PRELIMINARE: 3.2 Identificazione degli obiettivi di sicurezza

DEFINIZIONE DEI CAPISALDI DELLA SICUREZZA	<p>Tutti i parametri della sicurezza previsti dalla normativa sugli Uffici saranno rispettati pertanto ci si focalizza sulle vie di esodo oggetto della deroga. Importante ai fini dell'esodo saranno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il corridoio, libero da ingombro - la larghezza delle porte di esodo e del corridoio da 2 m che agevola l'evacuazione
OBIETTIVO 1	<p><u>Incolumità degli occupanti:</u> Si può ipotizzare che durante l'emergenza nell'Aula ci siano al massimo 100 persone, si considera il tempo impiegato dalla persona più distante a raggiungere il luogo sicuro. La verifica verrà effettuata calcolando il presumibile tempo occorrente alla persona, poste nel punto più sfavorevole, per raggiungere un luogo sicuro e controllando che esso sia minore di quello che impiegano il fumo ed i gas di combustione per portarsi ad un'altezza delle vie respiratorie; è importante sapere che tale valutazione delle condizioni di sicurezza è ragionevolmente conservativa poiché viene ammesso che le persone, anche per breve tempo, non possano essere sottoposte all'azione nociva del fumo e dei gas di combustione.</p> <p>A vantaggio della sicurezza, è stato supposto che non vi sia stato alcun intervento da parte del personale interno incaricato dell'attuazione delle misure di lotta antincendio, in quanto non è sorvegliata.</p>

Questa analisi è un documento "Sf" (sicurezza) e non è necessario per valutare quell'attività.

ANALISI PRELIMINARE: 3.3 Individuazione dei livelli di prestazione

PARAMETRI NECESSARI AL SODDISFACIMENTO DEGLI OBIETTIVI	OBIETTIVI	PARAMETRI	Valore Numerico di riferimento
	<u>Obiettivo 1:</u> Incolumità delle persone	<u>Parametro 1</u> h_{min} = Altezza minima dei fumi	Ai sensi della normativa sulla Sicurezza in caso di incendio si ha che tale parametro è $h_{min} = 1,5 \text{ m}$
		<u>Parametro 2</u> $t_{evac. Tot.}$ = Tempo totale di evacuazione	Al fine di preservare l'obiettivo 1 è necessario che $t_{evac. Tot.}$ sia inferiore al tempo necessario ai fumi di abbassarsi al di sotto di h_{min} - $t_{evac. Tot.} = 180 \text{ s}$ (Allegato calcolo)

Questa analisi è un documento "Sf" (sicurezza) e non è necessario per valutare quell'attività.

ANALISI PRELIMINARE: 3.3 Individuazione dei livelli di prestazione

Parametro2	Tempo Totale di Evacuazione
	<p>Si ipotizzi che la presenza dell'incendio venga notata dalla persona più sfavorita per l'esodo dopo circa 10 s dall'inizio dell'ignizione, poiché viene notata la presenza di fumo nelproveniente dalla workstation posta sulla scrivania.</p> <p>$t_{\text{rilev.inc}} = 10 \text{ s}$</p> <p>Dopo un iniziale tempo di sorpresa ed incredulità inizia il processo di evacuazione delle persone presente nel punto più distante. Le persone non impiegheranno molto tempo per iniziare ad evacuare, possiamo pertanto supporre che sia circa</p> <p>$t_{\text{iniz.evac}} = 30 \text{ s.}$</p> <p>Adottando, a scopo precauzionale, che l'affollamento per una superficie di 140 m², specifica dell'aula con percorso superiore a 25 m (vedi figura), sia di 100 persone,</p> <p>la densità nel corridoio sarà di:</p> <p>$d_{\text{corridoio aula}} = 100 / (2,0 \times 25) = 2,00 \text{ persone/m}^2$</p> <p>La velocità di esodo in tale tratto è, quindi, pari a:</p> <p>$V_{\text{corridoio aula}} = 1,4 - 0,37 \times 2,00 = 0,66 \text{ m/s}$</p> <p>Allora la persona più sfavorita posta nel punto più distante dalla rampa dovrà percorrere 25 m e impiegherà mediamente per raggiungere l'uscita un tempo di:</p> <p>$t_{\text{uscita}} = 25 \text{ m} / 0,66 \text{ m/s} = 38 \text{ s} \approx 40 \text{ s}$</p> <p>Arrivati alla uscita, le persone passando da 2 m a 1,2 m (larghezza della porta) gli occupanti formeranno una coda e l'esodo avverrà in modo non lineare pertanto prevediamo un ritardo di 30 s.</p> <p>TEMPO TOTALE DI EVACUAZIONE $t_{\text{evac.lot}} = 10 \text{ s} + 30 \text{ s} + 40 \text{ s} + 30 \text{ s} = 110 \text{ s}$</p>

ANALISI PRELIMINARE: 3.4 Individuazione degli scenari di incendio

SCENARI DI INCENDIO	CARATTERISTICHE DEL FOCOLAIO	<p>Prendiamo in esame la parte di Aula con percorso superiore al massimo consentito. Un incendio a sviluppo veloce dovuto alla combustione di una workstation si produce sul tavolo dei relatori, dimensione Aula</p> <p>Lunghezza Aula = 14,0 m Larghezza Aula = 10,00 m,</p> <p>Al fine di una buona evacuazione del fumo del calore e dei gas di combustione si tenga presente che l'aula durante l'ipotesi di incendio ha la porta finestra e le 2 finestre aperte e le due porte di accesso all'aula dalla sala ovale sono anch'esse aperte.</p>
	CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO	<p>H = 6,25 m l'aula presenta un'altezza rilevante pertanto i fumi hanno un volume maggiore da riempire.</p> <p>$h_{\text{eq}} = 4 \text{ m}$ Le porte e le finestre sono molto alte pertanto i fumi ed i gas della combustione possono evacuare rapidamente .</p>
	CARATTERISTICHE OCCUPANTI	<p>Gli occupanti si accorgono del fumo che esce dalla workstation e si occupano soltanto di evacuare senza intervenire per lo spegnimento. A favore di sicurezza.</p>

ANALISI PRELIMINARE: 3.4 Individuazione degli scenari di incendio

VALUTAZIONE RISCHI INCENDIO	COMBUSTIBILE	Si ipotizza che prenda fuoco la workstation sulla scrivania a 2 m dalle pareti in fondo all'aula e che vi sia altro combustibile quali una sedia più vicina che prende fuoco dopo 100 s.
	TASSO DI CRESCITA DEL FUOCO	In nell'aula si può supporre un tasso di crescita elevato $t_g = 150 \text{ s}$
	RHR	Potenza termica della workstation, e della sedia
	SVILUPPO DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE	Si valuta lo sviluppo dei fumi nel suo complesso avendo ipotizzato che la persona non respiri mai tali prodotti della combustione
	CARATTERISTICHE DEL LOCALE	<p>Struttura : Mattone pieno</p> <p>Dim. Aula incendio: 10,00 m x 14,00 m x 6,25 m</p> <p>Corridoio: 2,00 m x 25,00 m x 4 m</p> <p>Dim. Sala Ovale 10,00 m x 14,00 m x 6,25 m</p> <p>Aerazioni orizzontale: $1,5 \times 4,00 \text{ m}^2 = 6,00 \text{ m}^2$</p> <p>$2 \times 1,25 \times 3,00 \text{ m}^2 = 7,50 \text{ m}^2$</p> <p>Sup. porte : $2 \times 2,00 \text{ m} \times 4,00 \text{ m} = 16,00 \text{ m}^2$</p> <p>H Aula. = 6,25 m</p>
	CONDIZIONE DELLE PERSONE PRESENTI	Si considera un affollamento di 100 persone per l'intera area di 140 m^2 pertanto Affollamento = $0,7 \text{ persone/ m}^2$ tutte auto sufficienti.

Questa analisi è un documento "P" (preliminare) e non deve essere utilizzata per prendere decisioni.

GRAZIE PER LA VOSTRA
ATTENZIONE

Questa analisi è un documento "P" (preliminare) e non deve essere utilizzata per prendere decisioni.